

**PERLAKUAN CAMPURAN ANTARA MATERIAL ASPAL DENGAN  
PLASTIK DAN PENGARUHNYA TERHADAP MARSHALL TEST**

**Disusun Oleh :**

**JANTRO R PURBA**

**14.811.0076**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
2019**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

©Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 10/29/19

(Access From repository.uma.ac.id)

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**PERLAKUAN CAMPURAN ANTARA MATERIAL ASPAL**  
**DENGAN PLASTIK DAN PENGARUHNYA TERHADAP**  
**MARSHALL TEST**

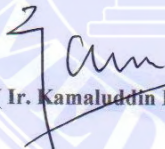
Disusun Oleh :

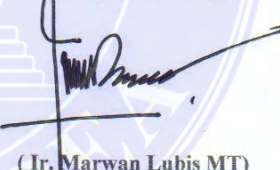
**JANTRO REZEKI PURBA**  
14.811.0076

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

  
(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)


  
(Ir. Marwan Lubis, MT)

Diketahui Oleh :

Dekan Fakultas Teknik

  
(Dr. Faisal Amri Tanjung S.ST, MT)

Ka. Prodi Teknik Sipil

  
(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya. Adapun bagian – bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah ditulis sumber nya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lain nya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 20 September 2019



Jantro R Purbs  
NPM 14 811 0076

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS  
AKHIR SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, saya yang betanda tangan di bawah ini :

Nama : Jantro R Purba

NPM : 14.811.0076

Program Studi : Teknik sipil

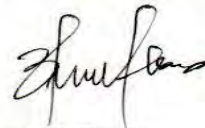
Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi membangun ilmu pengetahuan, menyetujui untuk membikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif ( Non –exclusive Roalty-Free Right) atas karya ilmiah yang berjudul : “Perlakuan Campuran Antara Material Aspal Dengan Plastik dan Pengaruhnya Terhadap Marshall Test “ beserta perangkat yang ada ( jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 14 Oktober 2019



Jantro R Purba

14.811.0076

## ABSTRAK

Bahan tambah dalam perkerasan jalan yang sering dilakukan salah satunya adalah limbah plastic untuk meningkatkan kualitas aspal. Alasan kenapa plastic dipakai sebagai bahan tambah perkerasan aspal adalah karna sifat karakteristik plastic yang kuat, fleksibel, dan sulit dihancurkan. Berdasarkan fakta juga, plastic memiliki titik lembek tinggi sehingga diharapkan dapat meningkatkan ketahanan campuran beraspal panas terhadap pengaruh suhu dan elastisitas. Pada penelitian ini plastic LDPE (*Low Density Polyethylene*) digunakan sebagai bahan tambah pengganti Aspal dengan tujuan apabila menunjukkan hal positif dapat digunakan di jalan Indonesia dan sekaligus menjadi salah satu solusi sampah plastik di Indonesia. Penambahan plastic untuk menaikkan mutu aspal ada 2 cara, yaitu cara pertama plastic dileburkan terlebih dahulu kemudian ditambahkan ke aspal panas, cara kedua plastic tanpa dileburkan (plastic di cincang dan dimasukkan ke agregat panas). Dalam penelitian ini, cara yang dipakai adalah cara pertama. Sebelum dilakukan pengujian Marshall dan durabilitas pada campuran dilakukan persiapan bahan dan pengujian materialnya, setelah semua memenuhi standart dilakukan pencetakan benda uji dengan kadar aspal 6,0% dari total campuran Benda uji tersebut dibuat dalam 3 variasi yaitu dengan menggunakan 100% Aspal, ditambah 4% plastic LDPE dan 6% plastic LDPE kemudian dilakukan penumbukan sebanyak 2 x 75. Hasil pengujian Marshall menunjukkan stabilitas rata – rata tanpa penambahan plastic sebesar 3690,555 kg dan pelelehan rata-rata 3,053 mm penambahan plastic sebanyak 4% menghasilkan stabilitas rata – rata 4617,596 kg dan pelelehan rata – rata 2,816 mm penambahan plastic sebanyak 6% menghasilkan stabilitas rata – rata 4463,262 kg dan pelelehan rata – rata 2,773 mm. Setelah dilakukan pengujian Marshall di dapatkan hasil bahwa pada penambahan plastic jenis Low Density Poliethylene dengan cara peleburan plastic sebanyak 4% dan 6% tidak dapat digunakan untuk campuran AC – WC.

**Kata Kunci : Aspal, Plastik, LDPE, Marshall**

## **ABSTRACT**

**Jantra Rezeki Purba. 148110076. "The Treatment of the Mixture between Asphalt Material and Plastic and Its Influence on the Marshall Test". Supervised by Ir. Edi Hermanto, M.T. and Ir. Nuril Mahda Rangkuti, M.T.**

One of the material additions in road pavement often conducted is plastic waste to improve the asphalt quality. The reason why plastic used as the material addition in asphalt pavement is because of the characteristics of plastic which are strong, flexible, and hard destroyed. Based on the fact, plastic also has a high softening point so it is hoped to be able to improve the hot asphalt mixture resistance to the influence of the temperature and elasticity. The LDPE (Low-Density Polyethylene) plastics were used in this study as the asphalt replacement material by the purpose of whether it is positive which can be applied in the roads of Indonesia and also be one of the plastic waste problems handling in Indonesia. There are two ways of the plastic addition to improving the asphalt quality, namely the first way is smelting the plastic then added to the hot asphalt, the second is without smelting the plastic (plastic chopped and put into the hot aggregate). The first way was used in this study. Before conducting the Marshall test and durability on the mixture, it was needed to prepare the materials and the materials tester. After the all met the standard, it was conducted the printing of testing means by asphalt level of 6.0% of the total mixture. The testing means were conducted in three variations namely using 100% of Asphalt, adding 4% of plastic, and using 6% of LDPE plastic which then pounded as many 2 times 75 (2 x 75). Then, the Marshall test result showed that the average stability without plastic added was 3690.555 kg and the average smelting was 3.053 mm. The 4% plastic added obtained the average stability of 4617.596 kg and the average smelting of 2.816 mm, whereas on 6% obtained the average stability of 4463.262 kg and the average smelting of 2.773 mm. After conducting the Marshall test, the result obtained that on plastic added type Low-Density Polyethylene by smelting the plastic of 4% and 6% can not be used to the AC – WC mixture.

**Keywords:** Asphalt, Plastic, LDPE, Marshall

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Perlakuan Campuran Antara Material Aspal Dengan Plastik dan Pengaruhnya Terhadap Marshall Test” dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana ( Strata-1 ) jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Faisal Amri Tanjung S.ST, MT , selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT, selaku Kepala Program Studi Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT, selaku pembimbing I penulis yang selalu memberi nasehat dan anjuran kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

5. Bapak Ir. Marwan Lubis, MT selaku pembimbing II penulis yang juga memberikan saran dan masukan yang sangat baik bagi penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
6. Ucapan terima kasih saya yang sebesar-besarnya kepada kedua orangtua saya, yang selalu memberikan kasih sayang dan dukungan moril maupun materi serta Do'a yang tiada henti untuk penulis.
7. Teman-teman seperjuangan stambuk 2014 Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area, serta semua pihak yang telah banyak membantu penulis.
8. Teman – teman sebaya yang selalu menyemangati penulis yang selalu memberi himbauan dan tidak pernah lupa untuk selalu memberikan motivasi kepada penulis.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan dan perbaikannya sehingga akhirnya skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan dan penerapan dilapangan serta bisa dikembangkan lagi lebih lanjut. Amin.

Hormat saya

Medan, 2019

**Jantro Rezeki Purba**



## DAFTAR ISI

	hal
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>4</b>
<b><i>ABSTRACT</i> .....</b>	<b>5</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>viii</b>
<b>NOTASI .....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Maksud dan Tujuan Penelitian .....	3
1.3. Rumusan Masalah .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	4
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 Perkerasan Jalan.....	6
2.2. Jenis Lapisan Aspal.....	7
2.3 Bahan Perkerasan .....	9

2.4 Plastik Low Density Polyethylene (LDPE) .....	12
2.5 Aspal .....	13
2.6. Gradasi .....	18
2.7. Karakteristik Campuran Aspal Aspal Lapisan AC-WC ( Asphalt Concrete- Wearing Course) .....	21
2.8 Perencanaan Gradasi Campuran.....	23
2.9 Kadar Aspal Rencana.....	26
2.10 Sifat Volumetrik Campuran Aspal.....	26
2.10.1 Berat jenis <i>Bulk</i> dan <i>Apparent</i> Total Agregat .....	26
2.10.2 Berat Jenis Efektif Agregat.....	27
2.10.3 Berat Jenis Maksimum Campuran.....	27
2.10.4 Penyerapan Aspal .....	28
2.10.5 Kadar Aspal Efektif .....	28
2.10.6 Rongga di antara Mineral Agregat ( <i>Void in the Mineral Agregat /VMA</i> ).....	29
2.10.7 Rongga di dalam Campuran ( <i>Void in the Compacted Mixture / VIM</i> ) .....	29
2.10.8 Rongga Udara yang Terisi Aspal ( <i>Voids Filled With Bitumen / VFA</i> ).....	30
2.10.9 Stabilitas .....	30

2.10.10 Flow.....	31
2.10.11 Hasil Bagi Marshall .....	31
2.11 Durabilitas Standar.....	31
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>33</b>
3.2. Bahan Penelitian .....	35
3.3. Peralatan Penelitian.....	35
3.4. Prosedur Perencanaan Penelitian .....	36
a. Tahap I .....	37
b. Tahap II.....	37
3.5. Pengujian Marshall .....	38
3.6. Prosedur Pengujian Material.....	40
3.6.1. Pengujian Material Agregat.....	40
3.6.2. Pengujian Material Aspal.....	43
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>44</b>
4.1 Hasil dan Perencanaan Gradasi Agregat Campuran .....	44
4.2. Hasil Pengujian Kualitas Material.....	45
4.2.1. Agregat Kasar .....	45
4.2.2. Agregat Halus .....	46
4.2.3. Filler.....	47

4.2.4. Aspal .....	48
4.3. Penentuan Berat Jenis, Penyerapan Aspal dan Perkiraan Kadar Aspal	
Rencana.....	48
4.4. Hasil Analisa Marshall.....	52
4.4.1. Data Penelitian dan Pembahasan .....	52
4.4.2 Analisa dan Pembahasan .....	59
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>64</b>
5.1. Kesimpulan .....	64
5.2. Saran .....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>68</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>70</b>
LAMPIRAN A.....	71
LAMPIRAN B.....	74
LAMPIRAN C .....	78

## DAFTAR GAMBAR

	hal
1. Gambar 2.1. Gradasi AC – WC dan Titik Kontrol Gradasi ( Skala Logaritmik ).....	25
2. Gambar 2.2. Gradasi AC – WC dan Titik Kontrol Gradasi ( Ukuran Butir Pangkat 0,45 ).....	25
3. Gambar 3.1. Alur Penelitian .....	33
4. Gambar 4.1. Kurva Gradasi .....	46
5. Gambar 4.2. Grafik Kepadatan Campuran.....	60
6. Gambar 4.3. Grafik Stabilitas Campuran.....	61
7. Gambar 4.4. Grafik Kelelehan Campuran .....	61
8. Gambar 4.5. Grafik Hasil Bagi Marshall .....	62
9. Gambar 4.6. Grafik Void In the Mineral Agregat ( VMA ).....	63
10. Gambar 4.7. Grafik Void In the Compacted Mixture ( VIM ).....	63
11. Gambar 4.8. Grafik Voids Filled With Bitumen ( VFA ).....	64

