

**TESIS**

**ANALISIS PERBANDINGAN KARAKTERISTIK MARSHALL  
TERHADAP PENAMBAHAN PLASTIK JENIS HDPE PADA  
CAMPURAN ASPAL DENGAN VARIASI UKURAN  
PEMOTONGAN PLASTIK**

Diajukan Guna Melengkapi Syarat Dalam Mencapai Derajat Magister Teknik



Oleh :

**Iftia Rodhilla**

NPM. 1531 200 11

Diajukan kepada :

PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL

PROGRAM PASCASARJANA

UNIVERSITAS TEKNIK RIAU

PEKANBARU

JULI 2019

LEMBAR PENGESAHAN

TESIS

ANALISIS PERBANDINGAN KARAKTERISTIK MARSHALL TERHADAP  
PENAMBAHAN PLASTIK JENIS HDPE PADA CAMPURAN ASPAL  
DENGAN VARIASI UKURAN PEMOTONGAN PLASTIK

yang dipersiapkan dan disusun oleh

**Iftia Rodhilla**  
NPM 153120011

Telah disetujui oleh

Pembimbing Utama

Tanda Tangan

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

Tanggal

20-07-2019

Pembimbing Pendamping

Tanda Tangan

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

Tanggal

Mengetahui :



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

Ketua Program Magister Teknik Sipil  
Universitas Islam Riau

**TESIS**  
**LEMBAR PENGESAHAN**  
**ANALISIS PERBANDINGAN KARAKTERISTIK MARSHALL TERHADAP**  
**PENAMBAHAN PLASTIK JENIS HDPE PADA CAMPURAN ASPAL**  
**DENGAN VARIASI UKURAN PEMOTONGAN PLASTIK**

yang dipersiapkan dan disusun oleh

Iftia Rodhilla  
NPM 153120011

Program Studi Teknik Sipil  
Bidang Kajian Utama Geoteknik dan Jalan Raya  
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Pada Tanggal 25/10/2019  
Dan dinyatakan **L U L U S**


**Dewan Penguji**  
Ketua Penguji

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

Sekretaris

Anggota

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

  
Dr. Ari Sandhyavitri, S.T., M.Sc.

Mengetahui

Direktur  
Program Pascasarjana Universitas Islam Riau

  
Dr. Ir. Saiful Bahri, MEc

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pekanbaru, 01 Juli 2019



IFTIA RODHILLA

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pekanbaru, 01 Juli 2019

IFTIA RODHILLA



## KATA PENGANTAR

Lapis aspal beton (*Laston*) merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu. Setelah dilakukan penelitian dengan menambahkan limbah kemasan yaitu plastik jenis HDPE sebagai bahan tambahan pada campuran beton aspal, dihasilkan karakteristik marshal dengan nilai yang relatif memenuhi persyaratan sebagai bahan tambah dalam campuran aspal.

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengevaluasi pelaksanaan penambahan plastik pada campuran beraspal dimana pada saat ini plastik yang digunakan adalah plastik dengan dimensi pemotongan pendek. Penelitian dilakukan di PT. Virajaya Group dengan variasi penelitian menggunakan plastik dengan dimensi ukuran pemotongan pendek dan pemotongan panjang. Kadar plastik yang digunakan adalah kadar plastik 0%, 2%, 4%, 6%, 8% dan 10%.

Kritik dan saran sangat diharapkan atas kekurangan/ketidak sempurnaan tesis ini. Semoga bermanfaat bagi pihak yang terkait dan menjadi ide bagi munculnya penelitian yang lebih mendalam.

Pekanbaru, 01 Juli 2019

IFTIA RODHILLA

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>xvii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>6</b>
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.1.1 Percobaan Suroso (2008)	6

2.1.2	Percobaan Purnamasari dan Suryaman (2010)	7
2.1.3	Percobaan Rahmawati dan Rizana (2013)	7
2.1.4	Percobaan Soandrijanie dan Kurniawan (2015)	9
2.1.5	Percobaan oleh Razak dan Erdiansa (2016)	9
2.1.6	Percobaan Fitri, dkk. (2018)	10
2.1.7	Uji coba penggunaan bahan plastik oleh pemerintah Indonesia	11
2.1.8	Uji coba penggunaan bahan plastik oleh mancanegara	12
2.2	Keaslian Penelitian	14
<b>BAB III</b>	<b>LANDASAN TEORI</b>	<b>15</b>
3.1	Perkerasan Lentur	15
3.2	Agregat	18
3.3	Aspal	21
3.4	Plastik Jenis HDPE	23
3.5	Plastik dab perkerasan	24
3.6	Karakteristik Marshall	25
3.6.1	Stabilitas ( <i>Stability</i> )	26
3.6.2	Pelelehan ( <i>Flow</i> )	27
3.6.3	Rongga dalam agregat ( <i>Void in Mineral Agregate</i> )	28
3.6.4	Rongga terisi Aspal ( <i>Void Filled With Asphalt</i> )	28
3.6.5	Rongga dalam campuran ( <i>Void In The Mix</i> )	28
3.6.6	Density	29



3.6.7 Rongga dalam campuran pada kepadatan membal ( <i>refusal</i> ).....	29
---	----

<b>BAB IV METODE PENELITIAN .....</b>	<b>31</b>
---------------------------------------	-----------

4.1 Umum.....	31
---------------	----

4.2 Lokasi Penelitian.....	31
----------------------------	----

4.3 Rancangan Campuran .....	31
------------------------------	----

4.4 Persiapan Pengujian.....	32
------------------------------	----

4.5 Tahapan Pelaksanaan Penelitian.....	33
---	----

<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>37</b>
--	-----------

5.1 Analisis Data Marshall.....	37
---------------------------------	----

5.2 Analisis Data Marshall terhadap Perbedaan Ukuran Pemotongan Plastik.....	37
--	----

5.2.1 Stabilitas ( <i>Stability</i> ).....	37
--	----

5.2.2 Kelelehan ( <i>Flow</i> ).....	41
--------------------------------------	----

5.2.3 Rongga dalam agregat ( <i>Void in Mineral Agregate</i> ).....	44
---	----

5.2.4 Rongga dalam campuran ( <i>Void In The Mix</i> ).....	47
---	----

5.2.5 Rongga terisi Aspal ( <i>Void Filled With Asphalt</i> ).....	50
--	----

5.2.6 Density.....	53
--------------------	----

5.3 Analisis Data Marshall terhadap Perbedaan Ukuran Pemotongan Plastik.....	54
--	----

5.3.1 Stabilitas ( <i>Stability</i> ).....	54
--	----

5.3.2	Pelelehan ( <i>Flow</i> ).....	58
5.3.3	Rongga dalam agregat ( <i>Void in Mineral Agregate</i> ).....	60
5.3.4	Rongga dalam campuran ( <i>Void In The Mix</i> ).....	63
5.3.5	Rongga terisi Aspal ( <i>Void Filled With Asphalt</i> ).....	67
5.3.6	Density.....	70
5.4	Analisis Kadar Plastik Optimum.....	71
<b>BAB VI</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>73</b>
6.1	Kesimpulan.....	73
6.2	Saran.....	74
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Amplop gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal jenis laston (AC)....	20
Tabel 3.2 Ketentuan-ketentuan untuk aspal keras.....	22
Tabel. 3.3 Ketentuan sifat campuran beraspal Panas laston (AC) Limbah plastik.....	30
Tabel 5.1a. Perhitungan Stabilitas Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm Metode Pencampuran Kering.....	37
Tabel 5.1b. Perhitungan Stabilitas Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Kering.....	37
Tabel 5.2a. Perhitungan kelelahan pada Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm Metode Pencampuran Kering.....	41
Tabel 5.2b. Perhitungan kelelahan pada Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Kering.....	41
Tabel 5.3a. Perhitungan VMA dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm Metode Pencampuran Kering	44
Tabel 5.3b. Perhitungan VMA dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Kering.....	44
Tabel 5.4a. Perhitungan VIM dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm Metode Pencampuran Kering.....	47

Tabel 5.4b. Perhitungan VIM dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Kering.....	47
Tabel 5.5a. Perhitungan VFWA dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm Metode Pencampuran Kering.....	50
Tabel 5.5b. Perhitungan VFWA dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Kering.....	50
Tabel 5.6a. Perhitungan Density pada Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm Metode Pencampuran Kering.....	53
Tabel 5.6b. Perhitungan Density pada Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Kering.....	53
Tabel 5.7a. Perhitungan Stabilitas Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Kering.....	54
Tabel 5.7b. Perhitungan Stabilitas Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Basah.....	54
Tabel 5.8a. Perhitungan Flow Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Kering.....	58
Tabel 5.8b. Perhitungan Flow Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Basah.....	58

Tabel 5.9a. Perhitungan VMA pada Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Kering.....	61
Tabel 5.9b. Perhitungan VMA pada Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Basah.....	61
Tabel 5.10a. Perhitungan VIM Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Kering .....	63
Tabel 5.10b. Perhitungan VIM Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Basah.....	64
Tabel 5.11a. Perhitungan VFWA dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Kering.....	67
Tabel 5.11b. Perhitungan VFWA dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Basah.....	67
Tabel 5.12a. Perhitungan Bulk Density dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Kering.....	70
Tabel 5.12b. Perhitungan Bulk Density dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Basah.....	70
Tabel 5.13. Perhitungan Kadar Plastik Optimum.....	72

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Susunan lapisan pada perkerasan lentur .....	17
Gambar 4.1 Tahapan Pelaksanaan Pengujian .....	35
Gambar 5.1a. Nilai Stabilitas Marshall dengan Variasi Ukuran Pemotongan Plastik .....	38
Gambar 5.1b. Pengaruh Ukuran Pemotongan Plastik Terhadap Stabilitas Marshall pada plastik ukuran 0,4 cm x 5-10 cm. ....	39
Gambar 5.1c. Pengaruh Ukuran Pemotongan Plastik terhadap Stabilitas Marshall pada Plastik Ukuran 0,4 cm x 0,4 cm .....	40
Gambar 5.2a. Nilai Kelelehan Marshall dengan Variasi Ukuran Pemotongan Plastik. ....	42
Gambar 5.2b. Pengaruh Ukuran Pemotongan Plastik terhadap Kelelehan Marshall pada Plastik Ukuran 0,4 Cm x 5-10 Cm. ....	43
Gambar 5.2c. Pengaruh Ukuran Pemotongan Plastik terhadap Kelelehan Marshall pada Plastik Ukuran 0,4 Cm x 0,4 Cm. ....	43
Gambar 5.3a. Nilai VMA dengan Variasi Ukuran Pemotongan Plastik. ....	44
Gambar 5.3b. Pengaruh Ukuran Pemotongan Plastik terhadap VMA Marshall pada Plastik Ukuran 0,4 Cm x 5-10 Cm. ....	46
Gambar 5.3c. Pengaruh ukuran pemotongan plastik Terhadap VMA Marshall pada plastik ukuran 0,4 cm x 5-10 cm. ....	46
Gambar 5.4a. Nilai VIM dengan Variasi Ukuran Pemotongan Plastik. ....	48
Gambar 5.4b. Pengaruh Ukuran Pemotongan Plastik terhadap VIM Marshall dengan Ukuran 0,4 Cm x 5-10 Cm. ....	49

