

**PENGARUH UKURAN POTONGAN PLASTIK HDPE TERHADAP
KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN LASTON AC-WC
MENGUNAKAN *FILLER* SEMEN *PORTLAND***

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai salah satu syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Islam Riau
Pekanbaru*



Oleh :

GIAN BERYL FAVIAN

153110423

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2021**

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarokatuh

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini mengenai "Pengaruh Ukuran Potongan Plastik HDPE Terhadap karakteristik marshal Laston AC-WC Dengan Menggunakan *Filler Semen Portland*". Tugas akhir ini berupa skripsi sebagai syarat untuk meraih gelar sarjana strata 1 (S1) Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.

Tugas akhir ini berisi tentang rangkuman dan kesimpulan selama penulis melakukan penelitian dan analisa. Rangkuman dan kesimpulan ini disusun dalam bab-bab, bab tersebut terdiri dari bab I yang berisi tentang latar belakang, bab II berisi tentang tinjauan pustaka, bab III berisi tentang landasan teori, bab IV berisi tentang metodologi penelitian, bab V berisi tentang hasil dan pembahasan, dan bab VI berisi tentang kesimpulan dan saran.

Penulis berharap tugas akhir ini bisa bermanfaat bagi mahasiswa/i Teknik Sipil, penulis juga menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam menyusun tugas akhir ini, maka dari itu kritik dan saran sangat diharapkan dari pembaca agar kedepannya bisa lebih baik lagi.

Pekanbaru, 22 Januari 2021

Penulis



Gian Beryl Favian

UCAPAN TERIMA KASIH

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamualaikum Wr.Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan baik. Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Penulis menyadari bahwa penelitian ini tidak akan terwujud tanpa adanya dorongan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam penulisan dan penyelesaian Tugas Akhir ini tidak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Syafrinaldi, S.H., M.C.L, Rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Dr. Eng Muslim, MT, Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Ibu Dr. Mursyidah, S.Si., M.Sc, Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Bapak Dr. Anas Puri, ST., MT, Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Islam Riau sekaligus Dosen Pembimbing.
5. Bapak Akmar Efendi, S.Kom., M.Kom, Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
6. Ibu Harmiyati, ST., M.Si, Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau .
7. Ibu Sapitri, ST., MT, Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.
8. Ibu Roza Mildawati ST., MT, Dosen Penguji 1.
9. Bapak Firman Syarif ST., M.eng Dosen Penguji 2.
10. Bapak dan Ibu Dosen pengajar Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
11. Seluruh karyawan dan karyawan fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

12. Seluruh karyawan dan karyawan pihak laboratorium teknik sipil.
13. Teristimewah Ayahanda dan Ibunda tercinta Adnan S.T dan Dian Fitriani, sebagai Orang Tua yang selalu memberikan dan mendo'akan yang terbaik serta sangat berperan dalam proses pendewasaan penulis.
14. Teruntuk saudara saya yang sangat saya banggakan Farid Agil Laksemana dan Rayhan Shan Alvin yang memberikan semangat kepada penulis.
15. Kepada teman yang telah mendukung, memberikan semangat, dan menemani dari semester 1 sampai sekarang.
16. Teruntuk sahabat saya Afdhi, Sapri, Uul, Siti, Faiz, Abdu, Ipan, Jella, Anggie, Kurniawanto, Cindy, Oby, Mas Ali, Andre, izul, said yang menemani dan membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
17. Buat teman-teman seperjuangan angkatan 2015 Teknik Sipil serta semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Terima kasih atas segala bantuanya, semoga penelitian ini bermanfaat bagi kita semua dan semoga segala amal baik kita mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT. Amin...

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pekanbaru, Januari 2021

Penulis



Gian Beryl Favian

**PENGARUH UKURAN POTONGAN PLASTIK HDPE
TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN
AC-WC MENGGUNAKAN FILLER SEMEN PORTLAND**

DAFTAR - DAFTAR



GIAN BERYL FAVIAN
153110423

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2021**

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xii
Lampiran B	xii
Lampiran C	xii
ABSTRAK	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Umum.....	4
2.2 Peneliti Terdahulu	4
2.3 Keaslian penelitian	6
BAB III	10
LANDASAN TEORI	10
3.1. Umum.....	10
3.2. Lapis Aspal Beton	11
3.3. Karakteristik Campuran Aspal Beton.....	13
3.4. Bahan Penyusun Perkerasan Jalan	14
3.4.1. Aspal	15
3.4.2. Agregat.....	16
3.4.3. Bahan Pengisi (<i>filler</i>)	18

3.4.4.	<i>Filler Semen Portland</i>	19
3.4.5.	Gradasi	19
3.5.	<i>Polyethylene Terephthalate (PET)</i>	21
3.5.1.	Pegertian PET.....	21
3.5.2.	Plastik.....	23
3.5.3.	Plastik dan Perkerasan.....	23
3.5.4.	Plastik yang digunakan	24
3.6.	Karakteristik <i>Marshall</i>	24
3.6.1.	Stabilitas (<i>stability</i>)	24
3.6.2.	Kelelahan.....	25
3.6.3.	Kerapatan (<i>density</i>)	26
3.6.4.	VIM (Void In The Mix).....	27
3.6.5.	VFA (Void Filled With Asphalt)	28
3.6.6.	VMA (Void In Mineral Agregat).....	29
3.6.7.	<i>Marshall Quotient (MQ)</i>	30
BAB IV	.....	31
METODE PENELITIAN	.....	31
4.1.	Umum.....	31
4.2.	Lokasi Penelitian	31
4.3.	Bahan Penelitian.....	31
4.4.	Peralatan	32
4.5.	Rancangan Campuran.....	33
4.6.	Tahap Pelaksanaan Penelitian	34
BAB V	.....	43
HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	43
5.1	Desain Campuran Job Mix Formula (JMF)	43
5.1.1	Komposisi Agregat Jmf	43
5.1.2	Penentuan perkiraan kadar aspal rencana	44
5.1.3	Menghitung berat total agregat Jmf	45
5.1.4	Menghitung berat masing-masing agregat jmf	45
5.1.5	Pembuatan benda uji jmf.....	45
5.1.6	Pengujian benda uji jmf dengan alat <i>marshhall</i>	46

5.2	Analisa Data Marshall	46
5.2.1	Stabilitas (Stability).....	46
5.2.2	Kelelehan (Flow).....	47
5.2.3	Rongga Dalam Agregat (Void In Mineral Agregate)	48
5.2.4	Rongga Dalam Campuran (Void In The mix).....	49
5.2.5	Rongga Terisi Aspal (Void Filled With Aspalth)	51
5.2.6	Marshall Quotient (MQ)	52
5.2.7	Analisis Kadar Plastik Optimum (KPO).....	53
BAB VI	.....	55
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	55
6.1	Kesimpulan.....	55
6.2	Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	.....	57



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Perbedaan Antara Perkerasan Lentur dan Perkerasan kaku	11
Tabel 3.2 Ketentuan Sifat-sifat Campuran Aspal Panas (AC)	13
Tabel 3.3 Ketentuan Agregat Kasar	18
Tabel 3.4 Ketentuan Agregat Halus	19
Tabel 3.5 Gradasi Agregat Untuk Campuran aspal	22
Tabel 4.1 Pembuatan Benda Uji Pemdatan Laston AC-WC untuk Penentuan KAO	39
Tabel 4.2 Rincian Banyak Sampel KAO dengan Tambahan High Density Polhytlene	35
Tabel 5.1 Jumlah Persentase Lolos Masing-masing Ukuran Agregat Pada Tiap Saringan.....	45
Tabel 5.2 Jumlah Persen Akumulasi Agregat Pada Setiap Fraksi.....	46
Tabel 5.3 perkiraan nilai kadar aspal tiap kelompok benda uji JMF	47
Tabel 5.4 Agregat Yang Tertahan Setiap Saringan	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Diagram alir penelitian	34
Gambar 4.2 Proses pencampuran agregat, aspal dan <i>filler</i> semen <i>portland</i> pada rentang suhu 160° C	37
Gambar 4.3 pemadatan benda uji dengan alat compact manual sebanyak 75 kali	38
Gambar 4.4 perendaman benda uji dalam bak pada suhu 60° C ± 1° C selama 30 menit	40
Gambar 4.5 pengujian marshall pada benda uji yang menggunakan plastik HDPE sebagai bahan tambah	41
Gambar 5.1 Menunjukkan nilai stabilitas pada sampel plastik dalam campuran Laston AC-WC	46
Gambar 5.2 Menunjukkan nilai flow pada sampel plastik dalam campuran Laston AC-WC	48
Gambar 5.3 menunjukkan nilai VMA pada sampel plastik dalam campuran laston AC-WC	49
Gambar 5.4 menunjukkan nilai VIM pada sampel plastik dalam campuran Laston AC-WC	50
Gambar 5.5 menunjukkan nilai VFA pada sampel plastik dalam campuran Laston AC-WC	51
Gambar 5.6 menunjukkan nilai MQ pada sampel plastik dalam campuran Laston AC-WC	52

DAFTAR NOTASI

<i>A</i>	= Berat benda uji semula (gram)
<i>AB</i>	= Abu Batu
<i>Agg</i>	= Agregat
<i>Agg</i>	= Agregat
<i>APP</i>	= Berat jenis apparent gabungan dari empat fraksi batu
<i>B</i>	= Berat piknometer dan berat air (gram)
<i>Ba</i>	= Berat benda uji kering permukaan jenuh dalam air (gram)
<i>Bj</i>	= Berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)
<i>BjAa</i>	= Berat jenis apparent agregat kasar (<i>coarse aggregate</i>)
<i>BjAb</i>	= Berat jenis apparent agregat sedang (<i>Medium aggregate</i>)
<i>BjAc</i>	= Berat jenis apparent abu batu (<i>fine aggregate</i>)
<i>BjAd</i>	= Berat apparent pasir (<i>Natural Sand</i>)
<i>BjUa</i>	= Berat Bulk agregat kasar (<i>coarse aggregate</i>)
<i>BjUb</i>	= Berat Bulk agregat sedang (<i>Medium aggregate</i>)
<i>BjUc</i>	= Berat Bulk abu batu (<i>fine aggregate</i>)
<i>BjUd</i>	= Berat Bulk Pasir (<i>Natural Sand</i>)
<i>Bk</i>	= Berat benda uji kering oven (gram)
<i>Bt</i>	= Berat piknometer berisi benda uji dan air (gram)
<i>c</i>	= Berat benda uji sebelum direndam (gram)
<i>d</i>	= Berat benda uji jenuh air (gram)
<i>e</i>	= Berat benda uji dalam air (gram)
<i>Eff</i>	= Berat jenis efektif (V)
<i>f</i>	= Isi benda uji (ml)
<i>g</i>	= Berat isi benda uji (gram/ml)
<i>I</i>	= Persentase rongga agregat (%)
<i>i</i>	= Persentase volume aspal (%)
<i>J</i>	= Persentase volume agregat (%)
<i>JMF</i>	= Job Mx Formula
<i>MQ</i>	= <i>Marshall Quotient</i> (hasil bagi marshal)

- P* = Kalibrasi Proving ring
- Pb* = Kadar Aspal rencana (%)
- r* = Nilai *flow*/Kelelehan (mm)
- S* = Nilai stabilitas terpasang (Kg)
- SNI* = Standar Nasional Indonesia
- SSD* = Berat jenis kering permukaan jenuh (*saturated surface dry*)
- t* = Temperatur
- T* = Berat jenis aspal
- U* = Berat jenis *Bulk* gabungan dari agregat (gram/cm^3)
- V* = Berat jenis efektif agregat (gram)
- VFA* = Volume pori diantara butir-butir agregat didalam beton aspal padat yang terisi oleh aspal, dinyatakan dalam %.
- VIM* = Volume pori dalam beton aspal pada , dinyatakan dalam %.
- VMA* = Volume pori diantara butir-butir agregat didalam beton aspal padat, dinyatakan dalam %.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A

1. Analisa saringan agregat kasar (CA)
2. Analisa Saringan Agregat Kasar (MA)
3. Analisa Saringan Agregat Halus Abu Batu (FA)
4. Analisa Saringan Agregat Halus (Pasir)
5. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat kasar (CA)
6. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Medium (MA)
7. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Abu Batu (FA)
8. Hasil Pengujian Berat Jenis Pasir (FS)
9. Perhitungan Berat jenis Campuran
10. Nilai kadar Aspal Optimum (KAO)
11. Perhitungan *marshall test* pengujian benda uji campuran aspal Laston AC-WC padakadar aspal 6 %.

Lampiran B

1. Tabel B.1 analisa saringan agegat kasar PB-0201-76 (AASTHO-27-76)
2. Tabel B.2 analisa saringan agegat sedang (medium) PB-0201-76 (AASTHO-27-76)
3. Tabel B.3 analisa saringan agegat kasar PB-0201-76 (AASTHO-27-76)
4. Tabel B.4 analisa saringan agegat kasar PB-0201-76 (AASTHO-27-76)
5. Tabel B.5 analisa saringan agegat kasar PB-0201-76 (AASTHO-27-76)
6. Tabel B.6 pengujian berat jenis agregat halus (Pasir)
7. Tabel B.67 pengujian berat jenis agregat halus (ABU BATU)

Lampiran C

Dokumentasi

**PENGARUH UKURAN POTONGAN PLASTIK HDPE
TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN
AC-WC MENGGUNAKAN FILLER SEMEN PORTLAND**

ABSTRAK

UNIVERSITAS ISLAM RIAU



PEKANBARU

GIAN BERYL FAVIAN
153110423

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2021**

**PENGARUH UKURAN POTONGAN PLASTIK HDPE TERHADAP
KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN LASTON AC-WC
MENGUNAKAN *FILLER SEMEN PORTLAND***

GIAN BERYL FAVIAN

153110423

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan dengan meninjau dampak penambahan *plastik high density polyethylene* (HDPE) dalam campuran laston AC-WC menggunakan *filler semen portland* ditinjau pada karakteristik *Marshall*. Penambahan polimer untuk meningkatkan kekuatan aspal, serta ketahanan campuran terhadap *rutting* dari suhu dan cuaca panas.

Dari hasil analisa didapatkan nilai kadar aspal optimum yang memenuhi syarat kriteria campuran aspal sesuai spesifikasi Bina Marga 2010 revisi III yaitu 6%. Penambahan plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) pada campuran aspal yaitu laston AC-WC dengan ukuran pemotongan 0.4 cm ; 1 cm ; 2 cm ; 4 cm dari berat aspal yang digunakan. Dari masing-masing sampel aspal laston AC-WC kadar persentase plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) dan *filler semen portland* yang digunakan sebesar 3% dari total berat keseluruhan sampel aspal.

Dari hasil pengujian dan analisis *Marshall*, penambahan PET pada campuran aspal laston mendapatkan nilai stabilitas yang tinggi. Nilai stabilitas terbesar yaitu pada potongan plastik ukuran 1 cm. parameter *Marshall* seperti VMA, MQ dan Flow memenuhi syarat Spesifikasi Bina Marga 2010. Sedangkan untuk VIM dan VFA cenderung tidak memenuhi syarat spesifikasi.

Kata Kunci : *Asphalt Concrete wearing Course* (AC-WC), plastik *High density Polyethylene* (HDPE), Spesifikasi Bina Marga 2010 revisi III.

**THE INFLUENCE OF HDPE PLASTIC CUTTING SIZE ON THE
CHARACTERISTICS OF LASTON AC-WC MIXED USING PORTLAND
CEMENT FILLER**

GIAN BERYL FAVIAN

153110423

ABSTRACT

This research was conducted by mining the impact of adding high density polyethylene (HDPE) plastic in the AC-WC laston mixture using Portland cement filler in terms of Marshall material. The addition of polymers usually increases the strength of the asphalt. Increasing the strength of the asphalt will increase the resistance of the mixture to rutting from temperature and hot weather.