## DAFTAR TABEL

	Hal
<u>Tabel 2.1 Gradasi Agregat Untuk Campuran Aspal.....</u>	<u>20</u>
<u>Tabel 2.2 Gradasi Agregat Untuk campuran Aspal AC -WC .....</u>	<u>21</u>
<u>Tabel 2.3 Ketentuan Sifat – Sifat Campuran .....</u>	<u>22</u>
<u>Tabel 2.4 Gradasi Agregat Untuk campuran Aspal AC -WC .....</u>	<u>24</u>
<u>Tabel 3.1 Jumlah Sampel yang Direncanakan .....</u>	<u>38</u>
<u>Tabel 3.2 Ketentuan Agregat Kasar .....</u>	<u>41</u>
<u>Tabel 3.3 Ketentuan Agregat Halus .....</u>	<u>42</u>
<u>Tabel 3.4 Ketentuan filler .....</u>	<u>43</u>
<u>Tabel 3.5 Ketentuan Aspal.....</u>	<u>43</u>
<u>Tabel 4.1 Gradasi Campuran .....</u>	<u>44</u>
<u>Tabel 4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar .....</u>	<u>46</u>
<u>Tabel 4.3 Hasil Pengujian Agregat Halus .....</u>	<u>47</u>
<u>Tabel 4.4 Hasil Pengujian Filler .....</u>	<u>47</u>
<u>Tabel 4.5 Hasil Pengujian Aspal.....</u>	<u>48</u>
<u>Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Aspa.....</u>	<u>49</u>
<u>Tabel 4.7 Perhitungan Kadar Aspal .....</u>	<u>50</u>
<u>Tabel 4.8 data benda uji .....</u>	<u>52</u>
<u>Tabel 4.9 Hasil Marshall.....</u>	<u>52</u>
<u>Tabel 4.10 Volume benda uji setelah pemadatan.....</u>	<u>54</u>
<u>Tabel 4.11 Berat isi setelah pemadatan.....</u>	<u>55</u>
<u>Tabel 4.12 Volume Ewektif Campuran dan Persen Volume Agregat .....</u>	<u>56</u>
<u>Tabel 4.13. Hasil pengujian Marshall .....</u>	<u>66</u>



**LAMPIRAN**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MEDAN AREA**  
**MEDAN**  
**2019**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

©Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 10/29/19

(Access From repository.uma.ac.id)

## LAMPIRAN A

**Lokasi pengambilan material (PT. Adhi Karya (Persero) Tbk),  
Jln Pertahana Patumbak, Lantasan Baru**



UNIVERSITAS MEDAN AREA

©Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 10/29/19

(Access From repository.uma.ac.id)





## UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 10/29/19

(Access From repository.uma.ac.id)



## UNIVERSITAS MEDAN AREA

©Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 10/29/19

(Access From repository.uma.ac.id)

## LAMPIRAN B

### Peralatan Laboratorium







## UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 10/29/19

(Access From repository.uma.ac.id)



## LAMPIRAN C

### Proses Penelitian



UNIVERSITAS MEDAN AREA

©Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 10/29/19

(Access From repository.uma.ac.id)









UNIVERSITAS MEDAN AREA

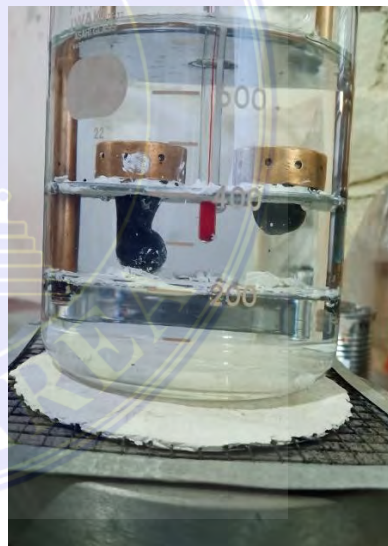
© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 10/29/19

(Access From repository.uma.ac.id)





# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Perkembangan dan pertumbuhan penduduk dalam dekade terakhir ini sangat pesat. Seiring dengan hal tersebut, peningkatan mobilitas penduduk mengakibatkan banyak kendaraan-kendaraan berat melintasi jalan raya. Salah satu prasarana transportasi yaitu jalan sebagai kebutuhan pokok dalam kegiatan masyarakat. Dengan melihat peningkatan mobilitas penduduk yang sangat tinggi maka, diperlukan peningkatan baik kuantitas maupun kualitas jalan yang memenuhi kebutuhan masyarakat. Tingginya temperatur permukaan jalan dan curah hujan juga merupakan beberapa penyebab kerusakan pada kekerasan aspal di Indonesia.

Jalan merupakan tulang punggung suatu kawasan dalam menyalurkan beban penumpang barang dan jasa, selain itu jalan juga merupakan bagian dari infrastruktur guna membuka daerah yang terisolir, untuk pertahanan nasional dan untuk pengembangan tingkat social.ketersediaan jalan adalah prasyarat mutlak bagi masuknya investasi kesuatu wilayah. Jalan memungkinkan seluruh masyarakat mendapatkan akses pelayanan. Untuk itu diperlukan perencanaan struktur perkerasan yang kuat, tahan lama dan mempunyai daya tahan tinggi terhadap deformasi plastis yang terjadi.

Dalam hal peningkatan perkerasan ada beberapa yang harus diperhatikan yaitu kualitas agregat yang digunakan, metode pelaksanaannya, dan kualitas

aspalnya. Cara yang sering digunakan untuk menaikkan mutu aspal adalah dengan menambah bahan aditif. Salah satunya seperti polimer, plastic, arang atau dikenal dengan aspal modifikasi. Pemberian bahan tambah plastic diharapkan memberikan penambahan pada sifat sifat fisik aspal seperti kepekaan terhadap stabilitas yang lebih besar dari aspal konvensional atau aspal dengan penetrasi 60/70.

Pemanfaatan limbah plastic untuk perkerasan jalan yang sering dilakukan diantaranya limbah plastic sebagai bahan untuk meningkatkan kualitas aspal. Seperti yang dilakukan oleh Al-Hadidy dan Qiu (2008), menyatakan bahwa dalam penelitian tersebut digunakan *low density polyethylene* (LDPE) yang dicampurkan dalam aspal dengan komposisi 0%, 1%, 3%, 5% dan 7%. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa penambahan LDPE dapat meningkatkan angka stabilitas campuran perkerasan jalan.

Asrar, Y.D (2007) dalam tesisnya menyimpulkan bahwa penambahan plastic dalam aspal akan memberikan pengaruh yang baik terhadap sifat-sifat aspal. Hasil pengujian Marshall terhadap campuran beraspal yang mengandung plastic menunjukkan bahwa penambahan kadar plastic sampai dengan 3% pada aspal meningkatkan nilai stabilitas, berat isi, kepadatan agregat yang dipadatkan (CAD) dan Marshall Quotient campuran HRA. Sejalan dengan peningkatan dan penambahan plastic pada aspal, nilai deformasi permanen campuran dari hasil tes jejak roda mengalami penurunan dan menyebabkan peningkatan terhadap stabilitas dinamis.

Penelitian yang dilakukan oleh Sitorus,F (2017) juga melakukan pencampuran antara aspal dan plastic dengan metode plastic dicampur ke dalam aspal panas tanpa peleburan plastic terlebih dahulu. Berkaitan dengan hal tersebut peneliti ingin melakukan penelitian yang sama namun dengan proses yang berbeda, yaitu plastic

dicampur ke dalam aspal panas dengan peleburan plastic terlebih dahulu. Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan di atas maka perlu dilakukan penelitian yang berjudul “*Perlakuan Campuran Antara Material Aspal Dengan Plastik Dan Pengaruhnya Terhadap Marshall Test*”.

## **1.2. Maksud dan Tujuan Penelitian**

Adapun maksud dari penelitian ini adalah untuk meneliti ulang karakteristik campuran aspal akibat penambahan plastic dengan perlakuan peleburan plastic terlebih dahulu.

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. untuk mengetahui kekuatan aspal akibat penambahan plastic 4% dan 6% terhadap kadar aspal dengan sistem peleburan plastic terlebih dahulu.
2. untuk mengetahui tingkat perbedaan karakteristik aspal pada penambahan plastic 4% dan 6% dengan system peleburan dan system tanpa peleburan plastic

## **1.3. Rumusan Masalah**

Dengan ini maka penulis merumuskan permasalahan sebagai berikut :

- a. Bagaimana pengaruh plastik sebagai bahan tambah (*additive*) terhadap karakteristik *Marshall* ?
- b. Bagaimana tingkat perbedaan karakteristik aspal dengan penambahan plastic tanpa peleburan dan plastic sudah dileburkan terhadap *Marshall Test* ?

#### 1.4. Batasan Masalah

Penelitian ini perlu dibatasi agar dapat dilakukan secara efektif dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian. Adapun lingkup penelitian ini terbatas pada :

- a. Perencanaan campuran menggunakan perencanaan campuran untuk lapis permukaan yang mengacu pada Spesifikasi Bina Marga 2010, dan mengacu juga pada peneliti sebelumnya oleh Sitorus F (2017)
- b. Sumber campuran aspal yang dipakai pada penelitian terdiri dari :
  1. Aspal
  2. Agregat (kasar, halus dan abu batu)
- c. Uji *Marshall* test terdiri dari uji stabilitas, kelelahan (*flow*), *Marshall Quotient* (MQ) dan uji Indek kekuatan dengan standard yang dinyatakan dalam uji perendaman *Marshall* selama 24 jam.
- d. Pengujian dilakukan terhadap aspal dengan campuran yang variasi persentase LDPE 0%, 4% dan 6% terhadap berat aspal.
- e. Pada penelitian ini plastik *low density polyethylene* (LDPE) digunakan sebagai *filler* campuran beraspal.
- f. Penelitian yang dilakukan terbatas pada pengujian laboratorium.

#### 1.5. Manfaat Penelitian

Dengan adanya kajian ini, diharapkan mampu memberikan wawasan yang lebih luas tentang pemakaian limbah plastic sebagai salah satu bahan tambah untuk campuran aspal AC – WC yang di tinjau terhadap nilai Marshall. Dengan adanya penelitian ini juga diharapkan dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi, khususnya konstruksi jalan raya. Apabila penelitian ini memberikan hasil yang positif, semoga



dapat digunakan pada konstruksi jalan raya di Indonesia sekaligus juga dapat menjadi salah satu solusi terhadap permasalahan sampah yang semakin besar didunia ini



## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Perkerasan Jalan**

Perkerasan jalan raya adalah bagian jalan raya yang diperkeras dengan lapisan konstruksi tertentu, yang memiliki ketebalan, kekuatan dan kekakuan, serta kestabilan tertentu agar mampu menyalurkan beban lalu lintas di atasnya ke tanah dasar secara aman. Lapisan perkerasan yang terletak diantara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Agar perkerasan jalan yang sesuai dengan mutu yang diharapkan, maka pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan (Silvia Sukirman, 2003 dalam skripsi serli Carlina 2013).

Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat dipakai antara lain adalah batu pecah, batu belah, batu kali, dan hasil samping peleburan baja. Sedangkan bahan ikat yang dipakai antara lain adalah aspal, semen, dan tanahliat. Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan dibedakan atas tiga macam, yaitu :

#### **2.1.1 Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)**

Mengadopsi model makadam dengan bahan penutup (surfacing) dari campuran aspal agregat. Bahan konstruksi perkerasan lentur terdiri atas : bahan ikat (aspal, tanah liat) dan batu. Perkerasan ini umumnya terdiri atas tiga lapis yaitu lapisan tanah dasar (subgrade), lapisan pondasi bawah

(subbase), lapis pondasi (base) dan lapisan penutup (surface). Masing-masing elemen lapisan di atas termasuk tanah dasar secara bersama-sama memikul beban lalu-lintas. Dari atas sampai bawah maka tebal lapisan menjadi semakin besar, hal ini seiring dengan harga materialnya yang semakin kebawah semakin murah.