Gambar 5.4c. Pengaruh Ukuran Pemotongan Plastik terhadap VIM Marshall pada Plastik Ukuran 0,4 Cm x 0,4 Cm.....	49
Gambar 5.5a. Nilai VFWA dengan Variasi Ukuran Pemotongan Plastik.....	50
Gambar 5.5b. Pengaruh Ukuran Pemotongan Plastik terhadap VFWA Marshall pada Plastik Ukuran 0,4 Cm x 5-10 Cm.....	52
Gambar 5.5c. Pengaruh Ukuran Pemotongan Plastik terhadap VFWA Marshall pada Plastik Ukuran 0,4 Cm x 0,4 Cm.....	52
Gambar 5.6. Nilai Density dengan variasi ukuran pemotongan plastik.....	56
Gambar 5.7a. Nilai Stabilitas Marshal dengan Variasi Metode Pencampuran.....	55
Gambar 5.7b. Pengaruh Metode Pencampuran kering terhadap Stabilitas Marshall pada plastik ukuran 0,4 cm x 0,4 cm.....	57
Gambar 5.7c. Pengaruh Metode Pencampuran Basah terhadap Stabilitas Marshall pada plastik ukuran 0,4 cm x 0,4 cm.....	57
Gambar 5.8a. Nilai Flow Marshal dengan Variasi Metode Pencampuran.....	59
Gambar 5.8b. Pengaruh Metode Pencampuran Kering Terhadap Kelelahan AC-WC pada Plastik Ukuran 0,4 Cm x 0,4 Cm.....	60
Gambar 5.8c. Pengaruh Metode Pencampuran Basah terhadap Kelelahan AC-WC pada Plastik Ukuran 0,4 Cm x 0,4 Cm.....	60
Gambar 5.9a. Nilai VMA Marshal dengan Variasi Metode Pencampuran.....	61
Gambar 5.9b. Pengaruh Metode Pencampuran Kering Terhadap VMA Marshall pada Plastik Ukuran 0,4 Cm x 0,4 Cm.....	62

Gambar 5.9c. Pengaruh Metode Pencampuran Basah Terhadap VMA Marshall pada Plastik Ukuran 0,4 Cm x 0,4 Cm.....	63
Gambar 5.10a. Nilai VIM sampel hasil pengujian Marshall.....	65
Gambar 5.10b. Pengaruh Metode Pencampuran Kering terhadap VIM Marshall pada Plastik Ukuran 0,4 cm x 0,4 cm.....	66
Gambar 5.10c. Pengaruh Metode Pencampuran Kering terhadap VIM Marshall pada Plastik Ukuran 0,4 cm x 0,4 cm.....	66
Gambar 5.11a. Nilai VMA Sampel Hasil Pengujian Marshall.....	67
Gambar 5.11b. Pengaruh Metode Pencampuran Kering terhadap VFWA AC-WC pada Plastik Ukuran 0,4 Cm x 0,4 Cm.....	69
Gambar 5.11c. Pengaruh Metode Pencampuran Basah terhadap VFWA AC-WC pada Plastik Ukuran 0,4 Cm x 0,4 Cm.....	69
Gambar 5.12. Nilai density sampel hasil pengujian Marshall.....	70



## ABSTRAK

Transportasi merupakan salah satu hal terpenting dalam pembangunan. Pemanfaatan sarana dan prasarana transportasi secara simultan menjadi perhatian khusus dari pemerintah Indonesia, terutama dalam hal pencapaian umur rencana dari suatu ruas jalan. Pemerintah melalui Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat terus mengadakan inovasi dalam pelaksanaan pembangunan prasarana jalan guna mencapai umur layanan yang direncanakan, salah satunya dengan riset mengenai penggunaan plastik jenis polyethylen sebagai bahan tambahan pada campuran aspal beton. Sebagai hasil dari riset yang dilakukan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat menyimpulkan bahwa plastik jenis polyethylen mampu meningkatkan mutu campuran lapis aspal beton. Namun, pemanfaatan plastik jenis *polyethylen* yang termasuk pada kriteria dalam penelitian yang dilakukan oleh pemerintah terbatas pada plastik dengan potongan ukuran 0,4 cm x 0,4 cm. Pada tesis ini, akan dibahas mengenai alternatif ukuran plastik yang bisa digunakan sebagai bahan tambah pada campuran aspal beton dimana ukuran plastik yang digunakan mencakup ukuran plastik panjang dengan dimensi 0,4 cm pada sisi lebar dan 5-10cm pada sisi memanjang. Jumlah penambahan plastik dimulai dari kadar penambahan plastik jenis HDPE 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% dengan variasi dimensi pemotongan plastik polyethylen jenis HDPE yang digunakan terdiri dari ukuran 0,4 cm x 0,4 cm dan ukuran 0,4 cm x 5-10 cm. Metode yang digunakan adalah metode pencampuran basah dan kering. Dari hasil penelitian didapatkan hasil karakteristik marshall cenderung memenuhi kriteria dalam 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 dengan plastik dengan pemotongan pendek dimana perubahan nilai yang relatif kecil.

**Kata kunci** : aspal plastik, plastik polyethylen, plastik *polyethylen* jenis HDPE

## ABSTRACT

Transportation is one of the most important things in development. The simultaneous use of transportation facilities and infrastructure is being particular concern for Indonesian government, especially in terms of achieving the planned life of a road segment. The government through the Ministry of Public Works and Public Housing continues to innovate the implementation of road infrastructure development in order to achieve the planned service life, one of the research is the uses of polyethylene plastic type HDPE as an additional material in concrete asphalt. As a result of research conducted by the Ministry of Public Works and Public Housing concluded that polyethylene plastic type HDPE can improve the quality of a concrete asphalt layers. However, the use of polyethylene plastics that is fixed to criteria of the research by the government is limited to plastics with a cut of 0.4 cm x 0.4 cm. This thesis is trying to find an alternative plastic size that can be used as an additive to a concrete asphalt mixture where the plastic size is 0.4 cm on the wide side and 5-10 cm on the long side. The number of plastic additions starts from 2%, 4%, 6%, 8% and 10% and variations of the dimensions of cutting *polyethylene* plastic type HDPE used consisting of sizes 0.4 cm x 0.4 cm and sizes 0, 4 cm x 5-10 cm. The method used is the wet and dry mixing method. From the research results obtained marshall characteristics tend to meet the criteria in the Interim Special Specification for Hot Paved Mixtures using Plastic Waste. However, the plastic with a long cutting (0,4 cm x 5-10 cm) dimension relatively change in the value of Marshall characteristics at every 2% increase in the content of the plastic. Unlike the pastic with short cuts (0,4 cm x 0,4 cm) where the change in value is relatively small.

Keywords: plastic asphalt, *polyethylene* plastic, *polyethylene* plastic type HDPE

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Transportasi merupakan salah satu hal terpenting dalam pembangunan. Pemanfaatan sarana dan prasarana transportasi menjadi faktor penunjang dalam pemerataan pembangunan di seluruh wilayah Indonesia dimana pendistribusian barang dan jasa terjadi dengan memanfaatkan sarana dan prasarana transportasi, baik itu transportasi darat, laut maupun udara. Dalam pemanfaatannya, transportasi darat menjadi transportasi utama bagi masyarakat dalam beraktifitas, bergerak menuju satu lokasi ke lokasi lainnya, dan mendistribusikan barang maupun jasa dari sumber produksi menuju pengguna hasil produksi.

Pemanfaatan sarana dan prasarana transportasi secara simultan menjadi perhatian khusus dari pemerintah Indonesia. Untuk ruas jalan tertentu, sarana transportasi jalan mengalami kendala dalam mencapai target umur layanan yang direncanakan. Hal ini berkaitan dengan beban kendaraan, kriteria jalan, dan material penyusun (*job mix formula*) jalan yang digunakan.

Untuk mengatasi kendala dalam mencapai target umur layanan yang direncanakan, pemerintah melalui Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat terus mengadakan inovasi dalam pelaksanaan pembangunan prasarana jalan. Mulai dari jenis perkerasan yang digunakan, hingga material penyusun penunjang

perkerasan jalan. Pada tahun 2017, Sebagaimana diketahui bahwa plastik merupakan limbah yang tidak dapat diuraikan sehingga limbah plastik dan menjadi limbah yang tidak dapat diperbarukan. Keberadaan limbah plastik sering kali menjadi penghalang bagi lairan air di permukaan tanah maupun system drainase. Namun demikian, limbah plastik ini memiliki karakteristik lentur dan tidak tembus air dimana karakteristik ini bisa dipadukan bersama dengan aspal dalam penggunaannya terhadap campuran aspal beton.

Sebagai hasil dari penelitian yang dilakukan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat menyimpulkan bahwa plastik jenis polyethylen mampu meningkatkan mutu campuran lapis aspal beton. Penambahan plastik jenis polyethylen sebagai bahan tambah ini terbukti mampu meningkatkan karakteristik Marshall yang menjadi tolak ukur dalam penilaian kemampuan perkerasan lapis aspal beton. Untuk itu, pemerintah melalui Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat mengeluarkan spesifikasi khusus yang merupakan acuan dalam pelaksanaan pekerjaan jalan dengan menggunakan plastik sebagai bahan tambah dalam campuran aspal beton.

Namun, pemanfaatan plastik jenis polyethylen yang termasuk pada kriteria dalam spesifikasi khusus ini terbatas pada plastik dengan potongan dengan ukuran 0,4cm x 0,4 cm dimana untuk mendapatkan plastik dengan ukuran tersebut diperlukan alat pencacah khusus yang dapat memotong plastik hingga mencapai ukuran yang dipersyaratkan. Pada tesis ini, akan dibahas mengenai alternatif ukuran

Plastik yang bisa digunakan sebagai bahan tambah pada campuran aspal beton dimana ukuran plastik yang digunakan mencakup ukuran plastik panjang dengan dimensi 0,4cm pada sisi lebar dan 5-10cm pada sisi memanjang.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Penambahan material kemasan plastik pada campuran aspal beton diharapkan mampu meningkatkan daya tahan aspal dan karakteristiknya dengan tetap memenuhi persyaratan dalam yang tercantum spesifikasi teknis sehingga umur layanan perkerasan aspal lebih lama. Sebagai pokok bahasan dalam penelitian ini adalah membandingkan karakteristik Marshall pada laston menggunakan bahan tambahan plastik jenis polyethylen pada kadar penambahan tertentu.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk :

1. Mengetahui pengaruh plastik dalam campuran lapis aspal beton (*Laston*) terhadap karakteristik Marshall,
2. Mengetahui pengaruh dimensi potongan plastik Polyethylene jenis HDPE dengan ukuran pemotongan 0,4cm x 0,4 cm dan ukuran pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm terhadap karakteristik Marshall setelah ditambahkan pada laston lapis aus (AC-WC),
3. Mengetahui pengaruh metode pencampuran plastik dengan menggunakan cara basah dan cara kering,

4. Memanfaatkan limbah plastik polyethylene jenis HDPE.

#### 1.4. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat diketahui pengaruh dari panjang pemotongan limbah plastik Polyethylene jenis HDPE dalam campuran laston pada perkerasan jalan raya sehingga dapat menjadi variasi jenis bahan tambah (*aditif*) bagi penggunaan plastik pada campuran lapis aspal beton.