From the analysis, it was found that the optimal asphalt content value that meets the criteria for the asphalt mixture criteria according to the 2010 revision III of Bina Marga specification is 6%. The addition of High Density Polyethylene (HDPE) plastic to the asphalt mixture, namely laston AC-WC with a cutting size of 0.4 cm; 1 cm; 2 cm; 4 cm from the weight of the asphalt used. From each AC-WC laston asphalt sample, the proportion of High Density Polyethylene (HDPE) plastic and Portland cement filler used was 3% of the total weight of the asphalt sample.

From the test results and Marshall analysis, the addition of PET to the last asphalt mixture was at high stability values. The greatest balance value is the 1 cm plastic piece. Marshall parameters such as VMA, MQ and Flow meet the requirements of the 2010 Bina Marga Specifications. Meanwhile, VIM and VFA tend not to meet the specification requirements.

Keywords: *Asphalt Concrete Coating Flow (AC-WC), High Density Polyethylene (HDPE) plastic, Bina Marga 2010 specification revision III.*

**PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN TAMBAH KAPUR
TERHADAP NILAI KUAT TEKAN BATAKO PADA JENIS
PASIR YANG BERBEDA**

**BAB I
PENDAHULUAN**

GIAN BERYL FAVIAN
153110423

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2021**

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan raya sebagai satu prasarana transportasi darat, sangat penting fungsinya sebagai penunjang, informasi, sosial, budaya dan ketahanan nasional. Pembangunan dan pemeliharaan jalan di Indonesia tiap tahun menghabiskan biaya yang tidak sedikit, sehingga pengembangan teknologi yang tepat guna sangat dibutuhkan, selain peningkatan efisiensi juga sangat diperlukan keefektivitasan terhadap pengolahan terhadap bahan penyusunan dari perkerasan jalan.

Aspal ialah salah satu material yang digunakan untuk bahan perkerasan jalan, material ini dipilih karena hasil akhir yang baik dan nyaman sebagai perkerasan lentur (Sukirman, 1999). Peningkatan terhadap kualitas aspal dalam bentuk atau segi perkerasannya. Dalam peningkatan mutu aspal salah satunya adalah dengan penambahan zat polimer. Salah satunya seperti polimer, plastik, arang atau biasa yang dikenal dengan aspal modifikasi. Polimer digunakan bahan tambah pada campuran aspal memberi penambahan pada sifat fisik aspal seperti kepekaan terhadap stabilitas yang lebih besar dari aspal konvensional atau aspal dengan penetrasi 60/70.

Penggunaan plastik pada kehidupan sehari-hari menambah jumlah limbah sampah plastik semakin banyak di Indonesia. Plastik yang digunakan sebagian besar merupakan dari limbah plastik berjenis *polyethylene*. Polyethylene merupakan polimer yang terdiri dari rantai panjang monomer etilen. Adapun ciri-ciri *Polyethylene* yang dimaksud adalah: tidak berbau, termoplastis, transparan, sedikit buram, elastis, mempunyai daya tahan sampai 135° C dan kuat terhadap benturan.

Untuk penelitian kali ini peneliti menggunakan plastik yang berjenis HPDE (*High Density Polyethylene*) dengan ciri-ciri yang tergolong keras, kuat, gelap dan kuat pada suhu tinggi. HDPE biasanya dipakai botol shampoo, drigen minyak, dan lain-lain. HDPE juga aman digunakan untuk kemasan makanan/minuman dikarenakan mempunyai kemampuan menghindari reaksi kimia dari media yang

bahannya menggunakan plastik HDPE. Walaupun demikian jenis plastik HDPE tidak direkomendasikan untuk beberapa kali pakai dikarenakan memiliki pelepasan zat antimoni trioksida akan terus meningkat seiring waktu berjalan.

Penambahan limbah HDPE diharapkan mampu menambah kekuatan, umur rencana, meningkatkan kualitas aspal beton dan memenuhi persyaratan teknis untuk digunakan sebagai perkerasan jalan. Pada penelitian ini adalah memberikan pengaruh terhadap karakteristik *marshall* pada campuran aspal lapis AC-WC (*asphalt concrete – wearing course*).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian berikut adalah:

1. Bagaimana sifat sifat fisik aspal dengan bahan tambah plastik berbahan dasar HDPE (*Hight Density Polyethylene*)?
2. Bagaimana karakteristik *Marshall* pada campuran laston (AC-WC) dengan bahan tambah plastik berbahan dasar HDPE (*Hight Density Polyethylene*) ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitan ini adalah :

1. Seperti apa karakteristik *Marshall* yang ditambahkan plastik HDPE (*Hight Density Polyethylene*) terhadap campuran laston (AC-WC) dengan memakai metode *marshall*
2. Untuk mengetahui pengaruh *filler* semen *porland* terhadap karakteristik *Marshall* AC-WC dengan penambahan polimer plastik HDPE (*Hight Density Polyethylene*).

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah :

1. Untuk menambah ilmu pengetahuan baru tentang kualitas penggunaan plastik HDPE (*Hight Density Polyethylene*) pada aspal lapis (AC-WC) dimaksudkan bahan ini menjadi bahan tambahan untuk meningkatkan kualitas konstruksi lapisan perkerasan jalan.

2. Jika hasil dari penelitian pengaruh potongan ukuran plastik HDPE terhadap karakteristik *Marhall* campuran AC-WC menggunakan filler semen portland menghasilkan hasil penelitian yang baik yang sesuai ketentuan yang berlaku, maka bisa menjadi referensi.
3. Menjadi pertimbangan dalam pemilihan bahan tambah dan material untuk meningkatkan kualitas aspal.

1.5 Batasan Masalah

Demi memperjelas serta mempersingkat suatu penelitian, maka batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Jenis campuran laston *asphalt concrete – wearing course* (AC – WC) adalah campuran yang digunakan menggunakan Spesifikasi Bina Marga Revisi III 2010.
2. Mengamati permasalahan pada parameter beton aspal.
3. Pencampuran variasi ukuran plastik dilakukan dengan metode kering (*dry method*).

**PENGARUH UKURAN POTONGAN PLASTIK HDPE
TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN
AC-WC MENGGUNAKAN FILLER SEMEN PORTLAND**

**BAB II
TINJAUAN PUSTAKA**



GIAN BERYL FAVIAN
153110423

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2021**

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Hasil dari penelitian yang diperoleh dari terdahulu, serta memiliki keterkaitan dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis. Dapat memberikan pemecahan masalah terhadap penelitian yang dilakukan oleh penulis. Penulis menggunakan referensi penelitian terkait aspal dengan bahan campuran PET yaitu Ajeng (2016), Sepriska (2015), Razak dan Erdiansah (2016), dan Rhodila (2018).

2.2 Peneliti Terdahulu

Rahmawati,dkk. (2015) Penelitian yang dilakukan menggunakan limbah plastik jenis HDPE sebagai bahan campuran aspal dalam campuran Lapis Aspal Beton (Laston-Wc) dan Lapisan Tipis Aspal Beton (Lataston-WC) ditinjau dari karakteristik Marshall, kadar aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah kadar aspal optimal 6,5% untuk lapis aspal beton (laston) dan 7,5% untuk lapis tipis aspal beton (lataston). Sedangkan presentase HDPE sebagai campuran aspal adalah 0% 2% 4% dan 6% dari total berat aspal. Masing-masing variasi dibuat sebanyak dua sampel (duplo). Dari pengujian marshall yang dilakukan didapatkan hasil bahwa penambahan HDPE sebanyak 2% pada aspal untuk campuran laston-WC dapat meningkatkan stabilitas campuran sebesar 37,18% dari campuran laston-WC tanpa penambahan HDPE, yaitu dengan nilai stabilitas tanpa HDPE sebesar 17555kg dan dengan HDPE 2% sebesar 2407,5kg. Begitu juga campuran aspal dengan tambahan HDPE sebesar 4% dan 6% terjadi juga peningkatan nilai stabilitas penambahan HDPE 2% pada campuran aspal dibandingkan tanpa tambhan HDPE 254,50 atau sebesar 35% selain nilai stabilitas campuran, indikasi peningkatan kualitas campuran dengan penambahan HDPE juga terjadi pada hasil VIM, VMA, VFA dan MQ.

Ajeng,dkk (2016) Telah melakukan penelitian yang berjudul pemanfaatan PET pada laston lapis pengikat terhadap parameter aspal. didapat kesimpulan nilai

KAO sebesar 6,44%. Campuran aspal yang lebih kasar cenderung tidak memperoleh nilai KAO, mengakibatkan spesifikasi *grade* yang digunakan yaitu *fine grade*. Penambahan polimer *sample* kelompok benda uji I dan kelompok benda uji II yang memenuhi persyaratan jalan raya 2010, maka dari itu kadar polimer adalah sebesar 2%. Dibandingkan dengan campuran aspal tanpa polimer, nilai stabilitas yang didapat cenderung meningkat karena penambahan polimer dalam benda uji I dan II. Diketahui nilai rata-rata KAO pada *sample* uji I (batas tengah) dan *sample* uji II (batas atas) diketahui parameter *marshall* memenuhi syarat ketentuan yang ditetapkan. Penambahan kadar PET yang semakin banyak kurang baik digunakan untuk campuran aspal.

Sepriskha,dkk (2016) Telah melakukan penelitian yang berjudul aspal modifikasi dengan penambahan plastik *low linier density polyethylene* (LLDPE) ditinjau dari karakteristik marshall dan uji penetrasi pada lapisan aspal beton (AC - BC) Dapat disimpulkan bahwa grafik stabilitas yang berbentuk grafik ini mirip dengan bola dengan titik maksimum sebagai puncaknya, terlihat bahwa peningkatan kandungan LLDPE akan meningkatkan nilai stabilitas, tetapi pada grafik VIM , tidak satupun yang memenuhi standar revisi spesifikasi Bina Marga Versi III. Didapatkan nilai penetrasi mengalami penurunan yakni 1%=61, 3%=55,4, 5%=47,5, 7%=45,5, 9%=43,5.

Razak dan Erdiansa (2016) Penelitiandengan judul “Karakteristik Campuran AC-WC Dengan Penambahan Limbah Plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE)”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) pada karakteristik AC-WC dengan variasi kadar plastik yaitu 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% untuk mengetahui karakteristik AC-WC. Dari hasil test Marshall menunjukkan bahwa nilai karakteristik AC-WC yang meliputi persentase kadar plastik yang diperoleh dari hasil pengujian 1%-5% dari jumlah kadar aspal optimum, jika kadar plastik dalam aspal ditambahkan maka nilai stabilitas, flow, dan marshall quotient mengalami peningkatan dan penurunan yang tidak stabil, sedangkan nilai VFB dan kepadatan meningkat, dan nilai VIM dan VMA menurun.

Rhodila,dkk (2018) Pengaruh dimensi potongan plastik Polyethylen jenis HDPE terhadap campuran perkerasan lapis beton (*Laston*) terhadap karekteristik *marshall* yaitu menaikkan nilai stabilitas, leleh (*Flow*), rongga udara dalam agregat (VMA), Rongga dalam campuran (VIM) dan denisty. Sementara pada nilai Rongga terisi Aspal (VFWA) mengalami penurunan. Namun prebuan tersebut masih berada dalam batas katakteristik Marshall yang dipersyaratkan. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan Marshall Terhadap Penambahan Plastik Jenis HDPE Pada Campuran Aspal bahwa pengaruh potongan plastik polyethylene jenis HDPE dengan ukuran 0,4cm x 0,4cm dan ukuran 0,4 cm x 5 – 10 cm, nilai *marshal* cukup fluktuatif dibandingkan dengan penggunaan plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm 0,4 cm. Hal ini disebabkan karena penyebaran plastik yang cenderung tidak merata di seluruh campuran aspal. Dari hasil penelitian didapatkan hasil karakteristik marshall cenderung memenuhi kriteria dan spesifikasi khusus interim campuran beraspal panas menggunakan limbah plastik. Namun pada plastik dengan dimensi pemotongan panjang memiliki perubahan nilai karakteristik marshall yang relatif besar pada setiap 2% penambahan kadar plastik. Berbeda dengan plastik dengan pemotongan pendek dimana perubahan nilai relatif kecil.

2.3 Keaslian penelitian

Judul yang diambil penulis pada penelitian tugas akhir ini merupakan penelitian lanjutan dari Rhodila (2018) yang menambahkan bahan polimer atau plastik pada campuran aspal AC-WC. dalam penelitan memang terdapat kesamaan dari metode dan jenis polimer atau plastik yang digunakan. Akan tetapi dilakukan pengembangan terhadap metode pencampuran kadar polimer atau plastik pada campuran aspal dengan variasi ukuran pemotongan plastik. Oleh karena itu peneleiti tertarik untuk melakukan penelitian yang dipaparkan diatas.

Tabel 2. 1 Perbandingan Hasil Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan
Rahmawati,dkk. (2015)	Pengaruh Penggunaan Plastik (PE) dan <i>High Density Polythylene (HDPE)</i> Pada Campuran Laston-WC Terhadap Karakteristik <i>Marshall</i>	Hasil penambahan HDPE sebanyak 2% pada aspal untuk campuran laston-WC dapat meningkatkan stabilitas campuran sebesar 37,18% dari campuran laston-WC tanpa penambahan HDPE.	Penelitian ini melakukan pengujian terhadap campuran laston AC-WC
Ajeng,dkk (2016)	Pengaruh pemanfaatan PET pada Laston Lapis Peningkat Terhadap Parameter <i>Marshall</i>	Penelitian ini menambahkan kadar persentase sebesar 2%. Penambahan kadar PET yang semakin banyak kurang baik digunakan untuk campuran aspal.	Penelitian ini menambahkan kadar persentase plastik sebesar 3 %
Razak dan Erdiansa (2016)	Karakteristik Campuran AC-WC Dengan Penambahan Limbah Plastik <i>Low Density Polyethylene (LDPE)</i>	hasil test Marshall penambahan limbah plastik terhadap AC-WC menunjukkan bahwa nilai karakteristik yang meliputi persentase kadar plastik yang diperoleh dari hasil pengujian 1%-5% dari jumlah kadar aspal optimum, jika	Penelitian ini menggunakan limbah plastik berjenis <i>High Density Polyethylene (HDPE)</i> sebagai bahan tambah dalam campuran aspal <i>Laston AC-WC</i> .

		<p>kadar plastik dalam aspal ditambahkan maka nilai stabilitas, flow, dan marshall quotient mengalami peningkatan dan penurunan yang tidak stabil, sedangkan nilai VFB dan kepadatan meningkat, dan nilai VIM dan VMA menurun.</p>	
Rhodila,dkk (2018)	<p>Analisis Perbandingan Karakteristik Marshall Terhadap Penambahan Plastik Jenis HDPE pada Campuran Aspal Dengan Variasi Ukuran Pemotongan Plastik</p>	<p>hasil penelitian karakteristik marshall terhadap campuran aspal dengan bahan tambahan polimer adalah potongan plastik polyethylene jenis HDPE dengan ukuran 0,4cm x 0,4cm dan ukuran 0,4 cm x 5 – 10 cm, cenderung memenuhi kriteria dan spesifikasi khusus interim campuran beraspal panas menggunakan limbah plastik. Namun pada plastik dengan dimensi pemotongan panjang memiliki</p>	<p>Penelitian ini menggunakan potongan plastik dengan ukuran 0,4 cm ; 1 cm : 2 cm ; 4 cm yang dimasukkan dengan dalam campuran aspal laston AC-WC.</p>

		perubahan nilai karakteristik marshall yang relatif besar .	
--	--	---	--



Dokumen ini adalah Arsip Miitik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

**PENGARUH UKURAN POTONGAN PLASTIK HDPE
TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN
AC-WC MENGGUNAKAN FILLER SEMEN PORTLAND**

BAB III

LANDASAN TEORI



GIAN BERYL FAVIAN
153110423

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2021**

BAB III LANDASAN TEORI

3.1. Umum

Bagian yang diaspal dengan lapisan struktur disebut dengan perkerasan jalan yang mempunyai kekuatan, ketebalan, dan stabilitas. Sehingga dapat menerima beban lalu lintas jalan dengan aman. Lapisan perkerasan yang terletak diantara lapisan dasar jalan dan roda kendaraan. Sangat berperan dalam sarana transportasi dan diharapkan tidak mengalami kerusakan yang begitu besar selama masa penggunaan (Sukirman, 2003).

