

**SKRIPSI**

**PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH PLASTIK HDPE  
(*HIGH DENSITY POLYETHLENE*) TERHADAP  
DURABILITAS CAMPURAN *HOT ROLLED SHEET-  
WEARING COURSE* (HRS-WC)**

oleh

**AYU STEFANY**  
NIM. DAB 113 038



**JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA  
PALANGKA RAYA  
2020**

## RINGKASAN

**PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH PLASTIK HDPE (*HIGH DENSITY POLYETHYLENE*) TERHADAP DURABILITAS CAMPURAN *HOT ROLLED SHEET-WEARING COURSE* (HRS-WC), Ayu Stefany, 2020, Jurusan/Program Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.**

Salah satu usaha mengurangi kerusakan jalan akibat beban yang berlebihan adalah menaikkan mutu campuran beraspal dengan cara memperbaiki atau meningkatkan mutu aspal (bitumen). Penggunaan plastik sebagai bahan aditif dalam meningkatkan mutu aspal didasari oleh tersedianya limbah plastik yang sangat melimpah di Indonesia, sehingga selain meningkatkan mutu bitumen penggunaan plastik juga dapat mengurangi kerusakan lingkungan akibat limbah.

Penelitian ini menggunakan metode uji laboratorium yaitu untuk mengetahui bagaimana pemanfaatan limbah plastik jenis *High density Polyethylene* (HDPE) berupa botol kosmetik sebagai bahan tambahan dalam campuran aspal. Penelitian ini berupa pengujian marshall dengan 2 tahap, yaitu Pengujian Marshall I dilakukan untuk mendapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yang direncanakan dengan variasi kadar aspal 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, dan 8%, dan untuk Pengujian Marshall II dilakukan dengan menggunakan KAO yang diperoleh dari pengujian tahap I dengan penambahan bahan tambah limbah plastik jenis HDPE dengan variasi kadar 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% untuk lama perendaman 30 menit dan 24 jam, dan kemudian dihitung tingkat durabilitas campuran aspal HRS-WC yang telah ditambahkan limbah plastik HDPE.

Berdasarkan hasil pengujian Marshall I didapat KAO sebesar 7,25% . Kadar penambahan limbah plastik HDPE yang memenuhi semua persyaratan spesifikasi yaitu pada kadar penambahan limbah plastik HDPE sebesar 7% dari berat aspal KAO, nilai stabilitas naik 6,10% dari nilai stabilitas campuran tanpa menggunakan bahan tambah limbah plastik yaitu naik sebesar 71,99 kg, nilai *flow* naik sebesar 0,17 mm, rongga dalam campuran (VIM) turun sebesar 1,094%, rongga terisi aspal (VFB) naik sebesar 4,624% hasil bagi Marshall naik sebesar 5,174 kg/mm dan berat isi naik sebesar 0,031% gram/cm<sup>3</sup>. Untuk nilai Indeks Kekuatan Sisa (IKS) kadar plastik dari 0% sampai 3,9% memenuhi spesifikasi IKS dan memenuhi spesifikasi parameter marshall, untuk kadar plastik 4% sampai 7% tidak memenuhi spesifikasi IKS tetapi dari segi campuran memenuhi spesifikasi parameter marshall, untuk kadar plastik 7% sampai 8,2% tidak memenuhi spesifikasi IKS maupun spesifikasi parameter marshall karena VIM tidak memenuhi spesifikasi, dan untuk kadar plastik 8,2% sampai 10% memenuhi spesifikasi IKS tetapi tidak memenuhi spesifikasi parameter marshall karena nilai VIM yang tidak memenuhi.

**Kata kunci:** HRS-WC, *High density Polyethylene* (HDPE), Parameter Marshall, Durabilitas

# SKRIPSI

## PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH PLASTIK HDPE (*HIGH DENSITY POLYETHYLENE*) TERHADAP DURABILITAS CAMPURAN *HOT ROLLED SHEET-WEARING COURSE* (HRS-WC)

oleh

AYU STEFANY  
NIM. DAB 113 038

Disetujui untuk diajukan dalam Ujian Skripsi

Palangka Raya, Desember 2020

Pembimbing I



INA ELVINA, S.T., M.T.  
NIP. 19770816 200812 2 001

Pembimbing II



Ir. DESRIANTOMY, M.T.  
NIP. 19621223 199002 1 001

Mengetahui:

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Ketua,



Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T.  
NIP. 19780608 200501 1 003

**PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH PLASTIK HDPE (*HIGH DENSITY POLYETHYLENE*) TERHADAP DURABILITAS CAMPURAN *HOT ROLLED SHEET-WEARING COURSE* (HRS-WC)**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

oleh

AYU STEFANY  
NIM. DAB 113 038

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, pada :

Hari/Tanggal : Selasa / 22 Desember 2020  
Waktu : 09.00 – 11.00 WIB  
Tempat : Ruang Sidang Jurusan Teknik Sipil

Tim Penguji :

1. INA ELVINA, S.T., M.T.  
NIP. 19770816 200812 2 001
2. Ir. DESRIANTOMY, M.T.  
NIP. 19621223 199002 1 001
3. ROBBY, S.T., M.T.  
NIP. 19730326 199903 1 003
4. Ir. LAUFRIED, M.T.  
NIP. 19560722 198810 1 001
5. SALONTEN, S.T., M.T.  
NIP. 19771203 200212 1 002

 ..... ( Ketua/Pembimbing I )  
 ..... ( Sekretaris/Pembimbing II )  
 ..... ( Anggota )  
 ..... ( Anggota )  
 ..... ( Anggota )

Mengetahui :




Fakultas Teknik  
Palangka Raya

Ir. WALUYONO SWANTORO, M.T.  
NIP. 19651119 199302 1 001

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Ketua,

  
Dr. RUDI WAHYO, S.T., M.T.  
NIP. 19780608 200501 1 003

## BIODATA PENULIS

### Data Pribadi

Nama : AYU STEFANY  
NIM : DAB 113 038  
Tempat, Tgl lahir : Palangka Raya, 02 Oktober 1995  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Agama : Kristen Protestan  
Alamat : Jl. Diponegoro Gang Taman Siswa No 17 RT.003/RW.002. Kelurahan Pahandut, Kecamatan Pahandut, Palangka Raya, Kalimantan Tengah.  
No. Telp/Hp : 0853-8644-9352  
Email : ayustefany1995@gmail.com  
Alamat Asal : Palangka Raya



### Riwayat Pendidikan

TK : TK BERINGIN I (2000-2001)  
SD : SD KATOLIK ST. DON BOSCO (2001-2007)  
SLTP : SMP KATOLIK SANTO PAULUS (2007-2010)  
SLTA : SMA NEGERI 4 PALANGKA RAYA (2010-2013)  
S-1 : Jurusan / Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya (2013-2020)

### Data Orang Tua

Nama Ayah : YETINUS  
Pekerjaan Ayah : Pensiunan PNS  
Nama Ibu : RUSNI ANDAWATI  
Pekerjaan Ibu : PNS  
Alamat : Jl. Diponegoro Gang Taman Siswa No 17 RT.003/RW.002. Kelurahan Pahandut, Kecamatan Pahandut, Palangka Raya, Kalimantan Tengah.  
Menteng, Kecamatan Jekan Raya, Palangka Raya, Kalimantan Tengah.  
Judul Skripsi : PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH PLASTIK HDPE (*HIGH DENSITY POLYETHLENE*) TERHADAP DURABILITAS CAMPURAN *HOT ROLLED SHEET-WEARING COURSE* (HRS-WC)

Palangka Raya, 28 Desember 2020

Penulis,

AYU STEFANY  
DAB 113 038

## SUMMARY

**THE EFFECT OF THE USE OF HDPE PLASTIC WASTE (HIGH DENSITY POLYETHYLENE) ON THE DURABILITY OF A MIXTURE OF HOT ROLLED SHEET-WEARING COURSE (HRS-WC), Ayu Stefany, 2020, Civil Engineering Program/Department, Engineering Faculty, Palangkaraya University**

One of the efforts to reduce road damage due to excessive loads is to increase the quality of the asphalt mixture by improving or increasing the quality of asphalt (bitumen). The use of plastic as an additive in improving the quality of asphalt is based on the abundant availability of plastic waste in Indonesia, so that in addition to increasing the quality of bitumen, the use of plastic can also reduce environmental damage due to waste.

The research method was used laboratory test methods, which is to determine how the use of high density polyethylene (HDPE) plastic waste in the form of cosmetic bottles as an additional ingredient in the asphalt mixture. This research is in the form of marshall testing with 2 stages, namely the Marshall I test to get the value of the Optimum Asphalt Content (KAO) which is planned with variations in asphalt content of 6%, 6.5%, 7%, 7.5%, and 8%, and Marshall II testing was carried out using KAO obtained from testing phase I with the addition of added material for HDPE type plastic waste with variations in levels of 2%, 4%, 6%, 8%, and 10% for 30 minutes and 24 hours of immersion, and Then calculated the level of durability of the HRS-WC asphalt mixture that has been added with HDPE plastic waste.

Based on the results of the Marshall I test, it was found that KAO was 7.25%. The level of addition of HDPE plastic waste that met all the requirements of the specifications, namely the level of adding HDPE plastic waste by 7% of the weight of KAO asphalt, the stability value increased by 6.10% from the value of the stability of the mixture without using plastic waste added material, namely an increase of 71.99 kg, the flow value increased by 0.17 mm, the cavity in the mixture (VIM) decreased by 1.094%, the cavity filled with asphalt (VFB) increased by 4.624%, Marshall quotient increased by 5.174 kg / mm and the weight of the contents increased by 0.031% gram / cm<sup>3</sup>. For the value of the Residual Strength Index (IKS), the plastic content from 0% to 3.9% meets the IKS specifications and meets the marshall parameter specifications, for plastic content of 4% to 7% does not meet the IKS specifications but in terms of the mixture it meets the specifications of the Marshall parameters, plastic 7% to 8.2% does not meet the IKS specifications and marshall parameter specifications because VIM does not meet specifications, and for plastic content 8.2% to 10% meets the IKS specifications but does not meet the marshall parameter specifications because the VIM values do not meet the specifications.

**Keywords:** HRS-WC, High density Polyethylene (HDPE), Marshall Parameters, Durability

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya, juga tidak terdapat pendapat ataupun karya yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis di dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila terdapat plagiat ataupun pelanggaran Hak Cipta yang secara sengaja saya lakukan di dalam Skripsi/Naskah Ilmiah ini, saya siap menerima sanksi sesuai undang-undang yang berlaku dan siap dicabut gelar sarjana yang saya peroleh.

Palangka Raya, 28 Desember 2020



AYU STEFANY  
NIM. DAB 113 038

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji Syukur Kepada Tuhan Yesus Kristus karena atas izin dan penyertaan yang diberikan skripsi dengan Judul Pengaruh Penggunaan Limbah Plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) Terhadap Durabilitas Campuran *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC) ini dapat diselesaikan. Saya ucapkan terima kasih juga kepada Orang Tua, Adik dan Keluarga saya yang terus memberikan dorongan, semangat dan motivasi untuk saya dalam proses menyelesaikan skripsi ini.

Terima kasih juga kepada Ibu Ina Elvina, S.T., M.T dan Bapak Ir. Desriantomy, M.T., yang memberikan bimbingan dengan baik selama proses penyusunan skripsi ini. Begitu pula kepada Bapak Robby, S.T., M.T., Bapak Ir. Laufried, M.T., dan Bapak Salonten, S.T., M.T., selaku dosen pembahas karena berkat saran dan masukan yang diberikan sehingga skripsi ini dapat tersusun sebagaimana mestinya. Terima kasih juga kepada Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Prodi Teknik Sipil telah memberikan program mukim kepada mahasiswa Angkatan 2013 sehingga dapat memberikan dorongan lebih untuk kami dapat menyelesaikan skripsi. Tidak lupa saya ucapkan terima kasih juga kepada Staf Jurusan Prodi Teknik Sipil yang telah membantu dalam urusan administrasi sehingga skripsi dapat diselesaikan tepat waktu. Semoga kebaikan Bapak-Ibu yang telah membantu Saya dalam menuju Sarjana dapat berbuah menjadi kebaikan pula dimasa yang akan datang.

Terima kasih banyak Saya ucapkan kepada teman kelompok belajar dan teman berjuang dalam menempuh proses menjadi Sarjana Agustulusnu, Denis Aditia, Febriyan Adesaputra, Gideon Tundjan, Inggra Pranatama, Nadia Pretty, Nidya Karina, Satria Christian dan Wildanul khadiq. Yang terakhir Saya ucapkan terima kasih kepada seluruh Angkatan 2013, terutama teman-teman mukim dan teman mukim jek Nisa dan Tara yang sudah membantu dan memberi dorongan dan semangat selama proses pembuatan skripsi ini, terima kasih karena telah berjuang bersama.

Semoga semua hal yang telah terjadi sampai dengan hari ini dan seterusnya selalu menjadi pembelajaran dan kenangan yang manis untuk kita semua, Tuhan Yesus Memberkati kita semua, Amin.

## **PRAKATA**

Puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, dipanjatkan atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusunan Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan dapat berguna sebagaimana semestinya.

Skripsi dengan judul “**PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH PLASTIK HDPE (*HIGH DENSITY POLYETHYLENE*) TERHADAP DURABILITAS CAMPURAN *HOT ROLLED SHEET–WEARING COURSE (HRS-WC)*”** disusun sebagai salah satu syarat yang harus dilaksanakan untuk menyelesaikan studi pada Program Strata-1 pada Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Pada kesempatan ini tidak pernah lupa diucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada:

1. Bapak **Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya dan Dosen Pembimbing Akademik.
2. Ibu **Frieda, S.T., M.T.** selaku Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Bapak **Dr. Sutan Parasian Silitonga, STP., S.T., M.T.** selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
4. Bapak **Tatau Wijaya Garib, S.T., M.T.** selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Teknik Universitas Palangka Raya.

5. Bapak **Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T.** selaku Ketua Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
6. Ibu **Veronika Happy P, S.T., M.T.** selaku Sekretaris Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
7. Ibu **Ina Elvina, S.T., M.T.** selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
8. Bapak **Ir. Desriantomy, M.T.** selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
9. Bapak **Robby, S.T., M.T.** selaku Dosen Pembahas I Tugas Akhir.
10. Bapak **Ir. Laufried, S.T, M.T.** selaku Dosen Pembahas II Tugas Akhir.
11. Bapak **Salonten, S.T., M.T.** selaku Dosen Pembahas III Tugas Akhir.
12. Seluruh Dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil beserta Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Akhir kata dengan segala kerendahan hati dan menyadari akan segala kekurangan dalam penyajian Skripsi ini diharapkan berbagai tanggapan, kritik dan saran yang sifatnya membangun demi perbaikan dimasa yang akan datang. Terima Kasih.

Palangka Raya, November 2020

**AYU STEFANY**  
NIM. DAB 113 038

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>PRAKATA</b> .....	i
<b>RINGKASAN</b> .....	iii
<b>SUMMARY</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
1.6 Lokasi Penelitian .....	5
1.7 Lokasi Pengambilan Material .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Plastik .....	7
2.2 Perkerasan Jalan .....	12
2.3 Jenis Konstruksi Perkerasan dan Komponenennya .....	13
2.4 Fungsi Lapis Perkersan .....	14
2.5 Jenis Campuran Beton Aspal .....	16
2.6 Lataston (Lapis Aspal Beton) .....	17
2.7 Bahan Penyusun Campuran Beton Aspal.....	18
2.8 Spesifikasi Campuran Lataston Lapis Aus ( <i>HRS-WC</i> ) .....	26

2.9	Durabilitas .....	28
2.10	Metode Perencanaan Campuran .....	29
2.11	Metode <i>Marshall</i> .....	35
2.12	Rumus Campuran Rancangan ( <i>Design Mix Formula</i> ) .....	37
2.13	Proses Pembuatan HRS-WC di Lapangan .....	37
2.14	Kajian Terhadap Penelitian Terdahulu.....	39
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>		
3.1	Umum .....	42
3.2	Pengambilan material .....	42
3.3	Pengambilan data Sampel .....	42
3.4	Bahan Penelitian .....	43
3.5	Alat-alat Penelitian .....	43
3.6	Waktu dan Tempat Penelitian .....	53
3.7	Cara Penelitian .....	54
3.8	Bagan Alir Penelitian .....	78
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Pelaksanaan Pengujian di Laboratorium .....	79
4.2	Pengujian Sifat-sifat Fisik Agregat .....	79
4.3	Perencanaan Campuran .....	80
4.4	Pengujian Aspal .....	85
4.5	Pengujian Marshall .....	87
4.6	Analisis Hasil Pengujian Marshall dengan Variasi Kadar Aspal .....	91
4.7	Analisis Hasil Pengujian Marshall dengan Bahan Tambah Plastik <i>Jenis High Density Polyethylene (HDPE)</i> .....	100
4.8	Analisis Hasil Pengujian Durabilitas dengan Variasi Lama Rendaman .....	116

**BAB V PENUTUP**

5.1	Kesimpulan .....	119
5.2	Saran .....	123

## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Jenis Plastik Kemasan Thermoplastik .....	9
2.2 Ketentuan Agregat Kasar .....	19
2.3 Ukuran Nominal Agregat Kasar Penampung Dingin untuk Campuran Beraspal .....	19
2.4 Ketentuan Agregat Halus .....	21
2.5 Ketentuan Untuk Aspal Keras .....	23
2.6 Spesifikasi Gradasi Agregat untuk HRS-WC.....	26
2.7 Persyaratan Sifat Campuran HRS-WC.....	28
3.1 Pembuatan Benda Uji untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum .....	74
3.2 Jumlah Benda Uji Menggunakan Bahan Tambah Plastik Jenis <i>High density Polyethylene</i> (HDPE) .....	75
4.1 Hasil Analisa Saringan Masing-masing Agregat .....	79
4.2 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Masing-masing Agregat .....	80
4.3 Hasil Perhitungan Gradasi Gabungan Cara Diagonal Komposisi I ..	80
4.4 Hasil Perhitungan Gradasi Gabungan Cara <i>Trial and Error</i> I .....	81
4.5 Hasil Perhitungan Gradasi Gabungan Cara <i>Trial and Error</i> II .....	82
4.6 Rencana Komposisi Campuran .....	85
4.7 Hasil Pengujian Aspal .....	87
4.8 Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Terhadap Total Agregat .	88
4.9 Hasil Pengujian Parameter Karakteristik Marshall .....	92
4.10 Nilai Parameter Karakteristik Marshall Pada Kadar Aspal Optimum .....	100
4.11 Rencana Komposisi Campuran dengan Variasi Presentase Bahan Tambah Limbah Plastik Jenis <i>High density Polyethylene</i> (HDPE) .....	100