### 2.1.2 Perkerasan Kaku ( *Rigid Pavement* )

Digunakannya pelat beton diatas lapisan agregat, diatas pelat beton tersebut dapat dilapisi aspal agregat atau aspal pasir yang tipis atau tidak. Ada lapisan sama sekali. Bagian dari perkerasan kaku terdiri dari: tanah dasar (subgrade), lapisan pondasi bawah (sub-base), lapisan beton B-0 (blinding concrete/betonlantai kerja), lapisan pelat beton (concrete slab), dan lapisan aspal agregat/aspal pasir yang 7ias ada 7ias tidak.

### 2.1.3 Perkerasan Komposit (Composite Pavement )

Yaitu merupakan perkerasan yang mengkombinasikan antara aspal dan semen (PC) sebagai bahan pengikatnya. Penyusunan lapisan komposit terdiri dari dua jenis, salah satu jenis perkerasan komposit adalah merupakan penggabungan secara berlapis antara perkerasan lentur ( menggunakan aspal sebagai bahan pengikat) dan perkerasan kaku (menggunakan semen (PC) sebagai bahan pengikat)

## 2.2. Jenis Lapisan Aspal

Campuran aspal panas adalah suatu campuran perkerasan jalan lentur yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler, dan bahan pengikat aspal dengan perbandingan-perbandingan tertentu dan dicampurkan dalam kondisi panas. Di

Indonesia jenis campuran aspal panas yang lazim digunakan antara lain : Aspal Beton, Hot Rolled Sheet (HRS), dan Split Mastic Asphalt (SMA).

Pada tahun 1999, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah tentang pedoman teknik campuran beraspal yang kemudian diikuti dengan dikeluarkannya spesifikasi baru Beton Aspal Campuran Panas Pada tahun 2001. Semua campuran dirancang dalam spesifikasi tersebut untuk menjamin bahwa asumsi rancangan yang berkenaan dengan kadar aspal yang cocok, rongga udara, stabilitas, kelenturan dan keawetan ketebalan terpenuhi.

Berikut adalah beberapa jenis campuran aspal yang masuk dalam spesifikasi campuran beraspal di Indonesia.

#### 2.2.1 Latasir (*Sand Sheet*) Kelas A dan B

Campuran-campuran ini ditujukan untuk jalan dengan lalu lintas ringan, khususnya pada daerah di mana agregat kasar sulit diperoleh. Pemilihan kelas A atau B terutama tergantung pada gradasi pasir yang digunakan. Campuran latasir biasanya memerlukan penambahan filler agar memenuhi kebutuhan sifat-sifat yang disyaratkan. Campuran ini mempunyai ketahanan yang rendah terhadap alur (*rutting*), oleh sebab itu tidak boleh digunakan dengan lapisan yang tebal, pada jalan dengan lalu lintas berat dan pada daerah tanjakan.

#### 2.2.2 Lataston (*HRS*)

Lataston (*Hot Roller Sheet*) mempunyai persyaratan kekakuan yang sama dengan tipikal yang disyaratkan untuk aspal beton konvensional (*AC*) yang bergradasi menerus. Lataston terdiri dari dua macam campuran, yaitu :

- Laston Lapis Pondasi (*HRS-Base*)
- Laston Lapis Permukaan (*HRS Wearing Course*) dan ukuran maksimum gregat masing-masing campuran adalah 19 mm.

### 2.2.3 Laston (*AC*)

Laston (Lapis Aspal Beton) lebih peka terhadap variasi kadar aspal maupun variasi gradasi agregat daripada Laston (*HRS*). Aspal Beton (*AC*) terdiri dari tiga macam campuran, yaitu : Laston Lapis Aus 2 (*AC-WC*), Laston Lapis Aus 1 (*AC-BC*) dan Laston Lapis Pondasi (*AC-Base*) dan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm, 25,4 mm dan 37,5 mm.

## 2.3 Bahan Perkerasan

Bahan perkerasan jalan tidak terlepas dari agregat dan bahan tambah yang digunakan. Agregat yang dipakai adalah batu pecah, atau batu belah, atau batu kali ataupun bahan lainnya.

Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang padat. Sering kali, agregat diartikan sebagai suatu kumpulan butiran batuan yang berukuran tertentu yang diperoleh dari hasil alam langsung maupun dari pemecahan batu besar ataupun agregat yang disengaja dibuat untuk tujuan tertentu.

Berdasarkan proses pengolahannya menurut Silvia Sukirman (2003), agregat yang dipergunakan pada perkerasan lentur dibedakan atas :

- a. Agregat alam, agregat yang terbentuk melalui erosi dan degradasi. Aliran sungai membentuk partikel-partikel bulat-bulat dengan permukaan yang licin. Degradasi

agregat di bukit-bukit membentuk partikel-partikel yang bersudut dengan permukaan yang kasar.

- b. Agregat yang melalui proses pengolahan, dimana agregat ini harus memiliki proses pemecahan terlebih dahulu, supaya bentuk partikelnya bersudut, memiliki gesekan yang baik, dan gradasi sesuai yang diinginkan.
- c. Agregat buatan, yaitu agregat yang merupakan mineral filler/ pengisi. diperoleh dari hasil sampingan pabrik-pabrik semen dan mesin pemecah batu.

Agregat merupakan elemen perkerasan jalan yang mempunyai kandungan 90-95% acuan berat, dan 75-85% acuan volume dari komposisi perkerasan, sehingga otomatis menyumbangkan faktor kekuatan utama dalam perkerasan jalan. Berfungsi sebagai penstabil mekanis, agregat harus mempunyai suatu kekuatan dan kekerasan, untuk menghindarka terjadinya kerusakan akibat beban lalu lintas. Agregat terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi (filler). Pemilihan agregat yang digunakan pada suatu konstruksi perkerasan jalan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti : gradasi, bentuk butir, kekuatan, kelekatan pada aspal, tekstur permukaan dan kebersihan. (Shirley L. Hendarsin, 2000). Berikut agregat yang digunakan dalam campuran beraspal , yaitu:

### 2.3.1 Agregat Kasar

Fraksi 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 lainnya dan memenuhi ketentuan yang diberikan.

### 2.3.2 Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan untuk campuran aspal harus bersih, kering, kuat, bebas dari gumpalan-gumpalan lempung dan bahan-bahan lain yang dapat mengganggu serta terdiri dari butir-butir yang bersudut tajam dan mempunyai permukaan yang kasar. Agregat halus dari sumber bahan manapun, harus terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No.8 (2,36 mm).

### 2.3.3 Bahan pengisi (*Filler*)

Filler merupakan bahan pengisi yang berupa atas debu batu kapur yang sesuai dengan AASHTO M303-89 (2006), Filler didefinisikan sebagai fraksi debu mineral yang lolos saringan no. 200 (0,075 mm) tidak kurang dari 75% beratnya bisa berupa debu kapur, debu dolomit atau semen portland. Filler harus dalam keadaan kering dengan kadar air maksimum 1% dari berat total agregat. Pemberian filler pada campuran lapis keras mengakibatkan lapis keras mengalami berkurangnya kadar pori. Partikel filler menempati rongga diantara partikel-partikel yang lebih besar, sehingga ruang antara partikel-partikel menjadi berkurang. Secara umum penambahan filler ini dimaksudkan untuk menambah stabilitas dan kerapatan dari campuran.

Menurut Silvia Sukirman (2003), Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok:

- a. Kekuatan dan keawetan ( *strength and durability* ) lapisan perkerasan yg dipengaruhi oleh : gradasi, ukuran maksimum, kadar lempung, kekerasan dan ketahanan, bentuk butir, dan tekstur permukaan

- b. Kemampuan dilapisi aspal dengan baik, yang dipengaruhi oleh : porositas, kemungkinan basah, dan jenis agregat
- c. Kemudahan dalam pelaksana dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman, yang dipengaruhi oleh : tahan geser ( *skid resistance* ), campuran yang memberikan kemudahan dalam pelaksanaan ( *bituminous mix workability* )

#### 2.4 Plastik Low Density Polyethylene (LDPE)

Plastik merupakan kemasan makanan yang sangat populer dan menjadi pilihan bagi konsumen. Sejak ditemukan oleh seorang peneliti dari Amerika Serikat pada tahun 1968 yang bernama John Wesley Hyatt, plastik menjadi pilihan bagi dunia industri dan berkembang secara luar biasa penggunaannya dari hanya beberapa ratus ton pada tahun 1930-an, menjadi 220 juta ton/tahun pada tahun 2005 (Kadir, 2012). Plastik mempunyai karakteristik mudah dibentuk, tahan lama (durable), dan dapat mengikuti trend permintaan pasar. Plastik telah mampu menggeser kedudukan bahan-bahan tradisional dimana permintaan dari tahun ketahunnya selalu menunjukkan peningkatan.

Tertera logo daur ulang dengan angka 4 di tengahnya, serta tulisan LDPE (low density polyethylene) yaitu plastik tipe cokelat (thermoplastic/dibuat dari minyak bumi), biasa dipakai untuk tempat makanan, plastik kemasan, dan botol-botol yang lembek.

Bahan plastic LDPE ini memiliki karakter, yaitu

- a. Sifat mekanis jenis plastik LDPE adalah kuat, fleksibel, kedap air tetapi tembus cahaya, fleksibel dan permukaan agak berlemak. Melunak pada suhu 70°C.



- b. Barang berbahan LDPE ini sulit dihancurkan, tetapi tetap baik untuk tempat makanan karena sulit bereaksi secara kimiawi dengan makanan yang dikemas dengan bahan ini.

Dalam Penelitian akan digunakan plastik dengan mutu rendah yang memiliki karakteristik tingkat resistansi kimia yang sangat baik. Plastik bersifat termoplastik, memiliki densitas antara 0.910 - 0.940 g/cm<sup>3</sup> , tidak reaktif pada temperatur kamar, kecuali oleh oksidator kuat dan beberapa jenis pelarut dapat menyebabkan kerusakan. Memiliki percabangan yang banyak sehingga gaya antar molekulnya rendah.

Asrar, Y.D. (2007) dalam tesisnya menyimpulkan bahwa penambahan plastik dalam aspal akan memberikan pengaruh yang baik terhadap sifat-sifat aspal. Hasil pengujian Marshall terhadap campuran beraspal yang mengandung plastik menunjukkan bahwa penambahan kadar plastik sampai dengan 3% pada aspal meningkatkan nilai stabilitas, berat isi, kepadatan agregat yang dipadatkan (CAD) dan Marshall Quotient campuran HRA. Sejalan dengan peningkatan penambahan plastic pada aspal, nilai deformasi permanen campuran dari hasil tes jejak roda mengalami penurunan dan menyebabkan peningkatan terhadap stabilitas dinamis.

## 2.5 Aspal

Aspal adalah senyawa hidrokarbon berwarna hitam atau coklat tua, tersusun dari unsur unsur aspalteness, resin dan oils, sedangkan senyawa hidrokarbon tersebut banyak mengandung bitumen, sehingga aspal sering disebut sebagai bitumen. Asphaltenes merupakan material berwarna hitam atau coklat tua yang tidak larut dalam n-heptane. Asphaltenes menyebar di dalam larutan yang disebut maltenes. Malthenes

larut dalam heptane, merupakan cairan kental yang terdiri dari resins dan oils. Resins adalah cairan berwarna kuning atau coklat tua yang memberikan sifat adhesi dari aspal, merupakan bagian yang mudah hilang dan berkurang selama masa pelayanan jalan, sedangkan oils yang berwarna lebih muda merupakan media dari asphaltenes dan resins. Maltenes merupakan komponen yang mudah berubah sesuai perubahan temperature dan umur pelayanan.