Campuran dari bahan agregat dan pengikat merupakan bahan penyusun perkerasan jalan yang akan menerima beban lalu lintas di atasnya.. Agregat yang akan digunakan meliputi batu pecah, batu sungai, batu belah dan bahan *product* sampingan pembuatan baja. Adapun bahan sebagai pengikat yang digunakan yaitu dari tanah liat dan aspal.

1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

dengan mengadopsikan model kerikil serta bahan penutup atau (*surfacing*) pada campuran *asphalt*. Untuk konstruksi perkerasan lentur bahan terdiri antara lain adalah : *asphalt* dan tanah liat sebagai bahan pengikat . terdapat tiga lapis perkerasan pada perkerasan lentur, lapisan dasar (*sub-grade*), lapisan pondasi bawah (*sub-base*), lapisan pondasi (*base*), serta lapisan penutup (*surface*). Setiap bagian pada lapisan secara keseluruhan menopang beban dari lalu lintas. Mulai dari atas hingga ke dasar, ketebalan terhadap lapisan cenderung membesar, dimana harga dari material semakin kebawah akan semakin murah dari segi harga.

2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Digunakannya pelat beton diatas lapisan agregat, diatas pelat beton tersebut dapat dilapisi aspal agregat atau aspal pasir yang tipis atau tidak. ada lapisan sama sekali. Bagian dari perkerasan kaku terdiri dari : tanah dasar (*subgrade*), lapisan pondasi bawah (*sub-base*), lapisan beton B-0 (*blinding concrete*/beton lantai kerja), lapisan pelat beton (*concrete slab*), dan lapisan aspal agregat/aspal pasir (Purwadi, 2008).

Perbedaan utama antara perkerasan lentur dan kaku dapat terlihat pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1 Perbedaan Antara Perkerasan Lentur Dan Perkerasan Kaku (Sukirman, 1992)

		Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
1.	Bahan pengikat	Aspal	Semen
2.	Repetisi beban	Timbul <i>rutting</i> (lendutan pada jalur roda)	Timbul retak-retak pada permukaan
3.	Penurunan tanah Dasar	Jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar)	Bersifat sebagai balok diatas perletakan
4.	Perubahan Temperatur	Modulus kekakuan berubah. Timbul tegangan dalam yang kecil	Modulus kekakuan tidak berubah. Timbul tegangan dalam yang besar.

3.2. Lapis Aspal Beton

Lapis aspal beton merupakan salah satu lapisan pada konstruksi jalan yang tersusun atas campuran dari aspal keras dan agregat, kemudian dicampur lalu dihamparkan dalam kondisi yang panas dan dipadatkan dengan suhu tertentu (Sukirman, 1992). Lapis yang merupakan campuran dari aspal keras (AC) dan agregat dimana memiliki gradasi menerus dicampur, dihampar, lalu dipadatkan pada suatu suhu yang sudah ditetapkan. Untuk lapis ini berguna sebagai permuka struktur dan lapisan dasar (*Asphalt Concrete Base/ Asphalt Treated Base*). (Tenjriajeng, 1999).

Terdapat 3 jenis campuran laston yang dimana berfungsi sebagai berikut:

1. AC – WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*) dikenal dengan nama laston, yang dimana berfungsi sebagai lapisan aus.
2. lapisan laston yang berada di tengah adalah AC-BC (*Asphalt Concret - Binder layer*), yakni mempunyai ketebalan minimal 5 cm, yang posisinya di bawah berada pada lapis pondasi (*base course*) dibawah lapisan aus.
3. Laston berfungsi sebagai lapis alas, yakni laston *AC-Base (Asphalt Concrete – base)*, dimana tebal minimumnya adalah 6 cm.

Untuk memperoleh kepadatan yang tinggi maka lapis aspal beton yang secara umum digunakan sebagai perkerasan jalan. Untuk di beberapa negara perencanaan laston ini kerap digunakan. Hal ini biasanya mengarah menjadi suatu bahan yang relatif kaku, sehingga konsekuensi ketahanan rendah dan keawetan yang terjadi rendah.

Spesifikasi Bina Marga 2010 revisi III mensyaratkan sifat sifat terhadap campuran bisa diketahui pada tabel di bawah ini :

Tabel 3. 2 Syarat Dan Ketentuan Campuran Beraspal Panas (AC) (SUBM, 2010)

Sifat-sifat Campuran		Lapis aspal beton (Laston)		
		Lapis Aus	Lapis Pengikat	Pondasi
Kadar aspal efektif	Min	5,1	4,3	4
Penyerapan aspal (%)	Max	1,2		
Jumlah tumbukan perbidang		75	112	
Rongga dalam campuran (VIM) (%)	Min	3,5		
	Max	5,0		
Rongga dalam agregat (VMA)(%)	Min	15	14	13
Rongga dalam agregat (VMA)(%)	Min	65	6,3	60
Stabilitas marshall (kg)	Min	800		1800
	Max	-		-
Pelelehan (mm)	Min	3,0		4,5
Marshall quotient (kg/mm)	Min	250		300
Stabilitas marshall sisa (%) setelah	Min	90		
Perendaman selama 24 jam, 60 c				
Rongga dalam campuran (%) pada	Min	2,5		

3.3. Karakteristik Campuran Aspal Beton

Campuran panas beton harus memiliki karakteristik sebagai berikut :

1. Kekuatan (*stability*) campuran aspal untuk menahan deformasi secara konstan dan beban yang berulang tana mengalami keruntuhan (*Plastis Flow*). Mendapatkan nilai pada *stability* yang tinggi , maka dibutuhkan gradasi material agregat yang baik serta rongga gregat yang berukuran kecil (VMA). Namun dikarenakan nilai VMA kecil maka akan mengakibatkan *bleeding* apabila jumlah kadar aspal yang digunakan terlampau banyak.

2. *Durability* campuran terhadap cuaca, ataupun gesekan ataupun gesekan yang ditimbulkan dari roda kendaraan. Guna mencapai ketahanan yang tinggi diperlukan juga *VMA* yang besar, sehingga aspal dapat menyelimuti agregat lebih baik.
3. Fleksibilitas atau kelenturan, yaitu kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa mengalami retak (*fattigue cracking*). Untuk mencapai kelenturan yang tinggi diperlukan *VMA* yang besar, *VIM* yang kecil, dan pemakaian aspal yang berpenetrasi tinggi.
4. Kekesatan (*skid resistance*), yaitu kemampuan perkerasan aspal memberikan permukaan yang cukup kesat sehingga kendaraan yang melaluinya tidak mengalami slip, baik diwaktu jalan basah maupun kering. Untuk mencapai kekesatan yang tinggi perlu pemakaian kadar aspal yang tepat sehingga tidak terjadi *bleeding*, dan penggunaan agregat kasar yang cukup.
5. Ketahanan leleh (*fatigue resistance*), yaitu kemampuan aspal beton untuk mengalami beban berulang tanpa terjadi kelelahan berupa retak atau kerusakan alur (*rutting*).
6. Permeabilitas, yaitu kemudahan campuran aspal dirembesi udara dan air.
7. *Workability*, yaitu kemudahan campuran aspal untuk diolah. faktor yang mempengaruhi workabilitas antara lain gradasi agregat, dimana agregat yang bergradasi baik lebih mudah dikerjakan, dan kandungan *filler*, dimana *filler* yang banyak akan mempersulit pelaksanaan.

3.4. Bahan Penyusun Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan material lapisan terdiri dari bahan pengikat agregat dan aspal, bahan pengikat tersebut membentuk campuran padat, yang biasanya digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan raya. Dalam pekerjaan pengerasan jalan, diperlukan bahan penyusun pengerasan jalan, antara lain sebagai berikut :

3.4.1. Aspal

Bahan utama pada lapis perkerasan lentur (*Flexible Pavement*), pada perkerasan jalan jenis ini dirasa mempunyai fungsi sebagai pengikat agregat karena memiliki sifat perekat yang sangat kuat, tahan air dan proses pelaksanaan yang mudah. Aspal sangat mudah untuk diaplikasikan dan dicampur pada agregat, karena mempunyai sifat plastis atau lentur. Selain itu aspal memiliki daya tahan terhadap asam dan garam. (Shirley L, 2009).

Aspal ataupun bitumen adalah suatu bahan viskoelastik yang memiliki warna hitam kecoklatan apabila dipanaskan akan melunak dan meleleh, dan begitupun kebalikannya. Adapun Viskoelastisitas ini dapat memungkinkan aspal menutupi dan mengunci agregat agar tetap pada tempatnya sepanjang produksi dan umur layanannya. Aspal umumnya terbuat dari rantai hidrokarbon yang diketahui sebagai bitumen, dan oleh karena itu aspal merupakan material yang bersifat *bituminous*.

Pada dasarnya proses produksi aspal dilakukan dengan penyulingan minyak bumi. Standar pengendalian pada tahap proses pemurnian dapat menghasilkan aspal dengan karakteristik khusus sesuai juga untuk aplikasi tertentu, seperti untuk pembuatan campuran aspal, pelindung dari ata dan aplikasi khusus jenis lainnya. Jenis aspal terdiri dari :

- a) Aspal keras
Aspal keras merupakan aspal hasil destilasi yang bersifat viskoelastis sehingga akan melunak dan mencair bila mendapat cukup pemanasan dan sebaliknya.
- b) Aspal cair
aspal cair dihasilkan dengan proses melarutkan aspal keras dengan pelarut berbahan baku minyak.
- c) Aspal emulsi
Aspal emulsi dihasilkan melalui proses pengemulsian aspal keras. Pada proses ini partikel-partikel aspal padat dipisahkan dan didispersikan dalam air.

d) Aspal alam

Aspal yang secara alamiah terjadi di alam. Berdasarkan depositnya aspal alam dikelompokkan ke dalam 2 kelompok, yaitu aspal danau dan aspal batu.

e) Aspal semen

Aspal semen adalah bahan yang bersifat semi padat dalam pembuatan aspal campuran panas (*Hot Mix*), berguna sebagai perawatan pada permukaan untuk membuat aspal campuran panas, lapisan penutup (*seal hot*) dan pengisi retakan (*crack filling*). Berbagai sistem kualitas digunakan untuk menentukan semen aspal dengan kekerasan, viskositas, dan karakteristik kinerja yang diperlukan. Bahan tambah dan atau bahan modifikasi dapat dikombinasikan dengan aspal untuk mengubah sifatnya. Aspal menjadi semakin keras, dan ketebalannya bertambah.

Laston AC penetrasinya bisa dibedakan sebagai berikut:

- a) AC pen 40/50, yaitu semen aspal dengan penetrasi 40 – 50.
- b) AC pen 60/70, yaitu semen aspal dengan penetrasi 60 – 70.
- c) AC pen 80/100, yaitu semen aspal dengan penetrasi 80 – 100.
- d) AC pen 120/150, yaitu semen aspal dengan penetrasi 120 – 150.
- e) AC pen 200/300, yaitu semen aspal dengan penetrasi 200 – 300.

3.4.2. Agregat

Agregat adalah sekumpulan batu-batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun hasil buatan. Agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan yang mengandung 90-95% agregat. Agregat memainkan peran yang sangat penting dalam infrastruktur transportasi, khususnya dalam pembangunan trotoar. Daya dukung perkerasan sangat tergantung pada karakteristik agregat tergantung pada karakteristik agregat yang digunakan. Pemilihan agregat yang tepat untuk memenuhi persyaratan akan sangat menentukan keberhasilan pembangunan jalan (Sukirman, 1995).

Dalam campuran beraspal pada umumnya dibagi :

a. Agregat kasar

Agregat kasar adalah material yang tertahan pada saringan no.8 (2,36 mm). Agregat kasar untuk campuran aspal harus terdiri dari batu pecah yang bersih, kuat, kerig, awet, bersudutbebas dari kotoran lempung dan material asing lainnya serat mempunyai tekstur permukaan yang kasar dan tidak bulat agar dapat memberikan sifat *interlocking* yang baik dengan material yang lain. Tingginya kandungan agregat kasar membuat lapis perkerasan lebih permeabel. Hal ini menyebabkan rongga udara meningkat dan menurunnya daya lekat bitumen, maka terjadi pengelupasan aspal dari batuan.

Agregat kasar pada umumnya harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan sesuai dengan ketentuan yang ada, seperti yang disajikan pada Tabel 3.4 berikut:

Tabel 3. 4 Ketentuan Agregat Kasar (SUBM, 2010)

Peng		Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium		SNI 3407:2008	Maks.12 %
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC bergradasi	SNI 2417:2008	Maks. 30%
	Semua jenis campuran aspal		Maks. 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 03-2439-	Min. 95 %
Angularitas (kedalaman dari permukaan		DoT's	95/90 1
Angularitas (kedalaman dari permukaan \geq		Pennsylvani a Test	80/75 1
Partikel Pipih dan Lonjong		ASTM D4791	Maks. 10
Material lolos Ayakan No.200		SNI 03-4142-	Maks. 1 %

b. Agregat Halus

Agregat halus pasir alam merupakan hasil desintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu. Agregat halus adalah

material yang lolos saringan no.8 (2,36 mm). Agregat dapat meningkatkan stabilitas campuran dengan penguncian (*unterlocking*) antar butiran. Selain itu agregat halus juga mengisi ruang antara butir bahan yang terdiri dari butiran-butiran batu pecah atau pasir alam atau campuran dari keduanya. Agregat halus pada umumnya harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan sesuai dengan ketentuan yang ada, seperti tertera pada Tabel 3.5 di bawah :

Tabel 3. 5 Ketentuan Agregat Halus (SUBM, 2010)

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min 50% untuk SS, HRS dan AC bergradasi Halus Min 70% untuk AC bergradasi Maks. 8%
Material Lolos Ayakan No. 200	SNI 03-4428-1997	
Kadar Lempung	SNI 3423 : 2008	Maks 1%
Angularitas (kedalaman dari	AASHTO TP-33	Min. 45
Angularitas (kedalaman dari permukaan 10 cm)	atau ASTM C1252-93	Min. 40

3.4.3. Bahan Pengisi (*filler*)

Bahan *Filler* dapat berfungsi untuk mengurangi jumlah rongga dalam campuran, namun demikian jumlah *filler* harus dibatasi pada suatu batas yang menguntungkan. Baha pengisi yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen. Bahan pengisi (*filler*) harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan mempunyai sifat non plastis.

Dalam campuran perkerasan jalan fungsi *filler* adalah :

- a. Untuk memodifikasi agregat halus, kepadatan campuran ditingkatkan dan jumlah aspal yang dibutuhkan untuk mengisi rongga yang berkurang.