4.12	Hasil Pengujian Karakteristik Marshall Dengan Bahan Tambah Plastik Jenis <i>High density Polyethylene</i> (HDPE) Dengan Lama Perendaman 30 Menit dalam suhu 60°C .....	101
4.13	Hasil Pengujian Karakteristik Marshall Dengan Bahan Tambah Plastik Jenis <i>High density Polyethylene</i> (HDPE) Dengan Lama Perendaman 24 Jam dalam suhu 60°C .....	102
4.14	Hasil Evaluasi Parameter Marshall Parameter Marshall Pada Kadar Plastik Maksimum Dengan Lama Perendaman 30 Menit Dalam Suhu 60°C .....	115
4.15	Perbandingan Nilai Parameter Marshall Campuran Tanpa Penambahan Limbah Plastik dan dengan Kadar Plastik Maksimum dengan Lama Perendaman 30 Menit dalam Suhu 60 .....	116
4.16	Nilai IKS Dengan Variasi Kadar Plastik Pada Lama Perendaman 30 Menit Dan 24 Jam Dalam Suhu 60°C .....	117

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1.1	Peta Lokasi Pengambilan Material Dari Mentawa Baru, Sampit ..... 6
1.2	Sketsa Lokasi Pengambilan Material Dari Sampit..... 6
2.1	Plastik HDPE..... 12
2.2	Komponen Perkerasan Lentur ..... 13
2.3	Komponen Perkerasan Kaku ..... 11
2.4	Komponen Perkerasan Komposit..... 14
3.1	Bagan alir penelitian ..... 78
4.1	Grafik Gradasi Gabungan Cara Diagonal Komposisi I..... 81
4.2	Grafik Gradasi Gabungan Cara <i>Trial and Error</i> I Komposisi II ..... 82
4.3	Grafik Gradasi Gabungan <i>Trial and Error</i> II Komposisi III..... 83
4.4	Pengujian Penetrasi Aspal..... 86
4.5	Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal ..... 86
4.6	Pengujian Daktilitas Aspal..... 87
4.7	Grafik Hubungan Stabilitas Terhadap Variasi Kadar Aspal ..... 93
4.8	Grafik Hubungan <i>Flow</i> Terhadap Variasi Kadar Aspal..... 94
4.9	Grafik Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (VIM) Terhadap Variasi Kadar Aspal ..... 95
4.10	Grafik Hubungan Rongga Terisi Aspal (VFB) Terhadap Variasi Kadar Aspal..... 96
4.11	Grafik Hubungan Nilai Hasil Bagi Marshall Terhadap Variasi Kadar Aspal ..... 97
4.12	Grafik Hubungan Berat Isi Terhadap Variasi Kadar Aspal ..... 98
4.13	Grafik Hubungan Nilai Parameter Marshall Terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO) ..... 99
4.14	Grafik Hubungan Stabilitas Terhadap Variasi Penambahan Kadar Limbah Plastik dengan Lama Perendaman 30 Menit Dalam Suhu 60°C ..... 103

4.15	Grafik Hubungan Stabilitas Terhadap Variasi Penambahan Kadar Limbah Plastik dengan Lama Perendaman 24 Jam Dalam Suhu 60°C .....	104
4.16	Grafik Hubungan Kelelahan ( <i>Flow</i> ) Terhadap Variasi Penambahan Kadar Limbah Plastik dengan Lama Perendaman 30 Menit Dalam Suhu 60°C .....	105
4.17	Grafik Hubungan Kelelahan ( <i>Flow</i> ) Terhadap Variasi Penambahan Kadar Limbah Plastik dengan Lama Perendaman 24 Jam Dalam Suhu 60°C .....	106
4.18	Grafik Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (VIM) Terhadap Variasi Penambahan Kadar Limbah Plastik dengan Lama Perendaman 30 Menit Dalam Suhu 60°C .....	107
4.19	Grafik Hubungan Rongga Udara dalam Campuran (VIM) Terhadap Variasi Penambahan Kadar Limbah Plastik dengan Lama Perendaman 24 Jam Dalam Suhu 60°C .....	108
4.20	Grafik Hubungan Rongga Udara Terisi Aspal (VFB) Terhadap Variasi Penambahan Kadar Limbah Plastik dengan Lama Perendaman 30 Menit Dalam Suhu 60°C .....	109
4.21	Grafik Hubungan Rongga Udara Terisi Aspal (VFB) Terhadap Variasi Penambahan Kadar Limbah Plastik dengan Lama Perendaman 24 Jam Dalam Suhu 60°C .....	110
4.22	Grafik Hubungan Nilai Bagi Marshall Terhadap Variasi Penambahan Kadar Limbah Plastik dengan Lama Perendaman 30 Menit Dalam Suhu 60°C .....	111
4.23	Grafik Hubungan Nilai Bagi Marshall Terhadap Variasi Penambahan Kadar Limbah Plastik dengan Lama Perendaman 24 Jam Dalam Suhu 60°C .....	112
4.24	Grafik Hubungan Berat Isi Terhadap Variasi Penambahan Kadar Limbah Plastik dengan Lama Perendaman 30 Menit Dalam Suhu 60°C .....	113
4.25	Grafik Hubungan Berat Isi Terhadap Variasi Penambahan Kadar Limbah Plastik dengan Lama Perendaman 24 Jam Dalam Suhu 60°C .....	114

4.26	Grafik Hubungan Nilai Parameter Marshall Terhadap Kadar Penambahan Limbah Plastik dengan Lama Perendaman 30 Menit Dalam Suhu 60°C.....	114
4.27	Grafik Hubungan Nilai Kadar Penambahan Limbah Plastik Terhadap Nilai Indeks Kekuatan Sisa.....	117

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Hasil Analisis saringan Agregat Kasar ..... 126
Lampiran 2	Grafik Hasil Analisis Saringan Agregat Kasar ..... 127
Lampiran 3	Hasil Analisis Saringan Agregat Halus (Abu Batu) ..... 128
Lampiran 4	Grafik Hasil Analisis Saringan Agregat Halus (Abu Batu) ..... 129
Lampiran 5	Grafik Metode Diagonal ..... 130
Lampiran 6	Tabel Gradasi Gabungan Metode Diagonal ..... 131
Lampiran 7	Grafik Gradasi Gabungan Metode Diagonal..... 132
Lampiran 8	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar..... 133
Lampiran 9	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus..... 134
Lampiran 10	Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar ..... 135
Lampiran 11	Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Terhadap Air..... 136
Lampiran 12	Tabel Perhitungan Marshall KAO..... 137
Lampiran 13	Tabel Perhitungan Marshall dengan Variasi Kadar Plastik Lama Perendaman 30 Menit ..... 138
Lampiran 14	Tabel Perhitungan Marshall dengan Variasi Kadar Plastik Lama Perendaman 24 Jam..... 139
Lampiran 15	Tabel Perhitungan Pengujian Penetrasi Aspal ..... 140
Lampiran 16	Tabel Perhitungan Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal..... 141
Lampiran 17	Tabel Perhitungan Pengujian Daktilitas Aspal..... 142
Lampiran 18	Dokumentasi Penelitian..... 143

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Perkerasan jalan di Indonesia umumnya mengalami kerusakan sebelum mencapai umur rencana. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kerusakan jalan lebih awal (kerusakan dini) antara lain akibat pengaruh beban lalu lintas kendaraan yang berlebihan (*over loading*), temperatur (cuaca), air, dan konstruksi perkerasan yang kurang memenuhi persyaratan teknis. Seiring dengan pertumbuhan kendaraan yang semakin tinggi, maka kebutuhan akan prasarana transportasi terutama jalan raya yang lapisan permukaannya memiliki keawetan sangat perlu ditingkatkan.

Keberadaan jalan raya sangat diperlukan untuk menunjang laju pertumbuhan ekonomi seiring dengan meningkatnya kebutuhan sarana transportasi yang dapat menjangkau daerah terpencil dan daerah yang memiliki potensi penting dalam perekonomian. Sehingga kemampuan jalan untuk menerima beban yang dilewati lalu lintas harus didukung oleh konstruksi jalan yang berkualitas, terutama pada jenis perkerasan jalan guna memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan.

Salah satu jenis lapisan permukaan jalan raya adalah lapisan permukaan aspal beton. Lapisan permukaan aspal beton yang mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan kendaraan. Kalimantan Tengah merupakan provinsi yang sedang berkembang

dalam pembangunan yang terus dilakukan. Salah satunya prioritas pembangunan yang dilakukan adalah pada bidang infrastruktur. Pembangunan pada bidang infrastruktur dengan membuat prasarana transportasi khususnya jalan, yang diharapkan dapat menjadi penunjang perkembangan pemerataan pembangunan dan kemajuan di suatu daerah serta memperlancar arus perekonomian. Mengingat kebutuhan akan material yang besar seiring dengan banyaknya pembangunan jalan di Provinsi Kalimantan Tengah, diharapkan adanya banyak sumber material alternatif yang dapat digunakan sebagai bahan campuran pembentuk *Hot Rolled Sheet–Wearing Course* (HRS-WC).

Salah satu usaha mengurangi kerusakan jalan akibat beban yang berlebih adalah menaikkan mutu campuran beraspal dengan cara memperbaiki atau meningkatkan mutu aspal (bitumen). Untuk meningkatkan mutu aspal dapat dilakukan dengan menambahkan limbah plastik ke dalam aspal atau menambahkan polimer, tetapi harga polimer di Indonesia masih relatif mahal. Aspal sendiri merupakan bahan pengikat yang memegang peranan penting dalam kuat tidaknya suatu campuran beraspal. Penggunaan plastik sebagai bahan aditif dalam meningkatkan mutu aspal didasari oleh tersedianya limbah plastik yang sangat melimpah di Indonesia, sehingga selain meningkatkan mutu bitumen penggunaan limbah plastik juga dapat mengurangi kerusakan lingkungan akibat limbah. (Rezza Permana 2009)

Penelitian ini akan melakukan uji coba dengan pemanfaatan plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) sebagai bahan tambahan dalam campuran lapisan HRS-WC (*Hot Rolled Sheet–Wearing Course*) guna peningkatan nilai stabilitasnya, sekaligus salah satu langkah sebagai penanganan pengurangan

sampah yang sulit terurai dengan peningkatan nilai fungsinya. Pada penelitian ini peneliti akan menggunakan limbah plastik jenis HDPE berupa botol kosmetik sebagai penambah campuran aspal sebagai modifikasi aspal dan kemudian di hitung tingkat durabilitas campuran aspal HRS-WC yang telah ditambahkan limbah plastik HDPE , penambahan HDPE diharapkan dapat meningkatkan kualitas campuran aspal dan juga meningkatkan kemampuan lapis perkerasan dalam menerima beban lalu lintas sehingga memberikan umur layanan yang lebih lama.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, dapat dikemukakan beberapa pokok permasalahan sebagai berikut :

1. Apakah agregat yang digunakan dalam campuran *Hot Rolled Sheet -Wearing Course* (HRS-WC) memenuhi spesifikasi?
2. Apakah limbah plastik jenis HDPE berupa botol kosmetik dapat digunakan sebagai bahan tambah campuran HRS-WC?
3. Berapa komposisi campuran HRS-WC dan kadar bahan tambah yang digunakan dalam campuran HRS-WC?
4. Berapa nilai karakteristik Marshall dan Kadar Aspal Optimum (KAO) yang dihasilkan dari campuran tanpa limbah plastik HDPE dan dengan penambahan limbah plastik HDPE ?
5. Berapa nilai Durabilitas (Indeks kekuatan sisa) dari komposisi dan KAO agregat dengan bahan campuran limbah plastik HDPE ?

## 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bahan tambah yang digunakan adalah limbah botol kosmetik yang termasuk

dalam jenis plastik *High Density Polyethylene* (HDPE), dicacah menggunakan mesin pencacah plastik tipe PLT 60-D dengan ukuran hasil cacahan panjang dan lebar kurang dari 1 cm atau 100% lolos saringan 3/8” dan 90% lolos saringan No. 4, kemudian dicampurkan bersamaan dengan campuran aspal dan agregat yang dipanaskan.

2. Penelitian dibatasi pada lapis tipis aspal beton (Lataston) lapis aus atau HRS-WC spesifikasi Bina Marga 2018.
3. Penelitian ini bersifat uji laboratorium.
4. Aspal yang digunakan adalah aspal semen penetrasi 60/70.
5. Perencanaan campuran menggunakan metode *Asphalt Institute*.
6. Kinerja campuran diuji menggunakan alat *Marshall Test*.
7. Dalam penelitian ini aspek kimia yang terjadi pada fraksi agregat atau campuran aspal diabaikan.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui apakah agregat yang digunakan dalam campuran *Hot Rolled Sheet -Wearing Course* (HRS-WC) memenuhi spesifikasi.
2. Untuk mengetahui apakah limbah plastik jenis HDPE berupa botol kosmetik dapat digunakan sebagai bahan tambah campuran HRS-WC.
3. Untuk mengetahui berapa komposisi campuran HRS-WC dan kadar bahan tambah yang digunakan dalam campuran HRS-WC.
4. Untuk mengetahui berapa nilai karakteristik Marshall dan Kadar Aspal Optimum (KAO) yang dihasilkan dari campuran tanpa limbah plastik HDPE dan dengan penambahan limbah plastik HDPE .

5. Untuk mengetahui berapa nilai Durabilitas (Indeks kekuatan sisa) dari komposisi dan KAO agregat dengan bahan campuran limbah plastik HDPE .

### **1.5 Manfaat Penelitian**

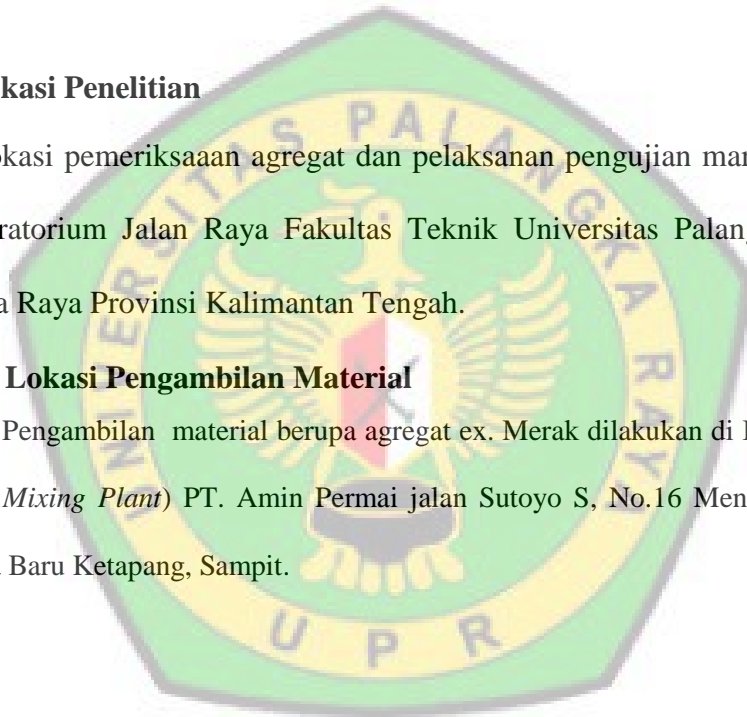
Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana manfaat penggunaan limbah plastik HDPE ini sebagai bahan tambahan pada campuran HRS-WC yang dimaksud untuk meningkatkan kualitas konstruksi lapis perkerasan sehingga diharapkan dapat direkomendasikan penggunaan limbah plastik.

### **1.6 Lokasi Penelitian**

Lokasi pemeriksaan agregat dan pelaksanaan pengujian marshall dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya Kota Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah.

### **1.7 Lokasi Pengambilan Material**

Pengambilan material berupa agregat ex. Merak dilakukan di Base Camp AMP (*Asphalt Mixing Plant*) PT. Amin Permai jalan Sutoyo S, No.16 Mentawa Baru Hulu, Mentawa Baru Ketapang, Sampit.





## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Plastik**

Plastik termasuk salah satu jenis makromolekul yang terbentuk akibat proses polimerisasi. Polimerisasi merupakan proses penggabungan dari beberapa molekul sederhana melalui proses kimia menjadi makromolekul atau polimer. Plastik merupakan senyawa polimer yang memiliki unsur penyusun utamanya berupa karbon dan hidrogen (Surono, 2013). Salah satu bahan yang digunakan untuk membuat plastik adalah Naphta, bahan yang berasal dari hasil penyulingan minyak bumi atau gas alam. Dalam proses pembuatan 1 kg plastik memerlukan 1,75 kg minyak bumi, untuk memenuhi kebutuhan energi yang digunakan dalam proses dan bahan bakunya (Kumar dkk., 2011).

Plastik merupakan bahan yang sering dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Hampir semua produk baik untuk mengemas makanan maupun untuk peralatan yang digunakan terbuat dari plastik. Tetapi pada kenyataannya sampah plastik sampai saat ini menjadi masalah untuk lingkungan, karena proses daur ulang sampah plastik membutuhkan waktu yang tidak sedikit. Keunggulan dari plastik sendiri yaitu ringan, kuat, fleksibel, transparan, tahan air dan ekonomis (Darni dan Utami, 2010).

Plastik dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu thermoplas dan thermoset. Thermoplast merupakan plastik yang dapat di daur ulang melalui proses pemanasan. Thermoset merupakan plastik yang ketika mengalami proses pengerasan tidak dapat dilunakkan kembali. Pemanasan dapat menyebabkan kerusakan pada kandungan molekul-molekul yang terkandung di dalam plastik (Okatama, 2016).






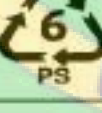

Syarief (1991) membagi plastik menjadi dua berdasarkan sifat-sifatnya terhadap perubahan suhu, yaitu:

1. Termoplastik Jenis plastik yang dapat meleleh pada suhu tertentu dan memiliki sifat dapat kembali pada sifat aslinya (reversible). Setelah proses pemanasan berlangsung, plastik jenis ini kembali mengeras ketika mengalami proses pendinginan. Jenis plastik thermoplastik, yaitu : PE, PP, PS, ABS, SAN, Nylon, PET, BPT, Polyacetal (POM), PC dan lain-lain.
2. Termoset Tidak dapat mengikuti perubahan suhu dan tidak dapat kembali ke sifat aslinya (irreversible). Plastik termoset apabila mengalami kondisi tertentu tidak dapat dicetak kembali karena karena bentuk polimernya berbentuk jaringan tiga dimensi. Jenis plastik ini tidak dapat dilunakkan kembali setelah mengalami proses pengerasan. Proses pemanasan yang tinggi akan membentuk arang. Jenisjenis plastik termoset antara lain : PU (Poly Urethane), UF (Urea Formaldehyde), MF (Melamine Formaldehyde), polyester, epoksi dan lain-lain.

Berdasarkan sifat yang dimiliki kedua kelompok plastik diatas, thermoplastic merupakan jenis plastik yang sangat memungkinkan untuk didaur ulang. Jenis plastik yang dapat didaur ulang diberi kode untuk memudahkan dalam proses pemilahannya dan penggunaannya.