Hal-hal yang perlu diperhatikan menurut Tm Suprpto (2004), dalam persyaratan aspal sebagai bahan jalan yaitu:

a. Kekakuan / kekerasan / *stiffness*

Setelah berfungsi sebagai bahan jalan aspal yang dipilih harus mempunyai *stiffness* yang cukup.

b. Sifat mudah dikerjakan / *workability*

Aspal yang dipilih haruslah mempunyai *workability* yang cukup dalam pelaksanaan program pengaspalan. Hal ini memudahkan dalam memadatkan untuk memperoleh lapis yang padat kompak. Untuk menggunakan aspal cair aspal pengemulsi perlu memperhatikan waktu dan cuaca yang tepat, campuran cukup permeable, lapis penggelaran yang tidak terlalu tebal sehingga proses volatisation dan evaporasion masih dapat berlangsung.

c. Kuat tarik/ *tensile strength* dan adhesi/ *adhesion*

Sifat ini sangat diperlukan agar lapis perkerasan yang dibuat akan tahan terhadap: Retak/ *cracking* (ditambah oleh kuat tarik ), Pengulitan/ *friting/ stripping* ( ditahan oleh adesi ), dan goyah atau raveling ( ditahan oleh kuat adesi

)

d. Tahan terhadap cuaca

Sifat ini di perlukan agar aspal tetap memiliki tahanan terhadap perubahan cuaca, misalnya konsistensi tidak banyak berubah akibat cuaca, sehingga kondisi permukaan jalan misalnya, konsistensi gesek dapat memenuhi kebutuhan lalu lintas serta tahan lama.

Menurut Sukirman (2003), aspal sering digunakan sebagai material perkerasan jalan karena berfungsi sebagai :

- a. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara sesama aspal.
- b. Bahan pengisi, mengisi rongga antar butir agregat dan pori-pori yang ada di dalam butir agregat itu sendiri. Aspal yang digunakan dalam campuran beraspal Laston (AC-WC) adalah aspal keras / asphalt cement penetrasi 60/70 yang memenuhi persyaratan seperti pada Tabel 2.4. Kadar aspal dalam campuran Laston merupakan perbandingan antara persentase berat aspal terhadap berat total campuran agregat, yang mana besaran persentase tersebut akan ditentukan dari hasil perhitungan pada benda uji pemeriksaan kadar aspal optimum (KAO). Kadar aspal yang semakin tinggi akan mempengaruhi kemampuan aspal untuk saling mengikat antar butir agregat dan mengurangi kadar rongga dalam campuran, tetapi apabila kadar aspal terlalu tinggi maka akan terjadi bleeding dimana material campuran lapisan perkerasan beraspal akan terpompa keluar atau lepas akibat beban lalu lintas.

Jenis aspal terdiri dari aspal keras, aspal cair, aspal emulsi, dan aspal alam, yaitu:

- a) Aspal keras, merupakan aspal hasil destilasi yang bersifat viskoelastis sehingga akan melunak dan mencair bila mendapat cukup pemanasan dan sebaliknya.
- b) Aspal cair, merupakan aspal hasil dari pelarutan aspal keras dengan bahan pelarut berbasis minyak.
- c) Aspal emulsi, dihasilkan melalui proses pengemulsian aspal keras. Pada proses ini partikel-partikel aspal padat dipisahkan dan didispersikan dalam air.
- d) Aspal alami, merupakan aspal yang secara alamiah terjadi di alam. Berdasarkan depositnya aspal alam dikelompokkan ke dalam 2 kelompok, yaitu aspal danau dan aspal batu.

Meskipun aspal hanya merupakan bagian terkecil dari komponen campuran beraspal, namun merupakan bagian terpenting untuk menyediakan ikatan yang awet/tahan lama dan menjaga campuran tetap dalam kondisi kental yang elastis. Fungsi kandungan aspal dalam campuran juga berperan sebagai selimut penyelubung agregat dalam betuk tebal film aspal yang berperan menahan gaya gesek permukaan dan mengurangi kandungan pori udara yang lebih lanjut, juga mengurangi penetrasi air dalam campuran.

Dalam AASTHO (1982) dinyatakan bahwa jenis aspal keras ditandai dengan angka penetrasi aspal, angka ini menyatakan tingkat kekerasan aspal atau tingkat konsentrasi aspal, semakin meningkatnya angka penetrasi aspal maka tingkat kekerasan aspal semakin tinggi. Terdapat bermacam-macam tingkat penetrasi aspal yang dapat di gunakan dalam campuran agregat aspal, antara lain 40/50, 60/70, dan 80/100. Umumnya aspal yang di gunakan di indonesia adalah aspal dengan penetrasi 60/70.

Sifat kimia dan fisik aspal yang perlu di perhatikan menurut Tm Suprabto (2004) adalah sebagai berikut:

1. Kekentalan/ *viscosity*, dimana menyangkut 3 hal yaitu
  - a. naiknya temperature akan membuat kekentalan aspal menurun
  - b. berkaitan dengan lalu lintas, semakin lama pembebanan pada lalulintas maka aspal yang semula bersifat elastis akan bersifat lebih viscos.
  - c. apabila aspal dibiarkan dalam keadaan tidak/ jarang sekali mendapat beban, ternyata kekentalan aspal akan naik.

2. Penetration Index (PI)

Pada mulanya dikenalkan oleh pfieffer dan Van Dormall dengan persamaan

$$\dots\dots\dots \frac{\text{Log.pen2}- \text{log. Pen1}}{T2.T1} = \frac{1}{50} \times \frac{20 - \text{PI}}{10 + \text{PI}} \quad 1)$$

3. Kekakuan aspal (*Stiffness/modulus of bitumen*)
4. Kuat tarik (*tensile Sterngth*), dipengaruhi oleh temperature dan lama pembebanan.
5. Adesi ( *adhesion* ) adalah kemampuan aspal untuk mengikat agregat, sehingga dihasilkan ikatan yang baik antara agregat dengan aspal.
6. Pengaruh cuaca , perubahan sifat yang sangat perlu diperhatikan yaitu reaktifitas terhadap O2, sehingga aspal untuk perkerasan aspal akan selalu berhubungan dengan udara/ oksigen.
7. Warna, warna aspal aslinya adalah hitam atau coklat tua kehitam-hitaman.
8. Berat jenis, berat jenis aspal bervariasi antara 0,95 – 1,05.
9. Durabilitas, Sifat tahan lama ini sangat diperlukan dalam hubungannya dengan air serta adanya aging of bitumen akibat kemungkinan terjadinya oksidasi.

## 2.6. Gradasi

Agregat sebagai bahan utama dalam pembuatan campuran harus diketahui mutu dan gradasinya terlebih dahulu, dimana mutunya harus memenuhi persyaratan sesuai dengan standar spesifikasi yang disyaratkan. Gradasi agregat adalah susunan besar butir dan terhalus sampai terkasar yang didapat dari analisa saringan, susunan gradasinya harus sesuai dengan standar dan rancangan campuran yang direncanakan.

Seluruh spesifikasi perkerasan mensyaratkan bahwa partikel agregat harus berada dalam rentang ukuran tertentu dan untuk masing-masing ukuran partikel harus dalam proporsi tertentu. Distribusi dari variasi ukuran butiran agregat ini disebut gradasi agregat.

Menurut Andi Teenrisukki Tenriajeng, gradasi atau distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antarbutir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam pelaksanaan. Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa saringan dengan menggunakan 1 set saringan dimana saringan yang paling kasar diletakkan di atas dan yang paling halus terletak paling bawah. 1 set saringan (dengan ukuran saringan 19,1 mm; 12,7 mm; 9,52 mm; 4,76 mm; 2,38 mm; 1,18 mm; 0,59 mm; 0,149 mm; 0,074 mm).

Gradasi agregat dapat dibedakan atas:

1. Gradasi seragam (uniform graded)/gradasi terbuka (open graded) Gradasi seragam (uniform graded) adalah agregat dengan ukuran yang hampir sama/sejenis atau

mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka. Agregat dengan gradasi seragam akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang, berat volume kecil.

### 2. Gradasi rapat (dense graded)

Gradasi rapat, merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang seimbang, sehingga dinamakan juga agregat bergradasi baik. Gradasi rapat akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan stabilitas tinggi, kurang kedap air, sifat drainase jelek, dan berat volume besar.

### 3. Gradasi senjang (gap graded) / gradasi buruk

Gradasi senjang (gap graded), merupakan campuran yang tidak memenuhi dua kategori di atas. Agregat bergradasi buruk yang umum digunakan untuk lapisan perkerasan lentur merupakan campuran dengan satu fraksi hilang atau satu fraksi sedikit. Gradasi seperti ini juga disebut gradasi senjang. Gradasi senjang akan menghasilkan lapisan perkerasan yang mutunya terletak antara kedua jenis di atas.

Sifat-sifat yang dimiliki ketiga gradasi dapat dilihat pada table ini

Gradasi seragam	Gradasi baik	Gradasi buruk
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kontak antar butir baik.</li> <li>• Kepadatan bervariasi tergantung dari segregasi yang terjadi.</li> <li>• Stabilitas dalam keadaan terbatas (confined) tinggi.</li> <li>• Stabilitas dalam keadaan lepas rendah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontak antar butir baik</li> <li>• Seragam dan kepadatan tinggi</li> <li>• Stabilitas tinggi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontak antar butir jelek</li> <li>• Seragam tetapi kepadatan jelek</li> <li>• Stabilitas sedang</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sukar untuk dipadatkan</li> <li>• Mudah diresapi air</li> <li>• Tidak dipengaruhi kadar air</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kuat menahan deformasi</li> <li>• Sukar sampai sedang usaha untuk memadatkan</li> <li>• Tingkat permeabilitas cukup</li> <li>• Pengaruh variasi kadar air cukup</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilitas sangat rendah pada keadaan basah</li> <li>• Mudah didapatkan</li> <li>• Tingkat permeabilitas rendah</li> <li>• Kurang dipengaruhi oleh bervariasinya kadar air</li> </ul>
---	---	--

Sumber: Silvia Sukirman 2003

Tabel 2.1 Gradasi Agregat Untuk Campuran Aspal

Ukuran Ayakan Lolos ASTM	(mm)	%Berat yang		
		WC	BC	Base
1 1/2 "	37,5	-	100	100
1"	25	-	100	90-100
3/4 "	19	10	90-100	maks.90
1/2 "	12,5	90-100	maks.90	
3/8 "	9,5	maks.90	-	
No.8	2,36	28-58	23-49	19-45
No.16	1,18	-	-	-
No.30	0,6	-	-	-
No.50	0,3	-	-	-
No.100	0,15	0,3	-	-
No.200	0,075	0,15	4-10	4-8
No.4	4,75	-	Daerah	39,5
No.8	2,36	4,75	39,1	34,6
No.16	1,18	2,36	25,6 – 31,6	22,3-28,3
No.30	0,6	1,18	19,1 – 23,1	15,6 – 17,2
No.50	0,3	0,6	15,5	19,1 – 23,1
No.100	0,15	0,3	15,5	13,7
No.200	0,075	0,15	15,5	13,7

Sumber: Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah (2004)



Tabel 2.2 Gradasi Agregat Untuk campuran Aspal AC -WC

Ukuran Ayakan ASTM	(mm)	Berat yang lolos			% contoh target gradasi	
		Batasan	Daerah Larangan	Fuller	Lolos	Tertahan
1 ½"	37,5	-	-	-	-	-
1"	25	-	-	-	-	-
¾"	19	100	-	100	100	-
½"	12,5	90-100	-	82,8	93,0	7,0
3/8"	9,5	maks. 90	-	73,2	80,0	13,0
No.4	4,75	-	-	53,6	55,0	25,0
No.8	2,36	25-58	39,1	39,1	36,0	19,0
No.16	1,18	-	25,6 - 31,6	28,6	24,0	12,0
N0.30	0,6	-	19,1 - 23,1	21,1	17,0	7,0
No.50	0,3	-	15,5	15,5	12,0	5,0
N0.100	0,15	-	-	11,3	8,0	4,0
No.200	0,075	-	-	8,3	6,0	2,0
						6,0

Sumber: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2004)

## 2.7. Karakteristik Campuran Aspal Aspal Lapisan AC-WC ( Asphalt Concrete-Wearing Course)

Lapisan AC – WC adalah jenis pekerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambah. Material – material pembentuk beton aspal dicampur di instalasi pencampur pada suhu tertentu, kemudian diangkut ke lokasi, dihamparkan, dan dipadatkan. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang akan digunakan. Jika semen aspal, maka pencampuran umumnya antara 145 – 155 °C, sehingga disebut beton aspal campuran panas. Campuran ini dikenal dengan *Hot Mix* ( Sylvia Sukirman, 2003 ).