#### 1.5. Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini antara lain :

1. Jenis perkerasan yang dipakai adalah lapis aspal beton (laston).
2. Jenis aspal yang dipakai adalah dengan penetrasi 60/70.
3. Filler yang digunakan adalah abu batu dan semen.
4. Jenis kemasan plastik yang digunakan adalah plastik polyethylen jenis HDPE yang biasa digunakan sebagai pembungkus makanan dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm dan ukuran pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm.
5. Dalam penelitian ini dibatasi hanya pada sifat perkerasan aspal beton setelah dilakukan penambahan plastik dengan kadar penambahan 2%, 4%, 6%, 8% dan 10%. Penentuan batas penambahan plastik berdasarkan pada Uji Skala Penuh Penerapan Teknologi Aspal Limbah Plastik di Ruas Jalan Nasional Gempol – Bts. Kota Bangil (Km 35+700 – 36+800) oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

6. Dalam penelitian ini tidak terkait dengan kelas jalan.
7. Penelitian ini dilakukan pada suhu standar pelaksanaan pekerjaan aspal.



Dokumen ini adalah Arsip Milik :  
**Perpustakaan Universitas Islam Riau**

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Penelitian Terdahulu

Pada penyusunan tesis ini penulis menggunakan literature yang pernah dilakukan, baik itu kepustakaan penelitian meliputi laporan penelitian sebelumnya maupun kepustakaan konseptual yaitu ide-ide atau teori, artikel atau buku yang ditulis oleh para ahli.

##### 2.1.1. Percobaan Suroso (2008)

Percobaan ini dilakukan oleh Tjitjik Wasiah Suroso dan dipublikasikan pada tahun 2008 dengan judul “*Pengaruh Penambahan Plastik LDPE (Low Density Poly Ethilen) Cara Basah Dan Cara Kering Terhadap Kinerja Campuran Beraspal*”. Percobaan dilakukan dengan menambahkan polimer pada campuran aspal beton dengan menggunakan 2(dua) cara, yaitu cara basah (wet process) dimana plastik ditambahkan ke dalam aspal panas dan dicampur hingga homogen dan cara kering dimana plastik ditambahkan ke dalam agregat panas. Hasil percobaan dilakukan dengan cara kering plastik dengan kadar sama dengan cara basah ditambahkan kedalam agregat panas (pada temperatur campuran) dan diaduk selama 30-45 detik. Dari hasil yang diperoleh di laboratorium menunjukkan bahwa cara kering menghasilkan karakteristik Marshall, Stabilitas Dinamis dan Resilien Modulus lebih besar dari aspal pen 60, namun lebih rendah dari cara basah. Dari segi ekonomi cara



kering diperkirakan lebih murah karena waktu pencampuran lebih cepat, tidak memerlukan alat pengaduk dan lebih mudah dilaksanakan dari pada cara basah.

### **2.1.2. Percobaan Purnamasari dan Suryaman (2010)**

Percobaan ini dipublikasikan pada tahun 2010 dengan judul jurnal “*Pengaruh Penggunaan Limbah Botol Plastik Sebagai Bahan Tambah Terhadap Karakteristik Lapis Aspal Beton (Laston)*”. Percobaan yang dilakukan oleh Purnamasari dan Suryaman (2010) dengan material tambahan berupa plastik botol minuman (PET). Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik Marshall seperti nilai Density, Void Filled With Asphalt (VFWA) dan Flow lebih rendah dari campuran aspal beton normal. Nilai Marshall cenderung meningkat terdapat pada Void In The Mix (VITM), sedangkan untuk nilai Stabilitas dan QM cenderung meningkat atau naik karena pengaruh penggunaan plastik dan kadar aspal dalam campuran pada komposisi tertentu menunjukkan kinerja yang baik. Dapat disimpulkan bahwa Limbah plastik bekas botol minum (PET) dapat digunakan sebagai bahan tambah dalam campuran aspal beton.

### **2.1.3. Percobaan Rahmawati dan Rizana (2013)**

Percobaan dilakukan oleh Rahmawati dan Rizana (2013) dalam Jurnal dengan judul “*Pengaruh Penggunaan Limbah Plastik Polipropilena Sebagai Pengganti Agregat Pada Campuran Laston Terhadap Karakteristik Marshall*”. Percobaan dilakukan dengan menggunakan limbah plastik jenis Polipropilena (PP) sebagai

pengganti agregat dalam campuran Lapis Aspal Beton (Laston) ditinjau dari karakteristik Marshall dengan menggunakan tiga persentase kadar aspal, yakni 5%, 6% dan 7% dan kadar PP yang digunakan adalah 0%, 2%, 5%, dan 10%. Dari pengujian Marshall yang dilakukan didapatkan hasil bahwa penggunaan PP cenderung meningkatkan nilai stabilitas, kelelahan, VIM, VMA dan Marshall Quotient (MQ). Adapun nilai VFA cenderung menurun seiring dengan penambahan kadar PP yang digunakan.

#### **2.1.4. Percobaan Rahmawati, dkk. (2015)**

Percobaan dilakukan oleh Rahmawati, dkk. (2015) dalam Jurnal dengan judul “*Perbandingan Pengaruh Penambahan Plastik High Density Polyetilene (Hdpe) Dalam Laston-Wc Dan Lataston-Wc Terhadap Karakteristik Marshall*” . Penelitian ini dilakukan dengan 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 optimum 6,5% untuk LASTON dan 7,5% untuk LATASTON. Sedangkan prosentase 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 tambahan HDPE, yaitu dengan nilai stabilitas campuran tanpa HDPE

sebesar 1755kg dan dengan HDPE 2% sebesar 2407,5kg. Begitu juga campuran aspal dengan tambahan HDPE sebesar 4% dan 6% terjadi juga peningkatan nilai stabilitas sebesar 2306,25kg dan 2677,5 kg. Sedangkan untuk campuran Lataston-WC, penambahan HDPE 2% pada campuran aspal dibandingkan tanpa tambahan HDPE pada campuran aspal memberikan hasil peningkatan stabilitas dari 1879 menjadi 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.

#### **2.1.5. Percobaan Soandrijanie dan Kurniawan (2015)**

Percobaan ini dipublikasikan pada tahun 2015 dengan judul jurnal “*Penggunaan PVC Sebagai Bahan Tambah Pada Beton Aspal*”. Percobaan yang dilakukan oleh Soandrijanie dan Kurniawan (2015) menggunakan PVC dengan kadar penambahan PVC 0%, 2%, 3%, 4%, 8%, dan 12% terhadap berat keseluruhan campuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan PVC yang berasal dari pipa air sebagai bahan tambah pada beton aspal menyebabkan nilai *density* tidak beraturan, menurunkan nilai *Void Fill With Asphalt* (VFWA), nilai stabilitas, nilai *Marshall Quotient* (QM) dan menaikkan nilai *Void In The Mix* (VITM) dan *flow*.

#### **2.1.6. Percobaan oleh Razak dan Erdiansa (2016)**

Percobaan ini dipublikasikan pada tahun 2016 dengan 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 campuran 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.

#### **2.1.7. Percobaan Fitri, dkk. (2018)**

Percobaan ini dipublikasikan pada jurnal dengan judul “*Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Kresek Sebagai Substitusi Aspal Pen 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Laston AC – BC*”. Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan limbah plastik kresek sebagai substitusi Aspal Pen 60/70 dengan menggunakan agregat basalt terhadap karakteristik Marshall campuran aspal beton AC-BC. Tahapan awal penelitian adalah mencari Kadar Aspal Optimum (KAO). Penambahan variasi kantong plastik bekas sebagai aditif secara berturut-turut yaitu 2%, 4%, 6%, dan 8% pada KAO-0,5, KAO dan KAO+0,5 dari KAO awal 5,35%. Dari ketiga KAO tersebut diambil nilai yang tertinggi yaitu pada KAO+0,5 sebesar 3,3% untuk pembuatan benda uji pada persentase variasi plastik KPO  $\pm 2\%$  dengan mendapatkan nilai Marshall dan durabilitas. Nilai stabilitas terus meningkat pada

persentase variasi kadar plastik bekas 1,3%, 3,3% dan 5,3% masing-masing sebesar 1470,48kg, 1476,28kg, dan 1489,28kg dengan rendaman 30 menit (suhu 600 C) dan 1286,42kg, 1316,35kg, 1345,41kg dengan rendaman 24 jam (suhu 600 C). Kondisi ini disebabkan oleh kandungan dalam aditif yang bercampur dengan aspal pen 60/70 di dalam campuran menyebabkan daya lekat aspal dengan agregat menjadi lebih baik hingga mencapai batas nilai tertentu, yaitu pada batas 5,3% dengan nilai stabilitas terbaik yaitu sebesar 1489,28kg pada rendaman 30 menit dan sebesar 1345,41kg pada rendaman 24 jam. Dari perbandingan ke dua stabilitas tersebut diperoleh nilai durabilitas sebesar 99,84% sehingga telah memenuhi spesifikasi untuk campuran yang ditambahkan aditif, yaitu sebesar  $\geq 90\%$ .

#### **2.1.8. Uji coba penggunaan bahan plastik oleh pemerintah Indonesia**

- a. Uji coba di beberapa kota, seperti Bali, Bekasi dan Makassar, oleh Badan Penelitian dan Pengembangan (Balitbang) Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR). Dari hasil uji coba didapatkan kesimpulan bahwa penggunaan aspal plastik berdampak positif terhadap karakteristik aspal beton.
- b. Uji coba limbah plastik untuk aspal di Universitas Udayana, Bali. Pengujian ini dilakukan pada bulan Juli 2017 dengan menggelar aspal plastik sepanjang 700 m.

- c. Uji coba aspal dari limbah plastik untuk aplikasi penggunaan di jalan tol. Jalan tol yang menjadi lokasi uji coba berada di km 43 ruas Tol Tangerang-Merak sepanjang 100 m.
- d. Uji coba penggunaan aspal campuran limbah plastik oleh kementerian pekerjaan umum dan perumahan rakyat di jalan dakota akses bandara lama Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan sepanjang 100 m. Selain itu, pelaksanaan pencampuran aspal beton tidak memerlukan penanganan khusus maupun alat khusus sehingga mudah untuk dilaksanakan di pabrik pembuatan aspal (Asphalt Mixing Plant) manapun.
- e. Uji Skala Penuh Penerapan Teknologi Aspal Limbah Plastik di Ruas Jalan Nasional Gempol – Bts. Kota Bangil (Km 35+700 – 36+800) oleh Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII Surabaya dan Balitbang melalui Pusat Litbang Jalan dan Jembatan pada tahun 2017 dengan menggunakan limbah plastik kresek (LDPE). Hasil uji skala penuh ini kemudian dipublikasikan dengan judul “*Penerapan Skala Penuh Teknologi Aspal Limbah Plastik*” oleh BALITBANG dan BBPJK VIII Surabaya. Uji skala penuh ini menggunakan persentase penambahan plastik yang digunakan antara 4 sampai dengan 6% terhadap berat aspal. Hasil menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai stabilitas sebesar 40% dan lebih tahan terhadap deformasi serta retak leleh.