- b. *filler* dan bitumen secara bersamaan akan membentuk pasta, yang akan mengikat dan mengikat agregat halus menjadi mortar.
- c. Mengisi ruang antara agregat halus dan agregat kasar, dan tingkatkan kepadatan dan stabilitas.

3.4.4. Filler Semen Portland

Pada campuran AC-WC yang biasanya menggunakan *filler* abu batu, pada penulisan ini dibandingkan dengan menggunakan *filler* semen *portland*. Semen *portland* yang digunakan itu sendiri adalah semen portland tipe-I yang biasa digunakan sebagai campuran pada konstruksi beton dan banyak dijumpai di pasaran.

3.4.5. Gradasi

Gradasi mengacu pada pengaturan ukuran butir dari agregat, yang didapatkan dari hasil analisis penyaringan. Nilai agregat sebagai persentase terhadap agregat lolos atau persentase retensi yang dihitung berdasarkan bobot agregat. Gradasi menentukan ukuran lubang atau lubang yang mungkin muncul pada agregat campuran.

Semua spesifikasi perkerasan mengharuskan partikel agregat halus memiliki kepekaan ukuran tertentu, dan harus memiliki rasio tertentu untuk setiap ukuran partikel. Distribusi perubahan ukuran partikel agregat ini disebut klasifikasi agregat. Gradien agregasi mempengaruhi ukuran rongga dalam campuran dan menentukan kemampuan proses dan stabilitas campuran.

Gradasi agregat ditentukan oleh saringan, dimana contoh agregat harus melalui satu set saringan. Ukuran saringan menyatakan banyaknya bukaan jaringan kawat per inchi persegi dari saringan tersebut. Gradasi agregat dinyatakan dalam persentase berat masing-masing yang lolos pada saringan tertentu. Persentase ini ditentukan dengan menimbang agregat yang lolos atau tertahan pada masing-masing saringan.

Gradasi agregat dapat dibedakan atas :

1. Gradasi seragam (*uniform graded*)

Gradasi seragam adalah gradasi agregat dengan ukuran yang hampir sama. Gradasi seragam tersebut juga gradasi terbuka (*open graded*) karena hanya mengandung sedikit agregat halus sehingga terdapat banyak rongga atau ruang kosong antar agregat. Campuran beraspal dengan gradasi ini bersifat porus atau memiliki permeabilitas yang tinggi, stabilitas yang rendah dan memiliki berat isi yang kecil.

2. Gradasi rapat

Gradasi rapat adalah gradasi agregat dimana terdapat butiran dari agregat kasar sampai halus, sehingga disebut gradasi menerus atau gradasi menerus atau gradasi baik. (*well graded*). Campuran dengan gradasi ini memiliki stabilitas yang tinggi, agak kedap terhadap air dan memiliki berat isi yang besar.

3. Gradasi senjang (*gap graded*)

Gradasi senjang adalah gradasi agregat dimana ukuran agregat tidak lengkap atau ada fraksi agregat yang tidak ada atau sangat kecil. Campuran agregat dengan tingkatan ini memiliki kualitas transisi terhadap kedua gradasi tersebut.

Bentuk gradasi agregat biasanya diwakili oleh grafik yang menunjukkan hubungan antara ukuran ayakan pada sumbu horizontal dan persentase agregat yang melewati ayakan tertentu pada sumbu vertikal.

Gradasi yang ditetapkan Spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi III dapat diketahui pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. 6 Gradasi Ayakan Untuk Campuran Perkerasan Jalan (SUBM, 2010)

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos LASTON (AC)					
		Gradasi Halus			Gradasi Kasar		
(Inch)	(mm)	AC-WC	AC-BC	AC-Base	AC-WC	AC-BC	AC-Base
1 1/2"	37,5	-	-	100	-	-	100
1"	25	-	100	90 - 100	-	100	90 - 100
3/4"	19	100	90 - 100	73 - 90	100	90 - 100	73 - 90
1/2"	12.5	90 - 100	74 - 90	61 - 79	90 - 100	71 - 90	55 - 76
3/8"	9.5	72 - 90	64 - 82	47 - 67	72 - 90	58 - 80	45 - 66
No.4	4.75	54 - 69	47 - 64	39,5 - 50	43 - 63	37 - 56	28 - 39,5
No.8	2.36	39,1 - 53	34,6 - 49	30,8 - 37	28 - 39,1	23 - 34,6	19 - 26,8
No.16	1.18	31,6 - 40	28,3 - 38	24,1 - 28	19 - 25,6	15 - 22,3	12 - 18,1
No.30	0.6	23,1 - 30	20,7 - 28	17,6 - 22	13 - 19,1	10 - 16,7	7 - 13,6
No.50	0.3	15,5 - 22	13,7 - 20	11,4 - 16	9 - 15,5	7 - 13,7	5 - 11,4
No.100	0.15	9 - 15	4 - 13	4 - 10	6 - 13	5 - 11	4,5 - 9

3.5. Polyethylene Terephthalate (PET)

3.5.1. Pengertian PET

Polyethylene Terephthalate (PET) terbuat dari *ethylene glycol* (EG) dan *terephthalic acid* (TPA) atau *diformate* atau *terephthalic acid* (DMT) dimana ciri-ciri PET adalah:

- Sarupa dengan PC, PET merupakan keluarga *poliester*. *Polimer* biasa diolah dengan bahan yang diperkuat serat kaca atau pengisi mineral. Film PET bersifat transparan, kuat, dimensi stabil, tahan api, tidak beracun, serta memiliki permabilitas yang rendah terhadap gas, air dan aroma. PET biasanya merupakan resin rekayasa bening, yang memiliki banyak karakter dimana antaranya adalah : kekuatan yang tinggi, kekakuan, ukuran stabil, tahan kimia dan sifat *electrical* yang bagus.

- b. PET mempunyai kemampuan menyerap uap air yang cenderung rendah, demikian juga untuk penyerapan terhadap air. PET diproses dengan ekstrusi pada suhu tinggi 518-608° F, tetapi dapat juga diproses dengan teknologi injeksi atau *blow moulding*. Sebelum dicetak, resin PET harus dikeringkan (maksimum kandungan uap air 0,02%) demi mencegah hidrolisis selama pencetakan. PET memiliki berbagai macam kegunaan, antara lain : botol, minuman ringan, air mineral, dan minyak nabati (Imam Mujiarto, 2005).

Dari jenis termoplastis telah banyak digunakan untuk menyiapkan elastomer digunakan untuk menyiapkan elastomer termoplastik yang sangat kompatibel. Yang mana terdiri atas *polipropilen, low density polyethylene, uv-low-density polyethylene, linier low density polyethylene, dikloronasi polyethylene, polistiren, poliamida, etilena-vinil asetat, kopolimer, dan poli metil metakrilat.*

Pada polietilen (PE) terdiri dari 4 jenis yaitu :

1. Polietilen dengan densitas tinggi atau *High Density Polyethylene* (HDPE). Molekul penyusun dari zat ini tidak bercabang, mempunyai banyak fraksi dibentuk lapisan, pada drajat fraksi rendah, dan bisa menghindari pengikatan, oleh karena itu menghasilkan tingkat kristalisasi cenderung tinggi. Densitas HDPE yaitu sebesar 0,95-0,97 g/cm³, untuk titik leleh sebesar 127 ° C (beberapa macam berkisar 135 ° C). HDPE sering kita temukan dalam bahan-bahan rumah tangga.
2. Polietilen dengan densitas rendah atau *Low Density Polyeten* (LDPE). Terdiri dari konsentrasi yang bisa menghindari kristalilasi dan menghasilkan proses densitas cenderung rendah. LDPE memiliki densitas 0,91-0,94 g/cm³, yang dimana sebagian adalah kristalin (50-60%) dan memiliki titik leleh pada suhu 115 ° C.
3. Polietilen leiner dengan densitas rendah atau *Linier Low Density Polyeten* (LLDPE). Terdiri dari molekul polietilen linier yang berjenis resin yang memiliki densitas sebesar 0.90-0,94 g/cm³.

4. 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/cm³.

3.5.2. Plastik

Menurut Mujiarto (2005) plastik adalah suatu polimer yang mempunyai sifat-sifat unik dan luar biasa. Polimer adalah suatu bahan yang terdiri dari unit molekul yang disebut monomer. Jika monomernya sejenis disebut homopolimer, dan jika monomernya berbeda akan menghasilkan kopolimer. Polimer alam yang telah kita kenal antara lain : selulosa, protein, karet alam dan sejenisnya. Secara garis besar pembedaan plastik menjadi dua kategori, yaitu termoseting dan termoplastik.

Plastik *thermoplast* adalah plastik dapat dibentuk berulang-ulang dengan kali (dapat didaur ulang) dengan cara melelehkan. Yang termasuk plastik *thermoplast* antara lain : PE, PP, PS, ABS, SAN, nylon, PET, BPT, polyacetal (POM), PC dll. plastik *thermoplast* merupakan plastik yang tidak bisa didaur ulang lagi. Ini termasuk plastik termoseting: PU (polietilen), UF (urea formaldehida), MF (melamin formaldehida), poliester, resin epoksi, dll.

3.5.3. Plastik dan Perkerasan

Perkerasan campuran dengan bahan plastik terdapat dua metode pencampuran yaitu pencampuran basah dan kering :

1. Metode basah (*Wet Procces*) metode ini campuran plastik ditambahkan pada campuran aspal panas dan diaduk dengan kecepatan tinggi hingga merata. Untuk metode basah memerlukan banyak biaya, diantaranya bahan bakar dan mixer berkecepatan tinggi, sehingga aspal yang dimodifikasi sangat berbeda dengan aspal konvensional yang ada.
2. 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 karena tidak perlu ada aspal yang dikeluarkan dari tangki 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 dipertanggungjawabkan kehomogenan dan keseragaman kadar plastik yang dicampurkan.

3.5.4. Plastik yang digunakan

Plastik yang digunakan sebagai bahan tambah dalam penelitian ini adalah berjenis *High Density Polyethylene* (HDPE) memiliki karakteristik lebih kuat, lebih keras dan tahan terhadap suhu tinggi dan korosi. HDPE umumnya digunakan sebagai bahan dinding tahan korosi, bahan rumah tangga, lapisan pelindung radiasi dan pipa. Plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) yang dicampur dalam material ini adalah plastik dari botol shampoo, tutup galon, dan drigen.

3.6. Karakteristik Marshall

Karakteristik campuran aspal dapat diukur dari karakteristik Marshall yang ditunjukkan oleh nilai-nilai berikut:

3.6.1. Stabilitas (*stability*)

Stabilitas mengacu pada beban yang dapat ditahan oleh campuran beton aspal sebelum plastik meleleh. Dengan kata lain, kemampuan lapisan keras untuk menahan deformasi yang disebabkan oleh beban lalu lintas tanpa mengalami gelombang (*washboarding*) dan alur (*rutting*). Berdasarkan bentuk, kualitas, tekstur permukaan dan grade agregat, dapat mempengaruhi nilai stabilitas, yaitu gesekan antar partikel agregat (*internal friction*) terhadap kadar campuran aspal.

Nilai stabilitas diperoleh dari kadar aspal didalam campuran. Apabila penambahan aspal yang terlampaui banyak nilai stabilitas akan melebihi batas maksimum justru akan menurunkan nilai stabilitas campuran, yang mana akan

berpengaruh pada fleksibilitas yang dihasilkan dikarenakan lapis perkerasan menjadi sangat keras dan mengakibatkan mudah rapuh.

Nilai stabilitas yang didapat harus melebihi 800 kg. Lapis perkerasan dengan nilai stabilitas perkerasan pada nilai stabilitas yang dibawah 800 kg rentan dengan mengalami kerusakan, karena perkerasan lunak sehingga sulit dalam menahan beban. Sedangkan apabila nilai kestabilan permukaan jalan terlalu tinggi, maka permukaan konstruksi perkerasan cenderung mengalami retak dikarenakan permukaannya menjadi kaku. Nilai stabilitas benda uji diperoleh dari hasil pembacaan *dial* stabilitas selama dilakukannya pengujian *marshall*. Kemudian hasil akan dicocokkan dengan angka kalibrasi *proving ring* pada satuan lbs ataupun dalam kilogram. Ketebalan sampel harus di koreksi dengan faktor koreksi terhadap *sample*.

Nilai stabilitas sesungguhnya diperoleh dengan rumus (1) di bawah ini :

$$S = p \times q \quad \text{(Pers 3.1)}$$

Keterangan :

S = angka stabilitas sesungguhnya

P = pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat

q = angka koreksi benda uji

3.6.2. Kelelahan

Flow adalah mengacu pada penurunan atau deformasi vertikal sampel pada awal pembebanan, sehingga mengurangi kestabilan, yang mengindikasikan besarnya deformasi pada lapisan perkerasan akibat beban. Deformasi yang terjadi berkaitan erat dengan sifat *Marshall* lainnya (seperti stabilitas). VIM dan VFA, nilai VIM yang lebih besar akan mengurangi resistansi penguncian campuran dan dapat menyebabkan deformasi. Dalam VIM dan VFA, nilai VIM yang lebih besar akan mengurangi tahanan penguncian campuran dan dapat menyebabkan deformasi. Nilai VFA yang terlalu tinggi juga akan menyebabkan aspal dalam campuran berubah konsistensinya, menjadikannya pelumas di antara batuan. Nilai aliran dipengaruhi oleh kadar dan viskositas aspal, kadar agregat, jumlah

pemadatan dan suhu. Namun, campuran dengan laju leleh rendah cenderung berupa plastik dan mudah berubah bentuk saat mengalami beban lalu lintas. Kepadatan campuran yang baik, aspal yang cukup dan stabilitas yang baik akan berpengaruh pada penurunan nilai aliran. Persyaratan minimum *flow* adalah 3 mm

Jika nilai aliran terlalu rendah, campuran akan mengeras, yang akan membuat sambungan sangat mudah retak. Pada saat yang sama, jika campuran memiliki nilai aliran yang lebih tinggi, maka akan menghasilkan lapisan perkerasan yang rentan terhadap perubahan bentuk gelombang (*punching*) dan perubahan alur (*routting*).