Material utama penyusun suatu campuran aspal sebenarnya hanya dua macam, yaitu agregat dan aspal. Namun dalam pemakaiannya aspal dan agregat bisa menjadi bermacam-macam, tergantung kepada metode dan kepentingan yang dituju pada penyusunan suatu perkerasan. Salah satu produk campuran aspal yang kini banyak digunakan oleh Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah adalah *AC-WC (Asphalt Concrete - Wearing Course)* / Lapis Aus Aspal Beton. *AC-WC* adalah salah satu dari tiga macam campuran lapis aspal beton yaitu *AC-WC*, *AC-BC* dan *AC-Base*. Ketiga jenis Laston tersebut merupakan konsep spesifikasi campuran beraspal yang telah disempurnakan oleh Bina Marga bersama-sama dengan Pusat Litbang Jalan. Dalam perencanaan spesifikasi baru tersebut menggunakan pendekatan kepadatan mutlak.

Penggunaan *AC-WC* yaitu untuk lapis permukaan (paling atas) dalam perkerasan dan mempunyai tekstur yang paling halus dibandingkan dengan jenis laston lainnya. Pada campuran laston yang bergradasi menerus tersebut mempunyai sedikit rongga dalam struktur agregatnya dibandingkan dengan campuran bergradasi senjang. Hal tersebut menyebabkan campuran *AC-WC* lebih peka terhadap variasi dalam proporsi campuran.

Tabel dibawah ini dikeluarkan oleh Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. Hal tersebut merupakan acuan dalam penelitian ini.

Tabel 2.3 Ketentuan Sifat – Sifat Campuran

Sifat Campuran		Laston		
		WC	BC	Base
Penyerapan aspal %	max		12,5	
Jumlah tumbukan per bidang		75		112
Rongga dalam campuran %	min	3,5	max	5,5
Rongga dalam agregat ( VMA ) &	min	15	14	13
Rongga terisi aspal %	min	65	63	60
Stabilitas Marshall	min	800		1500
Kelelehan ( flow )	min	3		5
Marshall Quotient	min	250		300
Stabilitas marshall sisa (%) setelah	min		75	
Perendaman selama 24 jam , 60° C				
Rongga dalam campuran (%) pada	min		2,5	
Kepadatan membal ( refusal )				

Catatan:

1. Modifikasi Marshall, diameter cetakan benda uji 152,4 mm. Untuk kondisi kepadatan mutlak digunakan alat penumbuk getar agar terhindar dari kemungkinan adanya agregat yang pecah.
2. Untuk menentukan kepadatan membal ( refusal ), penumbuk begetar ( vibratory hamer ) disarankan digunakan untuk mnghindaripecahnya butiran agregat dalam campuran. Jika digunakan oenumbuk manual, jumlah tumbukan per bidang harus 600 untuk cetakan ber diameter 6 inch dan 400 untuk cetakan 4 inch.
3. Berat jenis efektif agregat dihitung berdasarkan pengujian bj. Maksimum agregat ( Gmm test AASHTO T-209 )
4. Direksi pekerjaan dapat menyetujui prosedur pengujian AASHTO T 283 sebagai alternatif pengujian kepekatan kadar air. Pengondisian beku cair ( freze thaw conditioning ) tidak diperlukan standar minimum untuk diterimanya prosedur T283 harus 80% kuat tarik sisa.

*Sumber: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah – Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah ( 2004 )*

## 2.8 Perencanaan Gradasi Campuran

Perencanaan gradasi merupakan suatu aspek yang perlu diperhatikan, karena ini merupakan langkah untuk menentukan penggolongan tiap-tiap agregat.

Selanjutnya dilakukan pemilihan gradasi agregat campuran. Jenis campuran yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji adalah campuran aspal panas AC untuk Lapisan Wearing Course dengan spesifikasi Gradasi menurut Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah 2004, seperti terlihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.4 Gradasi Agregat Untuk campuran Aspal AC -WC

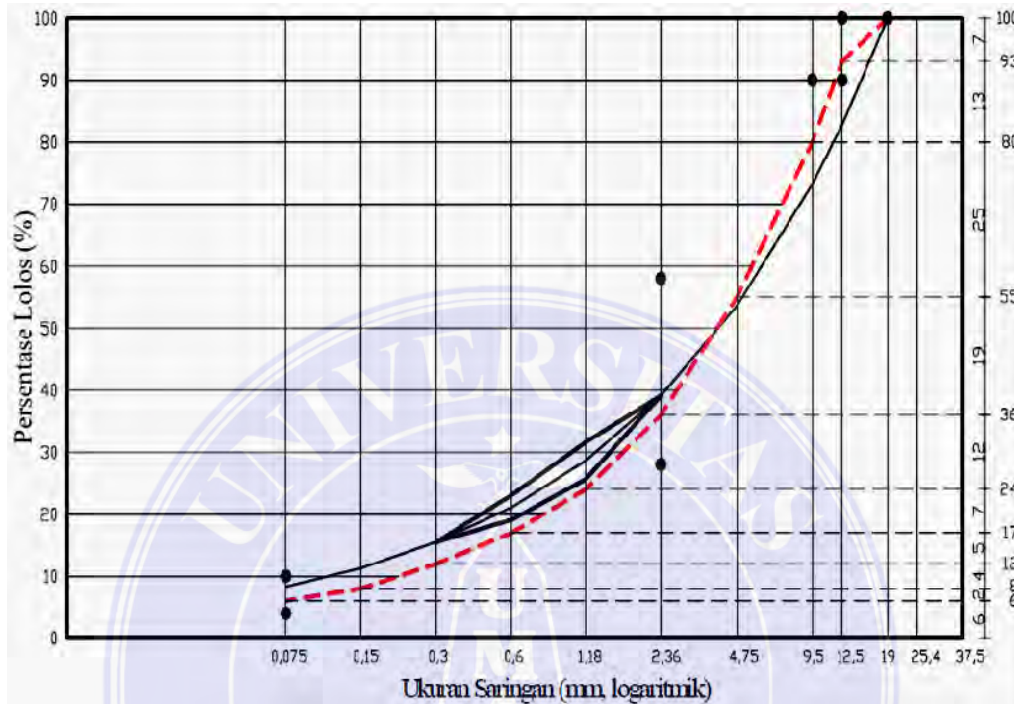
Ukuran Ayakan ASTM	Batasan (mm)	Berat yang lolos Daerah Larangan	% contoh target Lolos	gradasi Tertahan
1 ½"	37,5	-	-	-
1"	25	-	-	-
¾"	19	100	100	-
½"	12,5	90-100	93,0	7,0
3/8"	9,5	maks. 90	80,0	13,0
No.4	4,75	-	55,0	25,0
No.8	2,36	25-58	39,1	19,0
No.16	1,18	-	25,6 - 31,6	12,0
N0.30	0,6	-	19,1 - 23,1	7,0
No.50	0,3	-	15,5	5,0
N0.100	0,15	-	8,0	4,0
No.200	0,075	-	6,0	2,0
Pan				6,0

Sumber: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2004)

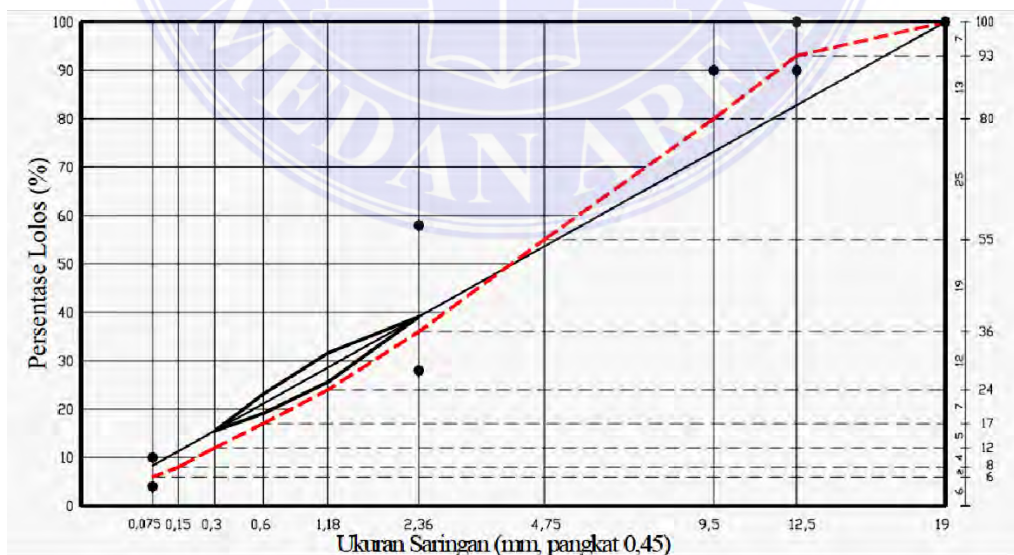
Untuk campuran AC-WC kombinasi gradasi agregat dianjurkan tidak berhimpit dengan kurva Fuller.

Gradasi kombinasi agregat untuk campuran aspal diharuskan menghindari daerah larangan yang dicantumkan pada tabel dibawah ini. Untuk gradasi agregat akan dibahas pada bab III yang akan menunjukkan bagaimana gradasi menghindari daerah larangan

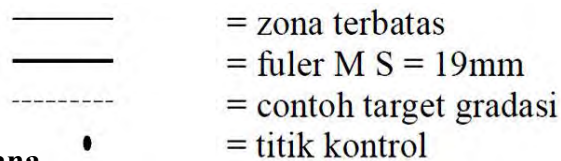
melalui bagian bawah daerah tersebut. Namun dapat juga daerah larang tersebut dihindari melewati bagian atas.



Gambar . Gradasi AC – WC dan titik kontrol gradasi ( Skala Logaritmik )



Gambar 2.2. Gradasi AC – WC dan titik kontrol gradasi (Ukuran butir pangkat 0,45)

keterangan :   


## 2.9 Kadar Aspal Rencana

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

$$P_b = 0,035 ( \% CA ) + 0,045 ( \%FA ) + 0,18 ( \% FF ) + K \dots\dots\dots (pers 2)$$

Keterangan :

$P_b$  : Perkiraan Kadar Aspal Optimum

CA : Nilai Persentase Agregat Kasar

FA : Nilai Persentase Agregat Halus

FF : Nilai Persentase Filler

K : Konstanta ( Kira – Kira 0,5 – 1,0 )

Hasil perhitungan  $P_b$  dibulatkan ke 0,5% keatas terdekat.

## 2.10 Sifat Volumetrik Campuran Aspal

Kinerja aspal sangat ditentukan oleh volumetric campuran aspal yang terdiri dari:

### 2.10.1 Berat jenis *Bulk* dan *Apparent* Total Agregat

Berat jenis bulk adalah perbandingan antara berat bahan di udara (termasuk rongga yang cukup kedap dan yang menyerap air) pada satuan volume dan suhu tertentu dengan berat air suling serta volume yang sama pada suhu tertentu pula.