#### **2.1.9. Uji Coba Penggunaan Bahan Plastik Mancanegara**

- a. Uji coba yang dilakukan oleh Khan, dkk. (2016) dengan judul publikasi “Asphalt Design using Recycled Plastik and Crumb-rubber Waste for

Sustainable Pavement Construction”. Percobaan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perilaku campuran aspal setelah dilakukan penambahan limbah plastik dan serpihan karet. Material yang digunakan sebagai bahan tambah adalah plastik jenis LDPE, HDPE, dan serpihan karet Laston Lapis Pondasi. Complex modulus ( $G^*$ ) and sudut phase ( $\delta$ ) yang didapatkan dari dari Dynamic Shear Rheometer (DSR) adalah parameter dasar yang digunakan untuk mengevaluasi perilaku pengikat sehubungan dengan rutting dan kelelahan retak. Dari percobaan ini disimpulkan bahwa Low Density Polyethylene (LDPE), High Density Polyethylene (HDPE), dan Crumb Rubber (CR) dimodifikasi sebagai pengikat menunjukkan peningkatan signifikan dalam sifat reologi pengikat.

- b. Uji coba yang dilakukan oleh Bansal, dkk. (2017) dengan judul publikasi “*Evaluation Of Modified Bituminous Concrete Mix Developed Using Rubber And Plastik Waste Materials*”. Percobaan dilakukan dengan mengganti sebagian Bitumen dengan plastik bekas pada kadar (4%, 6%, 8% dan 10%) dan remah karet (5%, 10% dan 15%). Hasil percobaan menunjukkan bahwa mengganti sebagian bitumen dengan plastik bekas menghasilkan peningkatan kekuatan hingga 16% sedangkan dengan bahan karet, sekitar penambahan kekuatan 50% apabila dibandingkan dengan campuran konvensional (CM). Hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa dengan menggunakan bahan limbah, kekuatan dan kepadatan yang dibutuhkan beton bitumen

dengan dapat diperoleh dan dihasilkan perkerasan yang ramah lingkungan dengan biaya bahan yang lebih murah.

- c. Uji coba oleh Nkaga, dkk. (2017) dengan judul “*Characterization of bitumen plastik blends for Flexible Pavement Application*”. Percobaan dilakukan dengan menambahkan plastik dengan kadar 5%, 10% dan 15%. Hasil dari percobaan ini didapatkan nilai Marshall berupa Stabilitas, rongga terisi udara, rongga dalam mineral agregat mengalami peningkatan. Sedangkan pada nilai Bulk Density dan flow, mengalami penurunan.

## 2.2. Keaslian Penelitian

Berbeda dengan penelitian diatas, penelitian ini akan membandingkan efektifitas pemakaian plastik Polyethylene jenis HDPE pada Laston Lapis Aus (AC-WC) ditinjau dari hasil Test Marshall. Penelitian dilakukan dengan cara mengambil sampel hotmix sebanyak 3 sampel untuk setiap kadar pembuatan plastik Polyethylene jenis HDPE 0%, 2%, 4%, 5%, 6%, 8%, dan 10%. Dari sampel tersebut ditentukan stabilitas dengan mesin Marshall. Penelitian ini dilakukan di laboratorium PT. Virajaya Riauputra yang berlokasi di KM 27 Lintas Barat Kabupaten Kampar.



## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1. Perkerasan Lentur

Lapisan perkerasan lentur merupakan campuran antara agregat yang bergradasi rapat dan aspal, atau disebut juga campuran aspal. Kedua bahan ini dicampur dalam keadaan panas (sehingga dikenal dengan nama *hotmix*), dihamparkan serta dipadatkan dalam keadaan panas pula. Lapis permukaan ini harus kedap air, permukaannya rata namun kasar.

Menurut Sukirman (1992) konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya.

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari :

1. Lapisan permukaan (*surface course*)

Lapisan permukaan berfungsi sebagai :

- a. Lapis perkerasan menahan beban roda, lapisan yang mempunyai stabilitastinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan,
- b. Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan yang ada di bawahnya dan melemahkan lapisan-lapisan tersebut,

- c. Lapis aus (*wearing course*), lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus,
- d. Lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek.

2. Lapisan fondasi atas (*Base Course*)

Lapisan fondasi atas mempunyai fungsi sebagai :

- a. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya,
- b. Lapisan peresapan untuk lapisan fondasi bawah,
- c. Bantalan terhadap lapisan permukaan.

3. Lapisan fondasi bawah (*subbase course*)

Lapisan fondasi bawah berfungsi sebagai :

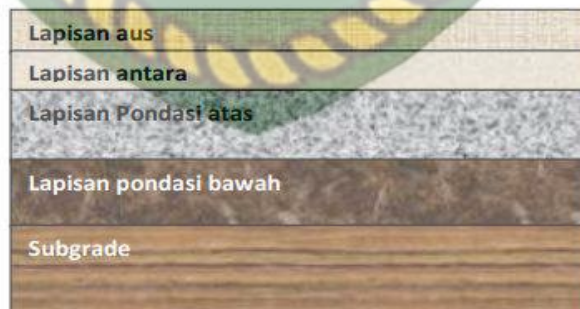
- a. Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanahdasar,
- b. Efisiensi penggunaan material, dimana material fondasi bawah relative murah dibandingkan dengan lapisan perkerasan yang ada di atasnya,
- c. Mengurangi tebal lapisan yang ada di atasnya yang lebih mahal,
- d. Sebagai lapis peresapan, agar air tanah tidak berkumpul di fondasi,
- e. Mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis fondasi atas.

#### 4. Lapisan tanah dasar (*subgrade*)

Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipampatkan jika tanah aslinya baik, tanah yang didatangkan dari tempat lain dan dipampatkan atau tanah yang distabilisasi dengan kapur atau bahan lainnya. Pemadatan yang baik diperoleh jika dilakukan pada kadar air optimum dan diusahakan kadar air tersebut konstan selama umur rencana.

Karena sifat penyebaran gaya maka muatan yang diterima oleh masing-masing lapisan berbeda dan semakin kebawah semakin kecil. Lapisan permukaan harus mampu menerima seluruh jenis gaya yang bekerja. Lapis pondasi atas menerima gaya vertikal dan getaran, sedangkan tanah dasar dianggap hanya menerima gaya vertikal saja. Oleh karena itu terdapat perbedaan syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh masing-masing lapisan.

Jenis lapisan serta bagian dari perkerasan lentur umumnya dapat diilustrasikan seperti diperlihatkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Susunan lapisan pada perkerasan lentur

Adapun Lapisan permukaan (*surface course*) dibedakan atas 2 lapisan, yaitu :

1. Lapis aus permukaan (*asphalt concrete - wearing course (AC-WC)*). Fungsi lapisan ini adalah:
  - a. Menyelimuti perkerasan dari pengaruh air
  - b. Menyediakan permukaan yang halus
  - c. Menyediakan permukaan yang mempunyai karakteristik yang kesat, rata, sehingga aman dan nyaman untuk dilalui pengguna.
  - d. Menyebarkan beban ke lapisan dibawahnya
2. Lapis permukaan antara (*asphalt concrete - binder course (AC-BC)*). Fungsi AC-BC adalah:
  - a. Mengurangi tegangan/regangan akibat beban lalu lintas dan meneruskannya ke lapis di bawahnya
  - b. Mempunyai kekuatan yang tinggi pada bagian perkerasan untuk menahan beban paling tinggi akibat beban lalu lintas

### 3.2. Agregat

Menurut Departemen Pekerjaan Umum pada Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (*Laston*) untuk Jalan Raya, SKBI-2.4.26.1987, agregat merupakan sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun hasil buatan.

Sifat – sifat agregat sebagai material perkerasan:

1. Merupakan salah satu faktor penentu kemampuan perkerasan jalan, memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca
2. Susunan butir agregat sesuai dengan ukurannya dinyatakan dengan persentasi lolos atau tertahan yang menentukan besarnya rongga yang mungkin terjadi dalam aggregate campuran. Gradasi yang baik adalah campuran gradasi kasar dan halus, sedangkan gradasi yang buruk adalah gradasi yang seragam, senjang dan terbuka
3. Kebersihan agregat ditentukan berdasarkan butir halus yang lolos saringan no. 200, seperti adanya lempung, atau lanau
4. Ketahanan agregat atau penurunan mutu akibat proses mekanis dan kimiawi diuji dengan mesin abrasi los angeles dan soundess terhadap larutan magnesium sulfat
5. Bentuk butir agregat : bulat, kubus, lonjong, pipih, tak beraturan
6. Tekstur agregat: licin, kasar, dan berpori
7. Daya lekat aggregate terhadap aspal dipengaruhi oleh sifat terhadap air : hydrophilic (mudah diresapi air/sulit dilekati aspal), hydrophobic (tidak mudah terikat dengan air/mudah dilekati aspal). Kelekatan dinyatakan dengan % luas permukaan aggregate yang dilapisi aspal terhadap total luas
8. Berat jenis agregat terdiri dari : Bulk, Kering Permukaan, semu dan efektif.

Sifat agregat merupakan salah satu faktor penentu kemampuan perkerasan jalan memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. Berdasarkan besar ukuran ayakan agregat dibedakan menjadi tiga macam yaitu :

1. Agregat kasar adalah agregat yang tertahan pada ayakan No.4 atau 4,75 mm,
2. Agregat halus adalah agregat yang terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah serta lolos ayakan No.4 atau 4,75 mm.
3. Bahan pengisi (*filler*) adalah bahan berbutir halus lolos ayakan No.30 dimana persentase berat butir yang lolos ayakan No.200 tidak kurang dari 75% terhadap beratnya.

Agregat dalam penggunaannya sebagai material campuran pembentuk aspal harus memenuhi persyaratan gradasi. Gradasi agregat untuk campuran aspal selanjutnya dijabarkan dalam tabel berikut.

Tabel 3.1. Amplop gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal jenis laston (AC)

Ukuran Ayakan (Mm)	% Berat Yang Lolos Terhadap Total Agregat Dalam Campuran		
	WC	BC	BASE
37,5			100
25		100	90-100
19	100	90-100	76-90
12,5	90-100	75-90	60-78
9,5	77-90	66-82	52-71
4,75	53-69	46-64	35-54
2,36	33-53	30-49	23-41
1,18	21-40	18-38	13-30
0,6	14-30	12-28	10-22
0,3	9-22	7-20	6-15

Tabel 3.1. Lanjutan

Ukuran Ayakan (Mm)	% Berat Yang Lolos Terhadap Total Agregat Dalam Campuran		
	WC	BC	BASE
0,15	6-15	5-13	4-10
0,075	4-9	4-8	3-7

Catatan :

- Untuk HRS-WC dan HRS-Base yang benar-benar senjang, paling sedikit 80% agregat lolos ayakan No.8 (2,36 mm) harus lolos ayakan No. 30 (0,600 mm).
- Apabila tidak ditetapkan dalam gambar, penggunaan pemilihan gradasi sesuai dengan petunjuk Direksi Pekerjaan dengan mengacu pada panduan Spesifikasi Teknis 2010 Revisi 3.