3.6.3. Kerapatan (*density*)

Density ialah tingkat kepadatan campuran setelah melewati proses pemadatan. Apabila nilai *density* semakin tinggi maka semakin bagus kepadatan campuran yang didapat. Nilai densitas dapat dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain: gradasi campuran, jenis dan kualitas bahan penyusun, koefisien pemadatan dan suhu pemadatan, penggunaan kadar aspal dan penambahan bahan. tambah seperti polimer. Nilai *density* yang tinggi pada campuran akan mampu menahan beban yang besar apabila dibandingkan dengan campuran yang rendah, ini dikarenakan partikel terhadap agregat memiliki luas bentuk kotak yang lebih besar, mengakibatkan partikel agregat menjadi besar atau gaya gesek (*friction*). pada campuran perkerasan *density* sangat memperngaruhi kepadatan campuran, jika nilai *density* yang diperoleh cukup besar maka rongga akan menjadi rapat, sehingga menghambat air dan udara tidak bisa masuk. dihitung dengan rumus (pers 3.2) dan (pers 3.3) di bawah ini :

$$g = c / f \quad \text{(Pers 3.2)}$$

$$f = d - e \quad \text{(Pers 3.3)}$$

Keterangan :

g = nilai kepadatan (gr/cc)

c = berat kering / sebelum direndam (gr)

d = berat benda uji jenuh air (gr)

e = berat benda uji dalam air (gr)

f = volume benda uji (cc)

3.6.4. VIM (Void In The Mix)

VIM adalah persentase rongga yang ada di dalam keseluruhan campuran. Nilai VIM akan mempengaruhi keawetan lapisan perkerasan tersebut. Semakin tinggi nilai VIM maka semakin besar rongga pada campuran, sehingga campuran akan menjadi sangat tipis. Hal ini menyebabkan kerapatan campuran menjadi kurang, memungkinkan air dan udara dengan mudah masuk ke rongga-rongga dalam campuran, yang menyebabkan aspal mudah teroksidasi, sehingga mengakibatkan penurunan kadar aspal dalam campuran. Berkurangnya kadar aspal pada campuran akan mengakibatkan campuran sangat mudah untuk teroksidasi. Dimana air akan melarutkan komponen yang teroksidasi, sehingga akan terjadi pengurangan terhadap kadar aspal secara berkelanjutan dalam campuran. Apabila kadar aspal terhadap campuran berkurang maka akan mengakibatkan cenderung rendah bisa mengakibatkan *bleeding*, hal ini dikarenakan pada temperatur tinggi viskositas menurun sesuai dengan termoplastisnya. Pada saat itu jika lapisan perkerasan menahan beban lalu lintas, karena rongga yang tidak cukup untuk menembus lapisan perkerasan jalan maka aspal akan terdorong keluar dari permukaan perkerasan. Apabila nilai VIM yang melebihi 5% akan mengurangi ketahanan terhadap lapisan perkerasan, karena sangat mudah teroksidasi yang disebabkan oleh rongga yang besar.

diketahui bahwa VIM adalah persentase rongga udara dan volume total campuran setelah proses pemdatan. Semakin besar kadar aspal maka nilai VIM semakin kecil. Apabila nilai vim cenderung besar maka semakin cepat kecepatan leleh dan alur retakan.

Nilai VIM dihitung dengan rumus (4) – (7) di bawah ini :

$$\text{VIM} = (100 - i - j) \quad (\text{Pers 3.4})$$

$$b = \frac{a}{100+a} \times 100 \quad (\text{Pers 3.5})$$

$$i = \frac{b \times g}{BJ.Agregat} \quad (\text{Pers 3.6})$$

$$j = \frac{(100-b) \times g}{BJ.Agregat} \quad (\text{Pers 3.7})$$

Keterangan :

- a = persentase aspal terhadap batuan
- b = persentase aspal terhadap campuran
- g = persen rongga terisi aspal
- i dan j = rumus substitusi

3.6.5. VFA (Void Filled With Asphalt)

merupakan persentase rongga terisi aspal dalam campuran setelah pemadatan. Nilai VFA dipengaruhi oleh faktor pemadatan, dimana besarnya pemadatan dan temperatur mempengaruhi gradasi agregat dan kadar aspal. Nilai VFA akan mempengaruhi kekencangan air dan kekencangan udara pada campuran, dan juga mempengaruhi elastisitas campuran. Dimana bisa dikatakan bahwa VFA menentukan nilai dari stabilitas, fleksibilitas dan durabilitas. Apabila semakin nilai VFA maka artinya semakin banyak rongga pada campuran yang terisi aspal, sehingga ketahanan air dan udara dari campuran tersebut akan semakin tinggi, namun untuk nilai VFA tersebut masih terlalu tinggi dan akan menimbulkan rembesan.

Nilai VFA yang terlalu kecil mengakibatkan penurunan permeabilitas campuran terhadap air dan udara, karena jika lapisan film aspal dikenai beban tambahan akan menjadi lebih tipis dan sangat mudah retak, sehingga campuran aspal mudah teroksidasi. Dan pada akhirnya lapisan perkerasan tersebut tidak akan bertahan lama. Untuk nilai VFA yang dibutuhkan yaitu sebesar 65 %. Nilai tersebut mempresentasikan persentase rongga campuran yang mengandung aspal, dan nilai ini akan meningkat sampai batas tertentu berdasarkan peningkatan kadar aspal pada posisi rongga adhesif. Yang dimaksud adalah rongga pada campuran tersenut telah terisi dengan aspal, sehingga persentase kadar aspal yang mengisi rongga tersebut merupakan persentase kadar aspal maksimal.

Nilai VFA dihitung dengan rumus di bawah ini :

$$\text{VFA} = 100 \times \frac{i}{j} \quad (\text{Pers 3.8})$$

$$b = \frac{a}{100+a} \times 100 \quad (\text{Pers 3.9})$$

$$i = \frac{(100-b) \times g}{b \cdot j \cdot \text{agregat}} \quad (\text{Pers 3.10})$$

$$j = \frac{(100-b) \times g}{B \cdot J \cdot \text{Agregat}} \quad (\text{Pers 3.11})$$

$$l = 100 - j \quad (\text{Pers 3.12})$$

Keterangan :

a = Persentase aspal terhadap batuan

b = persentase aspal terhadap

g = persen rongga terisi aspal

i dan j = rumus

3.6.6. VMA (Void In Mineral Agregat)

Void In Mineral Agregat (VMA) merupakan rongga udara di antara partikel agregat aspal padat, termasuk rongga udara dan kandungan aspal efektif, yang dinyatakan sebagai persentase dari total volume. Banyak rongga udara akan berpengaruh terhadap kinerja campuran, karena jika VMA terlalu kecil, campuran dapat mengalami masalah daya tahan, dan jika VMA terlalu besar, campuran dapat mengalami masalah stabilitas dan produksi menjadi tidak ekonomis.

Nilai VMA juga dipengaruhi oleh faktor pemadatan, dimana jumlah dan suhu pemadatan, gradasi agregat, dan kadar aspal. nilai VMA mempengaruhi daya tahan campuran terhadap air dan udara serta elastisitas campuran. Dapat juga dikatakan bahwa nilai VMA menentukan nilai stabilitas, fleksibilitas dan daya tahan. Nilai VMA yang dibutuhkan adalah sebesar 14%

3.6.7. *Marshall Quotient (MQ)*

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



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

**PENGARUH UKURAN POTONGAN PLASTIK HDPE
TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN
AC-WC MENGGUNAKAN FILLER SEMEN PORTLAND**

**BAB IV
METODE PENELITIAN**



GIAN BERYL FAVIAN
153110423

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2021**

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1. Umum

Pada metode penelitian ini membahas dan menjelaskan tentang lokasi penelitian, jenis penelitian, alat dan bahan yang digunakan, prosedur kerja dalam penelitian, teknik analisis data yang digunakan, tahap penelitian dan diagram alir penelitian untuk mendapatkan tujuan akhir yaitu hasil serta kesimpulan.

4.2. Lokasi Penelitian

Pada penelitian kali peneliti melangsungkan penelitian berlokasi di Laboratorium Perkerasan Jalan Raya Fakultas Teknik Teknik Sipil Universitas Islam Riau.

4.3. Bahan Penelitian

Pada Penelitian kali ini adapun bahan atau material yang digunakan adalah:

1. Agregat.Kasar

Agregat kasar yang digunakan peneliti berasal dari PT.Riau Mas Bersaudara (RMB) yang berlokasi di Jalan Raya Pekanbaru – Bangkinang. Agregat berasal dari XII Koto Kampar memiliki ukuran butir standar untuk laston lapis perkerasan.

2. Agregat Halus

Peneliti menggunakan material dari PT. Riau Mas Bersaudara (RMB) yang berlokasi di Jalan Raya Pekanbaru – Bangkinang. Agregat berasal dari XII koto kampar, yang dimana agregat halus diperoleh dari proses disintegrasi dari batuan dan pasir yang dihasilkan oleh industri pemecahan batu.

3. Aspal

Aspal penetrasi 60/70 yang berasal dari PT. Pertamina merupakan jenis aspal yang digunakan peneliti.

4. Adapun *filler* yang digunakan pada penelitian kali ini adalah semen *Portland*. Yang dimana merupakan bahan pengisi lolos saringan No (200)

5. Plastik jenis *High Density Polyethelene* (HDPE) merupakan bahan tambah yang digunakan pada campuran laston.

4.4. Peralatan

Peralatan :

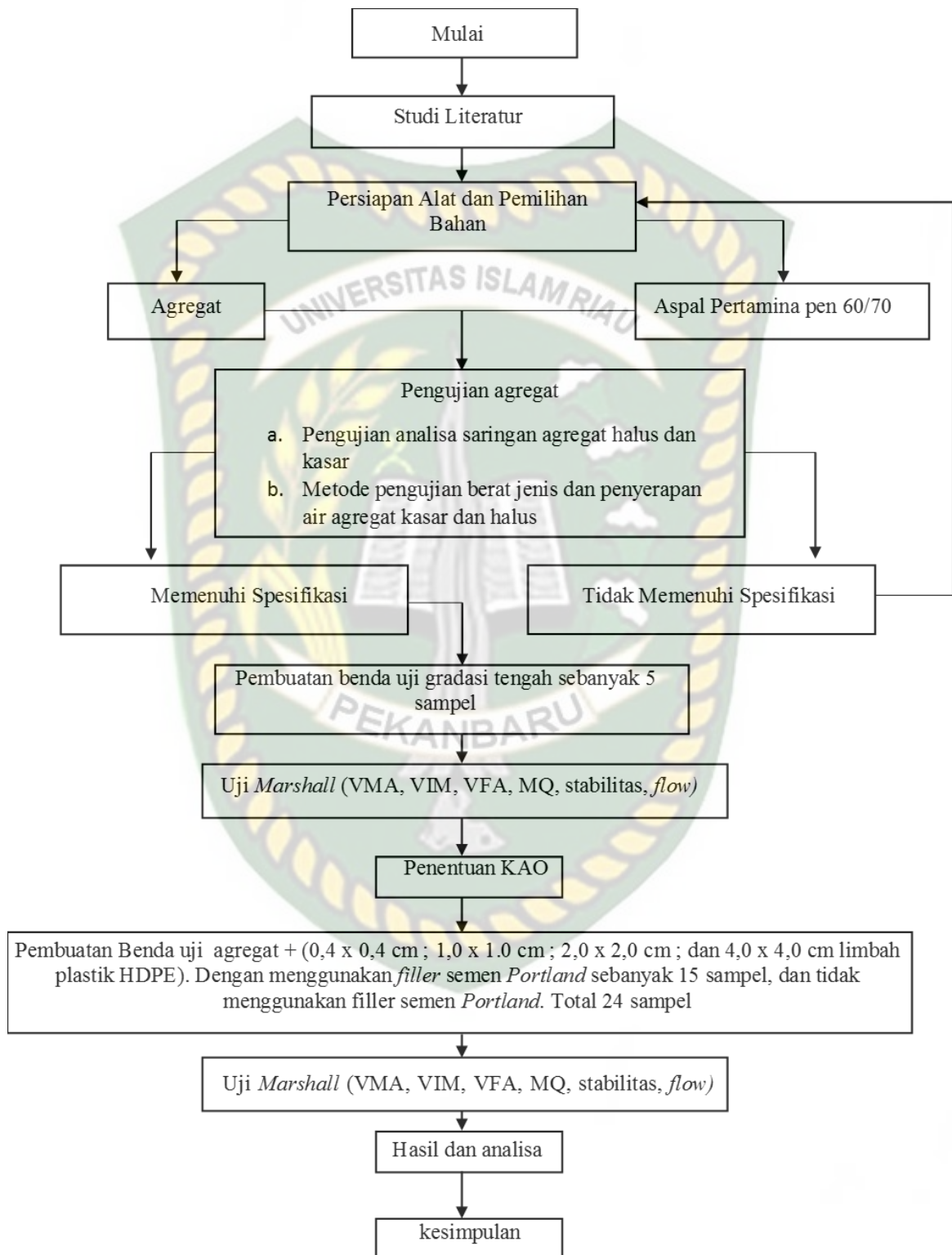
1. Set saringan (*Sieve*)
Saringan digunakan sebagai pemisah agregat berdasarkan gradasi agregat. Dengan nomor, 1'', 3/4'', 1/2'', 3/8'', No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, No.200.
2. Alat Uji Pemeriksaan Agregat
3. Alat Uji Karakteristik Campuran Agregat dan Aspal
Pada pegujian agregat ini seperangkat peralatan untuk metode *marshall* yang digunakan antara lain adalah:
 - a. *Marshall* penekan yang bagiannya dari kepala alat ini berbentuk lengkung, dimana kapasitas cincin penguji sebesar 22,2 KN (5000 lbs) dilengkapi dengan arloji pengukur *flow meter*.
 - b. *mold* berupa alat cetak yang berbentuk silinder diameter 4 inchi (10,16 cm) tinggi 3 inchi (7,5 cm).
 - c. *Compactor* merupakan alat untuk pemadatan *sample* c(ampuran yang ditumbuk sebanyak 75 kali tumbukan pada tiap sisinya (atas dan bawah)
 - d. *ekstruder* alat yang digunakan untuk mengeluarkan benda uji atau *sample* setelah dilakukan pemadatan
 - e. *Water Bath* atau bak perendam benda uji atau *sample* yang dilengkapi dengan pengaturan suhu.
 - f. Alat penunjang terdiri dari *pan* penggoreng, kompor pemanas, termometer pengukur, sendok, sarung tangan *safety*, timbangan, ember rendaman benda uji, jangka sorong dan *tip-x* untuk penanda setiap sampel.

4.5. Rancangan Campuran

Berdasarkan perhitungan rancangan campuran (*mix design*) yang direncanakan, diperoleh kombinasi pencampuran material pembentuk campuran aspal plastik sebagai berikut :

1. Berat keseluruhan benda uji adalah 1100 gram.
2. Kadar aspal 6% terhadap berat keseluruhan campuran (66.0 gram).
3. Persentase material terdiri dari :
 - a. Agregat kasar sebanyak 9% terhadap berat keseluruhan.
 - b. Agregat medium sebanyak 16% terhadap berat keseluruhan.
 - c. Agregat halus sebanyak 7% terhadap berat keseluruhan.
 - d. Abu batu sebanyak 65% terhadap berat keseluruhan.
 - e. Tambahan *Filler* Semen *portland* sebanyak 3% terhadap berat keseluruhan agregat.

4.6. Tahap Pelaksanaan Penelitian



Gambar 4. 1 Diagram alir penelitian

Tahapan pengujian yang dilaksanakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Persiapan yang meliputi pengurusan izin berupa surat pengantar yang ditujukan kepada kepala laboratorium.
2. Mempersiapkan bahan dan peralatan.
 - a. Bahan penelitian
 1. Agregat kasar, agregat sedang, abu batu dan pasir yang berasal dari XIII koto Kampar
 2. Aspal pertamina dengan penetrasi 60/70 dari PT. Pertamina
 3. *Filler* dari *portland cement* dari semen padang. Lolos saringan No. (200).
 4. Jenis bahan tambah yang digunakan merupakan polimer yang berjenis *High Density Polyetilen* (HDPE).

3. Perancangan campuran

Sebelum dilakukan perancangan campuran, untuk mendapatkan campuran yang ideal dan memberikan kinerja kekasaran terbaik, maka campuran tersebut harus direncanakan untuk mendapatkan campuran aspal yang memenuhi spesifikasi yaitu:

- a. Pada penelitian ini grade campuran agregat yang digunakan adalah grade AC-WC. Berdasarkan Spesifikasi Bina Marga Edisi Revisi III 2010, perencanaan aspal AC-WC dicampur dengan mendapatkan batas atas dan batas tengah dari setiap persentase berat yang melewati filter.
- b. Analisis kalkulasi bahan yang sesuai dan penuh spesifikasi. Berdasarkan hasil pengujian berulang dan berdasarkan nilai spesifikasi campuran aspal AC-WC. Hitung perkiraan kadar aspal optimal (Pb) dengan rumus berikut :

$$Pb = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\% FF) + \text{konstanta}$$

Keterangan :

Pb : Kadar aspal tengah/ideal, persen terhadap berat campuran

CA : Persen agregat tertahan saringan No.8 (2,36 mm)

FA : Persen agregat lolos saringan No.8 (2,36 mm) dan tertahan.saringan No.200 (0,075mm)

F : Persen agregat minimal 75.% lolos No 200 (0,075mm)

K : Nilai Konstanta untuk besar nilai konstanta diperkirakan antara 0,5 sampai 1,0 untuk Laston

- c. Bulatkan hasil kalkulasi nilai Pb hingga mendekati 0,5%. Misal hasil perhitungannya adalah 5.95% maka akan dibulatkan menjadi 6%.
- d. Jika diperoleh proses analisis untuk setiap komposisi setiap fraksi agregat, lanjutkan proses penyaringan agregat sesuai nomor ayakan yang dibutuhkan dan bobot yang kita hitung dari proses analisis.