Pengelompokkan jenis plastik ini dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Jenis Plastik Kemasan Thermoplastik

Nama Senyawa	Kode	Penggunaan	Sifat Bahan	Saran Penanganan
<b>PET</b> Polyethylene Terephthalate	 <b>PET</b>	Botol Minuman, tray biskuit, wadah selai penast butter, wadah kosmetik	Jernih (tembus pandang), kuat, tahan pelarut, kedap gas dan cairan, melembek pada suhu 80 °C	Hati-hati dengan kemasan dengan kode No. 1. Didesain hanya untuk single use. Penggunaan lebih dari sekali meningkatkan resiko leaching dan pertumbuhan bakteri.
<b>HDPE</b> High Density Polyethylene	 <b>HDPE</b>	Tas plastic belanja (grocery bags), botol pengemas susu cair dan juice, shampoo, sabun cair, wadah ice cream	Keras sampai semi fleksibel, tahan terhadap bahan-bahan kimia dan cairan, permukaan berkilin (waxy), buram (opaque), melembek pada suhu 75 °C, mudah diwarnai, diproses dan dibentuk.	Sejauh ini dianggap aman (appears to be safe)
<b>PVC</b> Polyvinyl Chloride	 <b>PVC</b>	Pembungkus pangan (food wrap, meat wrap), botol minyak sayur, kantung straws	Kuat, keras, bisa jernih (tembus pandang), dapat diubah bentuknya menggunakan pelarut, melembek pada suhu 80 °C.	Sebaiknya dihindari. Memiliki julukan "the Poison Plastic", mengandung sejumlah racun berbahaya.
<b>LDPE</b> Low Density Polyethylene	 <b>LDPE</b>	Tas plastic belanja (grocery bags) dan department store, kantung roti dan bahan-bahan pangan segar, pembungkus pangan. Botol yang dapat ditekan (squeezable bottles).	Lemak, fleksibel, permukaan berkilin (waxy), tidak jernih tapi tembus sinar (translucent), melembek pada suhu 70 °C, mudah terbakar.	Sejauh ini dianggap aman (appears to be safe)
<b>PP</b> Polypropylene	 <b>PP</b>	Botol obat, kantong chips, kantung krus, ceseal, sefotan, pita perekat kemasan.	Keras tapi fleksibel, permukaan berkilin (waxy) surface, <i>softens at 140 °C</i> , tidak jernih tapi tembus sinar (translucent), tahan gelarut.	Sejauh ini dianggap aman (appears to be safe)
<b>PS</b> Polystyrene	 <b>PS</b>	CD, piring plastik, kemasan foam, karton telur.	Jernih, berkilin (glassy), kaku, mudah patah, buram (opaque), melembek pada suhu 95 °C, terpengaruh oleh lemak dan gelarut.	Sebaiknya dihindari. Dapat melepaskan styrene, senyawa yang diduga karsinogen dan pengganggu hormone (endocrine disruptor)
<b>OTHER</b> Huruf-huruf dibawah ini menunjukkan kode ISO untuk jenis plastic, seperti SAN, ABS, PC, Nylon	 <b>OTHER</b>	Botol bayi, botol pendingin air, suku cadang mobil.	Mencakup semua jenis lain dan material majemuk (contoh: laminates). Sifat tergantung pada plastic atau kombinasi plastic yang digunakan	Dapat dipergunakan dengan hati-hati. Yang dikawatirkan adalah pelapasan (leaching) Bisphenol A yang diduga memicu krusakan kromosom.

(Sumber : Hafuiddin, 2018)

## 1. PE ( Polietilen )

Polietena merupakan suatu poliolefin yang paling banyak di gunakan sebagai bahan pembuatan berbagai jenis peralatan rumah tangga ataupun kemasan makanan dan minuman karena harganya yang murah, sifat yang lentur, resisten terhadap suhu rendah, koefisien gesek rendah, kekuatan elektrik yang baik dan umumnya resisten terhadap bahan-bahan kimia. Polietilen dibuat melalui polimerisasi gas etilen, yang diperoleh dengan memberi gas hidrogen atau gas petroleum, pada pemecah minyak (nafta), gas alam atau asetilen.

Berbagai jenis termoplastik telah banyak digunakan untuk mempersiapkan termoplastik elastomer kompatibilitas tinggi. Ini termasuk polipropilen, low density polyethylene, uv-low-density polyethylene, linier low density polyethylene, dikloronasi polyethylene, polistiren, poliamida, etilena-vinil asetat, kopolimer, dan poli metil metakrilat. Secara umum polietilen (PE) dibagi menjadi empat yaitu :

- a. Polietilen dengan densitas tinggi atau High Density Polyetilen (HDPE) Strukturnya terdiri dari molekul tidak bercabang dengan beberapa defek menuju bentuk linernya, dengan rendahnya tingkat defek, serta dapat menghindari dari penggabungan maka mengakibatkan derajat kristalisasi juga tinggi. HDPE mempunyai densitas 0,95-0,97 g/cm<sup>3</sup> , dan memiliki titik leleh diatas 127oC (beberapa macam berkisar 135oC). HDPE memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras dan tahan terhadap suhu tinggi serta korosi. HDPE sering digunakan sebagai dinding pelapis tahan korosi, bahan-bahan rumah tangga, perisai radiasi dan pipa.

- b. Polietilen dengan densitas rendah atau Low Density Polyetilen (LDPE). Polimer ini terdiri dari konsentrasi substansial cabang yang dapat menghindari proses kristalisasi menghasilkan densitas yang relatif rendah. LDPE memiliki densitas 0,91-0,94 g/cm<sup>3</sup> , separuhnya berupa kristalin (50- 60%) dan memiliki titik leleh 115oC. Kebanyakan LDPE digunakan sebagai bahan pelapis plastik, lapisan pelindung sabun, tempat penyimpanan makanan dan mainan anak-anak.
- c. Polietilen leiner dengan densitas rendah atau Linier Low Density Polyetilen (LLDPE). LLDPE merupakan resin yang terdiri dari molekul dengan tulang punggung polietilen linear yang ditempel dengan gugus alkil pendek secara radom. LLDPE memiliki densitas 0,90-0,94 g/cm<sup>3</sup> .
- d. Polietilen dengan densitas sangat rendah atau Very Low Density Polyetilen (VLDPE). VLDPE juga dikenal polietilen dengan densitas ultra rendah, secara khusus dibentuk dari polietilen linear densitas rendah, dimana memiliki konsentrasi cabang rantai pendek lebih tinggi. Polietilen ini memiliki densitas antara 0,86-0,90 g/cm<sup>3</sup>

## 2. HDPE (*High Density Polyethylene*)

HDPE merupakan polietilen dengan jumlah rantai cabang yang lebih sedikit. Rantai cabang yang lebih sedikit ini membuat plastik HDPE memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. Ikatan hidrogen antar molekul yang berada pada plastik ini juga berperan dalam menentukan titik leleh plastik (Harper, 1975). HDPE memiliki titik leleh yang cukup tinggi, oleh karena sifatnya ini HDPE sering digunakan pada kemasan

untuk botol susu, tupperware, galon air minum, kursi lipat, kemasan deterjen, kemasan susu.



Gambar 2.1 Plastik HDPE

## 2.2 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan raya adalah bagian jalan raya yang diperkeras dengan lapis konstruksi tertentu, yang memiliki ketebalan, kekuatan dan kekakuan, serta kestabilan tertentu agar mampu menyalurkan beban lalu lintas di atasnya ke tanah dasar secara aman. (Hardiyatmo, 2015)

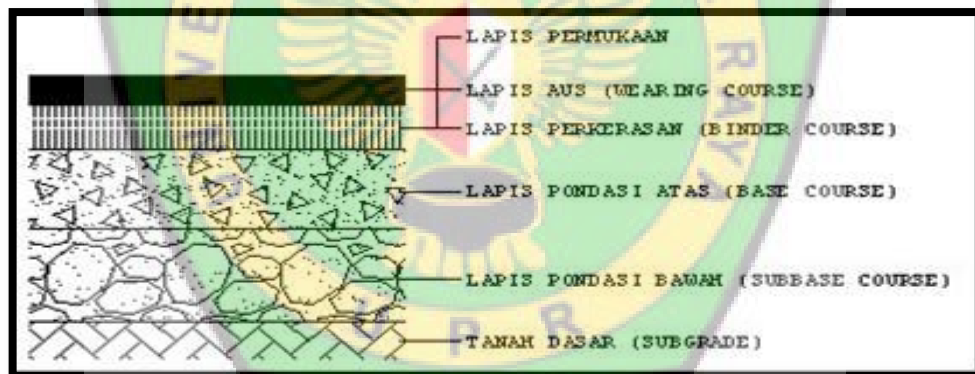
Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Agar perkerasan jalan yang sesuai dengan mutu yang diharapkan, maka pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan (Sukirman, 2003).

### 2.3 Jenis Konstruksi Perkerasan dan Komponennya

Konstruksi perkerasan terdiri dari beberapa jenis sesuai dengan bahan ikat yang digunakan serta komposisi dari komponen konstruksi perkerasan itu sendiri, antara lain: (Sukirman, 2003).

#### 1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

- a. Memakai bahan pengikat aspal.
- b. Sifat dari perkerasan ini adalah memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
- c. Pengaruhnya terhadap repetisi beban adalah timbulnya *rutting* (lendutan pada jalur roda).
- d. Pengaruhnya terhadap penurunan tanah dasar yaitu jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar)



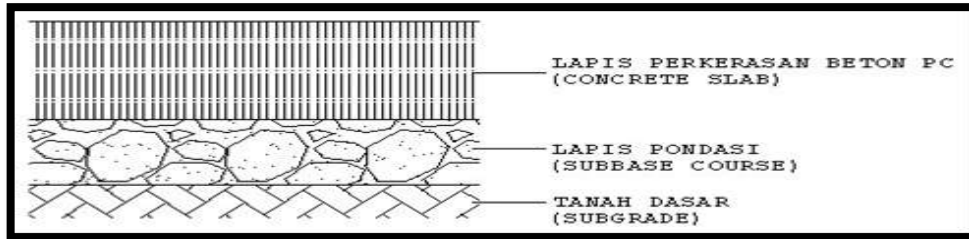
Sumber: Spesifikasi Bina Marga (2018)

**Gambar 2.2** Komponen Perkerasan Lentur

#### 2. Konstruksi Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

- a. Memakai bahan pengikat semen Portland.
- b. Sifat lapisan utama (plat beton) yaitu memikul sebagian besar beban lalu lintas.
- c. Pengaruhnya terhadap repetisi beban adalah timbulnya retak-retak pada permukaan jalan.

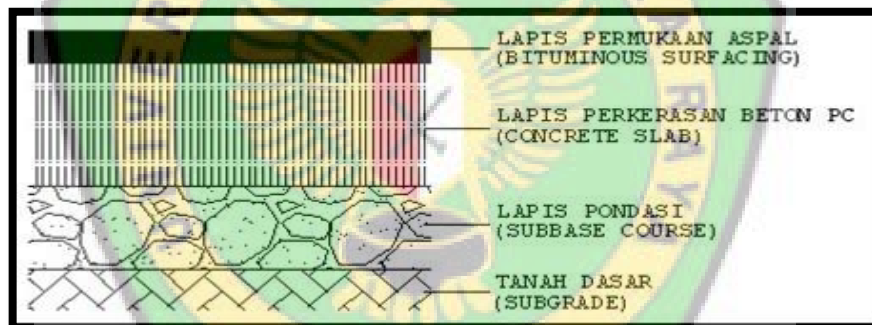
- d. Pengaruhnya terhadap penurunan tanah dasar yaitu bersifat sebagai balok di atas permukaan.



Sumber: Spesifikasi Bina Marga (2018)

**Gambar 2.3 Komponen Perkerasan Kaku**

3. Konstruksi Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)
  - a. Kombinasi antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur.
  - b. Perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau sebaliknya.



Sumber: Spesifikasi Bina Marga (2018)

**Gambar 2.4 Komponen Perkerasan Komposit**

## 2.4 Fungsi Lapisan Perkerasan

Agar perkerasan mempunyai daya dukung dan keawetan yang memadai tetapi tetap ekonomis, maka perkerasan jalan raya dibuat berlapis-lapis. Lapis paling atas disebut sebagai lapis permukaan, merupakan lapisan yang paling baik mutunya. Di bawahnya terdapat lapisan pondasi yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan (Suprpto, 2004).

## 1. Lapis Permukaan (LP)

Lapis permukaan adalah bagian perkerasan paling atas. Fungsi lapis permukaan dapat meliputi:

### a. Struktural

Ikut mendukung dan menyebarkan beban kendaraan yang diterima oleh perkerasan, baik beban vertikal maupun beban horizontal (gaya geser).

Untuk hal ini persyaratan yang dituntut adalah kuat, kokoh, dan stabil.

### b. Non Struktural, dalam hal ini mencakup:

- 1) Lapis kedap air, mencegah masuknya air ke dalam lapisan perkerasan yang ada di bawahnya.
- 2) Menyediakan permukaan yang tetap rata, agar kendaraan dapat berjalan dan memperoleh kenyamanan yang cukup.
- 3) Membentuk permukaan yang tidak licin, sehingga tersedia koefisien gerak (*skid resistance*) yang cukup untuk menjamin tersedianya keamanan lalu lintas.
- 4) Sebagai lapisan aus, yaitu lapis yang dapat aus yang selanjutnya dapat diganti lagi dengan yang baru.

## 2. Lapis Pondasi Atas (LPA) atau *Base Course*

Lapis pondasi atas adalah bagian dari perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah atau dengan tanah apabila tidak menggunakan lapis pondasi bawah, Lapisan ini memiliki CBR (*California Bearing Ratio*) 80%. Fungsi lapis ini antara lain:

- a. Lapis pendukung bagi lapis permukaan.
- b. Pemikul beban horizontal dan vertikal.

c. Lapis perkerasan bagi pondasi bawah.

3. Lapis Pondasi Bawah (LPB) atau *Subbase Course*

Lapis pondasi bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi dan tanah dasar, CBR untuk lapisan ini sebesar 22%. Fungsi lapis ini antara lain:

a. Penyebar beban roda.

b. Lapis peresapan.

c. Lapis pencegah masuknya tanah dasar ke lapis pondasi atas.

d. Lapis pertama pada pembuatan perkerasan.

4. Tanah Dasar atau *Subgrade*

Tanah dasar atau *subgrade* adalah permukaan tanah semula, permukaan tanah galian atau permukaan tanah timbunan yang dipadatkan dan merupakan permukaan tanah dasar untuk perletakkan bagian-bagian perkerasan lainnya. *Subgrade* memiliki CBR sebesar 9%.

## 2.5 Jenis Campuran Beton Aspal

Jenis campuran beton aspal termasuk jenis campuran untuk penyusun perkerasan lentur. Jenis beton aspal dibedakan berdasarkan suhu pencampuran material pembentuk beton aspal dan fungsi beton aspal. Berdasarkan temperatur ketika mencampur dan memadatkan campuran beton aspal dapat dibedakan atas: (Sukirman, 2003).

1. Beton aspal campuran panas (*hot mix*), adalah beton aspal yang material pembentuknya dicampur pada suhu campuran sekitar 140°C.
2. Beton aspal campuran sedang (*warm mix*), adalah beton aspal yang material pembentuknya dicampur pada suhu campuran sekitar 60 °C.

3. Beton aspal campuran dingin (*cold mix*), adalah beton yang material pembentuknya dicampur pada suhu ruang, yaitu sekitar 25 °C.

Berdasarkan fungsinya, beton aspal dapat dibedakan atas:

- a. Beton aspal untuk lapisan aus (*HRS-WC*), adalah lapisan perkerasan yang berhubungan langsung dengan ban kendaraan, merupakan lapisan yang kedap air, tahan terhadap cuaca, dan mempunyai kekesatan yang disyaratkan.
- b. Beton aspal untuk lapisan pondasi (*HRS-BASE*), adalah lapisan perkerasan yang terletak di bawah lapisan aus. Tidak berhubungan dengan cuaca, tidak perlu memiliki Stabilitas untuk memikul beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda kendaraan.
- c. Beton aspal untuk pembentukan dan perata lapisan beton aspal yang sudah lama, yang pada umumnya sudah aus.

## 2.6 Lataston (Lapis tipis aspal beton)

Lataston adalah beton aspal bergradasi senjang. Lataston biasa pula disebut dengan *Hot Rolled Sheet (HRS)*. Karakteristik beton aspal yang terpenting pada campuran ini adalah durabilitas dan fleksibilitas. Sesuai dengan fungsinya, lataston mempunyai dua macam campuran, yaitu: (Sukirman, 2003).

1. Lataston sebagai lapisan aus, dikenal dengan *HRS-WC*. Tebal minimum *HRS-WC* adalah 3 cm.
2. Lataston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama *Hot Rolled Sheet-Base (HRS-Base)*. Tebal minimum *HRS-Base* adalah 3,5 cm.

## 2.7 Bahan Penyusun Campuran Beton Aspal

### 1. Agregat Kasar

Agregat kasar harus memenuhi persyaratan sebagai berikut: (Spesifikasi Bina Marga 2018)

- a. Fraksi agregat kasar untuk rancangan adalah yang tertahan ayakan No.4 (4,75 mm) dan haruslah bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan yang diberikan dalam Tabel 2.1.
- b. Fraksi agregat kasar harus terdiri dari batu pecah mesin dan harus disiapkan dalam ukuran nominal sesuai dengan jenis campuran yang direncanakan seperti yang di tunjukan pada Tabel 2.2.
- c. Agregat kasar harus mempunyai angularitas seperti yang disyaratkan dalam Tabel 2.3. Angularitas agregat didefinisikan sebagai persen terhadap berat agregat yang lebih besar dari 4,75 mm dengan muka bidang pecah satu atau lebih.
- d. Fraksi agregat kasar harus ditumpuk terpisah dan harus dipasok ke instalasi pencampuran aspal dengan menggunakan pemasok penampung dingin (*cold bin feeds*) sedemikian rupa sehingga gradasi gabungan agregat dapat dikendalikan dengan baik.