### 3.3. Aspal

Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, dan kembali membeku jika temperatur turun. Bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan (Sukirman, 2003).

Sifat-sifat aspal yang mempengaruhi kinerja campuran beraspal antara lain :

#### 1. Daya tahan (*durability*)

Daya tahan (*durability*) adalah kemampuan aspal menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan roda kendaraan.

#### 2. Adhesi dan kohesi

Adhesi adalah kemampuan aspal untuk mengikat agregat sehingga dihasilkan

ikatan yang baik antara agregat dengan aspal. Kohesi adalah kemampuan aspal untuk menahan agregat tetap di tempatnya setelah terjadi pengikatan.

3. Kepekaan terhadap temperatur Aspal

Aspal adalah material yang termoplastis, berarti akan menjadi keras atau kental jika temperatur berkurang dan akan lunak atau lebih cair jika temperatur bertambah.

4. Kekerasan aspal

Aspal pada proses pencampuran dipanaskan dan dicampur dengan agregat sehingga agregat dilapisi aspal atau aspal panas disiramkan ke permukaan agregat yang telah disiapkan (pada proses pelaburan). Pada proses pemanasan inilah akan terjadi pengerasan. Peristiwa pengerasan akan mengakibatkan terjadinya proses perapuhan yang terus berlangsung setelah masa pelaksanaan selesai.

Tabel 3.2. Ketentuan-ketentuan untuk aspal keras

No	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Tipe I Aspal Pen. 60-70
1	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 06-2456-1991	60-70
2	Viskositas Dinamis 60°C (Pa s)	SNI 06-6441-2000	160-240
3	Viskositas Kinematis 135°C (cSt)	SNI 06-6441-2000	≥ 300
4	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48
5	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100



Tabel 3.2. Lanjutan

No	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Tipe I Aspal Pen. 60-70
6	Titik nyala ( $^{\circ}\text{C}$ )	SNI 2433:2011	$\geq 232$
7	Kelarutan dalam Trichloro-ethylene (%)	AASHTO T44-03	$\geq 99$
8	Berat Jenis	SNI 2441:2011	$\geq 1.0$
9	Stabilitas Penyimpanan : Perbedaan Titik lembek ( $^{\circ}\text{C}$ )	ASTM D 5976 part 6.1	-

Catatan :

- Hasil pengujian adalah untuk bahan pengikat (bitumen) yang diekstraksi dengan menggunakan metoda SNI 2490 : 2008. Sedangkan untuk pengujian kelarutan dan gradasi mineral dilaksanakan pada seluruh bahan pengikat termasuk kandungan mineralnya.
- Viskositas di uji juga pada temperatur  $100^{\circ}\text{C}$  dan  $160^{\circ}\text{C}$  untuk Tipe I, untuk tipe II pada temperatur  $100^{\circ}\text{C}$  dan  $170^{\circ}\text{C}$ .

### 3.4. Plastik *Polyethylene* jenis HDPE

Plastik merupakan produk polimerisasi sintetik atau semi-sintetik. Secara umum dikenal beberapa jenis plastik yang sering digunakan, yaitu:

1. HDPE (*High Density Polyethylene*)
2. LDPE (*Low Density Polyethylene*)
3. PP (*Polypropylene*)
4. PS (*Polystyrene*)
5. Vinyl (*Polyvinyl Chloride*)
6. PET (*Polyethylene Terephthalate*)

HDPE (high density polyethylene) memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. Bahan plastik ini merupakan salah

satu bahan plastik yang aman untuk digunakan karena kemampuan untuk mencegah reaksi kimia antara kemasan plastik berbahan HDPE dengan makanan/minuman yang dikemasnya. Namun demikian, plastik HDPE merupakan bahan yang hanya bisa digunakan sekali, sehingga sampah plastik polyethylen cenderung menumpuk dan tidak dapat digunakan namun juga tidak dapat dibuang karena sifatnya yang tidak dapat diuraikan.

Plastik HDPE dapat diaplikasikan pada :

1. Penggunaan untuk kantong kemasan kuah / cairan panas, makanan ataupun minuman panas.
2. Penggunaan sebagai kantong praktis membawa aneka barang belanjaan sehari-hari.
3. Penggunaan sebagai kantong praktis mengisi buah, sayur atau barang lainnya dan juga umum sebagai pembungkus kertas fotokopi / dokumen lainnya.
4. Penggunaan sebagai alas / pelapis dari wadah makanan hangat ataupun panas atau sebagai pembungkus makanan dan barang lainnya.

Dalam penelitian ini, akan digunakan Plastik Polyethylene jenis HDPE , yaitu material plastik dengan yang sering digunakan untuk pembungkus makanan.

### **3.5. Plastik dan perkerasan**

Suroso (2004) menjelaskan bahwa suatu cara meningkatkan titik leleleh aspal adalah dengan menambahkan plastik. Dari hasil penelitiannya, penambahan plastik ke

dalam aspal meningkatkan titik lembek aspal dan menurunkan nilai penetrasi aspal sehingga tidak mudah terpengaruh oleh perbedaan temperatur, menaikkan nilai stabilitas dan Marshall Quotient pada aspal.

Ada dua teknik pencampuran plastik dalam campuran beraspal, yaitu :

1. Cara basah (*wet process*), yaitu suatu cara pencampuran dimana plastik dimasukkan ke dalam aspal panas dan diaduk dengan kecepatan tinggi sampai homogen.
2. Cara kering (*dry process*), yaitu suatu cara dimana plastik dimasukkan kedalam agregat yang dipanaskan pada temperatur campuran, kemudian aspal panas ditambahkan. Cara ini tergolong lebih mudah dalam pelaksanaannya yaitu hanya dengan memasukkan plastik ke dalam agregat panas, tanpa membutuhkan peralatan lain untuk mencampur (*mixer*).

### 3.6. Karakteristik Marshall

Sukirman (1999), kinerja campuran aspal beton dapat diperiksa dengan menggunakan alat pemeriksaan Marshall. Metode Marshall ditemukan oleh Bruce Marshall dan selanjutnya dikembangkan oleh U.S. Corps Of Engineer. Pengujian Marshall bertujuan untuk mengukur daya tahan (*stability*) campuran agregat dan aspal terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran aspal dan agregat. Kelelahan plastis adalah keadaan perubahan bentuk campuran yang terjadi akibat suatu beban

sampai batas rentuh yang dinyatakan dalam mm atau 0,01. Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan cincin penguji (*Proving ring*) yang berkapasitas 2500 kg atau 5000 pon. Proving ring dilengkapi dengan arloji pengukur yang berguna untuk mengukur stabilitas campuran. Disamping itu terdapat juga arloji kelelahan (*flowmeter*) untuk mengukur kelelahan plastis (*flow*). Benda uji berbentuk silinder berdiameter 10 cm dan tinggi 7,5 cm dipersiapkan di laboratorium dalam cetakan benda uji dengan menggunakan hammer seberat 10 ppon (4,536 kg) dan tinggi jatuh 18 inch (45,7 cm) yang dibebani dengan kecepatan tetap 50 mm/menit. Dari proses persiapan benda uji sampai pemeriksaan dengan alat Marshall diperoleh data-data sebagai berikut : nilai stabilitas, berat volume, kadar aspal, kelelahan plastis (*flow*), VIM, VMA, penyerapan aspal, tebal lapisan aspal (film aspal), kadar aspal efektif, hasil bagi Marshall (*koefisien Marshall*).

### 3.6.1. Stabilitas

Menurut Sukirman (2003) mengartikan stabilitas sebagai kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur dan bleeding. Kebutuhan akan stabilitas sebanding dengan fungsi jalan dan beban lalu lintas yang akan dilayani. Jalan yang melayani volume lalu lintas tinggi dan dominan terdiri dari kendaraan berat, kebutuhan akan perkerasan jalan dengan stabilitas tinggi. Sebaliknya, perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk melayani lalu lintas ringan tentu tidak perlu mempunyai nilai stabilitas yang tinggi.

Sulaksono (2001) mengartikan stabilitas sebagai kekuatan campuran menahan deformasi akibat beban lalu lintas. Stabilitas dapat diperoleh melalui tahanan friksi antar agregat, agregat yang saling mengunci (interlocking), dan daya kohesi dari aspal.

Yang perlu diperhatikan adalah bahwa memaksimalkan nilai stabilitas akan menyebabkan penurunan kinerja campuran lainnya.

### 3.6.2. Kelelehan (*Flow*)

Menurut Departemen Pekerjaan Umum pada Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal beton (Laston) untuk Jalan raya, SKBI-2.4.26.1987 flow adalah besarnya perubahan bentuk plastis suatu benda uji campuran beraspal yang terjadi akibat suatu beban sampai batas keruntuhan, dinyatakan dalam satuan panjang.

Nilai flow dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain kadar dan viskositas aspal, suhu, gradasi, dan jumlah pemadatan. Nilai flow yang terlalu tinggi mengindikasikan campuran yang bersifat plastis dan lebih mampu mengikuti deformasi akibat beban, sedangkan flow yang terlalu rendah mengisyaratkan campuran tersebut memiliki rongga tak terisi aspal yang lebih tinggi dari kondisi normal, atau kandungan aspal yang terlalu rendah sehingga berpotensi retak dini dan durabilitas rendah.

### **3.6.3. Rongga dalam agregat (*Void in Mineral Agregate*)**

Rongga dalam agregat merupakan volume rongga yang terdapat diantara butir-butir agregat dari suatu campuran beraspal yang telah dipadatkan, termasuk didalamnya adalah rongga udara dan rongga yang terisi aspal efektif, dinyatakan dalam % volume

### **3.6.4. Rongga terisi Aspal (*Void Filled With Asphalt*)**

Rongga terisi Aspal merupakan persentase rongga dalam agregat padat yang tersisi aspal. Nilai VFWA yang terlalu tinggi dapat menyebabkan naiknya aspal ke permukaan saat suhu perkerasan tinggi. Sedangkan VFWA yang terlalu rendah berarti campuran bersifat porous dan mudah teroksidasi. Menurut Sukirman, S (2003) VFWA adalah aspal yang berfungsi menyelimuti butir-butir agregat di dalam beton aspal padat. VFWA inilah yang merupakan persentase volume beton aspal yang menjadi film atau selimut aspal.