4. Pembuatan *sample*

a. Benda Uji dan Kadar Aspal awal

Siapkan *sample Marshall* dengan kadar aspal sebagai berikut :

- Untuk dua sampel kadar aspal berada di atas nilai Pb.
- Untuk dua sampel kadar aspal berada di bawah nilai Pb.

a) Kadar aspal (pb) –1,0%

b) Kadar aspal (pb) – 0,5%

c) Kadar aspal (pb)

d) Kadar aspal (pb) + 0,5%

e) Kadar aspal (pb) +1,0%

b. Setelah didapat nilai kadar aspal, dihitung massa jenis maksimum (Bj max) dengan mendapatkan data dari percobaan massa jenis agregat kasar dan agregat halus.

c. Jika data sudah didapat maka langkah selanjutnya adalah menghitung berat sampel, berat aspal dan berat agregat dan menghitung kebutuhan agregat tiap sampel dari jumlah persentase tertahan

- d. komposisi dari sampel campuran yaitu agregat , aspal *filler portland cement* dimana tingkat suhu standar pencampuran sebesar 110°C, dengan menggunakan aspal pertamina Jumlah masing-masing sampel tiap jenis ukuran pemotongan plastik HDPE adalah sebanyak 3 sampel. Dimana 15 buah sampel atau benda uji variasi aspal HDPE dengan menggunakan *filler* semen *Porland* dan 15 buah untuk variasi aspal HDPE tanpa menggunakan *filler* semen *portland*. Total keseluruhan dari benda uji sebanyak 24 sampel.



Gambar 4. 2 Proses pencampuran agregat, aspal dan *filler* semen *portland* pada rentang suhu 140° C

Tabel 4. 1 Pembuatan benda *sample* aspal

Kadar aspal	Gradasi Batas Atas	Keterangan
Pb – 1,0 (%)	1 buah	Campuran agregat dengan spesifikasi AC-WC + kadar aspal minyak Pb – 1,0 (%)
Pb – 0,5 (%)	1 buah	Campuran agregat dengan spesifikasi AC-WC + kadar aspal minyak Pb – 0,5 (%)
Pb (%)	1 buah	Campuran agregat dengan spesifikasi AC-WC + kadar aspal minyak Pb (%)
Pb + 0,5 (%)	1 buah	Campuran agregat dengan spesifikasi AC-WC + kadar aspal minyak Pb + 0.5 (%)
Pb + 1,0 (%)	1 buah	Campuran agregat dengan spesifikasi AC-WC + kadar aspal minyak Pb + 1,0 (%)
Jumlah		5 Buah

Proses pencampuran material benda uji dilakukan dengan manual yang dimana diaduk diatas pan. Dilanjutkan proses pemadatan standart dengan compact manual, yang ditumbuk sebanyak 75 kali tumbukan pada tiap sisinya (sisi atas dan bawah) pada suhu 145C. Benda uji dibuat berbentuk silinder dengan tinggi standar 6,35 cm dan diameter 10,16 cm. kemudian mendinginkan benda uji selama 24 jam sehingga mengeras.

- e. Dasar penyusunan *sample* kadar aspal awal sesuai dengan metode perhitungan Pb diperoleh nilai kadar aspal dan nilai VIM (*void in mixing*). Tahap berikutnya adalah dilakukan uji *Marshall* yang akan mendapatkan nilai level terbaik (KAO).



Gambar 4. 3 Pemadatan Benda Uji Dengan Alat Compact Manual Sebanyak 75 Kali

- f. Kemudian dilakukan pembuatan sampel atau benda uji aspal dengan polimer *High Density Polythylene* (HDPE) yang memiliki ukuran sebagai berikut : 0,4 cm, 1 cm, 2 cm dan 4 cm dengan presentase sebanyak 3 % didapatkan dari perhitungan berat keseluruhan campuran Ikuti langkah-langkah yang sama seperti di atas untuk menggunakan kandungan aspal yang optimal. Gunakan uji Marshall untuk Pb sebanyak 3 *sample* pada tiap ukuran potongan plastik (Tabel 4.2).

Tabel 4. 2 Rincian Banyak Sampel KAO dengan Tambahan *High Density Polythylene*

Ukuran potongan <i>High Density Polythylene</i> (HDPE)	Tanpa <i>filler</i>	Dengan <i>filler</i>
0,4 cm	3 buah	3 buah
1 cm	3 buah	3 buah
2 cm	3 buah	3 buah
4 cm	3 buah	3 buah
Jumlah	24 buah	

5. *Marshall Test*

a. Pemeriksaan Berat Jenis Campuran

Apabila tahap dari Campur dan padatkan, lalu keluarkan benda uji dari cetakan, lalu ditimbang untuk mengetahui berat benda uji kering. Berikutnya merendam *sample* didalam bak perendam (*water bath*) dengan Rendam selama 3-5 menit, lalu timbang dalam air untuk mendapatkan berat sampel dalam air. Setelah itu *sample* dikeluarkan dan dikeringkan permukaan dengan kain lap guna mendapatkan berat terhadap kondisi kering jenuh.

b. Pengujian

Saat menentukan ketahanan leleh (*stabilitas*) (*fluiditas*) campuran aspal, kondisi tersebut harus memenuhi SNI 2489-1991 atau AASHTO-245-90. Di mana langkah-langkah pengujian Marshall:

- 1) *sample* direndam di dalam bak rendaman perendam dengan suhu $60^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 30 menit
- 2) Bagian dalam permukaan kepala penekan dibersihkan dan dilumasi agar benda uji mudah dilepaskan setelah pengujian



Gambar 4.4 perendaman benda uji dalam bak pada suhu $60^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 30 menit

- 3) Benda uji dikeluarkan dari bak perendam, letakan benda uji tepat di tengah dan di atas kepala penekan yang dimaksukan terhadap batang penuntun, lalu pemasangan yang lengkap diletakkan tepat berada di tengah pembebanan, lalu perhatikan parameter atau arloji kelelahan (*flow*) yang dipasang pada salah satu batang penuntun.
- 4) Kemudian sesuaikan pendorong dan naikkan hingga menyentuh bagian bawah cincin kunci, lalu atur penunjuk jam dan jam tangan leleh ke posisi nol..
- 5) Proses pembebanan dilakukan dengan kecepatan konstan 51 mm (2 inci) per menit, saat penunjuk meteran pembebanan berhenti dan berputar ke bawah, kemudian dibaca kembali. Pembebanan berhenti dan mulai kembali menurun, itu merupakan nilai stabilitas *Marshall*. Setelah pengujian selesai, kepala penekan diambil, bagian atas dibuka dan benda uji dikeluarkan.

6. Menghitung parameter *Marshall*

Apabila pengujian menggunakan alat *Marshall* telah selesai dan mendapatkan nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*), selanjutnya adalah menghitung parameter *marshall* yang dimana terdiri dari : VIM, VMA, VFA, MQ, Berat volume dan parameter lainnya ditentukan sesuai dengan spesifikasi campuran, spesifikasi campuran menggambarkan hubungan antara kadar aspal dan parameter Marshall.

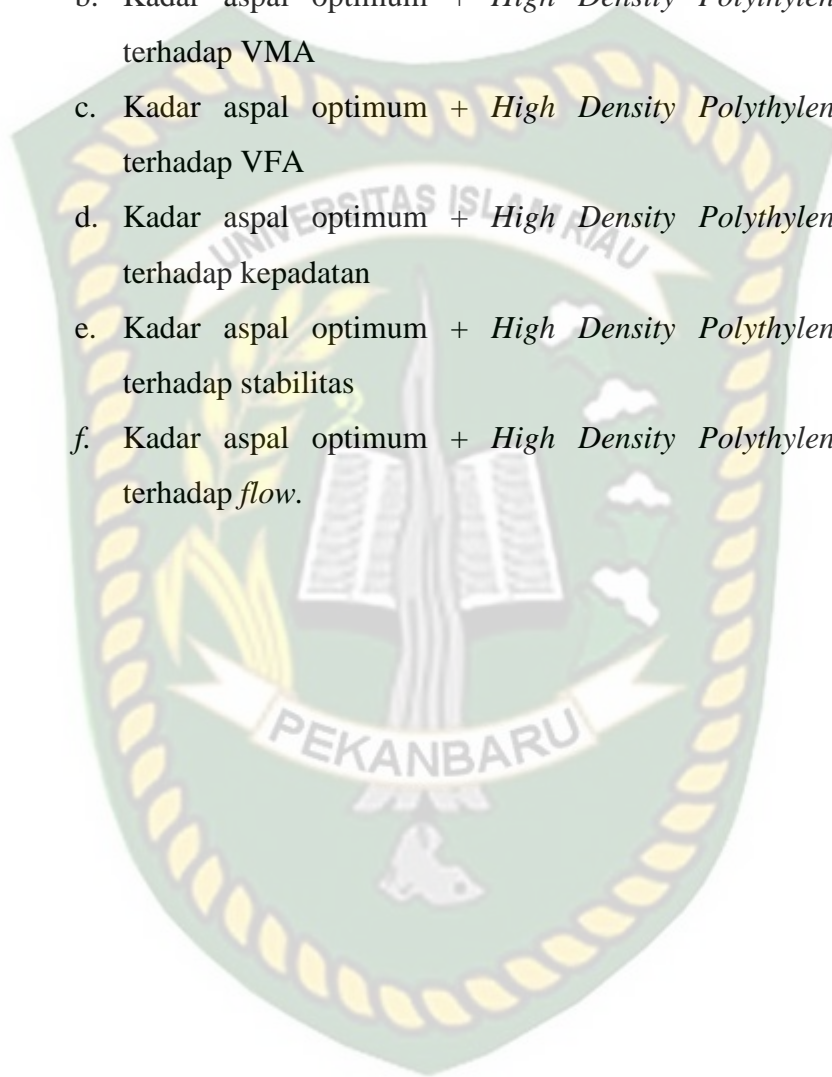


Gambar 4. 5 pengujian marshall pada benda uji yang menggunakan plastik HDPE sebagai bahan tambah

7. Hasil dan pengolahan

Berdasarkan data hasil penelitian laboratorium, karena pengaruh perubahan penambahan densitas yang tinggi maka akan dibandingkan stabilitas dan karakteristik campuran (rongga pada campuran, rongga antara agregat dan rongga terisi aspal). Lima jenis asphalt added polyoxymethylene (HDPE) digunakan pada grade aspal yang berbeda, dan hasil pengolahannya akan dijelaskan dalam bentuk diagram hubungan berikut:

- a. Kadar aspal optimum + High Density Polythylene (HDPE) terhadap kepadatan Kadar aspal optimum + High Density Polythylene (HDPE) terhadap VIM
- b. Kadar aspal optimum + *High Density Polythylene* (HDPE) terhadap VMA
- c. Kadar aspal optimum + *High Density Polythylene* (HDPE) terhadap VFA
- d. Kadar aspal optimum + *High Density Polythylene* (HDPE) terhadap kepadatan
- e. Kadar aspal optimum + *High Density Polythylene* (HDPE) terhadap stabilitas
- f. Kadar aspal optimum + *High Density Polythylene* (HDPE) terhadap *flow*.



**PENGARUH UKURAN POTONGAN PLASTIK HDPE
TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN
AC-WC MENGGUNAKAN FILLER SEMEN PORTLAND**

**BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN**



GIAN BERYL FAVIAN
153110423

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2021**

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Desain Campuran *Job Mix*

5.1.1 Komposisi Agregat

Komposisi keseluruhan mencakup distribusi persentase dari setiap tahap filter sesuai dengan kebutuhan yang ada. Gunakan kurva penilaian agregat campuran tipe LASTON AC-WC untuk menghitung persentase setiap ukuran agregat di setiap filter.

Tabel 5. 1 Jumlah Persentase Lolos Masing-masing Ukuran Agregat Pada Tiap Saringan

NO. SARINGAN	PERSENTASE LOLOS SARINGAN			
	AGREGAT			
	KASAR	MEDIUM	ABU BATU	PASIR
1	100	100	100	100
0.75	89.28	100	100	100
0.5	40.35	100	99.59	100
0.375	14.09	100	91.31	99.75
4	3.31	71.63	15.41	98.36
8	3.21	46.70	9.04	92.93
16	3.20	32.08	8.25	85.75
30	3.17	24.50	7.83	73.35
50	3.08	19.17	7.21	34.34
100	2.72	13.03	5.78	5.79
200	2.32	9.76	4.48	1.34

5.1.2 Penentuan Perkiraan Kadar Aspal Optimum (KPO)

Setelah ditentukan distribusi persentase agregat, hasilnya akan diekspresikan melalui filter setiap gradasi butiran. Agregat kasar dan agregat halus dimasukkan ke dalam perhitungan rumus kerja proses pencampuran. Proporsi masing-masing agregat ditunjukkan pada gambar. ditunjukkan pada Tabel 5.2 di bawah ini:

Tabel 5. 2 Jumlah Persen Akumulasi Agregat

Kelompok Benda uji	proporsi agregat (%)		
	agregat kasar	agregat halus	Filler
I	60%	32,5%	7,500 %

Penentuan kadar aspal rencana (Pb) dalam penelitian :

$$\begin{aligned}
 Pb &= 0.035 (CA) + 0.045 (FA) + 0.18 (Filler) + \text{konstanta} \\
 &= 0.035 (60) + 0.045 (32.5) + 0.18 (7.500) + 0.18 \\
 &= 2,1 + 1.4625 + 1,35 + 1 \\
 &= 5.9125 (pembulatan mendekati angka 6 terdekat) \\
 &= 6 \%
 \end{aligned}$$

Pb yang diperoleh, maka rentan kadar aspal rencana tertera pada tabel berikut :

Tabel 5. 3 Perkiraan Nilai Kadar Aspal Tiap Kelompok Benda Uji

No	Pb	Batas
1	Kadar aspal (pb) – 1,0%	4,5
2	Kadar aspal (pb) – 0,5%	5,0
3	Kadar aspal (pb)	5,5
4	Kadar aspal (pb) + 0,5%	6,0
5	Kadar aspal (pb) + 1,0%	6,5

5.1.3 Berat Agregat Total

Berdasarkan nilai kadar aspal rencana yang diperoleh dari perhitungan sebelumnya, kemudian sesuai dengan diameter agregat dan berat aspal yang dibutuhkan, untuk setiap ukuran ayakan dihitung perbandingan berat agregat tertahan.

5.1.4 Berat Agregat Masing-masing

Setelah melalui proses penghitungan berat jenis teoritis maksimum, maka nilai berat jenis teoritis maksimum yang diperlukan untuk menghitung persentase masing-masing ukuran diameter filter dan berat kadar aspal, juga dapat dilihat bahwa berat agregat ditahan oleh setiap filter partikel Dalam gram, perhitungan total ini didasarkan pada perhitungan persentase kandungan aspal yang lolos.