**Tabel 2.2 Ketentuan Agregat Kasar**

Pengujian			Metode Pengujian	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	natrium sulfat		SNI 3407;2008	Maks.12%
	magnesium sulfat			Maks 18%
Abrasi dengan mesin Los	Campuran AC Modifikasi dan SMA	100 putaran	SNI 2417;2008	Maks.6%
		500 putaran		Maks 30%
Mesin Los Angeles	Semua jenis campuran beraspal bergradasi lainnya	100 putaran		Maks 8%
		500 putaran		Maks.40%
Kelekatan Agregat Terhadap Aspal			SNI 2439;2011	Min 95%
Butir Pecah Pada Agregat Kasar	SMA	SNI 7619;2012	100/90*	
	Lainya		95/90**	
Partikel Pipih Dan Lonjong	SMA	ASTM D4791-10 Perbandingan 1:5	Maks.5%	
	Lainya		Maks.10%	
Material Lolos Ayakan No.200			SNI ASTM C117;2012	Maks 1%

Sumber: Spesifikasi Bina Marga 2018

**Tabel 2.3 Ukuran Nominal Agregat Kasar Penampung Dingin untuk Campuran Beraspal**

Jenis Campuran	Ukuran nominal agregat kasar penampung dingin ( <i>cold bin</i> ) minimum yang diperlukan (mm)			
	5 – 8	8 – 11	11 - 16	16 – 22
<i>Stone Matrix Asphalt</i> – Tipis	Ya	Ya		
<i>Stone Matrix Asphalt</i> – Halus	Ya	Ya	Ya	
<i>Stone Matrix Asphalt</i> – Kasar	Ya	Ya	Ya	Ya
	5 – 10	10 - 14	14 - 22	22 - 30
Lataston Lapis Aus	Ya	Ya		
Lataston Lapis Fondasi	Ya	Ya		
Laston Lapis Aus	Ya	Ya		
Laston Lapis Antara	Ya	Ya	Ya	
Laston Lapis Fondasi	Ya	Ya	Ya	Ya

Sumber: Spesifikasi Bina Marga 2018

## 2. Agregat Halus

Agregat halus harus memenuhi persyaratan sebagai berikut: (Spesifikasi Bina Marga 2018)

- a. Agregat halus dari manapun, harus terdiri dari pasir atau pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No.4 (4,75 mm).
- b. Fraksi agregat halus pecah mesin dan pasir halus ditempatkan terpisah dari agregat kasar.
- c. Agregat pecah halus dan pasir harus di tumpuk terpisah dan harus dipasok ke instalasi pencampur aspal dengan menggunakan pemasok penampung dingin (*cold bin feeds*) yang terpisah sehingga gradasi gabungan dan persentase pasir di dalam campuran dapat dikendalikan dengan baik.
- d. Pasir alam dapat digunakan dalam campuran AC sampai suatu batas yang tidak melampaui 15% terhadap berat total campuran. Agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung, atau bahan yang tidak di kehendaki lainnya. Batu pecah halus harus diperoleh dari batu yang memenuhi ketentuan mutu. Untuk memperoleh agregat halus yang memenuhi ketentuan bahan baku untuk agregat halus harus dicuci terlebih dahulu secara mekanis sebelum dimasukkan ke dalam mesin pemecah batu, atau digunakan *scalping sreen*. Dalam proses *scalping screen* fraksi agregat halus yang diperoleh dari hasil pemecah batu tahap pertama (*primary crusher*) tidak boleh langsung digunakan. Agregat yang diperoleh dari hasil pemecah batu tahap pertama (*primary crusher*) harus dipisahkan dengan *vibro scalping screen* yang dipasang di antara *primary crusher*

dan *secondary crusher*. Material tertahan *vibro scalping screen* akan dipecah oleh *secondary crusher*, hasil pengayakannya dapat digunakan sebagai agregat halus. Material lolos *vibro scalping screen* hanya boleh digunakan sebagai komponen material Lapis Fondasi Agregat.

- e. Agregat halus harus memenuhi ketentuan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.4

**Tabel 2.4 Ketentuan Agregat Halus**

<b>Pengujian</b>	<b>Metode pengujian</b>	<b>Nilai</b>
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	min.50%
Uji Kadar Rongga Tanpa Pemasatan	SNI 03-6877-2002	min.45%
Gumpalan Lempung Dan Butir-Butir Mudah Pecah Dalam Agregat	SNI 03-4141-1996	maks.1%
Agregat Lolos Ayakan No.200	SNI ASTM C117;2012	maks.10%

Sumber: Spesifikasi Bina Marga 2018

### 3. Bahan Pengisi (*Filler*)

Bahan pengisi (*Filler*) harus memenuhi persyaratan sebagai berikut: (Spesifikasi Bina Marga 2018)

- a. Bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*) dapat berupa debu batu kapur (*limestone dust*), atau debu kapur padam atau debu kapur magnesium atau dolomit yang sesuai dengan AASHTO M303-89(2014), atau semen atau abu terbang tipe C dan F yang sumbernya disetujui oleh pengawas pekerjaan. Bahan pengisi jenis semen hanya diizinkan untuk campuran beraspal panas dengan bahan pengikat jenis aspal keras pen. 60-70.
- b. Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan secara basah

sesuai SNI ASTM-C136: 2012 harus mengandung bahan yang lolos ayakan No.200 (75 micron) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya.

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

#### 4. Gradasi Agregat Gabungan

Gradasi agregat gabungan untuk campuran beraspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat dan bahan pengisi, harus memenuhi batas-batas yang diberikan dalam Tabel 2.5. Rancangan dan perbandingan campuran untuk gradasi agregat gabungan harus mempunyai jarak terhadap batas-batas yang diberikan dalam Tabel 2.5. Untuk memperoleh gradasi HRS-WC atau HRS-Base yang senjang, maka paling sedikit 80% agregat lolos ayakan No.8 (2,36 mm) harus lolos ayakan No.30 (0,600 mm). (Spesifikasi Bina Marga 2018)

#### 5. Aspal

Aspal merupakan senyawa hidrokarbon berwarna coklat gelap atau hitam pekat yang dibentuk dari unsur-unsur *Asphathenes*, *Resins*, dan *Oils*. Aspal pada lapis perkerasan berfungsi sebagai bahan ikat antara agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan masing-masing agregat. Selain sebagai bahan ikat, aspal juga berfungsi untuk mengisi rongga antara butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri. (Kerbs and Walker, 1971)

Pada temperatur ruang aspal bersifat *Thermoplastis*, sehingga aspal akan mencair jika dipanaskan sampai pada temperatur tertentu dan kembali membeku jika temperatur turun. Bersama agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4-10% berdasarkan berat campuran, atau 10-15% berdasarkan volume campuran (Sukirman, 2003).

Berdasarkan tempat diperolehnya, aspal dibedakan atas aspal alam dan aspal buatan. Aspal alam yaitu aspal yang didapat di suatu tempat di alam, dan dapat digunakan sebagaimana diperolehnya atau dengan sedikit pengolahan. Aspal buatan adalah aspal yang merupakan residu distilasi minyak bumi. Setiap minyak bumi dapat menghasilkan residu jenis *asphaltic base crude oil* yang banyak mengandung aspal, *parafin base crude oil* yang mengandung parafin, atau *mixed base crude oil* yang mengandung campuran antara parafin dan aspal. Untuk perkerasan jalan umumnya digunakan aspal minyak jenis *asphaltic base crude oil*. (Sukirman, 2003)

**Tabel 2.5 Ketentuan Untuk Aspal Keras**

No.	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Tipe Aspal Pen.6 0-70	Tipe II Aspal Modifikasi	
				Elastomer Sintetis	
				PG70	PG76
1	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 2456:2011	60-70	Dilaporkan <sup>(1)</sup>	
2	Temperatur yang menghasilkan Geser Dinamis ( $G^*/\sin\delta$ ) pada osilasi 10 rad/detik $\geq 1,0$ kPa, (°C)	SNI 06-6442-2000	-	70	76
3	Viskositas Kinematis 135°C (cSt) <sup>(3)</sup>	ASTM D2170-10	$\geq 300$	$\leq 3000$	
4	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	$\geq 48$	Dilaporkan <sup>(2)</sup>	
5	Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI 2432:2011	$\geq 100$	-	
6	Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	$\geq 232$	$\geq 230$	
7	Kelarutan dalam <i>Trichloroethylene</i> (%)	AASHTO T44-14	$\geq 99$	$\geq 99$	

Tabel 2.5 Ketentuan Untuk Aspal Keras ( Lanjutan )

No.	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Tipe Aspal Pen.6 0-70	Tipe II Aspal Modifikasi	
				Elastomer Sintetis	
				PG70	PG76
8	Berat Jenis	SNI 2441:2011	$\geq 1,0$	-	
9	Stabilitas Penyimpanan: Perbedaan Titik Lembek ( $^{\circ}\text{C}$ )	ASTM D 5976-00Part 6.1 dan SNI 2434:2011	-	$\leq 2,2$	
10	Kadar Parafin Lilin (%)	SNI 03-3639-2002	$\leq 2$	-	
	<b>Pengujian Residu Hasil TFOT (SNI-06-2440-1991) atau RTFOT(SNI-03-6835-2002) :</b>				
11	Berat yang Hilang(%)	SNI 06-2441-1991	$\leq 0,8$	$\leq 0,8$	
12	Temperatur yang menghasilkan geser dinamis ( $G \cdot \sin \delta$ ) pada osilasi 10 rad/detik $\geq 2,2$ kPa,( $^{\circ}\text{C}$ )	SNI 06-6442-2000	-	70	
13	Penetrasi pada $25^{\circ}\text{c}$ (% semula)	SNI 2456:2011	$\geq 54$	$\geq 54$	
14	Daktilitas pada $25^{\circ}\text{C}$ (cm)	SNI 2432:2011	$\geq 50$	$\geq 50$	
	<b>Residu Aspal Segar Setelah PAV (SNI 03-6837-2002) pada temperature <math>100^{\circ}\text{c}</math> dan tekanan 2,1 Mpa</b>				
15	Temperatur yang menghasilkan Geser dinamis ( $G \cdot \sin \delta$ ) pada osilasi 10 rad/detik $\leq 5000$ kPa,( $^{\circ}\text{C}$ )	SNI 06-6442-2000	-	31	34

Sumber: Spesifikasi Bina Marga 2018

#### 6. Bahan Tambahan

Dalam Penelitian ini menggunakan bahan aditif plastik bekas *High Density Polyethylene (HDPE)* , yang merupakan polietilen dengan jumlah rantai cabang yang lebih sedikit. Rantai cabang yang lebih sedikit ini membuat plastik HDPE memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu

tinggi. Ikatan hidrogen antar molekul yang berada pada plastik ini juga berperan dalam menentukan titik leleh plastik (Harper, 1975). HDPE memiliki titik leleh yang cukup tinggi, oleh karena sifatnya ini HDPE sering digunakan pada kemasan untuk botol susu, tupperware, galon air minum, kursi lipat, kemasan deterjen, kemasan susu.

Menurut Suroso (2008), pencampuran plastik untuk menaikkan kinerja campuran beraspal ada dua cara yaitu cara basah dan cara kering.

- a. Cara basah (wet process) yaitu suatu cara pencampuran dimana plastik dimasukkan kedalam aspal panas dan diaduk dengan kecepatan tinggi sampai homogen. Cara ini membutuhkan tambahan dana cukup besar antara lain bahan bakar, mixer kecepatan tinggi sehingga aspal modifikasi yang dihasilkan harganya cukup besar bedanya dibandingkan dengan aspal konvensional.
- b. Cara kering (dry process) yaitu suatu cara pencampuran dimana plastik dimasukkan kedalam agregat yang dipanaskan pada temperatur campuran, kemudian aspal panas ditambahkan. Cara ini lebih murah, dikatakan lebih murah karena tidak perlu ada aspal yang harus dikeluarkan dari tangki aspal di AMP apabila tangki aspal akan digunakan untuk keperluan pencampuran aspal dengan aspal konvensional. Selain lebih murah, cara kering ini juga lebih mudah karena hanya dengan memasukkan plastik dalam agregat panas, tanpa membutuhkan peralatan lain untuk mencampur (mixer). Kekurangan cara ini adalah harus benar-benar dapat dipertanggung jawabkan

kehomogenan dan keseragaman kadar 21 plastik yang dimasukkan/dicampurkan

## 2.8 Spesifikasi Campuran Lataston Lapis Aus (HRS-WC)

Agregat yang digunakan untuk *HRS-WC* sedapat mungkin memenuhi beberapa hal sebagai berikut: ( *Sumber: Spesifikasi Bina Marga 2018*)

1. Agregat yang digunakan dalam pekerjaan *HRS-WC* harus sesuai dengan proporsi campuran kerja yang telah direncanakan.
2. Gabungan agregat yang digunakan dalam pekerjaan harus memenuhi kebutuhan gradasi yang disyaratkan.
3. Umumnya digunakan bahan pengisi *filler* ke dalam campuran.

Spesifikasi gradasi agregat yang digunakan dalam campuran *HRS-WC* dapat dilihat pada Tabel 2.6 berikut ini:

**Tabel 2.6 Spesifikasi Gradasi Agregat untuk HRS-WC**

Ukuran Saringan (mm)	Berat yang Lolos (%)
No. $\frac{3}{4}$ "	100
No. $\frac{1}{2}$ "	90-100
No. $\frac{3}{8}$ "	75-85
No. 8	50-72
No. 30	35-60
No. 200	6-10

*Sumber: Spesifikasi Bina Marga 2018*

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam spesifikasi campuran yaitu :

1. Komposisi umum campuran
2. Campuran aspal pada dasarnya terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan aspal. Dalam beberapa keadaan, tambahan bahan pengisi diperlukan untuk menjamin sifat campuran aspal yang disyaratkan.
3. Kadar campuran aspal

Kadar campuran aspal harus ditetapkan sehingga kadar aspal efektif harus tidak

kurang dari nilai minimum yang disyaratkan. Nilai kadar aspal yang ditetapkan berdasarkan atas data uji harus sesuai dengan persyaratan yang ada.

4. Proporsi komponen campuran

Kemampuan agregat untuk campuran harus ditetapkan dengan fraksi rancangan (*design fraction*). Fraksi rancangan tersebut umumnya tidak sama dengan proporsi takaran yang diperlukan dari agregat kasar, pasir dan bahan pengisi. Dalam menentukan pencampuran yang benar dari beberapa agregat yang tersedia serta bahan pengisi untuk menghasilkan fraksi rancangan yang diperlukan, maka gradasi dari masing-masing agregat yang tersedia dan bahan pengisi harus ditetapkan.

5. Formula campuran kerja (*Job Mix Formula*)

Jumlah total dan kandungan aspal efektif yang dinyatakan sebagai persentase berat dan campuran total yang ditetapkan pada saat campuran dikirim ketempat penghamparan harus dalam keadaan rentang komposisi umum dan batas-batas temperatur. Campuran kerja harus ditetapkan dan kualitas selanjutnya harus dikontrol dari segi fraksi rancangan untuk berbagai agregat.

6. Penerapan formula campuran dan toleransi

Seluruh campuran kerja yang tersedia harus memenuhi formula campuran kerja yang ditetapkan dalam batas toleransi yang disyaratkan di bawah ini:

a. Toleransi komposisi campuran

Gabungan agregat yang lolos saringan No. 8  $(2,36) \pm 5\%$  berat

keseluruhan. Gabungan agregat yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm)  $\pm 1,5\%$  berat campuran keseluruhan.

b. Toleransi temperatur

Material yang meninggalkan tempat percampuran  $\pm 10^{\circ}\text{C}$ , material yang diterima di tempat penghamparan  $\pm 10^{\circ}\text{C}$ .

7. Sifat campuran yang diperlukan

Bila diuji dengan alat Marshall, campuran HRS-WC harus memenuhi persyaratan yang ditentukan dalam Tabel 2.7 berikut ini:

**Tabel 2.7 Persyaratan Sifat Campuran HRS-WC**

Sifat-sifat Campuran		Lataston	
		Lapis Aus	Lapis Pondasi
Kadar aspal efektif (%)	Min	5,9	5,5
Jumlah tumbukan per bidang		50	
Rongga dalam campuran (%)	Min	4,0	
Rongga dalam campuran (%)	Maks		
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	18	17
Rongga terisi aspal (%)	Min.	68	
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	600	
Marshall Quotient (kg/mm)	Min.	250	
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, $60^{\circ}\text{C}$	Min	90	

*Sumber: Spesifikasi Bina Marga 2018*

## 2.9 Durabilitas

Pada lapis permukaan diperlukan untuk dapat menahan keausan yang terjadi akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan roda kendaraan. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi menurunnya sifat durabilitas suatu campuran adalah air. Jika suatu lapisan aspal terendam air, maka sifat durabilitasnya dinyatakan dengan parameter indeks

kekuatan sisa IKS, ( Bina Marga, SNI M-58-1990).

Pengujian perendaman *Marshall* bertujuan untuk menentukan ketahanan/Stabilitas dan kelelahan plastis (*flow*) dari campuran aspal. Durabilitas diperlukan pada lapisan permukaan perkerasan jalan, sehingga lapisan tersebut dapat bertahan terhadap pengaruh cuaca, air, perubahan temperatur atau keausan akibat gesekan kendaraan. Durabilitas lapisan dipengaruhi oleh tebalnya film atau selimut aspal, banyaknya pori dalam campuran, kepadatan dan kedap airnya campuran. Selimut aspal yang cukup akan membungkus aspal secara baik, sehingga lapisan akan kedap air serta lebih mampu menahan keausan. Besarnya pori yang tersisa dalam campuran setelah pemadatan akan mengakibatkan durabilitas lapisan menurun. (Destarino, 2019)

#### **2.10 Metode Perencanaan Campuran**

Perencanaan campuran tentunya diperlukan untuk memenuhi spesifikasi, sehingga diharapkan dapat menghasilkan campuran yang memenuhi kriteria yang baik dari agregat yang tersedia.

Metode perencanaan campuran yang umum di Indonesia adalah:  
(Sukirman, 1999)

##### **1. Metode Bina Marga**

Metode ini dikembangkan untuk kebutuhan di Indonesia oleh CQCMU (*Central Quality Control & Monitoring Unit*) Bina Marga. Perencanaan campuran dengan menggunakan Metode Bina Marga dimulai dari kadar aspal efektif yang tetap sesuai dengan yang telah ditetapkan dalam spesifikasi. Pencampuran agregat yang tersedia di lokasi divariasikan untuk

dapat memenuhi syarat rongga udara, tebal selimut aspal dan stabilitas. Jadi, pada metode ini rongga udara dalam campuran merupakan kriteria pokok bersama dengan kadar aspal efektif yang akhirnya menentukan tebal selimut aspal yang terjadi. Campuran dengan menggunakan metode ini mempunyai sifat durabilitas yang tinggi dan karenanya sering disebut sebagai campuran aspal dengan durabilitas yang tinggi.

## 2. Metode *Asphalt Institute*

Perencanaan campuran dengan metode ini bertitik tolak pada stabilitas yang dihasilkan. Oleh karena itu yang menjadi dasar adalah gradasi agregat campuran yang harus memenuhi Lengkung Fuller. Gradasi gabungan yang dipergunakan pada metode ini adalah agregat bergradasi baik atau menerus.

Dari data analisis butiran masing-masing jenis material, selanjutnya dapat direncanakan bagaimana komposisi perbandingan campuran gabungan yang memenuhi persyaratan gradasi.

Banyak cara untuk merencanakan komposisi perbandingan campuran. Cara tersebut adalah:

### a. Cara diagonal

Prinsip dan langkah dari cara diagonal adalah sebagai berikut:

- 1) Mengetahui gradasi ideal yang akan digunakan dari persyaratan gradasi yang ditentukan.
- 2) Menggambar empat persegi panjang dengan ukuran (10 x 20) cm pada *milimeter block*.
- 3) Membuat garis diagonal dari ujung kiri bawah ke ujung kanan atas.

- 4) Sisi vertikal menyatakan persen lolos saringan dengan skala 0 di bawah dan 100 di atas.
- 5) Dengan melihat spesifikasi ideal, tiap-tiap nilai ideal tersebut diletakkan pada garis diagonal berupa titik.
- 6) Dari tiap titik pada diagonal ditarik garis vertikal untuk menempatkan nomor-nomor saringan.
- 7) Digambar grafik gradasi dari masing-masing fraksi yang akan dicampur.
- 8) Untuk menentukan persentase agregat kasar, dilihat dari jarak antara grafik gradasi kasar terhadap tepi bawah dan jarak grafik sedang terhadap tepi atas yang harus sama pada suatu garis lurus.
- 9) Pada garis tersebut ditarik garis vertikal yang memotong garis diagonal. Kemudian dari titik potong ini ditarik garis horizontal yang memotong garis tepi, sehingga didapat persentase agregat kasar yang diperlukan.
- 10) Langkah 8 dan 9 diulangi untuk mendapatkan persentase agregat halus dan *filler*.