Karena agregat total terdiri dari atas fraksi-fraksi agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi yang masing-masing mempunyai berat jenis yang berbeda maka berat jenis bulk (Gsb) agregat total dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$Gsb = \frac{P1 + P2 + \dots + Pn}{\frac{P1}{G1} + \frac{P2}{G2} + \dots + \frac{Pn}{Gn}} \dots\dots\dots ( \text{pers 3} )$$

Keterangan:

Gsb = Berat jenis bulk total agregat

P1, P2... Pn = Persentase masing-masing fraksi agregat

G1, G2.. Gn = Berat jenis bulk masing-masing fraksi agregat

### 2.10.2 Berat Jenis Efektif Agregat

Berat jenis efektif adalah perbandingan antara berat bahan di udara (tidak termasuk rongga yang menyerap aspal) pada satuan volume dan suhu tertentu dengan berat air destilasi dengan volume yang sama dan suhu tertentu pula, yang dirumuskan :

$$Gse = \frac{Pmm - Pb}{\frac{Pmm}{Gmm} - \frac{Pb}{Gb}} \dots\dots\dots ( \text{pers 4} )$$

Keterangan:

Gse = Berat jenis efektif agregat

Pmm = Persentase berat total campuran (=100)

Gmm = Berat jenis maksimum campuran, rongga udara 0 (Nol)

Pb = Kadar aspal berdasarkan berat jenis maksimum

Gb = Berat jenis aspal

### 2.10.3 Berat Jenis Maksimum Campuran

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

$$G_{mm} = \frac{P_{mm}}{(P_s / G_{se}) + (P_b / G_b)} \dots\dots\dots(\text{pers } 5)$$

Keterangan:

- $G_{mm}$  = Berat jenis maksimum campuran, rongga udara 0 (Nol)
- $P_{mm}$  = Persentase berat total campuran (=100)  $P_b$  = Kadar aspal berdasarkan berat jenis maksimum
- $P_s$  = Kadar agregat persen terhadap berat total campuran
- $G_{se}$  = Berat jenis efektif agregat
- $G_b$  = Berat jenis aspal

#### 2.10.4 Penyerapan Aspal

Penyerapan aspal dinyatakan dalam persen terhadap berat agregat total tidak terhadap campuran yang dirumuskan sebagai berikut:

$$P_{ba} = 100 \times \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} \times G_{se}} \times G_b \dots\dots\dots(\text{pers } 6)$$

Keterangan:

- $P_{ba}$  = Penyerapan aspal, persen total agregat
- $G_{sb}$  = Berat jenis bulk agregat
- $G_{se}$  = Berat jenis efektif agregat
- $G_b$  = Berat jenis aspal

#### 2.10.5 Kadar Aspal Efektif

Kadar efektif 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 menentukan kinerja perkerasan aspal. Kadar aspal efektif ini dirumuskan sebagai berikut :

$$P_{be} = P_b \times \frac{b_a}{100} \times P_s \dots\dots\dots(\text{pers } 7)$$

Keterangan:

- $P_{be}$  = Kadar aspal efektif, persen total agregat



- Pb = Kadar aspal persen terhadap berat total campuran
- Pba = Penyerapan aspal, persen total agregat
- Ps = Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran

### 2.10.6 Rongga di antara Mineral Agregat (*Void in the Mineral Agregat / VMA*)

Rongga di antara mineral agregat (VMA) adalah ruang diantara partikel agregat pada suatu perkerasan beraspal, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat). VMA dihitung berdasarkan Berat Jenis Bulk Agregat dan dinyatakan sebagai persen volume bulk campuran yang dipadatkan. VMA dapat dihitung pula terhadap berat campuran total atau terhadap berat agregat total. Perhitungan VMA terhadap campuran total dengan persamaan:

- a. Terhadap Berat Campuran Total

$$VMA = 100 \times \frac{Gmb \times Ps}{Gsb} \dots\dots\dots (pers 8)$$

Keterangan:

- VMA = Rongga diantara mineral agregat, persen volume bulk
- Gsb = Berat jenis bulk agregat
- Gmb = Berat jenis bulk campuran padat
- Ps = Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran

- b. Terhadap Berat Agregat Total

$$VMA = 100 - \frac{Gmb \times 100}{Gsb (100 + Pb)} \times 100 \dots\dots\dots (pers 9)$$

Keterangan:

- VMA = Rongga diantara mineral agregat, persen volume bulk
- Gsb = Berat jenis bulk agregat
- Gmb = Berat jenis bulk campuran padat

Pb = Kadar aspal persen terhadap berat total campuran

### 2.10.7 Rongga di dalam Campuran (*Void in the Compacted Mixture / VIM*)

Rongga di dalam campuran atau VIM dalam campuran perkerasan beraspal terdiri atas ruang udara di antara partikel agregat yang terselimuti aspal. Volume rongga udara dalam persen dapat ditentukan dengan rumus:

$$VIM = 100 \times \frac{G_{mm} \times G_{mb}}{G_{mm}} \dots\dots\dots(\text{pers } 10)$$

Keterangan :

VIM = Rongga udara campuran, persen total campuran

G<sub>mm</sub> = Berat jenis maksimum campuran agregat rongga udara 0 (No1)

G<sub>mb</sub> = Berat jenis bulk campuran padat.

### 2.10.8 Rongga Udara yang Terisi Aspal (*Void Filled With Bitumen / VFA*)

Rongga terisi aspal adalah persen rongga yang terdapat di antara partikel agregat yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat. Untuk mendapatkan rongga terisi aspal (VFA) dapat ditentukan dengan persamaan:

$$VFA = 100 \frac{(VMA - VIM)}{G_{mm}} \dots\dots\dots(\text{pers } 11)$$

Keterangan:

VFA = Rongga terisi aspal (%)

VMA = Rongga udara mineral agregat, persen volume total (%b)

VIM = Rongga udara campuran, setelah pemadatan, persen total campuran

### 2.10.9 Stabilitas

Nilai stabilitas diperoleh berdasarkan nilai masing-masing yang ditunjukkan oleh jarum dial. Untuk nilai stabilitas, nilai yang ditunjukkan pada

jarum dial perlu dikonversikan terhadap alat *Marshall*. Selain itu pada umumnya alat *Marshall* yang digunakan bersatuan Lbf (pound force), sehingga harus disesuaikan satuannya terhadap satuan kilogram. Selanjutnya nilai tersebut juga harus disesuaikan dengan angka koreksi terhadap ketebalan atau volume benda uji.

#### 2.10.10 Flow

Seperti halnya cara memperoleh nilai stabilitas seperti di atas Nilai *flow* berdasarkan nilai masing-masing yang ditunjukkan oleh jarum dial. Hanya saja untuk alat uji jarum dial *flow* biasanya sudah dalam satuan mm (milimeter), sehingga tidak perlu dikonversikan lebih lanjut.

#### 2.10.11 Hasil Bagi Marshall

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

$$MQ = \frac{MS}{MF} \dots\dots\dots(\text{pers 12})$$

Keterangan :

MQ : *Marshall quotient* ( kg/mm )

MS : *Marshall stability* ( kg )

MF : *Flow marshall* ( mm )

### 2.11 Durabilitas Standar

Prosedur pengujian durabilitas mengikuti rujukan SNI M-58 – 1990. Uji perendaman dilakukan pada temperatur  $60 \pm 1$  °C selama 24 jam. Masing – masing

golongan terdiri dari 2 sampel yang direndam pada bak perendaman untuk semua variasi kadar aspal

Spesifikasi Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah untuk mengevaluasi keawetan campuran adalah pengujian Marshall perendaman dalam arir pada suhu 60 °C selama 24 jam. Perbandingan stabilitas yang direndam dengan stabilitas standar, dinyatakan sebagai persen, dan disebut Indeks Stabilitas Sisa ( IRS ), dan dihitung dengan rumus berikut :

$$IRS = \frac{MSi}{MSs} \times 100 \dots\dots\dots(\text{pers } 13)$$

Keterangan :

IRS : Indeks kekuatan sisa ( Index Retained Strength ) ( % )

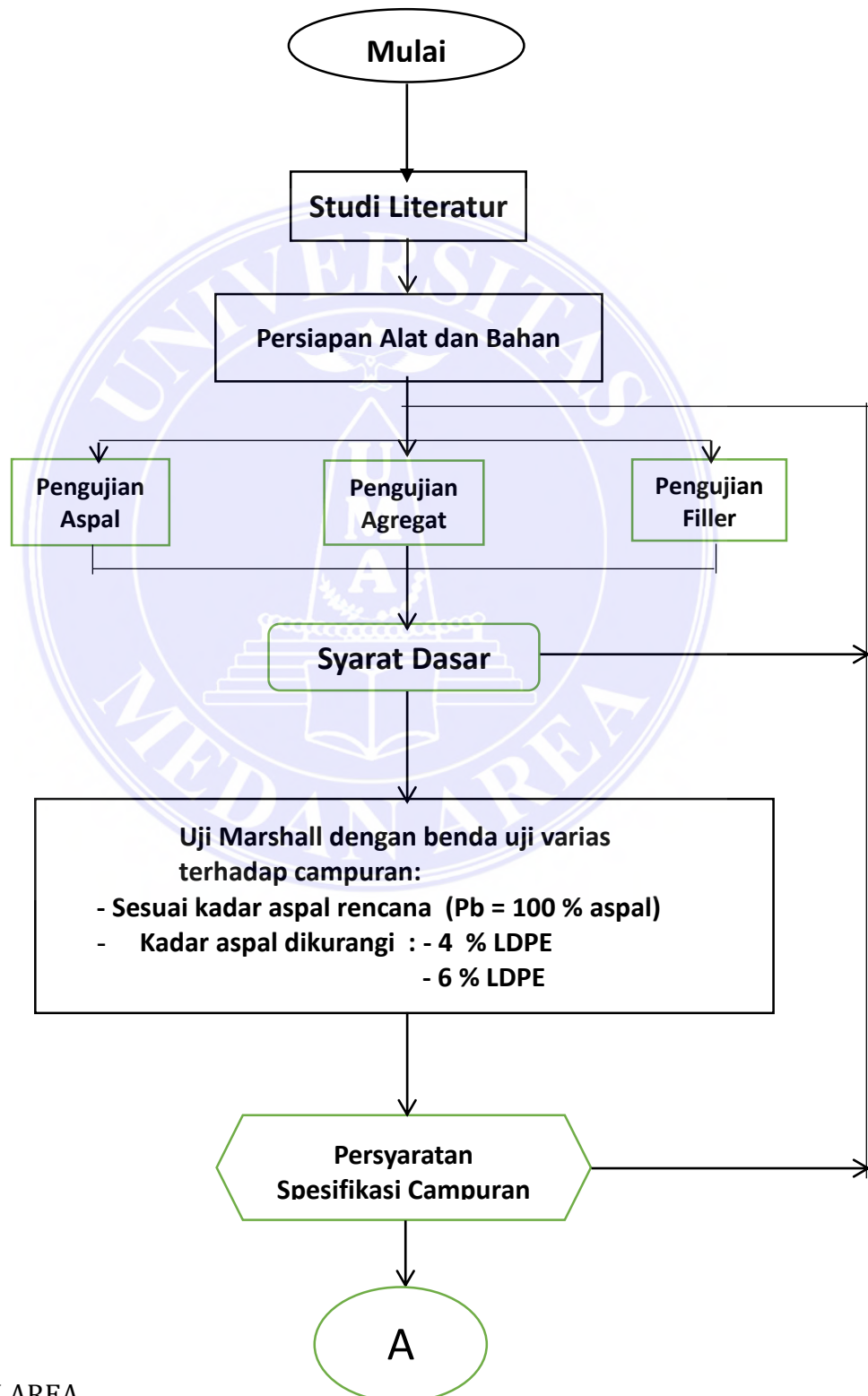
Msi : Stabilitas Marshall setelah perendaman 24 Jam suhu ruang 60 ± 1 °C (kg)