### **3.6.5. Rongga dalam campuran (*Void In The Mix*)**

Menurut Sukirman (2003) Rongga Dalam Campuran adalah volume pori yang masih tersisa setelah campuran beton dipadatkan. VIM dibutuhkan untuk tempat bergesernya butir-butir agregat akibat pemadatan tambahan yang terjadi oleh repetisi beban lalu lintas, atau tempat jika aspal menjadi lunak akibat meningkatnya temperatur. VIM yang terlalu besar akan menyebabkan beton aspal padat berkurang kekedapan airnya, sehingga berakibat pada meningkatnya proses oksidasi aspal yang

akan mempercepat penuaan aspal dan akan menurunkan sifat durabilitas beton aspal. Namun, jika VIM terlalu kecil akan mengakibatkan terjadinya bleeding saat temperature meningkat.

Menurut Departemen Pekerjaan Umum pada Petunjuk Pelaksanaan lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya, SKBI-2.4.26.1987 rongga didalam campuran adalah perbandingan volume rongga terhadap volume total campuran padat, yang dinyatakan dalam persen (%).

#### **3.6.6. Density**

Puncak kepampatan biasanya bersamaan dengan kadar aspal optimum dan stabilitas puncak. Apabila kadar aspal naik, density ikut naik sampai mencapai puncaknya lalu turun. Kepampatan yang tinggi akan menghasilkan kemampuan untuk menahan beban yang tinggi serta kedekatan terhadap air dan udara yang tinggi.

#### **3.6.7. Rongga dalam campuran pada kepadatan membal (*refusal*)**

Berdasarkan Ditjen Bina Marga (1999), kepadatan mutlak dimaksudkan sebagai kepadatan tertinggi (maksimum) yang dicapai sehingga walaupun dipadatkan terus, campuran tersebut praktis tidak dapat menjadi lebih padat lagi.

Menurut Yamin (2002) dalam Lusyana (2007), kepadatan mutlak (*refusal density*) yaitu usaha pemadatan yang lebih besar sebagai simulasi adanya pemadatan sekunder oleh lalu lintas, hingga benda uji tidak bertambah padat lagi. Setelah

beberapa tahun umur rencana, terjadinya deformasi plastis pada lapis campuran beraspal dapat dikurangi.

Ketentuan lainnya terkait batasan karakteristik Marshall dijabarkan dalam tabel berikut.

Tabel 3.3. Ketentuan sifat campuran beraspal Panas laston (AC) Limbah plastik

Sifat – sifat campuran		Laston Limbah Plastik (AC <sub>LP</sub> )		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Pondasi
Jumlah tumbukan per bidang	Min	75		112
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min	0,6		
	Maks.	1,4		
Rongga dalam campuran (%)	Min	3,0		
	Maks.	5,0		
Rongga dalam agregat (VMA)(%)	Min	15	14	13
Rongga terisi aspal (%)	Min	65	65	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min	900		2000
Pelelehan (mm)	Min	2		3
	Maks.	4		6
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min	90		
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal ( <i>refusal</i> )	Min	2		

(Sumber : Spesifikasi Khusus Interim Campuran beraspal panas menggunakan limbah plastik)



## BAB 1V

### METODE PENELITIAN

#### 4.1. Umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh panjang pemotongan plastik terhadap campuran Laston Lapis Aus (AC-WC) dengan penambahan plastik. Untuk mengetahui penggunaan terbaik dari variasi panjang pemotongan plastik Polyethylene jenis HDPE yang digunakan pada lapisan AC-WC ditinjau dari hasil pengujian karakteristik Marshall yaitu terhadap stabilitas campuran aspal.

#### 4.2. Lokasi penelitian

Lokasi pelaksanaan pengujian dilakukan di laboratorium PT. VIRAJAYA RIAUPUTRA yang beralamat di Jalan Raya Pekanbaru – Bangkinang KM 27 Kabupaten Kampar.

#### 4.3. 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 1200 gram
2. Kadar aspal 5.8 % terhadap berat keseluruhan campuran (69,6 gram)
3. Batu pecah terdiri dari :

- a. Agregat kasar (Hot Bin 1) sebanyak 10% terhadap berat keseluruhan
- b. Agregat halus (Hot Bin 2) sebanyak 35 % terhadap berat keseluruhan
- c. Abu batu (Hotbin 3) sebanyak 53% terhadap berat keseluruhan
- d. Filler (Semen) sebanyak 2% terhadap berat keseluruhan

#### 4.4. Persiapan Pengujian

Tahapan ini mencakup persiapan bahan dan alat. Bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Asphalt penetrasi 60/70
2. Agregat kasar kasar dan agregat halus (abu batu dan pasir)
3. Filler ( semen )
4. Plastik Polyethylene jenis HDPE

Alat yang digunakan yaitu :

1. Saringan untuk gradasi agregat
2. Wadah pencampuran
3. Sendok besi
4. Alat pemanas material
5. Mold, yaitu cetakan sampel aspal beton
6. Alat pemadat aspal beton
7. Water batch
8. Alat uji Marshall, dll.

#### 4.5. Tahapan Pelaksanaan penelitian

Tahapan Pengujian yang dilaksanakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan sifat-sifat bahan diantaranya berat isi material, kadar air , dsb
  2. Menentukan jumlah pemakaian plastik. Untuk kadar penambahan plastik dilakukan dengan variasi 0%; 2%; 4%; 6%, 8%, dan 10% terhadap berat aspal. Kadar aspal yang digunakan adalah 5,8% terhadap berat keseluruhan campuran aspal beton untuk Laston Lapis Aus (AC-WC).
  3. Siapkan material sesuai dengan ketentuan
  4. Keringkan agregat pada suhu 105 °C – 110 °C didalam oven untuk mencapai berat yang tetap
  5. Keluarkan dan dinginkan. Setelah dingin, ditimbang untuk memperoleh gradasi agregat yang dikehendaki
  6. Panaskan agregat hingga mencapai suhu pencampuran
  7. Mencampur bahan secara merata sesuai dengan komposisi yang sudah dibuat.
- Teknik pencampuran plastik dilakukan dengan 2 cara, yaitu cara kering dan cara basah. Cara kering yaitu apabila plastik dicampurkan bersama agregat dan filler sebelum aspal ditambahkan di dalam sebuah wadah dengan menggunakan dan sendok besi. Cara basah yaitu pencampuran plastik bersama asphalt cair terlebih dahulu di dalam sebuah wadah dengan

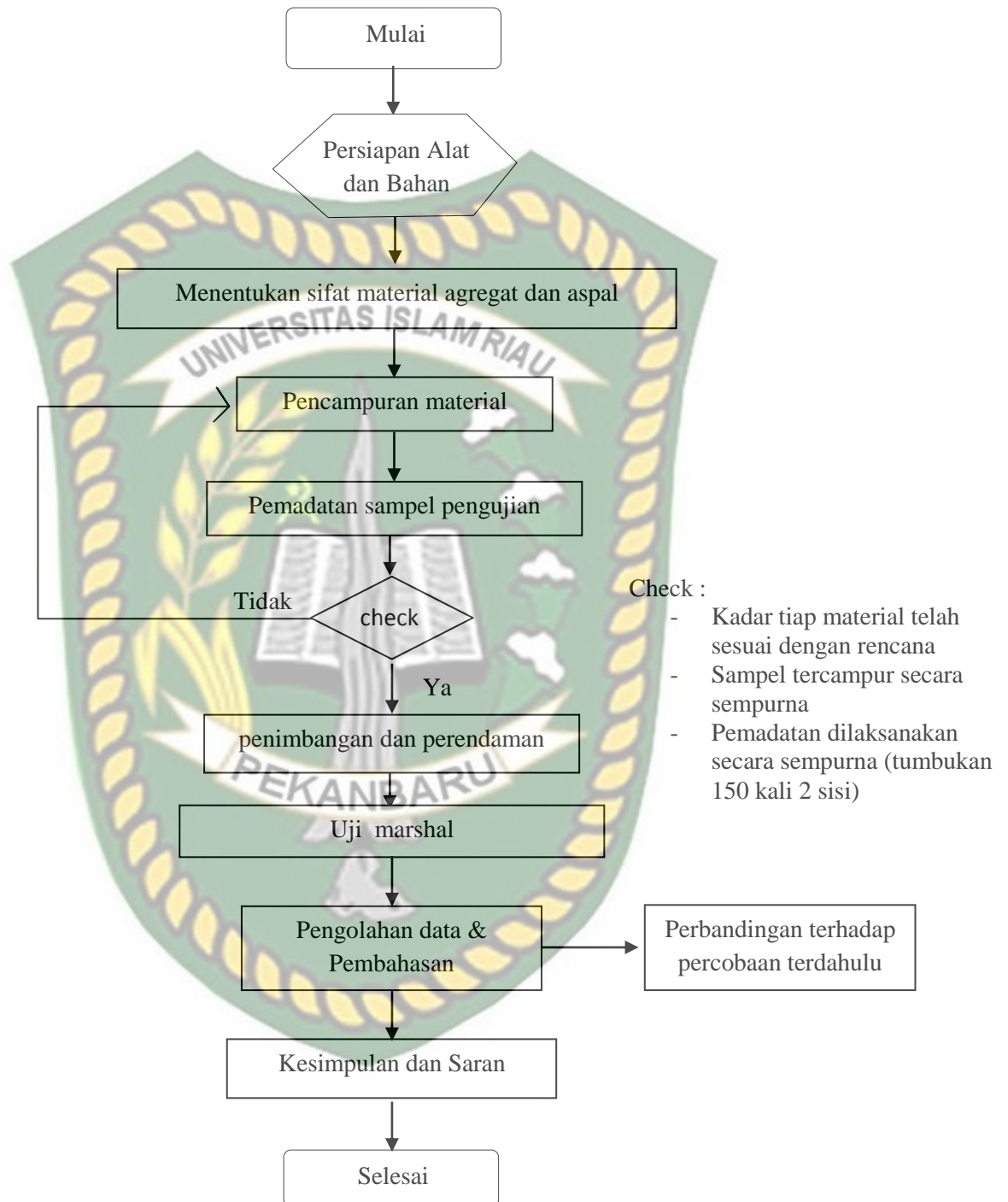
menggunakan dan sendok besi sebelum dicampur kembali ke dalam agregat panas dan filler.

8. Sampel yang sudah tercampur merata kemudian dimasukkan ke dalam mold yang terbuat dari besi berbentuk bulat ukuran 4 inchi dan telah dilapisi dengan kertas saring. Agar seluruh rongga dalam mold terisi aspal, campuran yang telah berada di dalam mold ditusuk-tusuk dengan menggunakan spatula pada seluruh bagian dalam mold.
9. Bagian atas mal kemudian ditutup dengan menggunakan kertas saring
10. Dilakukan pemadatan dengan cara ditumbuk dengan menggunakan alat pemukul sebanyak 75 kali untuk kedua sisinya.
11. Sampel yang sudah padat kemudian didiamkan selama 4 jam.
12. Sampel dibuka dari mold dengan menggunakan dongkrak
13. Sampel yang sudah dikeluarkan kemudian dibersihkan dari material-material lepas yang berada di permukaan sampel. Sampel kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat kering.
14. Sampel dibuat sebanyak 3 benda uji terhadap masing-masing kadar penambahan plastik dengan metode pencampuran kering dan basah. Untuk 1 buah sampel pengujian Marshall dibutuhkan  $\pm 1,2$  kg campuran hotmix.
15. Sampel kemudian direndam di dalam wadah selama 24 jam. Setelah 24 jam, sampel ditimbang di dalam air untuk mengetahui berat sampel dalam air.
16. Sampel kemudian diangkat dan dikeringkan. Hasil dari sampel yang sudah dikeringkan kemudian ditimbang sebagai berat kering permukaan.