Setelah diperoleh komposisi dari setiap jenis fraksi agregat, dibuat suatu tabel hasil analisis gabungan agregat, dimana persentase masing-masing fraksi yang akan digunakan diperoleh dari hasil perkalian dengan persentase lolos untuk masing-masing nomor saringannya. Kemudian dijumlahkan untuk masing-masing nomor saringan lalu dilihat apakah gradasi tersebut sudah memenuhi

spesifikasi yang diisyaratkan sesuai jenis campuran yang akan dibuat.

Hasil penggabungan agregat diusahakan mendekati *ideal spec*. Jika melalui grafik diagonal belum tepat, maka digunakan cara coba-coba (*trial and error*), yaitu menentukan terlebih dahulu persentase dari masing-masing agregat (tanpa mengubah persen lolos), kemudian hasil penggabungan agregat diperoleh melalui perkalian persentase dengan persen lolos dari agregat. Selanjutnya hasil perkalian tersebut masing-masing dijumlahkan dan dilihat apakah hasilnya mendekati nilai *ideal spec*. Selanjutnya dibuat grafik penggabungan agregat dan grafik spesifikasinya, setelah itu dihitung berat masing-masing fraksi yaitu persentase fraksi dikali dengan kapasitas *mould*.

Berat masing-masing fraksi campuran ini, dibagi-bagi lagi berdasarkan ukuran saringan sesuai dengan persentase tertahan agregatnya yang akan digunakan untuk pembuatan briket benda uji.

b. Cara coba-coba

Prinsip dan langkah dari cara coba-coba adalah sebagai berikut:

- 1) Memahami batas gradasi yang disyaratkan.
- 2) Memasukkan data spesifikasi gradasi pada kolom spesifikasi unit.
- 3) Memasukkan persentase lolos saringan, masing-masing jenis batuan ke dalam persentase lolos.
- 4) Memasukkan spesifikasi ideal pada kolom *target value*, yaitu nilai salah satu dari spesifikasi ideal yang disyaratkan.

- 5) Mengambil dari salah satu spesifikasi ideal dengan jenis yang ada, dalam hal ini agregat kasar, sedang dan halus kemudian dicampur ketiganya dengan jumlah 100% dan nilai gabungannya mendekati nilai spesifikasi ideal yang kita ambil tadi.
- 6) Jika sudah mendekati salah satu nilai spesifikasi ideal dari ketiga agregat, yang lain dihitung atau digabung dengan persentase yang sama. Sehingga dapat dipergunakan sebagai gradasi untuk campuran aspal panas.

c. Cara grafis

Prinsip dan langkah dari cara grafis adalah sebagai berikut:

- 1) Membuat kotak dengan ukuran bujur sangkar (10 x 10) cm sebanyak dua buah pada *milimeter block*.
- 2) Untuk sisi kiri merupakan persen agregat kasar.
- 3) Plot pada garis paling tepi titik-titik dari masing-masing nomor saringan untuk agregat sedang.
- 4) Gabungkan masing-masing titik/nomor saringan yang sama.
- 5) Pada garis-garis penghubung tersebut ditentukan batas spesifikasi.
- 6) Tentukan batas maksimum dan minimum yang paling dekat terhadap garis agregat kasar dan agregat sedang yang paling dekat.
- 7) Dari batas maksimum dan minimum tersebut ditarik garis vertikal.

- 8) Tarik yang membagi membatasi dua daerah maksimum dan minimum sehingga dari garis ini, dapat ditentukan persen agregat kasar dan halus.
- 9) Pada bujur sangkar yang ke dua tarik garis mendatar untuk memindahkan nomor-nomor saringan.
- 10) Pada garis sisi kanan sebagai agregat halus, tentukan titik-titik pada garis tersebut sesuai ukuran saringan.
- 11) Hubungkan kedua titik pada garis agregat kasar dan agregat halus serta agregat sedang.
- 12) Cari harga maksimum dan minimum yang mempunyai jarak terdekat.
- 13) Tarik garis vertikal dari masing-masing titik maksimum dan minimum tersebut.
- 14) Tarik garis pembagi dua, sehingga dapat ditentukan persentase agregat kasar, agregat sedang dan agregat halus.

Setelah didapat perbandingan komposisi dari masing-masing agregat maka selanjutnya akan dibuat beberapa contoh campuran dengan variasi kadar aspal. Bruce Marshall mengembangkan suatu metode untuk pembuatan dan pengujian benda uji. Metode inilah yang akhirnya dikenal dengan istilah “Metode *Marshall*”.

Pemeriksaan terhadap benda uji (briket) dilakukan dengan alat *Marshall* untuk menentukan ketahanan/Stabilitas terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran aspal dan agregat. Alat *Marshall* merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan cincin penguji (*proving ring*) yang berkapasitas 2.500 kg

atau 5.000 pon. *Proving ring* dilengkapi dengan arloji pengukur Stabilitas campuran dan terdapat pula arloji lelehan (*flow meter*) untuk mengukur *flow*.

### 2.11 Metode *Marshall*

Metode *Marshall* Rancangan campuran berdasarkan metode *Marshall* ditemukan oleh Bruce Marshall, dan telah distandarisasi oleh ASTM ataupun AASHTO melalui beberapa modifikasi, yaitu ASTM D 1559-76, atau AASHTO T-245-90. Prinsip dasar metode *Marshall* adalah pemeriksaan:

1. Stabilitas (*Stability*).

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan aspal maksimum menahan beban hingga terjadi kelelahan plastis atau perubahan bentuk, seperti gelombang, *bleeding* dan alur.

2. Kelelahan (*Flow*).

Kelelahan adalah perubahan bentuk plastis suatu campuran aspal yang terjadi akibat beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam mm atau 0,01". Nilai *flow* juga diperoleh dari hasil pembacaan pada Alat *Marshall* test sewaktu melakukan Pengujian *Marshall*.

3. *Voids In Mixture* (VIM)

Rongga di dalam campuran (VIM) adalah parameter yang menunjukkan volume rongga yang berisi udara didalam campuran beraspal, dinyatakan dalam % volume.

4. *Voids Filled Bitumen* (VFB)

VFB (rongga terisi aspal) adalah bagian dari volume rongga di dalam agregat (VMA) yang terisi aspal efektif, dinyatakan dalam % volume. dalam satu kg/mm atau kN/mm.

5. Berat isi

Berat isi adalah perbandingan campuran beraspal dalam kepadatan benda uji yang sudah tercampur fraksi-fraksi antar agregat dan kadar aspal.

6. Durabilitas (*Durability*)

Uji durabilitas campuran ini dilakukan dengan meninjau besaran nilai stabilitas pada Uji *Marshall* setelah dilakukan perendaman. Prosedur pengujian mengikuti rujukan SNI M-58-1990. Untuk mengevaluasi keawetan campuran dapat diketahui dengan Indeks kekuatan sisa yang membandingkan stabilitas yang direndam dengan stabilitas standar.

Dari nilai stabilitas *Marshall* yang diperoleh, dapat ditemukan dengan rumus:

a. Indeks kekuatan sisa (IKS) *Marshall*

$$IKS = \frac{S_2}{S_1} \times 100\% \quad (2.2)$$

Keterangan :

S<sub>1</sub> adalah Nilai rata-rata stabilitas *Marshall* setelah perendaman selama T<sub>1</sub> menit (Kg)

S<sub>2</sub> adalah Nilai rata-rata stabilitas *Marshall* setelah perendaman selama T<sub>2</sub> menit (Kg)

IKS adalah Indeks kekuatan sisa (%).

Nilai IKS yang disyaratkan oleh Bina Marga 2018 adalah minimum 90%. Nilai tersebut menandakan bahwa campuran aspal masih dianggap cukup tahan terhadap kerusakan yang ditimbulkan oleh pengaruh air.

## 2.12 Rumus Campuran Rancangan (*Design Mix Formula*)

Kadar aspal total dalam campuran laston adalah kadar aspal efektif yang membungkus atau menyelimuti butir-butir agregat yang mengisi pori antara agregat ditambah dengan kadar aspal yang akan terserap masuk ke dalam pori masing-masing butir. Untuk rancangan campuran di laboratorium dipergunakan kadar aspal tengah/ideal. Kadar aspal tengah yaitu nilai tengah dari rentang kadar aspal dalam spesifikasi campuran. Perkiraan awal kadar aspal rancangan dapat diperoleh dari rumus:

$$P_b = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%Filler) + \text{Konstanta} \dots(2.1)$$

Keterangan:

$P_b$  adalah kadar aspal

CA adalah *Coarse Aggregate* (agregat kasar)

FA adalah *Fine Aggregate* (agregat halus)

*Filler* adalah abu batu

Konstanta adalah 2,0-3,0 untuk laston

## 2.13 Proses Pembuatan HRS-WC di Lapangan

### 1. Umum

Perkerasan *HRS-WC* merupakan lapisan permukaan yang terletak paling atas dan berfungsi sebagai lapis aus, walaupun bersifat nonstruktural.

### 2. Peralatan yang digunakan

- a. *Wheel Loader*
- b. *Asphalt Mixing Plant (AMP)*

- c. *Generator Set*
- d. *Dump Truck*
- e. *Asphalt Finisher*
- f. *Tandem Roller*
- g. *Pneumatic tire Roller*

### 3. Langkah Kerja

Metoda kerja dari pekerjaan ini adalah sebagai berikut:

- a. Sebelum melakukan pekerjaan harus dibuat *request* dan diserahkan kepada direksi untuk disetujui.
- b. Menyerahkan hasil pengujian material (*Job Mix Design*) material *hot mix* HRS-WC yang akan digunakan dan komposisi harus sesuai Spesifikasi teknik yang disyaratkan.
- c. Sebelum pelaksanaan pekerjaan HRS-WC diolah menggunakan AMP.
- d. Material aspal dimasukkan ke dalam ketel aspal, material batu pecah, *filler* dimasukkan ke dalam *cold bin* AMP sedang bahan anti pengelupasan dimasukkan pada tempat tersendiri.
- e. Material aspal, batu pecah, *filler*, dan aditif anti pengelupasan dimasak/ diolah di dalam AMP sesuai dengan komposisi yang ada dalam spek sehingga menjadi aspal HRS-WC.
- f. Material hot mix HRS-WC dimuat langsung ke dalam *dump truck* dan diangkut ke lokasi pekerjaan.
- g. Material HRS-WC dihampar dengan alat *asphalt finisher* dan dipadatkan dengan alat tandem *roller* dengan lintasan minimum sesuai spesifikasi teknik, kemudian dipadatkan kembali dengan

menggunakan alat *pneumatic tire roller* dengan lintasan sesuai hasil *trial* dan dipadatkan *finishing* dengan alat *tadem roller*.

- h. Selama pemadatan, sekelompok pekerja akan merapihkan tepi hamparan dengan menggunakan alat bantu.
- i. Setelah penghamparan dan pemadatan selesai dilaksanakan pengambilan sample dengan *core drill* untuk diuji di laboratorium agar diketahui ketebalan dan *density*-nya.

#### 2.14 Kajian Terhadap Penelitian Terdahulu

Sebelum Analisa “Karakteristik Marshall pada campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* Dengan Menggunakan Bahan Tambah Plastik Bekas *High Density Polyethylene (HDPE)*” dilakukan, sebenarnya telah ada beberapa penelitian terdahulu yang cukup erat kaitannya dengan penelitian ini.

Penelitian-penelitian tersebut diantaranya adalah sebagai berikut :

Dalam penelitian Sepriskha Diansari (2016) aspal modifikasi direncanakan dengan penambahan plastik Low Linier Density Polyethylene (LLDPE) yakni sebagai salah satu cara peningkatan mutu pada perkerasan lentur ditinjau dengan peningkatan nilai stabilitas campuran aspal dan flow, serta pengurangan plastik Low Linier Density Polyethylene (LLDPE) yang sulit terurai dan peningkatan nilai ekonomis. Dari hasil penelitian didapatkan grafik stabilitas pada bentuk grafik menyerupai para bola dengan adanya titik maksimum sebagai puncak, sehingga semakin tinggi penambahan kadar Low Linier Density Polyethylene (LLDPE) maka nilai stabilitasnya bertambah.

Yance (2017) dalam penelitian Tugas Akhir berjudul “kajian Laboratorium *Open Graded Asphalt (OGA)* menggunakan agregat Hampangen dan bahan

tambah *High Density Polyethylene (HDPE)* dan suhu rendaman ditingkatkan”. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar kadar aspal optimum, bahan tambah optimum, suhu optimum dan nilai karakteristik Marshall dengan menggunakan agregat Hampangen dan *High Density Polyethylene (HDPE)* sebagai bahan tambah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini berupa pengujian Laboratorium, melalui pengujian Marshall tahap 1, tahap 2 dan tahap 3. Pengujian tahap 1 ditujukan untuk mendapatkan kadar aspal optimum (KAO) dari komposisi yang direncanakan dengan variasi kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5%. Pengujian tahap 2 dilakukan menggunakan komposisi KAO yang diperoleh dari tahap 1 terhadap variasi bahan tambah 2%, 4%, 6% dan 8%. Pengujian tahap 3 dilakukan menggunakan komposisi KAO, bahan tambah optimum dan menggunakan variasi suhu rendaman 60°C, 65°C, 70°C dan 75°C. Berdasarkan hasil penelitian material yang digunakan, didapat komposisi agregat campuran dengan proporsi batu pecah 1-2 sebesar 40%, batu pecah ½-1 sebesar 60%. Dari pengujian Marshall 1 diperoleh nilai kadar aspal optimum (KAO) sebesar 5,41%. Pengujian Marshall 2 diperoleh nilai bahan tambah optimum 1,67%. Pengujian Marshall 3 diperoleh suhu optimum 62,5°C dimana hasil nilai karakteristik Marshall masih memenuhi persyaratan AAPA

Yusrizal Yahya (2018) dalam penelitian Tugas Akhir berjudul “Analisis Karakteristik Marshall Campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* Menggunakan Bahan Tambah Plastik Bekas Jenis *Polyethylene Terephthalate (PET)*” Penelitian ini dilakukan untuk memanfaatkan limbah plastik dengan menggunakannya sebagai bahan tambah pada campuran aspal panas lapis aus

(HRS-WC). Mencampur sampah plastik ke dalam konstruksi jalan raya mempunyai dua tujuan, yaitu mengurangi sampah plastik dan meningkatkan kualitas jalan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik parameter Marshall akibat penambahan *PET* (*Polyethylene Terephthalate*) pada campuran aspal panas lapis aus (HRS-WC) menggunakan metode Marshall dan mengacu kepada (Spesifikasi Bina Marga, 2010). Penelitian ini dilakukan dengan menambahkan potongan *PET* pada campuran aspal menggunakan cara kering. Sebelum menambahkan *PET* pada campuran aspal, terlebih dahulu membuat benda uji dari gradasi batas tengah dan gradasi batas atas. Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yang diperoleh pada kedua kelompok benda uji yaitu sebesar 7,30 %. Selanjutnya dilakukan penambahan *PET* pada campuran aspal pada nilai KAO tersebut. Kadar *PET* yang ditambahkan pada campuran yaitu 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% dari berat aspal. Berdasarkan hasil penelitian terhadap parameter karakteristik Marshall dengan variasi kadar bahan tambah plastik bekas *PET*. Didapatkan kadar penambahan plastik optimum sebesar 7,80%. Nilai parameter karakteristik Marshall pada Kadar Aspal Optimum (KAO) dan penambahan kadar plastik optimum menghasilkan stabilitas sebesar 1010 kg, *flow* sebesar 3,40 mm, rongga dalam campuran (VIM) sebesar 4,20%, rongga terisi aspal (VFB) sebesar 80,50% dan hasil bagi Marshall (MQ) sebesar 297,50 kg. Karena selain nilai stabilitasnya tinggi, Parameter Marshall seperti *VIM*, *VFA*, *VMA*, *MQ* dan *Flow* juga telah memenuhi syarat Spesifikasi Bina Marga 2010.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Umum**

Penelitian ini menggunakan metode uji laboratorium. Sebelum digunakan, material terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan terhadap agregat di laboratorium untuk mendapatkan karakteristik masing-masing material tersebut. Data hasil pengamatan di laboratorium selanjutnya digunakan untuk perencanaan campuran. Selanjutnya dapat diketahui karakteristik campuran tersebut.

#### **3.2 Pengambilan Material**

Material berupa agregat yang berasal dari Base Camp AMP (*Asphalt Mixing Plant*) PT. Amin Permai jalan Sutoyo S, No.16 Mentawa Baru Hulu, Mentawa Baru Ketapang, Sampit. Sampel diambil dengan jumlah secukupnya pada lokasi pengambilan sampel tersebut dan selanjutnya akan dilakukan pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat.

#### **3.3 Pengambilan Data Sampel**

Pengambilan data dilakukan dengan membuat briket/benda uji sebanyak 60 buah. Benda uji tersebut dibagi dalam 2 kali percobaan. Percobaan pertama, dibuat 15 briket/benda uji yang terdiri dari masing – masing 3 komposisi. Dan dipilih 1 komposisi terbaik yang mendekati spesifikasi dengan 5 variasi kadar aspal. Tiap variasi kadar aspal dibuat 3 buah briket/benda uji yang kemudian hasilnya dirata-

ratakan untuk kemudian didapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO).. Percobaan kedua, Kadar Aspal Optimum (KAO) yang didapat pada percobaan pertama dipergunakan sebagai kadar aspal untuk memuat 15 buah briket/benda uji, yang terdiri dari 5 variasi persentase berat plastik *Polypropylene* (PP) terhadap berat aspal yang diperoleh dari Kadar Aspal Optimum (KAO) dengan bahan tambah berat plastik persentase 2%, 4%, 6%, 8% dan 10%. Tiap variasi persentase berat plastik dibuat 3 buah briket/benda uji. Pembuatan dan pengujian briket/benda uji ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

#### **3.4 Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Agregat yang digunakan berasal dari Base Camp AMP (*Asphalt Mixing Plant*) PT. Amin Permai jalan Sutoyo S, No.16 Mentawa Baru Hulu, Mentawa Baru Ketapang, Sampit
2. Aspal yang digunakan sebagai bahan pengikat adalah aspal dengan penetrasi 60/70.
3. Bahan tambah yang digunakan adalah limbah plastik botol kosmetik yang termasuk dalam jenis plastik *High Density Polyethylene* (HDPE).

#### **3.5 Alat-Alat Penelitian**

1. Alat-alat untuk pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat.
  - a. Pemeriksaan gradasi agregat

Peralatan yang digunakan dalam pemeriksaan gradasi agregat adalah sebagai berikut:

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,2% dari benda uji, berguna untuk menimbang bahan.
  - 2) Satu set saringan meliputi saringan dengan ukuran 19 mm (3/4"), 12,5 mm (1/2"), 9,5 mm (3/8"), 2,36 mm (No.8), 0,70 mm (No.30) dan 0.075 mm (No.200).
  - 3) Oven, mesin pengguncang saringan, *stopwatch*, talam-talam, kuas, sikat, sendok dan alat-alat lainnya.
- b. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat
- 1) Berat jenis dan penyerapan agregat agregat kasar.  
Peralatan yang digunakan dalam pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar adalah sebagai berikut:
    - a) Keranjang kawat yang berukuran 3,35 mm atau 2,36 mm (No. 6 atau No.8) dengan kapasitas kira-kira 5 kg. Keranjang berguna untuk meletakkan sampel dan tempat mengayak dari sisa air.
    - b) Tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai untuk pemeriksaan, berguna untuk merendam bahan uji.
    - c) Timbangan dengan kapasitas 5 kg dan dilengkapi dengan alat pengantung keranjang. Berguna untuk menimbang bahan yang akan di uji.
    - d) Oven yang dilengkapi dengan pengaturan suhu sampai  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ , dan alat pemisah contoh dan saringan No. 4.