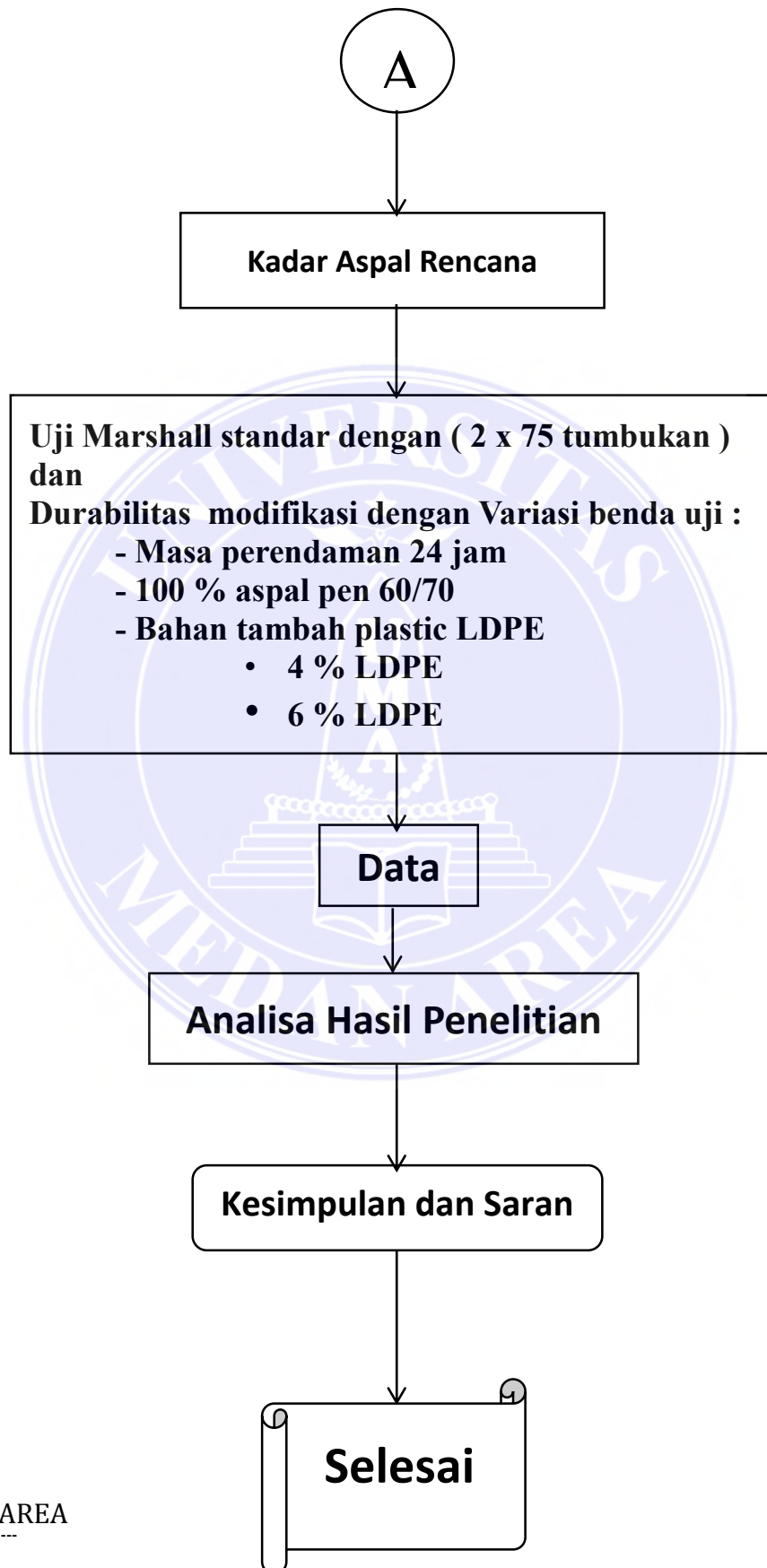
MSs : Stabilitas Marshall standar pada perendaman selama 30 Menit suhu 60 °C

# BAB III

## METODE PENELITIAN

### 3.1 Alur Penelitian





### 3.2. Bahan Penelitian

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

1. Agregat kasar
2. Agregat halus dan abu batu
3. Bahan tambah adalah limbah plastik tipe LDPE (*Low density polyethylene*) yang didapat dari hasil pengumpulan limbah plastik dari warung dan toko.
4. Bahan aspal menggunakan aspal Pen 60/70.

### 3.3. Peralatan Penelitian

1. Alat uji pemeriksaan aspal

Alat yang digunakan untuk 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 kelenturan (  $\text{CCl}_4$  ).

2. Alat uji pemeriksaan agregat

Alat uji yang digunakan untuk pemeriksaan agregat antara lain mesin Los Angeles ( tes abrasi ), saringan standar ( terdiri dari ukuran  $\frac{3}{4}$  “,  $\frac{1}{2}$  “,  $\frac{3}{8}$  “, # 4, # 8, # 16, # 30, # 50 dan # 200 ), alat uji kepipihan, alat pengering ( Oven ), timbangan berat, alat uji berat jenis, ( piknometer, timbangan, pemanas ), bak perendam dan tabung *sand equivalent*.

3. Alat uji karakteristik campuran agregat aspal

Alat uji yang digunakan adalah seperangkat alat yang digunakan untuk metode Marshall, meliputi.

- a. Alat tekan Marshall yang terdiri dari kepala penekan berbentuk lengkung, cincin penguji berkapasitas 3000 kg ( 5000 lb ) yang dilengkapi dengan arloji pengukur *flow meter*.
- b. Alat cetak benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 10,2 cm ( 4 inci ) dan tinggi 7,5 cm ( 3 inci) untuk Marshall standar.
- c. Penumbuk manual yang mempunyai permukaan rata berbentuk silinder dengan diameter 9,8 cm, berat 4,5 kg ( 10 lb) dengan tinggi jatuh bebas 45,7 cm ( 18 inci ).
- d. Ejektor / dongkrak untuk mengeluarkan benda uji setelah proses pemadatan.
- e. Bak perendam yang dilengkapi pengatur suhu.
- f. Alat – alat penunjang yang meliputi panci pencampur, kompor pemanas termometer, kipas angin, sendok pengaduk, kaos tangan anti panas, kain lap, kaliper, spatula, timbangan dan cat/ tip-ex yang akan diunakan untuk menandai benda uji.

### 3.4. Prosedur Perencanaan Penelitian

Untuk menentukan kadar aspal optimum diperkirakan dengan penentuan kadar optimum secara empiris dengan persamaan (  $P_b$  ). Nilai  $P_b$  hasil perhitungan dibulatkan mendekati 0,5 % . kemudian dilakukan penyiapan benda uji untuk tes Marshall sesuai dengan tahapan yang akan diuraikan berikut :



### **a. Tahap I**

Berdasarkan perkiraan kadar aspal optimum Pb dibuat benda uji dengan jenis aspal pertamina dengan kadar aspal 6,0 % . kemudian dilakukan pengujian Marshall standar dengan penumbukan sebanyak 75 kali yang dilakukan pada kedua sisi benda uji. Pengujian durabilitas untuk menentukan VIM, VMA, VFA, kepadatan, stabilitas, kelelahan, hasil bagi Marshall, dan indeks stabilitas sisa. Dari hubungan antara kadar aspal dengan parameter Marshall dapat ditentukan kadar aspal optimum.

### **b. Tahap II**

Setelah didapat kadar aspal optimum maka dilakukan pembuatan benda uji dengan variasi 100% Aspal Pen 60/70, variasi 96 % kadar aspal dengan penambahan 4% plastic LDPE dan variasi 94% kadar aspal dengan penambahan 6% plastik LDPE. Untuk pemrosesannya, plastik LDPE dan aspal dileburkan dalam keadaan terpisah. Setelah plastic dan aspal melebur, saat keadaan panas itu juga kedua bahan di campur bersamaan kedalam wadah/ cawan tempat pencampuran. Kemudian dimasukkan kedalam alat cetak dan ditumbuk 2 x 75 tumbukan . Setelah itu benda uji di keluarkan dan direndam selama 24 jam kemudian dilakukan uji Marshall. Seluruh kriteria hasil Marshall yang didapatkan mengacu pada standar Departemen Permukiman dan Pengembangan Wilayah 2004 yang ditunjukkan pada Tabel 2.5 .

Perincian perkiraan jumlah sampel yang akan digunakan dalam pengujian dapat dilihat pada jumlah sampel penelitian yang akan ditunjukkan dalam tabel 3.1. dibawah ini

Tabel 3.1 Jumlah Sampel yang Direncanakan

Tahap Pengujian Uji	Jumlah Benda
100% Aspal Uji	10 Benda
4% bahan tambah plastik LDPE Uji	10 Benda
6% bahan tambah plastik LDPE Uji	10 Benda
Total Uji	30 Benda

### 3.5. Pengujian Marshall

1. Dilakukan penimbangan agregat sesuai dengan persentase pada target gradasi yang diinginkan untuk masing – masing fraksi dengan berat campuran kira – kira 1200 gram untuk diameter 4 inci, kemudian dilakukan pengeringan campuran agregat tersebut sampai beratnya tetap pada suhu (  $105 \pm 5$  °C ).
2. Dilakukan pemanasan aspal untuk pencampuran pada viskositas kinematik  $100 \pm 10$  centistokes. Agar temperature campuran agregat dan aspal tetap, maka pencampuran dilakukan diatas pemanas dan diaduk hingga lapisan aspal tercampur dengan baik pada agregat.
3. Untuk penambahan plastik jenis *low density polyethylene* ( *LDPE* ) terlebih dahulu dilakukan pencincangan, setelah itu di leburkan begitu juga dengan aspal

namun dengan berbeda tempat peleburan. Setelah itu kedua benda di campur sampai menyatu kemudian dicampur dengan agregat.

4. Setelah temperatur dan pencampuran dirasa sudah baik, maka campuran dimasukkan kedalam cetakan, sebelumnya masukkan kertas filter atau kertas lilin pada bagian bawah cetakan kemudian ditusuk – tusuk dengan spatula sebanyak 25 kali 15 kali di bagian tepi dan 10 kali pada bagian tengah. Tutup kembali dengan kertas pada bagian atasnya.
5. Pemadatan standar dilakukan dengan pemadatan manual dengan jumlah tumbukan sebanyak 75 kali dibagian sisi atas, kemudian dibalik dan ditumbuk lagi dengan volume yang sama sebanyak 75 kali tumbukan.
6. Setelah pemadatan selesai, benda uji didiamkan agar suhunya perlahan menurun, kemudian benda uji dikeluarkan dengan ejektor dan kemudian setiap benda uji diberikan kode.
7. Benda uji di ukur tinggi dan beratnya.
8. Benda uji direndam didalam air selama  $\pm 24$  jam supaya jenuh.
9. Setelah perendaman lakukan penimbangan didalam air.
10. Benda uji dikeluarkan dan dikeringkan dengan handuk atau kain pada permukaan kemudian timbang.
11. Rendam benda uji pada suhu  $60 \pm 1$  °C selama 30 hingga 45 menit .
12. Bagian dalam permukaan kepala penekan dibersihkan dan dilumasi agar benda uji mudah dilepaskan setelah pengujian.