Tabel 5. 4 Agregat yang tertahan setiap saringan

Agregat	Persentase	Berat Masing-Masing
Kasar	10%	232.87 gr
Medium	16%	177.83 gr
Abu Batu	66%	139.11 gr
Pasir	8%	94.58 gr
Berat Total Agregat	Berat Aspal	Berat Total Benda Uji
1100	5.91	1105.91 gr

5.1.5 Pembuatan Sample

Setelah berat total agregat dan aspal ditemukan pada proses perhitungan, maka pembuatan benda uji dilanjutkan sesuai dengan berat yang telah ditentukan dan kadar aspal yang ada di rencana. Bab 3 memperkenalkan langkah-langkah pembuatan benda uji. Mulailah dengan pencampuran pegovnan (yaitu, 155 ° C), lalu cetak, dan terakhir dipadatkan dengan suhu pemadatan minimum 145 ° C.

Setelah 12 jam terakhir, benda uji dipindahkan untuk mempersiapkan melanjutkan proses pengukuran dan pengujian.

5.1.6 Pengujian Benda Uji Dengan Alat *Marshall*

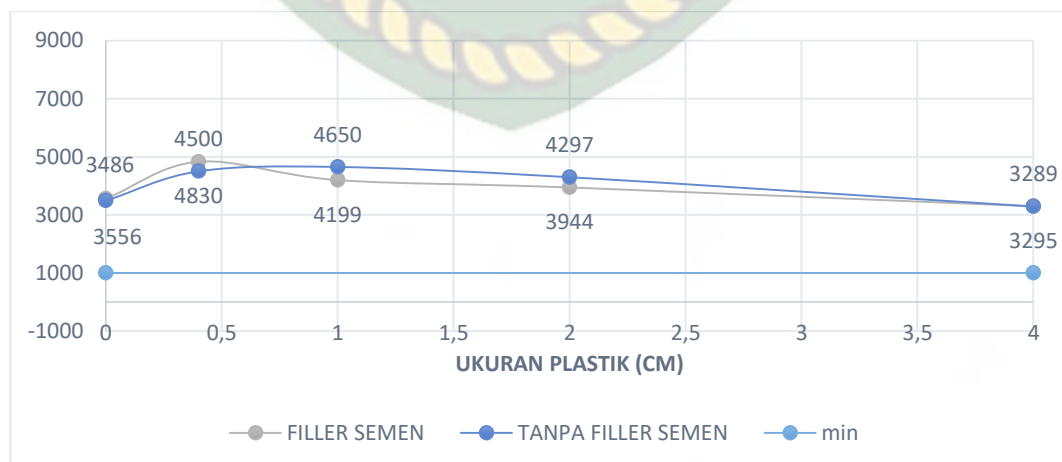
Setelah sampel dibuat, maka akan dilakukan proses pengumpulan data berat kering, berat air, dan berat jenuh (SSD), kemudian benda uji akan direndam dalam water bath dengan suhu air yang diatur 60. 30 menit dalam derajat Celcius. Setelah itu dilakukan proses uji Marshall untuk mendapatkan nilai stabilitas dan aliran pada pembacaan jam pada alat Marshall. Lanjutkan proses analisis dan hitung karakteristik massa dan volume campuran aspal, seperti VIM, VMA, VFA, kestabilan dan kepadatan yang terkoreksi.

5.2 *Analisa Data Marshall*

Dari hasil pembacaan pengujian yang dilakukan dengan menggunakan alat Marshall test kemudian dilakukan perhitungan dan analisa karakteristik campuran aspal dengan penambahan plastik sebagai bahan tambahan campuran.

5.2.1 *Stabilitas (Stability)*

Nilai stabilitas tiap sampel diperoleh secara langsung dari hasil bacaan test Marshall. Dari hasil bacaan tersebut kemudian dikonveksikan dengan faktor pengali alat sehingga diperoleh nilai stabilitas real dari sampel disajikan pada Gambar 5.1.



Gambar 5. 1 Nilai Stabilitas Pada Sampel Plastik Dalam

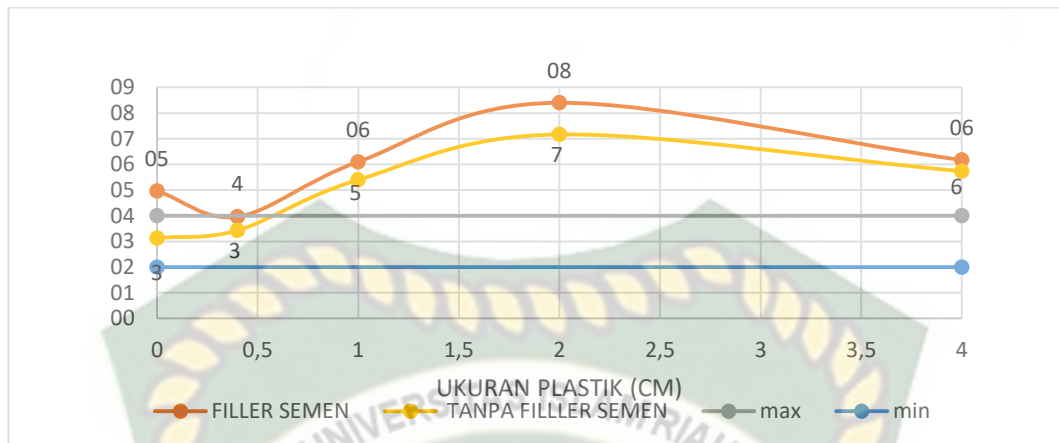
Campuran Laston AC-WC

Berdasarkan Gambar 5.1 diketahui bahwa untuk metode pencampuran kering, pada sampel tambahan plastik dengan menggunakan *filler* semen *Portland*. Pemotong 0 cm : 0.4cm ; 1 cm ; 2 cm ; 4 cm memiliki kecenderungan perubahan nilai stabilitas terhadap setiap jenis ukuran pemotongan plastik. stabilitas ukuran plastik HDPE cenderung mengalami penurunan yang secara signifikan dari ukuran 0.4cm – 4 cm. Nilai stabilitas pada aspal tambahan plastik dengan menggunakan *filler* semen *portland* mendapatkan nilai yang lebih rendah dibanding dengan nilai stabilitas aspal tambah plastik tanpa menggunakan filler.

Pada ukuran 4 cm sampel aspal yang menggunakan *filler* semen menunjukkan nilai stabilitas yang tidak begitu besar yaitu 3.295 kg . sampel aspal yang tanpa menggunakan *filler* semen *portland* memiliki nilai yaitu sebesar 3.289 kg. Hal ini karena penyebaran plastik yang tidak merata pada sampel terhadap agregat. Apabila nilai stabilitas yang didapat tergolong tinggi maka akan menyebabkan perkerasan menjadi kaku dan mudah retak akibat beban lalu lintas, sedangkan apabila nilai stabilitas terlalu rendah akan mengakibatkan mudahnya terjadi deformasi. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rhodila, dkk (2018) sampel plastik dengan ukuran sampel plastik dengan ukuran 0,4 cm x 0,4 cm mendapatkan nilai stabilitas rentan yang diizinkan. Sedangkan ukuran pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm tidak terpenuhi pada kadar penambahan plastik 2% dan 8%.

5.2.2 Kelelehan (Flow)

Nilai *flow* tiap sampel diperoleh secara langsung dari hasil bacaan test Marshall. Dari hasil bacaan tersebut kemudian dikonveksikan dengan faktor pengali alat sehingga diperoleh nilai stabilitas real dari sampel disajikan pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Nilai *Flow* Pada Sampel Plastik Dalam Campuran Laston AC-WC

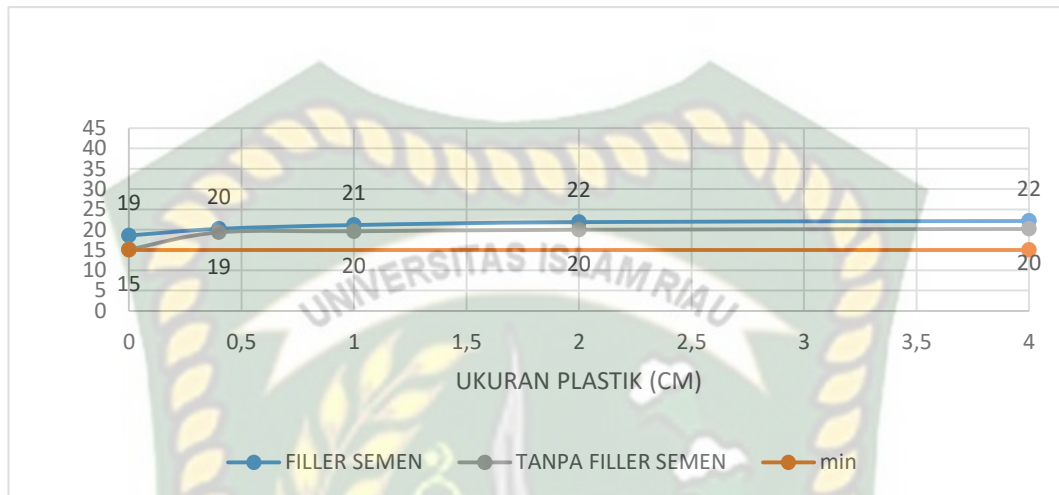
Berdasarkan Gambar 5.2 diketahui bahwa pada metode pencampuran kering, sampel dengan tambahan plastik menggunakan *filler* semen *Portland* dengan ukuran pemotongan 0.4 cm ; 1 cm ; 2 cm ; 4 cm memenuhi syarat kelelahan aspal yaitu pada sampel aspal dengan ukuran pemotongan plastik 0.4 cm. Begitu juga dengan sampel aspal tanpa menggunakan *Filler* semen *Portland* juga memenuhi syarat kelelahan campuran aspal dengan ukuran 0.4 cm yaitu nilai kelelahan aspal mencapai 3 mm. dimana syarat kelelahan aspal yaitu 2 – 4 mm. Untuk ukuran 1 cm ; 2 cm ; dan 4 cm cenderung tidak memenuhi syarat kelelahan aspal karena melewati batas dari syarat ketentuan kelelahan aspal.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Rodhila dkk, (2018) plastik dengan ukuran pemotongan 4 x 5 – 10 cm cenderung memenuhi syarat kelelahan. Perubahan kelelahan antar tiap penambahan jumlah plastik yang terjadi pada kedua jenis ukuran pemotongan cenderung sama. Namun pada pemotongan plastik dengan ukuran 0,4 x 0,4 cm dengan kadar plastik 10%, nilai kelelahan mencapai 4 mm yang merupakan batas maksimal dari sifat kelelahan campuran aspal. Hal ini disebabkan oleh penyebaran plastik dengan ukuran 0.4 cm x 0.4 cm yang lebih luas sehingga aspal lebih keras (lebih stabil) dibandingkan dengan penambahan plastik dengan ukuran 0.4 cm x 0.4 cm.

5.2.3 Rongga Dalam Agregat (*Void In Mineral Agregate*)

Nilai VMA tiap sampel diperoleh secara langsung dari hasil bacaan test Marshall. Dari hasil bacaan tersebut kemudian dikonveksikan dengan faktor

pengali alat sehingga diperoleh nilai stabilitas real dari sampel disajikan pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Nilai VMA Pada Sampel Plastik Dalam Campuran Laston AC-WC

Berdasarkan Gambar 5.3 diketahui bahwa pada metode pencampuran kering, sampel dengan tambahan plastik dengan ukuran pemotongan 0.4 cm ; 1 cm ; 2 cm ; 4 cm memiliki kecenderungan memenuhi syarat rongga dalam agregat sesuai syarat rongga udara dalam agregat campuran plastik yaitu 15%. hal ini dikarenakan plastik dengan ukuran 0.4 cm ; 1 cm ; 2 cm ; 4 cm memiliki rongga yang besar. Dan juga semakin besar ukuran aspal plastik menambah nilai rongga dalam agregat.

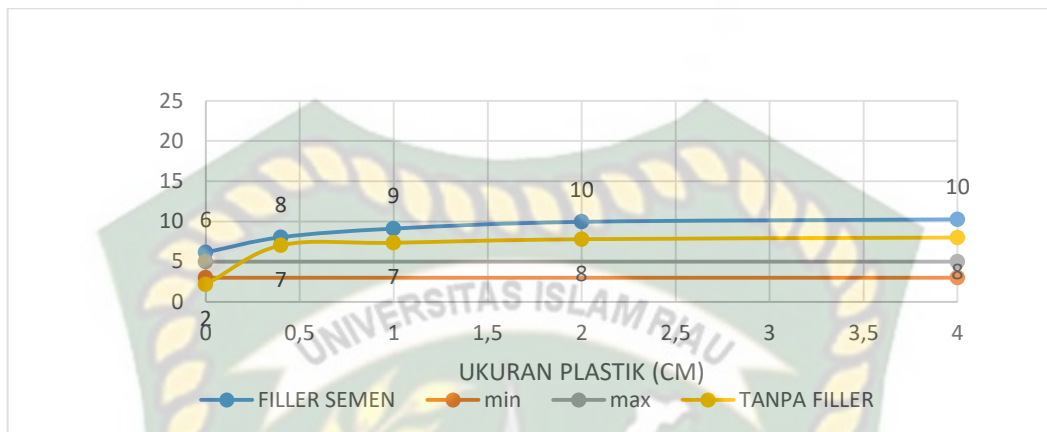
Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Rodhila dkk, diketahui bahwa pada metode pencampuran kering, sampel dengan metode pencampuran kering nilai VMA yang didapat juga memenuhi syarat rongga dalam agregat.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Bansal, Dkk (2017) yang melakukan penelitian terhadap penambahan plastik LDPE, penambahan plastik *Polyethylene* menyebabkan perubahan penambahan nilai rongga dalam agregat pada setiap penambahan kadar plastik.

5.2.4 Rongga Dalam Campuran (*Void In The mix*)

Nilai VIM tiap sampel diperoleh secara langsung dari hasil bacaan test Marshall. Dari hasil bacaan tersebut kemudian dikonveksikan dengan faktor

pengali alat sehingga diperoleh nilai stabilitas real dari sampel disajikan pada Gambar 5.4.