2) Berat jenis dan penyerapan agregat halus

Peralatan yang digunakan dalam pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus adalah sebagai berikut:

- a) Timbangan dengan kapasitas 500 gram–1000 Gram atau lebih, piknometer dengan kapasitas 500 ml, kerucut terpancung dengan diameter  $(90\pm 3)$  mm. Peralatan yang digunakan diatas berguna untuk pemeriksaan jenis. Timbangan untuk menimbang bahan, piknometer untuk mengukur massa jenis atau densitas fluida dan kerucut terpancung untuk mengisikan benda uji.
- b) Batang penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata, berat  $(340\pm 1)$  kg dengan diameter permukaan penumbuk  $(25\pm 3)$  mm. Berguna untuk memadatkan benda uji yang dimasukan ke dalam kerucut terpancung.
- c) Saringan No. 4, talam, bejana tempat air, oven pengukur suhu, tungku pemanas (*hot plate*), *stop watch* dan lap bersih.

c. Pengujian keausan agregat kasar

Peralatan yang digunakan dalam pengujian keausan agregat kasar adalah sebagai berikut:

- 1) Mesin abrasi Los Angeles dan bola-bola baja dengan diameter rata-rata 4,68 cm dan berat masing-masing antara

400 gram sampai dengan 440 gram sebanyak 11 buah. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui angka keausan yang dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lolos saringan No. 12 terhadap berat semula dalam persen.

- 2) Saringan No. 12 dan saringan-saringan lainnya, berguna untuk menyaring bahan sesuai dengan ketentuan lolos saringan.
  - 3) Timbangan dan oven dengan pengaturan suhu, berguna untuk menimbang bahan dan oven berguna sebagai pengering benda uji sampai suhu yang sudah ditentukan.
- d. Pemeriksaan kadar lempung pada agregat halus
- Peralatan yang digunakan dalam pemeriksaan kadar lempung pada agregat halus adalah sebagai berikut:
- 1) Tabung *sand equivalent*, beban *equivalent* dan larutan standar. Berguna untuk mengetahui kadar lempung yaitu dengan memasukan bahan ke dalam tabung *sand equivalent*, kemudian dimasukan larutan standar.
  - 2) Talam, saringan No. 4, sumbut karet gabus, corong dan *stop watch*. Talam berfungsi sebagai tempat menaruh sampel, saringan No. 4 sebagai pemeriksaan ini untuk agregat yang lolos saringan No. 4, karet gabus berfungsi sebagai penutup tabung *sand equivalent* ketika dikocok dan

*stopwatch* berfungsi sebagai pengukur waktu ketika tabung tabung *sand equivalent* dikocok.

2. Alat pembuatan dan pemeriksaan benda uji.

a. Pembuatan benda uji

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan benda uji adalah sebagai berikut:

- 1) Sejumlah cetakan benda uji berbentuk silinder yang berdiameter 10 cm (4") dan tinggi 7,5 cm (3") lengkap dengan pelat alas dan leher sambung. Berfungsi untuk cetakan benda uji dan pelat alas sebagai alas benda uji.
- 2) Alat pengukur benda.
- 3) Penumbuk yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder dengan berat 4,536 kg dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm. Berfungsi untuk menumbuk benda uji dengan ketinggian yang telah ditentukan.
- 4) Landasan pemadat terdiri dari balok kayu dan dilapisi dengan pelat baja.
- 5) Oven dengan pengatur suhu, kompor, timbangan, wajan, talem-talem, sendok pengaduk, termometer, kertas saring dan sarung tangan.

b. Pemeriksaan benda uji

Peralatan yang digunakan dalam pemeriksaan benda uji adalah sebagai berikut:

- 1) Timbangan yang dilengkapi dengan keranjang pengantung berkapasitas 5 kg. Berguna untuk menimbang benda uji.
- 2) Bak perendam yang dilengkapi dengan pengatur suhu. Berguna untuk tempat merendam benda uji.
- 3) Alat *Marshall* yang dilengkapi dengan:
  - a) Kepala penekan (*breaking head*) berbentuk lengkung. Berguna untuk menekan benda uji agar diketahui nilai tekanannya.
  - b) *Proving ring* berkapasitas 2.500 kg atau 5.000 pound dilengkapi dengan arloji (*dial*) tekan dengan ketelitian 0,0025 mm. Digunakan untuk mengukur nilai Stabilitas.
  - c) *Proving ring* berkapasitas 2.500 kg atau 5.000 pound dilengkapi dengan arloji (*dial*) tekan dengan ketelitian 0,0025 mm. Digunakan untuk mengukur nilai Stabilitas.
  - d) Arloji pengukur *flow* dengan ketelitian 0.25 beserta kelengkapannya. Berguna untuk mengukur tingkat kelelahan benda uji.

### 3. Pengujian Aspal

#### 1. Uji penetrasi aspal

Peralatan yang digunakan dalam uji penetrasi aspal adalah sebagai berikut:

- 1) Ada dua macam penetrometer yaitu penetrometer manual dan penetrometer otomatis. Perbedaan kedua penetrometer ini terletak pada:

- i. Pengukur waktu. Pada penetrometer manual diperlukan stopwatch sedangkan pada penetrometer otomatis tidak diperlukan stopwatch karena pengukur waktu otomatis sudah terangkai dalam alat penetrometer.
- ii. Saat pengujian tombol pada pemegang jarum penetrometer manual harus ditekan selama  $5 \pm 0,1$  detik sampai waktu ditentukan, sedangkan tombol pada pemegang jarum penetrometer otomatis ditekan hanya pada saat permulaan pengujian yang akan berhenti secara otomatis setelah waktu yang ditentukan ( $5 \pm 0,1$  detik)

Kedua alat ini terdiri dari:

- a) alat penetrometer yang dapat melepas pemegang jarum untuk bergerak secara vertikal tanpa gesekan dan dapat menunjukkan kedalaman masuknya jarum ke dalam benda uji sampai 0,1 mm terdekat
- b) berat pemegang jarum  $47,5 \text{ gram} \pm 0,05 \text{ gram}$ . Berat total pemegang jarum beserta jarum  $50 \text{ gram} \pm 0,05 \text{ gram}$ . Pemegang jarum harus mudah dilepas dari penetrometer untuk keperluan pengecekan berat
- c) penetrometer harus dilengkapi dengan *waterpass* untuk memastikan posisi jarum dan pemegang jarum tegak ( $90^\circ$ ) ke permukaan
- d) berat beban  $50 \text{ gram} \pm 0,05 \text{ gram}$  dan  $100 \text{ gram} \pm 0,05 \text{ gram}$  sehingga dapat digunakan untuk mengukur penetrasi dengan berat total 100 gram atau 200 gram sesuai dengan kondisi pengujian yang diinginkan

## 2) Jarum penetrasi

- a) harus terbuat dari *stainless steel* dan dari bahan yang kuat, *Grade 440-C* atau yang setara, HRC 54 sampai 60. Ukuran dan bentuk jarum seperti tertera pada Gambar 1 Lampiran A
- b) jarum standar memiliki panjang sekitar 50 mm sedangkan jarum panjang memiliki panjang sekitar 60 mm (2,4 in)
- c) diameter jarum antara 1,00 mm sampai dengan 1,02 mm
- d) ujung jarum berupa kerucut terpancung dengan sudut antara  $8,7^\circ$  dan  $9,7^\circ$
- e) ujung jarum harus terletak satu garis dengan sumbu badan jarum
- f) perbedaan total antara ujung jarum dengan permukaan yang lurus tidak boleh melebihi 0,2 mm
- g) diameter ujung kerucut terpancung 0,14 mm sampai 0,16 mm dan terpusat terhadap sumbu jarum
- h) ujung jarum harus runcing, tajam dan halus
- i) panjang bagian jarum standar yang tampak harus antara 40 sampai 45 mm sedangkan untuk jarum panjang antara 50 mm - 55 mm (1,97 - 2,17 in)
- j) berat jarum harus 2,50 gram  $\pm$  0,05 gram
- k) jarum penetrasi yang akan digunakan untuk pengujian mutu aspal harus memenuhi kriteria tersebut di atas disertai dengan hasil pengujian dari pihak yang berwenang

## 3) Cawan benda uji

Terbuat dari logam atau gelas yang berbentuk silinder dengan dasar yang rata dan berukuran sebagai berikut:

- a) Untuk pengujian penetrasi di bawah 200 diameter 55 mm tinggi bagian dalam 35 mm
- b) Untuk pengujian penetrasi antara 200 dan 350 diameter 55 mm - 75 mm tinggi bagian dalam 45 mm - 70 mm
- c) Untuk pengujian penetrasi antara 350 dan 500 diameter 55 mm tinggi bagian dalam 70 mm

4) Bak Perendam

Terdiri dari bejana dengan isi tidak kurang dari 10 liter dan dapat mempertahankan temperatur  $25^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$  atau temperatur lain dengan ketelitian tidak lebih dari  $0,1^{\circ}\text{C}$ . Bejana atau bak perendam harus dilengkapi dengan pelat dasar berlubang yang terletak tidak kurang dari 50 mm di atas dasar bejana dan tidak kurang dari 100 mm di bawah permukaan air dalam bejana. Apabila pengujian dilakukan dalam bak perendam maka harus dilengkapi dengan penahan yang cukup kuat untuk dudukan penetrometer. Air perendam dapat ditambah garam apabila diinginkan pengujian pada temperatur rendah. Ujung termometer direndam pada batas pelat dasar dalam bak perendam.

5) *Transfer dish*

*Transfer dish* harus mempunyai isi tidak kurang dari 350 ml dan cukup tinggi untuk dapat merendam cawan benda uji ukuran besar. *Transfer dish* harus disertai dudukan, antara lain kaki tiga, agar cawan benda uji tidak bergerak selama pengujian.

6) Pengatur waktu

Untuk penetrometer yang dijalankan secara manual dapat digunakan pengukur waktu apa saja seperti *stopwatch* atau pengatur waktu elektrik yang terkalibrasi dan mempunyai skala terkecil 0,1 detik atau kurang dengan kesalahan tertinggi 0,1 detik untuk setiap 60 detik. Untuk penetrometer otomatis kesalahan tidak boleh lebih dari 0,1 detik.

#### 7) Termometer

Termometer harus dikalibrasi dengan maksimum kesalahan skala tidak melebihi  $0,1^{\circ}\text{C}$  atau dapat juga digunakan pembagian skala termometer lain yang sama ketelitiannya dan kepekaannya. Termometer harus sesuai dengan SNI 19-6421-2000 *Spesifikasi Standar Termometer*. Termometer yang digunakan untuk bak perendam harus dikalibrasi secara periodik dengan cara sesuai ASTM E77.

#### d. Uji Daktilitas Aspal

Peralatan yang digunakan dalam uji daktilitas aspal adalah sebagai berikut:

- 1) Termometer
- 2) Cetakan daktilitas kuning
- 3) Bak perendam isi 10 liter, yang menjaga suhu tertentu selama pengujian dengan ketelitian  $0,1^{\circ}\text{C}$ , dan benda uji dapat terendam sekurang-kurangnya 100 m dibawah permukaan air; bak tersebut dilengkapi dengan pelat dasar berlubang yang

diletakkan 50 mm dari dasar bak perendam untuk meletakkan benda uji

- 4) Mesin uji ketentuan sebagai berikut:
  - a) Dapat menarik benda uji dengan kecepatan yang tetap
  - b) Dapat menjaga benda uji tetap terendam dan tidak menimbulkan getaran selama pemeriksaan
- 5) bahan methyl alkohol teknik atau glycerin teknik

e. Uji Titik Nyala Aspal

Peralatan yang digunakan dalam uji titik nyala aspal adalah sebagai berikut:

- 1) Alat cleveland open cup terdiri dari: cawan cleveland, pelat pemanas, nyala api penguji, pemanas dan penyangga
- 2) Termometer dengan rentang pengukuran – 6°C sampai dengan 400°C
- 3) Barometer, untuk mengukur tekanan udara
- 4) Aspal
- 5) Pelarut pembersih, umumnya adalah bahan yang mudah terbakar terdiri dari: *acetone*, *toluol*, *xylol* dan minyak tanah

### 3.6 Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dimulai selama  $\pm$  2 bulan bertempat di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

### 3.7 Cara Penelitian

#### 1. Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisik Agregat

Pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat harus dilakukan pada suatu perencanaan campuran yang akan dipergunakan pada lapisan perkerasan. Agregat dapat digunakan untuk bahan perkerasan, apabila telah melalui pemeriksaan dan memenuhi persyaratan spesifikasi yang telah ditetapkan.

Pemeriksaan terhadap agregat tersebut dilakukan untuk memperoleh data yang akan digunakan pada perencanaan campuran. Data yang diperlukan dalam perencanaan campuran meliputi: data gradasi agregat, berat jenis, dan penyerapan agregat, keausan agregat dan kadar lempung yang terkandung dalam agregat.

#### 2. Pemeriksaan Gradasi Agregat

Pada metode pemeriksaan gradasi agregat kasar maupun halus menggunakan standar pemeriksaan yaitu SNI 03-1968-1190. Peralatan yang digunakan adalah timbangan, satu set saringan, oven, alat pemisah contoh, mesin pengguncang saringan, *stop watch*, talam, kuas sikat, sendok dan lain-lain.

Adapun langkah-langkah pemeriksaan gradasi agregat adalah sebagai berikut:

- a. Sampel dikeringkan dalam oven dengan suhu  $\pm 110^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap selama  $\pm 24$  jam.
- b. Sampel ditimbang sesuai kebutuhan masing-masing 1 kg untuk agregat kasar dan agregat halus (abu batu). khusus untuk kombinasi,

sampel ditimbang masing-masing 500 gram dari masing-masing asal lokasi agregat, kemudian dicampur menjadi 1 kg.

- c. Sampel dicuci sampai bersih, kemudian air dibuang secara hati-hati di atas saringan No. 200, agregat yang tertahan pada saringan dikembalikan pada wadah pencucian.
- d. Sampel dikeringkan sampai berat tetap dalam oven dengan suhu  $\pm 110^{\circ}\text{C}$ .
- e. Saring sampel lewat satu set saringan. Saringan dengan nomor saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan mesin penguncang saringan selama  $\pm 15$  menit, kemudian diamkan selama  $\pm 5$  menit.
- f. Sampel yang tertahan pada setiap nomor saringan masing-masing ditimbang dan selanjutnya dilakukan perhitungan persentase berat sampel pada masing-masing saringan terhadap berat total sampel setelah disaring.

### 3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

Pada metode pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar menggunakan standar pemeriksaan yaitu SNI 03-1969-1190.

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar dibagi atas:

- 6) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar  
Pemeriksaan ini dilakukan dengan maksud untuk menentukan berat jenis kering oven, berat jenis kering dipermukaan jenuh atau SSD, berat jenis semu dan penyerapan agregat kasar. Sampel yang digunakan dalam pemeriksaan ini adalah agregat

yang lolos saringan 1” dan tertahan saringan No. 8. Peralatan yang digunakan dalam pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar adalah sebagai berikut:

- a) Keranjang kawat yang berukuran 3,35 mm atau 2,36 mm (No. 6 atau No. 8) dengan kapasitas kira-kira 5 kg.
- b) Tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai untuk pemeriksaan.
- c) Timbangan dengan kapasitas 5 kg dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
- d) Oven yang dilengkapi dengan pengaturan suhu sampai  $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$  dan alat pemisah contoh saringan No. 8.

Adapun prosedur pelaksanaan dari pemeriksaan ini adalah sebagai berikut:

- a) Timbang sampel kering seberat 5 kg.
- b) Cuci sampel sampai bersih dengan hati-hati supaya tidak ada yang terbuang.
- c) Keringkan sampel dalam oven dengan suhu  $\pm 110^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 24$  jam.
- d) Keluarkan sampel dan dinginkan selama 1-3 jam pada suhu ruang, kemudian timbang dan catat beratnya sebagai (Bk).
- e) Rendam sampel dalam air selama  $\pm 24$  jam.

- f) Keluarkan sampel dari dalam air, kemudian keringkan/anginkan sampai sampel kering permukaan jenuh.
- g) Timbang sampel kering permukaan jenuh dan catat beratnya sebagai ( $B_j$ ).
- h) Timbang sampel dalam air dan catat beratnya sebagai ( $B_a$ ).

Perhitungan berat jenis dapat dilakukan dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$B_j. \text{ Kering Oven (bulk)} = \frac{B_k}{B_j - B_a} \dots\dots\dots (3.1)$$

$$B_j. \text{ Kering Permukaan (SSD)} = \frac{B_j}{B_j - B_a} \dots\dots\dots (3.2)$$

$$B_j. \text{ Semu (apparent)} = \frac{B_k}{B_k - B_a} \dots\dots\dots (3.3)$$

$$\text{Penyerapan Agregat} = \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\% \dots\dots\dots (3.4)$$

7) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus

Pada metode pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus menggunakan standar pemeriksaan yaitu SNI 03-1970-1190. Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis kering oven, berat jenis kering permukaan jenuh atau SSD, berat jenis semu dan penyerapan air agregat halus. Sampel yang digunakan dalam pemeriksaan ini adalah agregat yang lolos saringan No. 8. Peralatan yang digunakan dalam pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus adalah sebagai berikut:

- 1) Timbangan dengan kapasitas 1 kg atau lebih, piknometer dengan kapasitas 500 ml, kerucut terpancung dengan diameter bagian atas  $(40\pm 3)$  mm dan diameter bagian bawah  $(90\pm 3)$  mm.
- 2) Batang penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata, berat  $(340\pm 1)$  kg, dengan diameter permukaan penumbuk  $(25\pm 3)$  mm.
- 3) Saringan No. 8, talam, bejana tempat air, oven, pengukur suhu, tungku pemanas (*hot plate*), *stopwatch* dan lap bersih.

Adapun prosedur pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut:

- a) Timbang sampel kering sebanyak 500 gram–1000 gram.
- b) Rendam sampel dalam air selama  $\pm 24$  jam.
- c) Buang air perendam dengan hati-hati supaya butiran tidak ada yang hilang.
- d) Tebarkan sampel di atas talam, keringkan di udara panas dengan cara membolak-balik sampel. Lakukan pengeringan sampai terjadi keadaan kering permukaan jenuh.
- e) Periksa sampel pada keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisikan sampel ke dalam kerucut terpancung dalam tiga lapis dan padatkan 25 tumbukan.