13. Keluarkan benda uji dari bak perendam, kemudian letakkan tepat ditengah pada bagian bawah kepala penekan dan bagian atas kepala penekandengan memasukkan dengan batang penuntun. Setelah pemasangan sudah lengkap maka diletakkan tepat ditengah alat pembebanan. Kemudian arloji kelelahan ( flow meter ) dipasang pada dudukan diatas salah satu batang penuntun.
14. Kepala penekan dinaikkan hingga menyentuh atas cincin penguji, kemudian diatur kedudukan jarum arloji penekan dan arloji kelelahan pada angka.
15. Pembebanan dilakukan pada kecepatan tetap 51 mm ( 2 inci ) per menit, hingga kegagalan benda uji terjadi yaitu pada saat arloji pembebanan berhenti dan mulai kembali berputar menurun, pada saat itu pula dibuka arloji kelelahan. Titik pembacaan pada saat benda uji mengalami kegagalan adalah nilai stabilitas marshall.
16. Setelah pengujian selesai, kepala penekan diambil, bagian atas dibuka dan benda uji dikeluarkan. Waktu yang diperlukan dari saat diangkatnya benda uji dari rendaman air sampai tercapainya beban maksimum tidak boleh melebihi 60 detik.
17. Untuk pembuatan benda uji dilakukan dengan menggunakan jenis aspal dengan tingkat penetrasi 60/70.

### **3.6. Prosedur Pengujian Material**

Pengujian material yang dilaksanakan pada penelitian ini, meliputi pemeriksaan terhadap agregat kasar, agregat halus *filler* dan aspal dengan mengacu pada standar Spesifikasi Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah ( 2004 ).

### 3.6.1. Pengujian Material Agregat

Dalam pemilihan bahan agregat diupayakan menjamin tingkat penyerapan air yang paling rendah. Hal itu merupakan antisipasi atas hilangnya material aspal yang terserap oleh agregat.

Agregat dapat terdiri atas beberapa fraksi, misalnya fraksi kasar, fraksi medium dan abu batu atau pasir alam. Pada umumnya fraksi kasar dan fraksi medium digolongkan sebagai agregat kasar, sedangkan abu batu dan pasir sebagai agregat halus.

#### a. Agregat Kasar

Fraksi agregat kasar untuk perencanaan ini adalah yang tertahan pada saringan no. 8. Fraksi agregat kasar untuk keperluan pengujian harus terdiri dari batu pecah atau kerikilpecah dan harus disediakan dalam ukuran nominal. Sedangkan ketentuannya dapat dilihat pada Tabel 3.2. Berikut ini :

Tabel 3.2 Ketentuan Agregat Kasar

No	Karakteristik	Metode pengujian	Persyaratan
1	Berat jenis dan penverapan air	AASHTO T-85-81	-
2	Berat Jenis SSD	AASHTO T-85-81	-
3	Berat jenis Apparent	AASHTO T-85-81	-
4	Penverapan air	SNI 1969-1989-F	Maks. 3 %
5	Abrasi dengan mesin Los Angeles	SNI 03-2417-1991	Maks. 40 %
6	Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-1991	Min. 95 %
7	Indeks kepipihan	ASTM D-4791	Maks 20 %
8	Indeks keloniongan	ASTM D-4791	Maks 10 %
9	Material lolos saringan no. 200	SNI 03-4142-1996	Maks.1 %

*Sumber: Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah – Direktorat Jendral Prasarana Wilayah ( 2004 )*

## b. Agregat Halus

Agregat halus dari masing masing sumber harus terdiri atas pasir alam atau hasil pemecah batu dan harus disediakan dalam ukuran nominal maksimum 2,36 mm. Agregat halus hasil pemecahan dan pasir alam harus ditimbun dalam cadangan terpisah dari agregat kasar serta dilindungi dari hujan dan pengaruh air. Material tersebut harus merupakan bahan bersih, keras bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Ketentuan tentang agregat halus terdapat pada tabel 3.3 berikut ini :

Tabel 3.3 Ketentuan Agregat Halus

No	Karakteristik	Metode Pungujian	Persyaratan
1	Berat jenis dan penyerapan air	AASHTO T-85-81	-
2	Berat jenis SSD	AASHTO T-85-81	-
3	Berat jenis apparent	AASHTO T-85-81	-
4	Penyerapan air	SNI 1969-1989- F	Maks. 3 %
5	Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min. 50 %
6	Material lolos saringan no. 200	SNI 03-4428-1997	Maks. 8%

*Sumber: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah – Direktorat Jendral Prasarana Wilayah ( 2004 )*

## a. Filler

Bahan pengisi harus bebas dari semua bahan yang tidak dikehendaki. Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan gumpalan . bahan pengisi penelitian ini adalah abubatu yang tertahan pada

saringan nomor 100, 200 dan pan yang masing masing memiliki persentase masing masing yang ditentukan pada taben 3.4 . berikut.

Tabel 3.4 Ketentuan filler

No	Karakteristik	Metode Pengujian	Persyaratan
1	Karakteristik	AASHTO T-85-81	-
2	Material lolos saringan no 200	SNI M-02-1994-03	Min. 70 %

Sumber: *Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah – Direktorat Jendral Prasarana Wilayah ( 2004 )*

### 3.6.2. Pengujian Material Aspal

Penggunaan aspal pen 60/70 disesuaikan dengan kondisi suhu udara rata – rata 25°C. Metode pengujian aspal sesuai spesifikasi Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah ( 2004 ) dengan mengacu pada SNI ( 1991 ) dan AASHTO T.102 dengan ketentuan pada tabel 3.5. berikut.

Tabel 3.5 Ketentuan Aspal

No	Karakteristik	Metode Pengujian	Persyaratan
1	Penetrasi; 25°C; 100 gr;5 detik;0,1mm	SNI 06-2456-1991	60 – 70
2	Titik lembek °C	SNI 06-2434-1991	48 – 58
3	Titik nyala °C	SNI 06-2433-1991	Min. 200
4	Daktilitas 25 °C ; cm	SNI 06-2432-1991	Min. 100
5	Berat jenis; gr/cc	SNI 06-2441-1991	Min. 1,0
6	Kelenturan dlm. Tricilor Ethylene;% berat	SNI 06-2438-1991	Min. 99
7	Penurunan berat (dg. TFOT) ; % berat	SNI 06-2440-1 991	Maks. 0,8
8	Penetrasi setelah penurunan berat ; % asli	SNI 06-2456-1991	Min. 54
9	Daktilitas setelah penurunan berat ; % asli	SNI 06-2432-1991	Min. 50

Sumber: *Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah – Direktorat Jendral Prasarana Wilayah ( 2004 )*

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

1. Pada uji Marshall dengan kadar plastik 0% memiliki stabilitas rata – rata sebesar : 3690.555 kg , pada kadar plastik 4% memiliki stabilitas rata – rata sebesar : 4617,596 kg dan pada kadar plastik 6% nilai stabilitas rata – rata nya sebesar :4463,262 kg. Dari nilai stabilitas tersebut penambahan plastik sebesar 4% memiliki nilai stabilitas paling baik karena menunjukkan peningkatan pada nilai stabilitasnya.
2. Nilai stabilitas campuran setelah penambahan plastik sebesar 4% dan 6% ternyata memenuhi spesifikasi untuk lapisan AC – WC bahkan jauh dari nilai minimum campuran AC – WC yaitu sebesar 800 Kg.
3. Pada pengujian sebelumnya oleh Sitorus F.R. 2017, memiliki stabilitas rata–rata dengan kadar plastik 0% memiliki stabilitas rata – rata sebesar : 4004,316 kg , pada kadar plastik 4% memiliki stabilitas rata – rata sebesar : 4637,348 kg dan pada kadar plastik 6% nilai stabilitas rata – rata nya sebesar :4670,8136 kg. Dengan hasil ini, jika dilihat dari nilai stabilitasnya dapat disimpulkan bahwa perlakuan campuran dengan system peleburan plastic lebih baik dibanding dengan system tanpa peleburan plastic.
- 4 Kelelehan ( flow )pada campuran aspal AC – WC dengan kadar plastik 0% ( Normal ) memiliki nilai sebesar : 3,053 mm, kadar plastik 4 % sebesar:2,816 mm dan kadar plastik 6% sebesar : 2,773 mm



5. Nilai pelelehan ( flow ) pada campuran dengan kadar plastik 4 % dan 6% tidak memenuhi untuk campuran AC – WC karena lebih kecil dari nilai minimum flow dimana nilai flow untuk campuran aspal lapisan AC – WC Pen 60/70 adalah minimum 3 mm.
6. Jika nilai kelelehan dibandingkan dengan hasil pengujian peneliti sebelumnya, dimana nilai kelelehan (flow) dengan kadar plastik 0% (normal) memiliki nilai sebesar : 3,10, kadar plastic 4% sebesar 2,92 dan kadar plastic 6% sebesar 2,79. Maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan tanpa peleburan lebih baik dibanding perlakuan dengan peleburan, meski kedua perlakuan tersebut belum memenuhi untuk campuran AC-WC.
7. Dari hasil tersebut dapat kita simpulkan bahwa dengan semakin besarnya kadar plastik jenis *low density polyethylene (LDPE)* yang ditambahkan dalam campuran aspal AC – WC dapat meningkatkan nilai stabilitas namun menurunkan nilai pelelehan ( flow )nya

## 5.2. Saran

1. Untuk lapisan aspal AC – WC penambahan plastik dengan perlakuan peleburan plastic kurang baik digunakan, karena untuk nilai flow tidak memenuhi syarat nilai minimum yang dikeluarkan oleh Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah – Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah ( 2004 ) meskipun untuk nilai stabilitasnya semakin meningkat dan nilai VIM,VMA dan VFB tetap netral.
2. disarankan untuk memakai penambahan plastic 4% dengan perlakuan tanpa peleburan plastic karena ketentuan campuran masih memenuhi syarat Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah – Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah ( 2004 ).
3. Penggunaan campuran plastic 6% dengan perlakuan peleburan plastic maupun tanpa peleburan plastic masih bisa digunakan namun untuk jenis lalulintas dengan intensitas lalulintas yang kecil.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Wantoro Widi, dkk. 2010. *Pengaruh Penambahan Plastik Bekas Tipe LOW DENSITY POLYETHYLENE (LDPE) Terhadap Kinerja campuran Aspal*. Semarang.
2. Sari Permata Vebby. 2011. *Karakteristik Marshall Campuran Asphalt Concrete (AC) Dengan Bahan Pengisi (Filler) Abu Vulkanik Gunung Merapi*, Tesis Magister UGM, Yogyakarta.
3. Sitorus F.R. 2017. *Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Tambah Campuran Aspal Pada Perkerasan Jalan AC-WC Terhadap Nilai Marshall*. Medan.
4. Departemen Permukiman dan Pengembangan Wilayah. 2004.
5. Diansari Sepriska. 2016. *Aspal Modifikasi Dengan Penambahan Plastik Low Linier Density Polyethylene (LLDPE) Ditinjau Dari Karakteristik Marshall dan Uji Penetrasi Pada Lapisan Aspal Beton (AC-BC)*, Lampung.
6. Rahmayati A dan Rizana R. 2013. *Pengaruh Penggunaan Limbah Plastik Polipropilen Sebagai Pengganti Agregat Pada Campuran Laston Terhadap Karakteristik Marshall*. Surakarta.
7. Suroso T.W. 2008. *Pengaruh Penambahan Plastik LDPE Cara Basah dan Cara Kering Terhadap Kinerja Campuran*. Bandung
8. Silvia Sukirman. 2003. *Beton Aspal campuran Panas*. Nova, Bandung.
9. Tm Suprpto. 2004. *Bahan dan Struktur Jalan Raya*. Biro Penerbit, Yogyakarta.

10. Pameswari P.A 2016. Pengaruh apemenafaatan PET Pada Laston Lapisan Pengikat Terhadap Parameter Marshall. Banndung.
11. Soehartono. 2014. Teknologi Aspal dan penggunaannya Dalam Konstruksi Perkerasan Jalan. Andi. Yogyakarta.
12. Silvia Sukirman. 2007. Beton Aspal Campuran Panas. Granit. Jakarta .