Gambar 5.3 Nilai VIM Pada Sampel Plastik Dalam Campuran
Laston AC – WC

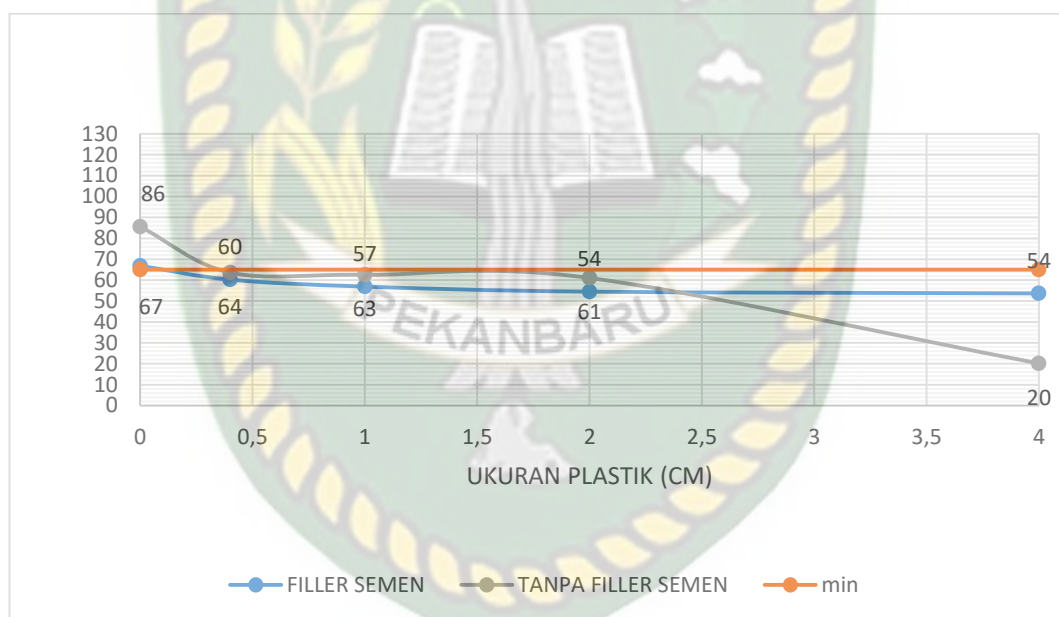
Berdasarkan Gambar 5.4 diketahui bahwa pada metode pencampuran kering, sampel dengan tambahan plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm ; 1 cm ; 2 cm ; 4 cm menunjukkan bahwa penambahan plastik mengakibatkan nilai VIM melebihi syarat spesifikasi Bina Marga revisi III 2010, hal ini mengakibatkan campuran menjadi kurang padat, sehingga air dan udara dapat mudah teroksidasi, hal tersebut akan menyebabkan adhesi partikel agregat pada gusi menjadi berkurang, sehingga terjadi pelepasan partikel dan pengelupasan permukaan lapisan paving. Nilai VIM yang terlalu rendah akan menyebabkan eksudasi akibat temperatur tinggi, dan viskositas aspal akan meningkat sesuai dengan termoplastisitasnya. Pada saat itu, jika lapisan perkerasan menahan beban lalu lintas, maka aspal akan terdorong keluar dari tanah karena rongga aspal tidak cukup untuk menembus lapisan perkerasan tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Rodhila dkk, (2018) diketahui bahwa pada metode pencampuran kering, sampel dengan metode pencampuran kering nilai VIM tidak memenuhi persyaratan karakteristik *marshall* terjadi pada persentase penambahan plastik 2% dan 8%. Hal ini disebabkan oleh kadar plastik optimum dimana pada kadar 2% dan 8% merupakan titik balik dari kadar plastik optimum.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Razak dan Erdiansa (2016) yang melakukan penelitian terhadap penambahan plastik LDPE, penambahan plastik polyethylen menyebabkan perubahan rongga udara dalam campuran menjadi turun untuk kadar penambahan plastik 1%-4% dan kembali mengalami kenaikan pada kadar 5%.

5.2.5 Rongga Terisi Aspal (Void Filled With Asphalt)

Nilai VFA tiap sampel diperoleh secara langsung dari hasil bacaan test Marshall. Dari hasil bacaan tersebut kemudian dikonveksikan dengan faktor pengali alat sehingga diperoleh nilai stabilitas real dari sampel disajikan pada Gambar 5.5.



Gambar 5.4 Nilai VFA Pada Sampel Plastik Dalam Campuran

Laston AC-WC

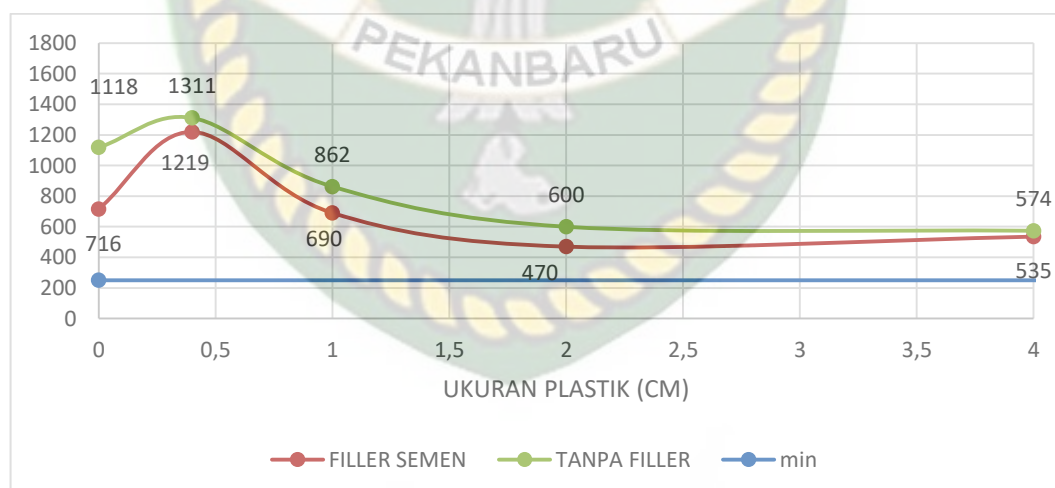
Berdasarkan Gambar 5.5 diketahui bahwa pada metode pencampuran kering, sampel dengan tambahan plastik dengan ukuran pemotongan 0.4 cm ; 1 cm ; 2 cm ; 4 cm menunjukkan bahwa plastik dengan ukuran pemotongan 0.4 cm memenuhi syarat spesifikasi mengakibatkan nilai VFA tidak memenuhi syarat spesifikasi, Seperti yang terlihat pada grafik di atas, campuran aspal plastik HDPE cenderung mengalami penurunan. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa

peningkatan kandungan plastik HDPE sebagai bahan tambahan pada campuran aspal pada campuran Ruston akan menyebabkan rongga pada campuran semakin mengembang. Nilai minimum VFA yang ditentukan dari hasil pengujian yang diperoleh adalah 65% yang menunjukkan bahwa nilai VFA tersebut tidak memenuhi standar.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Rodhila dkk, (2018) diketahui bahwa pada metode pencampuran kering, sampel dengan metode pencampuran kering nilai VFA memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel dengan metode pencampuran basah. Namun hasil tersebut masih memenuhi standar pemakaian aspal yang dibutuhkan yaitu minimal 65%

5.2.6 Marshall Quotient (MQ)

Nilai MQ tiap sampel diperoleh secara langsung dari hasil bacaan test Marshall. Dari hasil bacaan tersebut kemudian dikonveksikan dengan faktor pengali alat sehingga diperoleh nilai stabilitas real dari sampel disajikan pada Gambar 5.6.



Gambar 5.5 Nilai MQ Pada Sampel Plastik Dalam Campuran

Laston AC-WC

Berdasarkan Gambar 5.6 diketahui bahwa pada metode pencampuran kering, sampel dengan tambahan plastik dengan ukuran pemotongan 0.4 cm ; 1 cm ; 2 cm ; 4 cm menunjukkan bahwa plastik memenuhi syarat yang ditetapkan

yaitu lebih dari 250 kg/mm. Jika ukuran potongan plastik *High Density polythylene* (HDPE) cenderung cenderung menurunkan nilai MQ. ukuran pemotongan 0.4 cm tanpa menggunakan *filler* semen portland memiliki nilai MQ yang sangat tinggi yaitu mencapai 1311kg/mm. sedangkan pada ukuran plastik HDPE untuk ukuran 2 cm menggunakan *filler* semen *portland* nilai MQ cenderung rendah yaitu 470 kg/mm.

Dari hasil analisis dapat diketahui bahwa besarnya ukuran potongan plastik HDPE sebagai bahan tambahan dalam campuran aspal pada campuran laston, akan mengakibatkan semakin kecil nilai MQ yang di dapat. Apabila semakin rendah nilai MQ kemungkinan akan beresiko retak permukaan dan pergerakan horizontal pada arah perjalanan.

Rahmawati,dkk. (2015) Penelitian yang dilakukan menggunakan limbah plastik jenis HDPE sebagai bahan campuran aspal dalam campuran Lapis Aspal Beton (Laston-Wc) dan Lapisan Tipis Aspal Beton (Lataston-WC) nilai MQ yang didapat memenuhi persyaratan yang telah di tetapkan. Nmenunjukkan bahwa pencampuran HDPE memiliki indikasi peningkatan kualitas campuran dengan kadar perentase plastik

5.2.7 Analisis Kadar Plastik Optimum (KPO)

Kadar plastik optimum ditentukan dengan meratakan kadar plastik yang memberikan nilai stabilitas maksimum, kepadatan (*stability*) maksimum dan kadar plastik pada VIM yang disyaratkan. Hasil ini di cek apakah pada nilai rata-rata ini persyaratan campuran beraspal lainnya.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari percobaan Marshall dengan menggunakan sampel campuran aspal dengan berbagai ukuran pemotongan serta metode pencampuran, hasilnya kemudian dibuat dalam **Tabel 5.5** berikut.

Tabel 5.5 3 Plot Area Yag Memenuhi Persyaratan Ketentuan Sifat Campuran Beraspal Untuk Digunakan Pada Panas Laston (AC) Limbah Plastik

UKURAN	0.4	1	2	4
stlability	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
VMA	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
VIM	White	White	White	White
FLOW	Yellow	White	White	White
VFWA	White	White	White	White
MQ	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow

Yellow = Tidak Menggunakan *Filler Semen Portland*.

Red = Menggunaka *Filler Semen Portland*.

**PENGARUH UKURAN POTONGAN PLASTIK HDPE
TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN
AC-WC MENGGUNAKAN FILLER SEMEN PORTLAND**

**BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN**



GIAN BERYL FAVIAN
153110423

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2021**

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan Pengaruh Potongan Plastik *High Density Polythylene* (HDPE) Terhadap Karakteristik Marshall Campuran AC-WC menggunakan Filler Semen Portland yaitu :

1. Karakteristik *marshall* akibat penambahan plastik HDPE
 - a. Nilai stabilitas pada sampel dengan ukuran pemotongan 0.4cm ; 1 cm ; 2 cm ; 4 cm dengan menggunakan *filler* semen portland miliki kecendrungan perubahan nilai stabilitas yang fluktuatif terhadap setiap jenis ukuran pemotongan plastik. Sedangkan nilai stabilitas pada sampel yang tidak menggunakan *filler* semen portland cenderung mendapatkan nilai stabilitas yang lebih tinggi.
 - b. Nilai *Flow* dengan menggunakan *filer* semen portland atau tanpa menggunakan filer menunjukkan hasil yang sama. Yaitu hanya ukuran 0.4 cm saja yang memenuhi standar spesifikasi Bina Marga revisi III.
 - c. Nilai *VIM* menunjukkan bahwa penambahan plastik mengakibatkan nilai VIM melebihi syarat spesifikasi, hal ini mengakibatkan campuran menjadi kurang padat, sehingga air dan udara dapat mudah teroksidasi, dan akan menyebabkan lekatan antar butiran agregat berkurang sehingga berakibat terjadinya pelepasan butiran dan pengelupasan permukaan pada lapisan perkerasan.
 - d. Nilai *VMA* memiliki kecendrungan memenuhi syarat rongga dalam agregat dimana syarat rongga udara dalam agregat campuran plastik yaitu 15% hal ini dikarenakan plastik dengan ukuran 0.4 cm ; 1 cm ; 2 cm ; 4 cm memiliki rongga yang besar. Dan juga semakin besar ukuran aspal plastik menambah nilai rongga dalam agregat.

e. Nilai *VFA* menunjukkan bahwa penambahan plastik mengakibatkan nilai *VFA* tidak memenuhi syarat spesifikasi, nilai plastik HDPE sebagai bahan campuran aspal cenderung menurun. dari hasil analisis disimpulkan dengan bertambah kadar plastik HDPE sebagai bahan tambahan dalam campuran aspal pada campuran laston, akan mengakibatkan semakin membesar rongga dalam campuran akibat semakin meningkatnya rongga-rongga yang terisi oleh aspal. Nilai minimal *VFA* yang ditetapkan adalah sebesar 65%, dari hasil pengujian yang didapatkan menunjukkan bahwa nilai *VFA* tidak memenuhi standar.

2. Pengaruh *filler* semen *porland* terhadap karakteristik *Marshall* AC-WC dengan penambahan aditif plastik HDPE (*Hight Density Polyethylene*) dengan metode Bina Marga revisi III. yaitu nilai stabilitas meningkat sebesar 4830 kg. Untuk nilai VIM, *VFA* dan *Flow* mengalami peningkatan variasi. Sedangkan *VMA* cenderung mengalami penurunan. Dari nilai *marshall* yang didapat maka dapat disimpulkan bahwa laston AC-WC dengan penambahan polimer plastik HDPE (*Hight Density Polyethylene*) menggunakan *filler* semen *porland* tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 revisi III.

6.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan, maka didapat beberapa saran sebagai berikut :

1. Perlu ditinjau pada kadar *filler* yang berbeda ataupun dengan penggunaan *filler* dari bahan lainnya.
2. Bagi peneliti selanjutnya dapat merubah variasi potongan plastik, dengan bentuk potongan plastik segitga atau persegi panjang.
3. Bagi peneliti selanjutnya bisa menggunakan metode lainnya, seperti metode basah untuk laston AC-WC dengan bahan tambahan plastik *Hight Density Polhethylene* (HDPE).

**PENGARUH UKURAN POTONGAN PLASTIK HDPE
TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN
AC-WC MENGGUNAKAN FILLER SEMEN PORTLAND**

DAFTAR PUSTAKA

UNIVERSITAS ISLAM RIAU



GIAN BERYL FAVIAN

153110423

Perpustakaan Universitas Islam Riau

Dokumen ini adalah Arsip Miik :

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2021**

DAFTAR PUSTAKA

- Andi, Tenrisukki, Tenriajeng (1999), *Beton Aspal Campuran Panas*. Granit. Bandung.
- Ajeng (2016) *Pengaruh Pemanfaata PET pada Laston Lapis Pengikat Terhadap Parameter Marshall*. S1 Teknik Sipil, Universitas Lampung.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1998, *Spesifikasi Umum Untuk Jalan dan Jembatan*, Direktorat Bina Marga.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2006, *Spesifikasi Umum Untuk Jalan dan Jembatan*, Direktorat Bina Marga.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2010, *Spesifikasi Umum Untuk Jalan dan Jembatan*, Direktorat Bina Marga.
- Rhodila (2018), *Pengaruh dimensi potongan plastik Polyethylen jenis HDPE dalam campuran lapis aspal beton (Laston) terhadap karakteristik Marshall*. S2 Teknik Sipil, Universitas Islam Riau.
- Mujiarto, Imam. 2005. *Sifat dan karakteristik material plastik dan bahan aditif*. Nomor 02, Volume 3, Edisi Desember 2005.
- Rahmawati (2015), *Perbandingan Pengaruh Penambahan Plastik High Density Polyetilene (HDPE) dalam Laston-WC dan Lataston-WC terhadap Karakteristik Marshall*. S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sistem Informasi, Universitas Yapis Papua.
- Razak, Erdiansah (2016), *Karakteristik Campuran AC-WC Dengan Penambahan Limbah Plastik Low Density Polyethylene (LDPE)*. S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sistem Informasi, Universitas Yapis Papua.
- Sepriskha (2016), *Aspal Modifikasi Dengan Penambahan Plastik Low Linier Density Polythylene (LLDPE) Ditinjau Dari Karakteristik Marshall dan*

Uji Penetrasi Pada Lapisan Aspal Beton (AC-BC). S1 Teknik Sipil, Universitas Lampung.

Laboratorium Transportasi Dan Jalan Raya, 2017, Diktat Pedoman Praktikum Aspal Dan Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau, Pekanbaru.

Sarwono (2009), Perencanaan Gradasi Aspal Porus Menggunakan Material Lokal Dengan Metode Pemampatan Kering. Tugas akhir, S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Petra.

Sukirman, Silvia, (1999), Perkerasan Lentur Jalan Raya, Granit, Jakarta.