- f) Angkat kerucut terpancung, keadaan kering permukaan jenuh tercapai bila sampel mengalami keruntuhan akan tetapi masih dalam keadaan tercetak.
- g) Timbang sampel seberat 500 gram dan masukan ke dalam piknometer.
- h) Isi piknometer dengan air suling sampai sampel terendam seluruhnya.
- i) Letakkan piknometer di atas pelat pemanas kemudian didihkan selama 10 menit untuk mengeluarkan udara yang terserap di dalam sampel. Dinginkan piknometer
- j) yang berisi sampel dan rendam piknometer dalam air dengan suhu  $25^{\circ}\text{C}$  sampai suhu di dalam piknometer menunjukkan  $25^{\circ}\text{C}$ .
- k) Tambahkan air suling sampai tanda batas kalibrasi dan keringkan bagian luar piknometer dengan lap bersih, kemudian timbang piknometer yang berisi sampel dan air suling (Bt).
- l) Keluarkan sampel dan keringkan dalam oven dengan suhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam.
- m) Keluarkan sampel dalam oven, dinginkan kemudian ditimbang (Bk).
- n) Isi piknometer dengan air suling sampai batas kalibrasi dan timbang (B).

Perhitungan berat jenis dan penyerapan agregat halus dapat dilakukan

dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Bj. Kering Oven (bulk)} = \frac{Bk}{B + 500 - Bt} \dots\dots\dots (3.5)$$

$$\text{Bj. Kering Permukaan (SSD)} = \frac{500}{B + 500 - Bt} \dots\dots\dots (3.6)$$

$$\text{Bj. Semu (apparent)} = \frac{Bk}{B + Bk - Bt} \dots\dots\dots (3.7)$$

$$\text{Penyerapan Agregat} = \frac{500 - Bk}{Bk} \times 100\% \dots\dots\dots (3.8)$$

#### 4. Pengujian Keausan Agregat Kasar

Pada metode pengujian keausan agregat kasar menggunakan standar pengujian yaitu SNI 03-2417-1991. Dalam penelitian ini jenis gradasi yang digunakan adalah kelas B dimana banyaknya sampel terdiri dari 2500 gram agregat yang lolos saring dengan ukuran 3/4'' dan tertahan saringan 1/2'' dan 2500 gram agregat yang lolos saringan 1/2'' dan tertahan saringan 3/8''. Jumlah bola baja yang digunakan adalah sebanyak 11 buah. Peralatan yang digunakan dalam pengujian keausan agregat kasar adalah sebagai berikut:

- a. Mesin abrasi Los Angeles dan bola-bola baja dengan diameter rata-rata 4,68 cm dan berat masing-masing antara 400 gram sampai dengan 440 gram sebanyak 11 buah
- b. Saringan No.12 dan saringan-saringan lainnya.
- c. Timbangan dan oven dengan pengatur suhu

Adapun prosedur pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut:

- 1) Timbang sampel secukupnya kemudian dicuci sampai bersih.
- 2) Keringkan dalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam.

- 3) Timbang sampel sesuai gradasi/spesifikasi yang digunakan.
- 4) Masukkan sampel ke dalam mesin Los Angeles.
- 5) Masukkan bola-bola baja sesuai dengan spesifikasi yang digunakan.
- 6) Putar mesin Los Angeles dengan jumlah putaran 500 kali.
- 7) Keluarkan sampel dalam molen, kemudian saring dengan saringan No. 12.
- 8) Material yang lolos saringan No. 12 dibuang, sedangkan material yang tertahan saringan No. 12 langsung dicuci sampai bersih, kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam.
- 9) Keluarkan sampel dari dalam oven dan dinginkan pada suhu ruang, kemudian ditimbang.

Dari hasil percobaan ini, nilai keausan agregat kasar dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$\text{Keausan} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \dots\dots\dots (3.9)$$

Keterangan:

- a. Adalah berat total sampel semula (5000 gram)
- b. Adalah berat sampel yang tertahan saringan No.12
- c. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Pemeriksaan yang dilakukan untuk menentukan kadar lumpur yang dikandung oleh agregat yang lolos saringan No.4, sesuai prosedur AASHTO T.176-73 (1982), dengan menggunakan tabung *sand equivalent*. Peralatan yang digunakan dalam pemeriksaan kadar lumpur pada agregat halus adalah sebagai

berikut:

- 1) Tabung *sand equivalent*, beban *equivalent* dan larutan standar.
- 2) Talam, saringan No.4, sumbat karet gabus, corong dan *stopwatch*.

Adapun prosedur pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut:

- 1) Ambil sampel (pasir) sebanyak 85 ml kemudian keringkan di dalam oven dengan suhu 110°C dan dinginkan pada suhu ruang.
- 2) Isi tabung *sand equivalent* dengan larutan standar setinggi 5 strip (skala tabung *sand equivalent*), kemudian masukkan sampel ke dalam tabung *sand equivalent*, ketuk-ketuk beberapa saat kemudian diamkan selama 10 menit.
- 3) Tutup tabung *sand equivalent* dengan penutup karet atau kayu gabus, kemudian dimiringkan sampai arah hampir mendatar dan kocok sebanyak 90 gerakan sejauh 200 mm pada arah mendatar.
- 4) Masukkan lagi larutan standar melalui selang ke dalam tabung sampai setinggi skala 15, kemudian diamkan selama 20 menit.
- 5) Baca skala pembacaan lumpur.
- 6) Masukkan beban *equivalent* secara perlahan-lahan sampai beban tersebut berhenti.
- 7) Baca skala setelah pembebanan.

Perhitungan untuk nilai *sand equivalent* dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Nilai sand equivalent} = \frac{\text{Skala Pasir}}{\text{Skala Lempung}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.10)$$

Nilai *sand equivalen* dari partikel agregat yang dapat dipergunakan untuk konstruksi pekerjaan jalan adalah >50%.

## 5. Pengujian aspal

Pada metode pengujian aspal terdapat beberapa pengujian. Adapun pengujian yang di lakukan adalah sebagai berikut:

### 1. Uji penetrasi aspal

#### a) Persiapan benda uji

- 1) Benda uji adalah aspal sebanyak 100 gram yang bersih dan bebas dari air serta minyak ringan.
- 2) Apabila contoh tidak cukup cair, maka panaskan contoh dengan hati-hati dan aduk sedapat mungkin untuk menghindari terjadinya pemanasan setempat yang berlebih. Lakukan pemanasan ini sampai contoh cukup cair untuk dituangkan. Pemanasan contoh tidak boleh lebih dari 90°C di atas titik lembeknya, pemanasan tidak boleh lebih dari 60 menit, lakukan pengadukan untuk menjamin kehomogenan contoh, dan jangan sampai ada gelembung udara dalam contoh.
- 3) tuangkan benda uji aspal ke dalam 2 (dua) cawan (duplo) benda uji sampai batas ketinggian pada cawan benda uji
- 4) dinginkan benda uji, tinggi benda uji tidak kurang dari 120% dari kedalaman jarum pada saat pengujian penetrasi. Tuangkan benda uji ke dalam cawan yang terpisah untuk setiap kondisi pengujian yang berbeda. Jika diameter cawan benda uji kuran dari 65 mm dan nilai

penetrasi diperkirakan lebih besar dari 200 maka tuangkan benda uji ke dalam empat cawan untuk setiap jenis kondisi pengujian

- 5) dinginkan pada temperatur antara 15 sampai dengan 30°C selama 1 sampai dengan 1,5 jam untuk benda uji dalam cawan kecil (55 mm x 35 mm) dan 1,5 jam sampai dengan 2 jam untuk benda uji dalam cawan yang besar, dan tutup benda uji dalam cawan benda uji agar bebas dari debu
- 6) letakkan benda uji dan *transfer dish* dalam bak perendam pada temperatur pengujian selama 1 jam sampai dengan 1,5 jam untuk cawan benda uji kecil (55 mm x 35 mm) dan 1,5 jam sampai dengan 2 jam untuk cawan benda uji besar.

b) Cara pengujian

- 1) periksa pemegang jarum agar jarum dapat dipasang dengan baik dan bersihkan jarum penetrasi dengan toluene atau pelarut lain yang sesuai kemudian keringkan dengan lap bersih dan pasang pada pemegang jarum. Apabila diperkirakan nilai penetrasi lebih besar dari 350 disarankan menggunakan jarum penetrasi yang panjang.
- 2) letakkan pemberat 50 gram pada pemegang jarum untuk memperoleh berat total 100 gram  $\pm$  0,1 gram kecuali disyaratkan berat total yang lain.
- 3) bila pengujian dilakukan penetrometer dalam bak perendam, letakkan cawan berisi benda uji langsung pada alat penetrometer. Jaga cawan benda uji agar tertutupi air dalam bak perendam. Apabila pengujian dilakukan di luar bak perendam letakkan cawan berisi benda uji dalam

*transfer dish*, rendam cawan benda uji dengan air dari bak perendam, dan letakkan pada alat penetrometer.

- 4) pastikan kerataan posisi alat penetrometer dengan memeriksa *waterpass* pada alat.
- 5) turunkan jarum perlahan-lahan sampai jarum menyentuh permukaan benda uji. Hal ini dilakukan dengan cara menurunkan jarum ke permukaan benda uji sampai ujung jarum bersentuhan dengan bayangan jarum dalam benda uji. Agar bayangan jarum dalam benda uji tampak jelas gunakan lampu sorot dengan watt rendah (5 watt) agar tidak mempengaruhi temperatur benda uji. Kemudian aturlah angka 0 pada arloji penetrometer sehingga jarum penunjuk berada pada posisi angka 0 pada jarum penetrometer.
- 6) segera lepaskan pemegang jarum selama waktu yang disyaratkan (5 detik  $\pm$  0,1 detik). Apabila wadah benda uji bergerak pada saat pengujian maka pengujian dianggap gagal.
- 7) Atur (putar) arloji penetrometer untuk mengukur nilai penetrasi dan bacalah angka penetrasi yang ditunjukkan jarum penunjuk pada angka 0,1 mm terdekat.
- 8) Lakukan paling sedikit tiga kali pengujian untuk benda uji yang sama, dengan ketentuan setiap titik pemeriksaan berjarak tidak kurang 10 mm dari dinding cawan dan tidak kurang 10 mm dari satu titik pengujian dengan titik pengujian lainnya. Jika digunakan *transfer dish*, masukkan benda uji dan *transfer dish* ke dalam bak perendam yang mempunyai temperatur konstan pada setiap selesai satu

pengujian benda uji. Gunakan jarum yang bersih untuk setiap kali pengujian. Apabila nilai penetrasi lebih dari 200, gunakan paling sedikit tiga jarum yang setelah digunakan dibiarkan tertancap pada benda uji sampai tiga kali pengujian selesai. Jika diameter cawan benda uji kurang dari 65 mm dan nilai penetrasi diperkirakan lebih dari 200, buat setiap pengujian dari tiga kali pengujian penetrasi dilakukan pada benda uji dalam cawan yang terpisah sebagaimana yang telah disiapkan pada persiapan benda uji butir c.

## 2. Uji daktilitas aspal

### a) Persiapan benda uji

- 1) benda uji adalah contoh aspal sebanyak 100 gram.
- 2) lapiasi semua bagian dalam sisi-sisi cetakan daktilitas dan bagian atas pelat dasar dengan campuran glycerin dan dextrin atau glycerin dan talk atau glycerin dan kaolin atau amalgam; kemudian pasanglah cetakan daktilitas di atas pelat dasar.
- 3) panaskan contoh aspal sehingga cair dan dapat dituang; untuk menghindari pemanasan setempat, lakukan dengan hati-hati; pemanasan dilakukan sampai suhu antara 80°C – 100°C di atas titik lembek; kemudian contoh disaring dengan saringan NO. 50 dan setelah diaduk, dituang dalam cetakan.
- 4) Pada waktu mengisi cetakan, contoh dituang hati-hati dari ujung ke ujung hingga penuh berlebihan
- 5) Dinginkan cetakan pada suhu ruang selama 30 sampai 40 menit lalu pindahkan seluruhnya ke dalam bak perendam yang telah disiapkan

pada suhu pemeriksaan selama 30 menit; kemudian ratakan contoh yang berlebihan dengan pisau atau spatula yang panas sehingga cetakan terisi penuh dan rata.

b) Cara pengujian

- 1) Diamkan benda uji pada suhu 25°C dalam bak perendam selama 85 sampai 95 menit, kemudian lepaskan benda uji dari pelat dasar dan sisi-sisi cetakannya
- 2) Pasanglah benda uji pada alat mesin dan tariklah benda uji secara teratur dengan kecepatan 50 mm/menit sampai benda uji putus; perbedaan kecepatan atau kurang dari 5% masih diizinkan; bacalah jarak antara pemegang benda uji, pada saat benda uji putus (dalam sentimeter); selama percobaan berlangsung benda uji harus selalu terendam sekurang-kurangnya 25 mm dalam air dan suhu harus dipertahankan tetap ( $25^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ).
- 3) Apabila benda uji menyentuh dasar mesin uji atau terapung pada permukaan air maka pengujian dianggap tidak normal; untuk menghindari hal semacam ini maka berat jenis air harus disesuaikan dengan berat jenis benda uji dengan menambah methyl alkohol atau glycerin, apabila pemeriksaan normal tidak berhasil setelah dilakukan 3 kali maka dilaporkan bahwa pengujian daktilitas bitumen tersebut gagal.

3. Uji titik nyala aspal

a) Persiapan benda uji

- 1) Cuci cawan cleveland dengan larutan pembersih untuk membersihkan aspal dari cawan *cleveland*, kemudian keringkan.
- 2) Apabila ada arang harus dibersihkan dengan sabut baja halus. Pastikan cawan cleveland bersih dan kering sebelum digunakan kembali. Bila perlu, bilas cawan cleveland dengan air dingin dan keringkan selama beberapa menit di atas nyala api atau pelat pemanas untuk menghilangkan sisa dari pelarut dan air, kemudian dinginkan cawan cleveland pada temperatur ruang (27°C).
- 3) Letakkan alat cleveland open cup di atas dudukan yang kokoh, permukaannya rata dan datar, misalnya meja.
- 4) Pasang termometer pada posisi tegak dengan jarak ketinggian 6,4 mm  $\pm$  0,1 mm dari gelembung termometer ke dasar cawan cleveland dan berada di tengah-tengah antara titik pusat dengan tepi cawan cleveland di luar lintasan api penguji.
- 5) Siapkan alat cleveland open cup untuk pengujian sesuai petunjuk, untuk kalibrasi, pengecekan dan pengoperasian alat.
- 6) Pengujian dapat dilakukan pada ruang bebas angin atau ruang asam, agar tidak mempengaruhi hasil pengujian.
- 7) Benda uji aspal yang digunakan untuk setiap pengujian, sekurang-kurangnya 70 mL.
- 8) Hal yang harus diperhatikan pada awal pengujian adalah jangan membuka tutup wadah contoh uji bila tidak diperlukan dan jangan memindahkan contoh uji pada temperatur lebih dari 150°C. Apabila hal ini tidak diperhatikan maka akan menyebabkan hilangnya bahan

yang mudah menguap dan titik nyala menjadi lebih tinggi dari yang sebenarnya. Disarankan pengujian titik nyala dilakukan pada awal pengujian aspal,

- 9) Simpan contoh aspal pada temperatur ruang di dalam wadah yang kedap untuk menghindari terjadinya difusi bahan dengan dinding wadah.
- 10) Untuk contoh yang mengandung air, tambahkan kalsium klorida kemudian keringkan dengan kertas filter atau kain penyerap. Untuk contoh uji yang kental dipanaskan pada temperatur 150°C, sampai cukup cair untuk dituang.

b) Cara pengujian

- 1) Panaskan contoh bahan yang keras atau semi padat sampai cair. Temperatur pemanasan contoh uji tidak boleh lebih dari 150°C
- 2) Isi cawan cleveland dengan contoh uji sampai garis batas pengisian, dan tempatkan cawan cleveland di atas pelat pemanas. Bila benda uji diisi berlebih pada cawan cleveland, pindahkan bagian yang berlebih dengan pipet atau alat lainnya untuk menghindari bagian yang meleleh. Bila ada bagian aspal yang menempel pada bagian luar cawan, bersihkan. Hilangkan gelembung udara atau busa yang terjadi pada permukaan benda uji dengan pisau yang tajam atau alat pemotong lainnya dan pertahankan tinggi benda uji. Bila busa tetap ada sampai tahap akhir dari pengujian, pengujian dihentikan dan diulangi.

- 3) Nyalakan api penguji dan atur diameter api penguji antara 3,2 mm sampai dengan 4,8 mm, atau nyala api penguji seukuran dengan ujung pipa api penguji.
- 4) Lakukan dengan hati-hati penggunaan gas untuk nyala api penguji. Bila api penguji padam, gas untuk nyala penguji akan mempengaruhi hasil uji.
- 5) Teknisi harus berhati-hati selama melakukan pengujian ini. Aspal dengan titik nyala rendah dapat menyala besar seketika. Selain itu pengujian sampai dengan temperatur 400°C dapat mengeluarkan uap beracun.
- 6) Lakukan pemanasan awal dengan kenaikan temperatur antara 14°C sampai dengan 17°C per menit sampai benda uji mencapai temperatur 56°C di bawah titik nyala- perkiraan. Kurangi pemanasan hingga kecepatan kenaikan temperatur antara 5°C sampai dengan 6°C per menit sampai benda uji mencapai temperatur 28°C di bawah titik nyala-perkiraan.
- 7) Gunakan nyala penguji pada waktu temperatur benda uji mencapai lebih kurang 28°C di bawah titik nyala-perkiraan dan lintaskan api penguji setiap kenaikan temperatur 2°C. Lintasan api penguji mengikuti garis lengkung yang mempunyai jari-jari minimum 150 mm  $\pm$  1 mm.
- 8) Api penguji harus bergerak horizontal dan jarak dengan tepi atas cawan tidak lebih dari 2 mm. Waktu yang dibutuhkan api penguji untuk melintasi cawan kurang lebih 1 detik  $\pm$  0,1 detik.

- 9) Lakukan pemanasan dari temperatur  $28^{\circ}\text{C}$  di bawah titik nyala-perkiraan sampai titik nyala-perkiraan untuk menghindari terganggunya nyala api penguji akibat pengaruh angin di atas uap pada cawan cleveland lakukan lintasan api penguji dengan cepat dan hati-hati.
- 10) Bilamana terjadi pembusakan dipermukaan benda uji sampai temperatur  $28^{\circ}\text{C}$  di bawah titik nyala-perkiraan, pengujian dihentikan dan diulangi.
- 11) Perhatikan besarnya nyala api penguji, kecepatan kenaikan temperatur dan kecepatan gerakan api penguji di atas benda uji
- 12) Catat hasil pengujian titik nyala yang diperoleh dari pembacaan termometer pada saat benda uji mulai menyala.
- 13) Untuk menentukan titik bakar, lanjutkan pemanasan pada benda uji setelah titik nyala dicatat, kenaikan temperatur  $5^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $6^{\circ}\text{C}$  per menit. Teruskan penggunaan nyala penguji pada interval kenaikan temperatur  $2^{\circ}\text{C}$  sampai benda uji menyala dan terbakar minimal 5 detik. Catat temperatur tersebut sebagai titik bakar benda uji.