17. Sampel kemudian direndam dalam *water batch* selama 4 jam dengan suhu perendaman air 60<sup>0</sup>C.
18. Letakkan benda uji pada pelat marshal dan atur arloji pengukur kelelahan.
19. Jalankan mesin Marshall dan lakukan pengujian sampel dengan cara memberikan pembebanan pada tiap-tiap sampel .
20. Analisis data hasil pengujian.

Tahapan pelaksanaan pengujian selanjutnya digambarkan dalam Gambar 4.1 berikut.





Gambar 4.1. Tahapan Pelaksanaan Pengujian

## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1. Analisis 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. Analisis Data Marshall terhadap Perbedaan Ukuran Pemotongan Plastik

##### 5.2.1. Stabilitas (*Stability*)

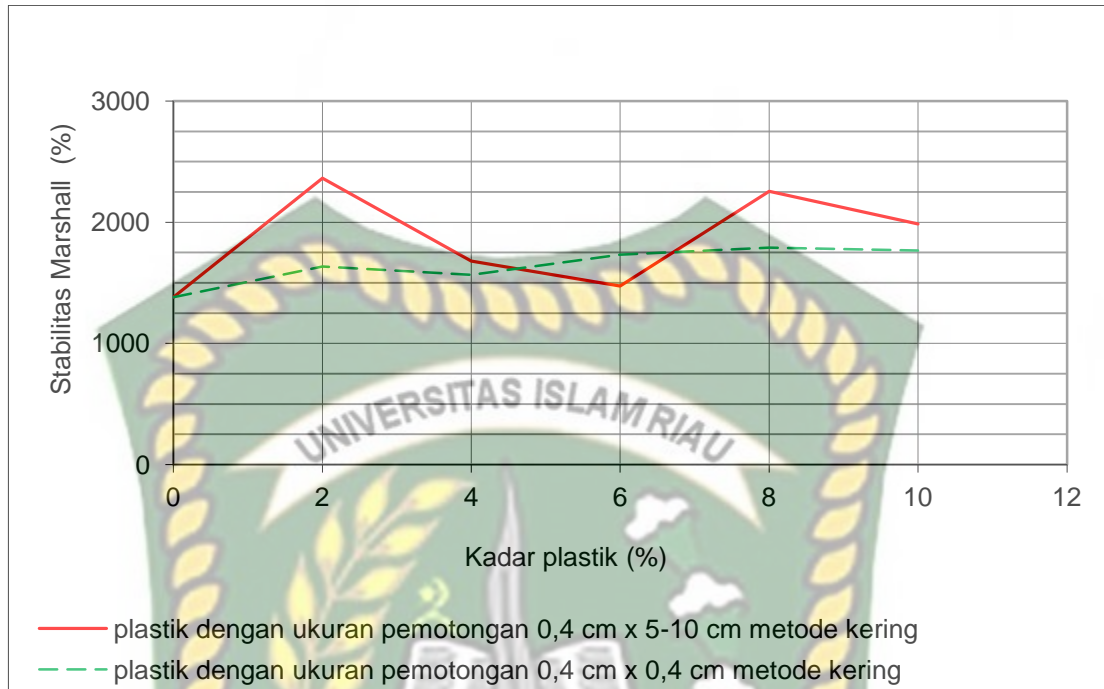
Nilai stabilitas tiap sampel diperoleh langsung dari hasil bacaan test Marshall. Dari hasil bacaan tersebut kemudian dikonversikan dengan faktor pengali alat sehingga diperoleh nilai stabilitas real dari sampel. Nilai akhir dari stabilitas berdasarkan bacaan Marshall dibuat dalam Tabel 5.1a. dan Tabel 5.1b.

Tabel 5.1a. Perhitungan Stabilitas Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm Metode Pencampuran Kering

Persentase Penambahan Plastik	0%	2%	4%	6%	8%	10%
Stability	1382,26	2363,04	1680,51	1474,03	2254,06	1984,49

Tabel 5.1b. Perhitungan Stabilitas Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Kering

Persentase Penambahan Plastik	0%	2%	4%	6%	8%	10%
Stability	1382,26	1634,63	1565,80	1732,13	1789,49	1766,54



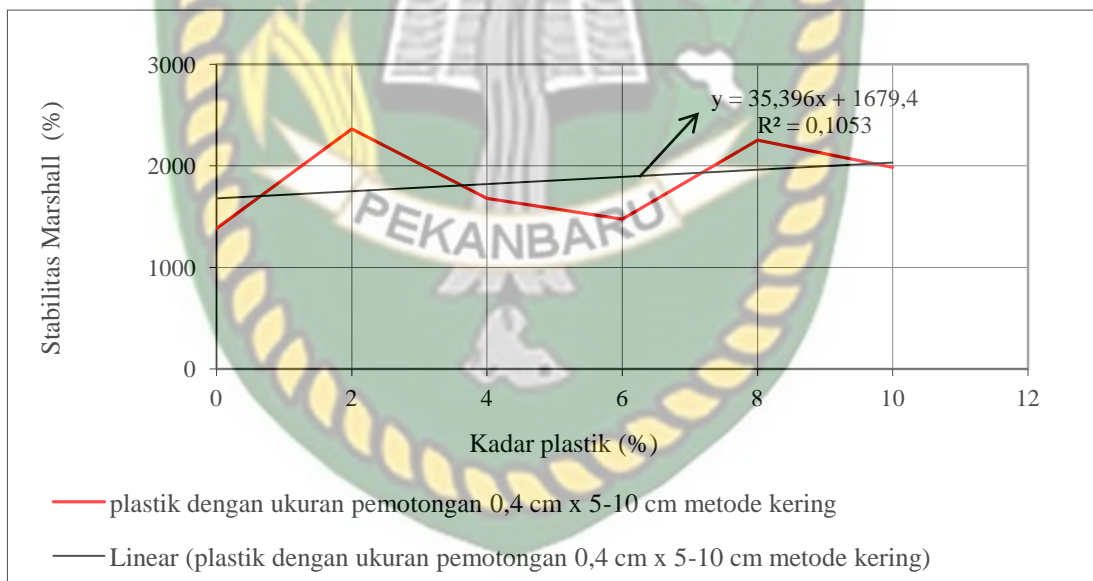
Gambar 5.1a. Nilai Stabilitas Marshall dengan Variasi Ukuran Pemotongan Plastik

Gambar 5.1a. menunjukkan nilai stabilitas kedua jenis sampel plastik. Berdasarkan Gambar 5.1a. diketahui bahwa untuk metode pencampuran kering, pada sampel tambahan plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm memiliki kecenderungan perubahan nilai stabilitas yang fluktuatif terhadap setiap penambahan kadar plastik. Sementara sampel dengan tambahan plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm perubahan nilai stabilitas cenderung stabil terhadap setiap penambahan kadar plastik. Selain itu, stabilitas pada sampel dengan plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm tidak terpenuhi pada kadar penambahan plastik 2% dan 8% dimana rentang stabilitas yang diizinkan adalah 900-2000 kg (Tabel 3.3. Ketentuan Sifat Campuran Beraspal Panas laston (AC) Limbah

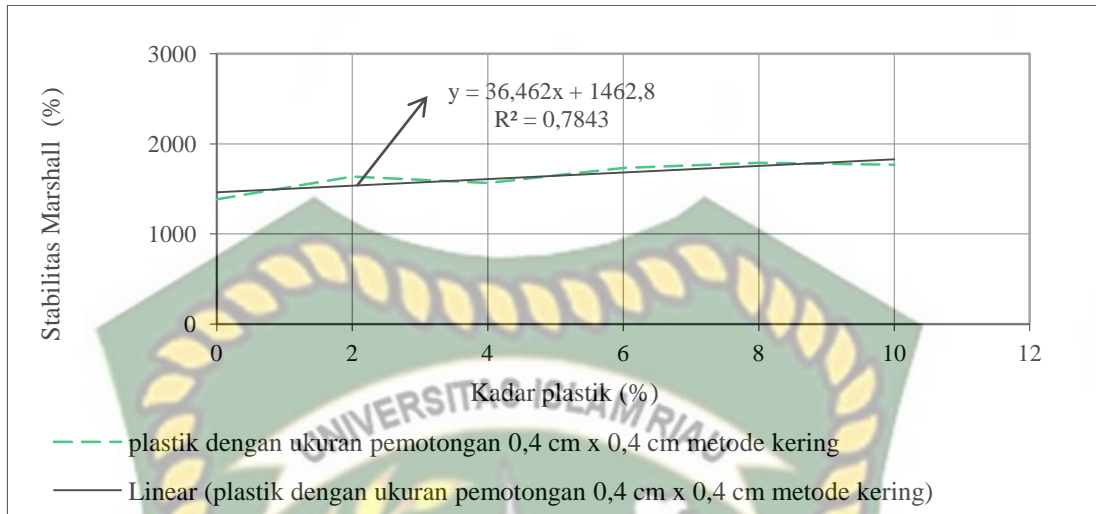


Plastik). Hal ini disebabkan oleh penyebaran plastik dimana dengan kadar yang sama, plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm mengalami penyebaran yang lebih merata terhadap agregat dibandingkan dengan plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati, dkk. (2015) yang melakukan penelitian terhadap penambahan plastik HDPE, penambahan plastik *polyethylen* type HDPE menyebabkan kenaikan stabilitas yang fluktuatif pada setiap penambahan kadar plastik. Penambahan plastik mengakibatkan aspal menjadi keras dan nilai stabilitas tinggi.



Gambar 5.1b. Pengaruh Ukuran Pemotongan Plastik Terhadap Stabilitas Marshall pada plastik ukuran 0,4 cm x 5-10 cm.



Gambar 5.1c. Pengaruh Ukuran Pemotongan Plastik terhadap Stabilitas Marshall pada Plastik Ukuran 0,4 cm x 0,4 cm

Dari gambar tersebut diketahui bahwa pemotongan plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm memiliki pengaruh yang besar dibandingkan dengan plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm. Hal ini terlihat pada besarnya nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) pada plastik ukuran pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm yaitu 0,784 dibandingkan dengan  $R^2$  pada plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 5-10 Cm.