#### 6. Perencanaan Campuran (*Mix Design*)

Perencanaan campuran menggunakan metode *Marshall* yang bertitik tolak pada Stabilitas yang dihasilkan. Oleh karena itu yang menjadi dasar dari perencanaan ini adalah gradasi agregat campuran. Kadar optimum ditentukan dengan melakukan pemeriksaan *Marshall* di laboratorium terhadap beberapa benda uji dengan membuat variasi kadar aspal sedangkan

proporsi gradasi tetap.

Perencanaan campuran agregat dapat dilakukan dengan menggunakan cara grafik atau analitis. Rumus dasar pencampuran adalah:

$$P = Aa + Bb + Cc + Dd \dots\dots\dots (3.11)$$

Keterangan:

P adalah Persen material lolos saringan X dari kombinasi A, B, C, D

A,B,C,D adalah Persen material lolos saringan X untuk agregat A,B,C, D

a, b, c, d adalah Proporsi agregat A, B, C, D dalam campuran

Dimana:  $a + b + c + d = 1$

Adapun urutan perencanaan campuran pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Penentuan proporsi campuran terhadap total agregat.
- b. Dari hasil perhitungan proporsi campuran, selanjutnya dilakukan dengan variasi kadar aspal (5 variasi kadar aspal) yaitu berdasarkan kadar aspal yang telah ditentukan pada spesifikasi teknis.
- c. Membuat benda uji (briket) untuk setiap campuran (untuk 1 variasi dibuat 3 buah briket) dengan cara dicetak dan ditumbuk dengan alat khusus.
- d. Pemeriksaan benda uji meliputi: keadaan campuran, berat isi campuran, VIM, VFB, kekuatan campuran, besarnya *flow* dan Indeks Kekuatan Sisa.

#### 7. Penentuan Proporsi Campuran Terhadap Total Agregat

Dari data hasil pemeriksaan gradasi agregat yang dilakukan dengan menggunakan analisa saringan, akan digunakan untuk merencanakan proporsi campuran agregat yang memenuhi persyaratan.

Dalam penelitian ini, ada 2 (dua) cara perhitungan yang digunakan

dalam menentukan proporsi campuran, yaitu:

- a. Cara Diagonal, yaitu berupa perhitungan secara grafis dengan bantuan diagonal untuk menentukan proporsi campuran.
- b. Cara Coba-coba, yaitu secara analitis dengan cara memperkirakan proporsi campuran yang selanjutnya dihitung kombinasi gradasi dari agregat campuran. Apabila kombinasi gradasi masuk pada spesifikasi yang telah ditentukan maka proporsi yang dicoba dapat digunakan untuk campuran yang akan diteliti.

Dalam menentukan proporsi campuran, perhitungan awal dilakukan dengan menggunakan cara diagonal, selanjutnya dari hasil proporsi dari komposisi yang didapat tersebut dikontrol kembali dengan menggunakan cara *Trial and Error*. Hal ini dilakukan adalah untuk melihat proporsi gradasi gabungan agregat apakah masuk ke dalam spesifikasi yang telah ditetapkan atau tidak.

#### 8. Pembuatan Benda Uji dengan Bahan Tambah Plastik Jenis *HDPE*

Adapun prosedur pembuatan benda uji adalah sebagai berikut :

- a. Benda Uji dan Kadar Aspal Awal
- b. Menyiapkan benda uji Marshall pada kadar aspal sebagai berikut:
  - 1) Kadar Aspal (Pb) – 1,0 %
  - 2) Kadar Aspal (Pb) – 0,5 %
  - 3) Kadar Aspal (Pb)
  - 4) Kadar Aspal (Pb) + 0,5 %
  - 5) Kadar Aspal (Pb) + 1,0 %

Dimana nilai Pb dapat dicari dengan menggunakan rumus 2.1, dan setiap

variasi kadar aspal rencana di atas dibuat 3 (tiga) buah benda uji (briket) yang digunakan untuk penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO).

**Tabel 3.1 Pembuatan Benda Uji untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum**

Kadar Aspal	Jumlah Benda Uji	Keterangan
Pb – 1,0 (%)	3 buah	Campuran agregat spesifikasi <i>HRS-WC</i> + kadar aspal Pb – 1,0 (%)
Pb – 0,5 (%)	3 buah	Campuran agregat spesifikasi <i>HRS-WC</i> + kadar aspal Pb – 0,5 (%)
Pb (%)	3 buah	Campuran agregat spesifikasi <i>HRS-WC</i> + kadar aspal Pb (%)
Pb + 0,5 (%)	3 buah	Campuran agregat spesifikasi <i>HRS-WC</i> + kadar aspal Pb + 0,5 (%)
Pb + 1,0 (%)	3 buah	Campuran agregat spesifikasi <i>HRS-WC</i> + kadar aspal Pb + 1,0 (%)
<b>Jumlah</b>		<b>15 Buah</b>

- c. Pencampuran bahan dilakukan secara manual dengan diaduk di atas wajan yang dipanaskan. Dilanjutkan proses pemadatan standar terhadap sampel sebanyak 2 x 75 kali tumbukan (satu sisi atas dan satu sisi bawah) dengan suhu pemadatan  $(140 \pm 15)^{\circ}\text{C}$ . Benda uji dibuat berbentuk silinder dengan tinggi standar  $\pm 6,25$  cm dan diameter  $\pm 20,16$  cm. diamkan benda uji selama 24 jam pada suhu ruangan.
- d. Dari pembuatan benda uji dengan kadar aspal awal sesuai perhitungan Pb didapatkan nilai kadar aspal dan nilai *VIM* (*Void In Mix*). Setelah itu dilanjutkan dengan uji marshall sehingga didapatkan nilai kadar aspal optimum (KAO).
- e. Dilanjutkan dengan pembuatan benda uji dengan campuran menggunakan bahan tambah plastik jenis *High Density Polyethylene*

(*HDPE*) dengan variasi persentase 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% terhadap persentase Kadar Aspal Optimum (KAO). *High Density Polyethylene (HDPE)* dipotong menggunakan mesin pencacah dengan ukuran panjang dan lebar kurang dari 1 cm atau 100% lolos saringan 3/8'' atau 90% lolos saringan No. 4, kemudian dicampurkan bersamaan dengan campuran aspal dan agregat yang dipanaskan. Setelah itu dilanjutkan dengan uji marshall kembali menggunakan kadar aspal optimum sebanyak 3 (tiga) buah benda uji (briket) tiap variasi persentase bahan tambahannya.

**Tabel 3.2 Jumlah Benda Uji Menggunakan Bahan Tambah Plastik Jenis *High Density Polyethylene (HDPE)***

Persentase Bahan Tambah <i>HDPE</i>	Jumlah Benda Uji	Keterangan
2 %	3 buah	Campuran agregat spesifikasi <i>HRS-WC</i> + kadar aspal optimum + 2 % <i>HDPE</i>
4 %	3 buah	Campuran agregat spesifikasi <i>HRS-WC</i> + kadar aspal optimum + 4 % <i>HDPE</i>
6 %	3 buah	Campuran agregat spesifikasi <i>HRS-WC</i> + kadar aspal optimum + 6 % <i>HDPE</i>
8 %	3 buah	Campuran agregat spesifikasi <i>HRS-WC</i> + kadar aspal optimum + 8 % <i>HDPE</i>
10 %	3 buah	Campuran agregat spesifikasi <i>HRS-WC</i> + kadar aspal optimum + 10 % <i>HDPE</i>
<b>Jumlah</b>		<b>16 buah</b>

#### 9. Pemeriksaan Benda Uji (Tes Marshall)

Pemeriksaan benda uji dengan tes Marshall dilakukan untuk mengetahui karakteristik campuran agregat dan variasi kadar aspal.

Adapun urutan pelaksanaan tes marshall adalah sebagai berikut :

##### a. Persiapan pengujian

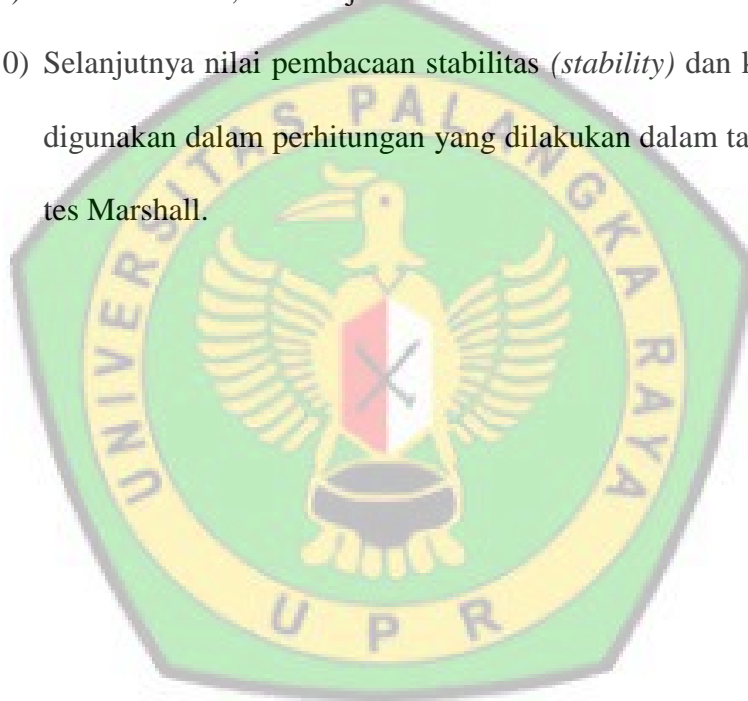
- 1) Bersihkan benda uji dari kotoran yang menempel.

- 2) Timbanglah benda uji yang sebelumnya dibiarkan selama 24 jam untuk mendapatkan berat kering di udara.
- 3) Rendam benda uji dalam air pada suhu ruang selama 24 jam.
- 4) Setelah direndam selama 24 jam, timbanglah benda uji tersebut untuk mendapatkan berat dalam air.
- 5) Selanjutnya benda uji diangkat dan dilap, kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat dalam keadaan kering permukaan jenuh.

b. Pelaksanaan Pengujian

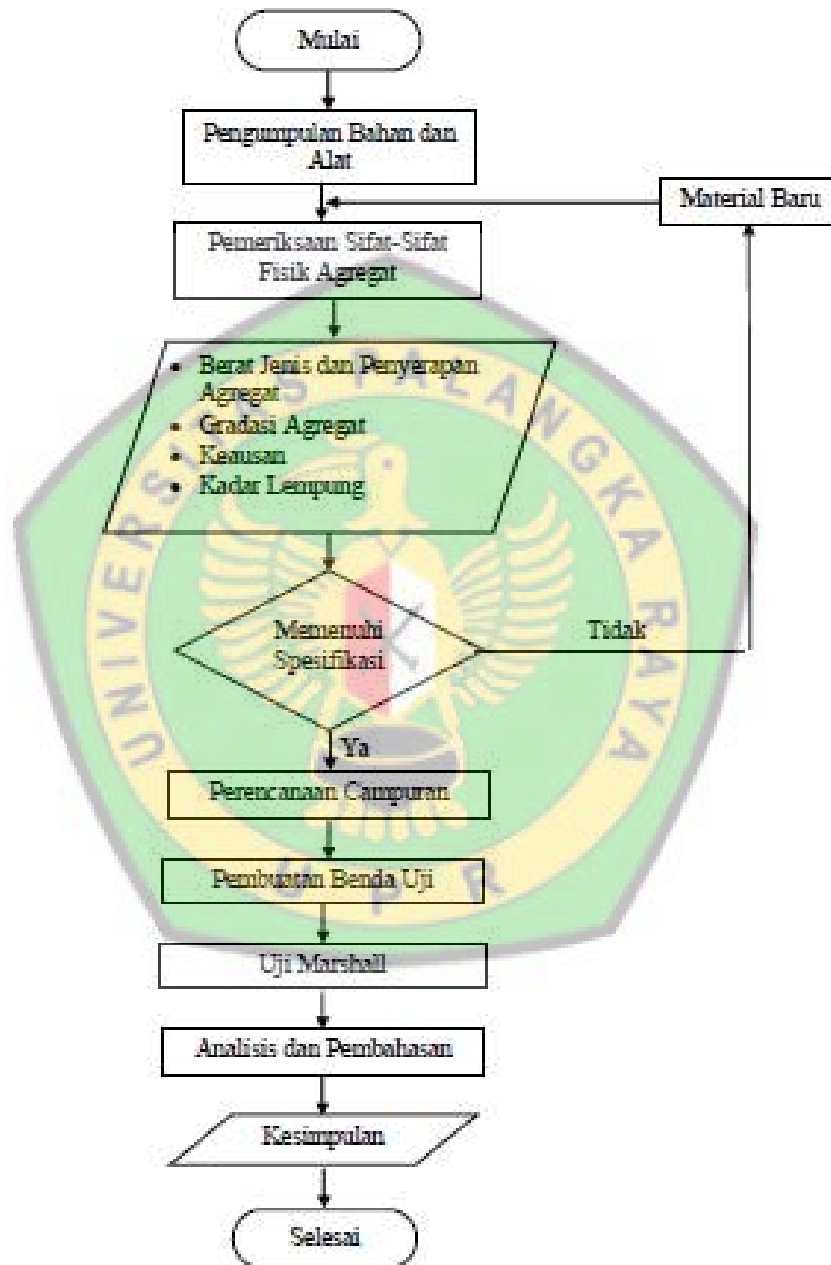
- 1) Benda uji direndam dalam bak perendaman (*water bath*) dengan suhu tetap 60°C selama 30-40 menit.
- 2) Sebelum pengujian, batang penuntun dan permukaan dalam dari kepala penekan diberi pelumas sehingga kepala penekan dapat meluncur bebas dan mempermudah pelepasan benda uji.
- 3) Keluarkan benda uji dari bak perendam dan segera letakkan ke dalam segmen bawah kepala penekan. Perlu diketahui bahwa waktu yang diperlukan dari saat diangkat benda uji sampai tercapai beban maksimum tidak boleh melebihi 30 menit.
- 4) Pasang segmen atas di atas benda uji dan letakkan keseluruhannya dalam mesin penguji.
- 5) Pasang arloji pengukur kelelahan (*flow*) pada kedudukannya di atas salah satu batang penuntun dan atur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji (*sleeve*) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan.

- 6) Naikan kepala penekan beserta benda uji hingga menyentuh alas cincin penguji, sebelum pembebanan maksimum tercapai.
- 7) Berikan pembebanan kepada benda uji dengan kecepatan 50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai.
- 8) Catat angka pembacaan pembebanan maksimum atau stabilitas yang dicapai dan angka pembacaan kelelahan (*flow*) pada saat pembebanan maksimum tercapai.
- 9) Setelah selesai, benda uji dikeluarkan dari alas Marshall.
- 10) Selanjutnya nilai pembacaan stabilitas (*stability*) dan kelelahan (*flow*) digunakan dalam perhitungan yang dilakukan dalam tabel perhitungan tes Marshall.



### 3.8 Bagan Alir Penelitian

Guna mempermudah pemahaman mengenai proses alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1. Bagan Alir Penelitian.



3.1. Bagan Alir Penelitian

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada bab sebelumnya dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Material Penyusun dalam perencanaan campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* dari hasil pemeriksaan sifat-sifat fisik agregat memenuhi persyaratan spesifikasi.
2. Setelah dilakukan pembuatan benda uji dan dilakukan pengujian terhadap campuran HRS-WC dengan menggunakan bahan tambah limbah plastik HDPE berupa botol kosmetik, bahan tambah pada limbah plastik HDPE dapat digunakan karena meningkatkan stabilitas seiring dengan bertambahnya limbah plastik yang digunakan.
3. Komposisi yang dihasilkan dalam perencanaan campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)* terdiri dari 34% agregat kasar (batu pecah) dan 66% agregat halus (abu batu). Dan kadar bahan tambah limbah plastik yang digunakan pada penelitian ini yaitu 2%, 4%, 6% 8% dan 10%.
4. Hasil penelitian terhadap Parameter Marshall dengan 5 variasi kadar aspal berbeda diantaranya diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) senilai 7,25%. Dan dengan penambahan limbah plastik HDPE dengan variasi kadar plastik diperoleh Kadar Plastik Maksimum sebesar 7%.
5. Hasil penelitian terhadap Durabilitas (Indeks Kekuatan Sisa) yang memenuhi spesifikasi yaitu pada penambahan kadar plastik 0%

sampai dengan 3,5% memenuhi spesifikasi terhadap durabilitas, sedangkan pada penambahan kadar plastik 3,6% sampai dengan 7% tidak memenuhi spesifikasi terhadap durabilitas karena nilai kurang dari spesifikasi yang disyaratkan.

## 5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian ini, dapat disampaikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Penelitian ini bisa dikembangkan kembali dengan menggunakan agregat dari lokasi yang berbeda khususnya di Kalimantan Tengah untuk meningkatkan potensi sumber daya alam yang ada.
2. Ukuran cacahan plastik yang akan ditambahkan pada campuran aspal dan agregat harus sesuai dengan spesifikasi yang digunakan agar dapat diharapkan plastik tercampur merata untuk menghindari plastik menghalangi aspal menyelimuti agregat.
3. Penelitian ini dapat dilakukan kembali untuk mengetahui nilai stabilitas maksimum campuran aspal bahan tambah jenis plastik *High Density Polyethylene (HDPE)* dengan jumlah persentase kadar plastik yang lebih besar lagi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2018. **Spesifikasi Umum Devisi 6 Bina Marga**. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.
- Darni, Y., dan H. Utami. 2010. *Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum*. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan.
- Destarino. 2019. *Pengaruh Variasi Suhu Pematatan Terhadap Tingkat Durabilitas Campuran Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)*. Tugas Akhir Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2015. *Perencanaan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Hidayat. 2016. *Efek Variasi Jenis Agregat Terhadap Karakteristik Dan Durabilitas Marshall Laboratorium*. Tugas Akhir Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Kerbs, R.D. and Walker. 1971. *Highway Material*. Mc.Graw-Hill Book Company. New York.
- Kumar, S., A.K. Panda, dan R. K. Singh. 2011. *A Review on Tertiary Recycling of High-Density Polyethylene to Fuel. Resources, Conservation and Recycling*.
- Patu, F.T. 2015. *Analisis Indeks Durabilitas Campuran Beraspal Berbasis Asbuton Laewe*. Tugas Akhir Fakultas Teknik, Universitas Hasannuddin.
- Sukirman, S. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta: Granit.
- Sukirman, S. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Suprpto. 2004, *Fungsi Lapis Perkerasan*. Yogyakarta: Biro Penerbit Teknik Sipil UGM.
- Yance (2017), *Kajian Laboratorium Open Graded Asphalt (OGA) Menggunakan Agregat Hampangan dan Bahan Tambah High Density Polyethylene dan Suhu Rendaman Yang Ditingkatkan*, Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, Palangka Raya.
- Sepriskha, D. 2016. *Aspal Modifikasi Dengan Penambahan Plastik Low Linear Density Poly Ethylene (Lldpe) Dintinjau Dari Karakteristik Marshall Dan Uji Penetrasi Pada Lapisan Aspal Beton (Ac-Bc)*, Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Lampung, Bandar Lampung.