Foto 5.1a. Plastik Ukuran Pemotongan 0,4 Cm x 5-10 Cm dengan Metode Pencampuran Kering



Foto 5.1b. Plastik Ukuran Pemotongan 0,4 Cm x 0,4 Cm dengan Metode Pencampuran Kering

### 5.2.2. Kelelehan (*Flow*)

Tabel 5.2a. Perhitungan kelelehan pada Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm Metode Pencampuran Kering

Persentase Penambahan Plastik	0%	2%	4%	6%	8%	10%
Kelelehan ( <i>Flow</i> )	3,30	3,37	3,90	3,30	3,50	3,50

Tabel 5.2b. Perhitungan kelelehan pada Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Kering

Persentase Penambahan Plastik	0%	2%	4%	6%	8%	10%
Kelelehan ( <i>Flow</i> )	3,30	3,40	3,87	3,17	3,67	4,00

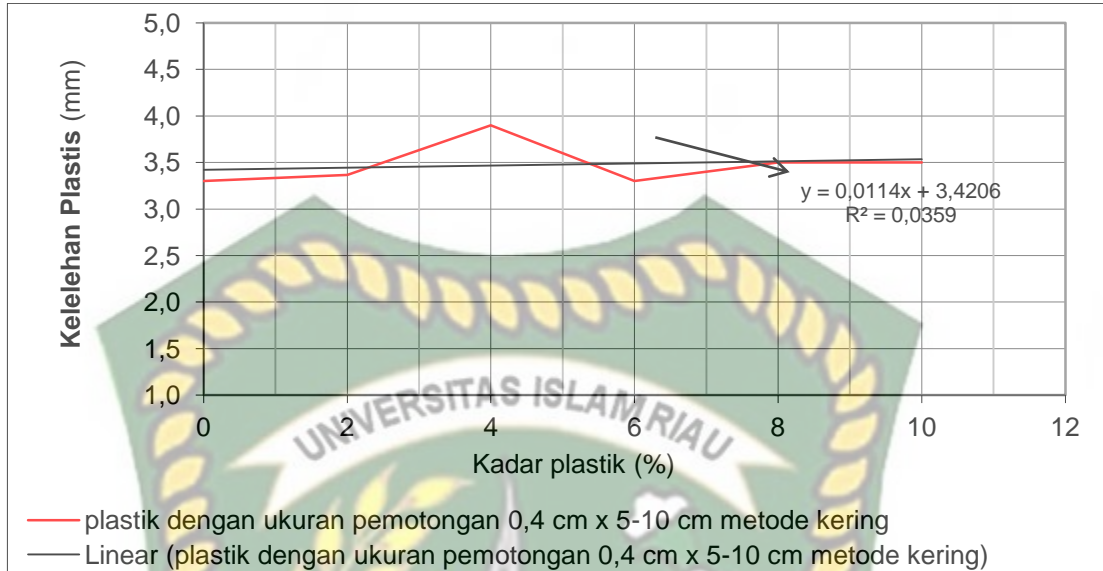
Berdasarkan Gambar 5.2a., diketahui bahwa pada metode pencampuran kering, sampel dengan tambahan plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm maupun plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm memiliki kecenderungan memenuhi syarat kelelehan sesuai Tabel 3.3 dimana syarat kelelehan campuran aspal

plastik yaitu 2 – 4 mm. Perubahan kelelahan antar tiap penambahan jumlah plastik yang terjadi pada kedua jenis ukuran pemotongan cenderung sama. Namun pada potongan plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm 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.

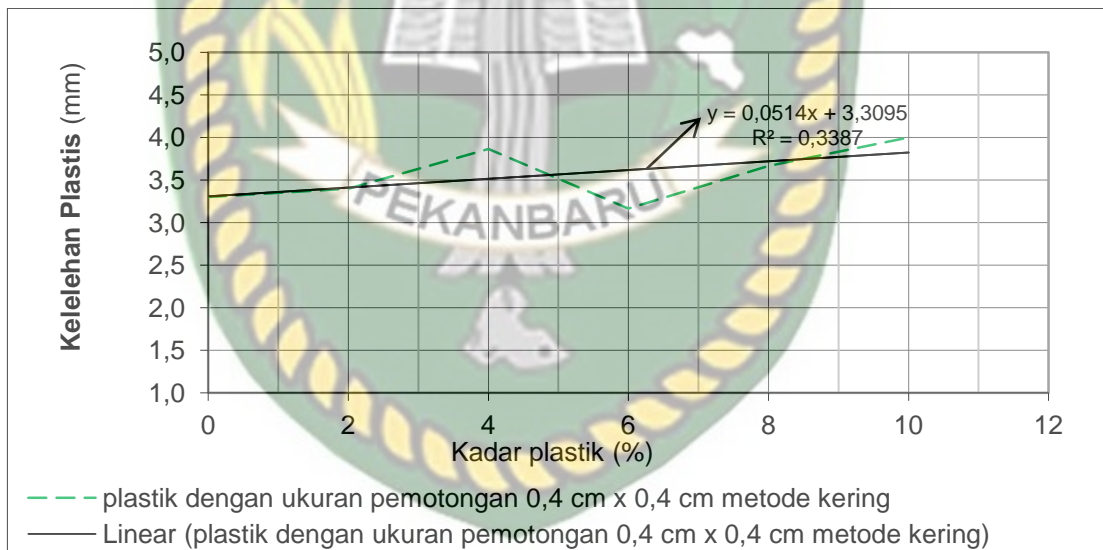


Gambar 5.2a. Nilai Kelelahan Marshall dengan Variasi Ukuran Pemotongan Plastik.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati, dkk. (2015) yang melakukan penelitian terhadap penambahan plastik HDPE, penambahan plastik *polyethylen* type HDPE menyebabkan penurunan pada kelelahan akibat dari tingginya stabilitas aspal yang menyebabkan aspal cenderung keras dan stabil.



Gambar 5.2b. Pengaruh Ukuran Pemotongan Plastik terhadap Kelelahan Marshall pada Plastik Ukuran 0,4 Cm x 5-10 Cm.



Gambar 5.2c. Pengaruh Ukuran Pemotongan Plastik terhadap Kelelahan Marshall pada Plastik Ukuran 0,4 Cm x 0,4 Cm.

Berdasarkan Gambar 5.2b. dan Gambar 5.2c, diketahui bahwa pemotongan plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm memiliki pengaruh yang besar

dibandingkan dengan plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm. Hal ini terlihat pada besarnya nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) pada plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm yaitu 0,338 dibandingkan dengan  $R^2$  pada plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm yaitu 0,035.

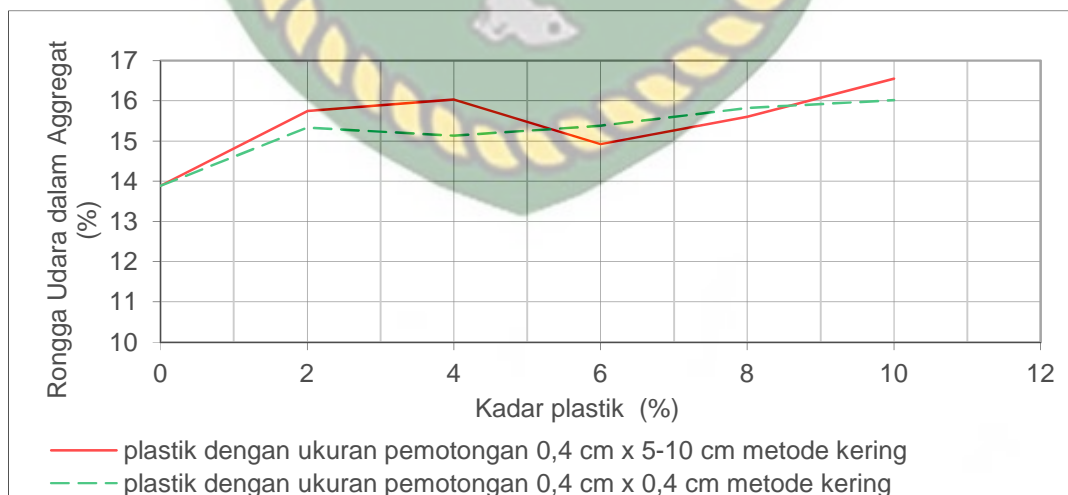
### 5.2.3. Rongga dalam agregat (*Void in Mineral Agregate*)

Tabel 5.3a. Perhitungan VMA dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm Metode Pencampuran Kering

Persentase Penambahan Plastik	0%	2%	4%	6%	8%	10%
VMA	13,89	15,75	16,03	14,93	15,60	16,55

Tabel 5.3b. Perhitungan VMA dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Kering

Persentase Penambahan Plastik	0%	2%	4%	6%	8%	10%
VMA	13,89	15,33	15,13	15,38	15,82	16,02



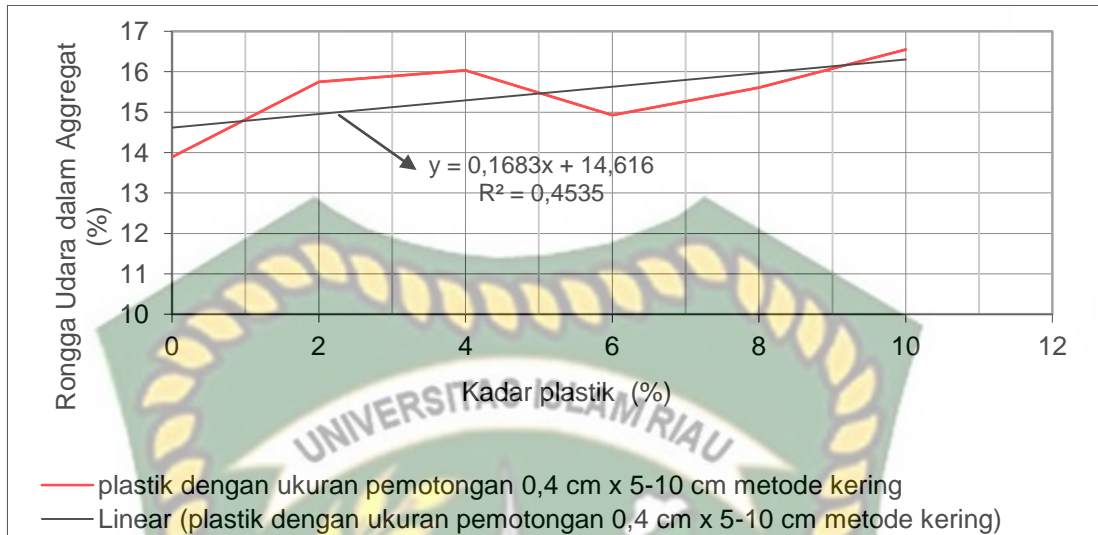
Gambar 5.3a. Nilai VMA dengan Variasi Ukuran Pemotongan Plastik.

Berdasarkan Gambar 5.3a., diketahui bahwa dengan metode pencampuran kering, sampel dengan tambahan plastik ukuran pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm maupun plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm memiliki kecenderungan memenuhi syarat rongga dalam agregat dalam agregat sesuai Tabel 3.3 dimana syarat rongga udara dalam agregat campuran aspal plastik yaitu 15%. Namun pada persentase penambahan plastik jenis HDPE dengan kadar 6%, nilai rongga dalam campuran yang dipersyaratkan tidak terpenuhi. Dengan demikian, sampel dengan plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm memiliki rongga yang lebih kecil bila dibandingkan dengan sampel dengan plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm .

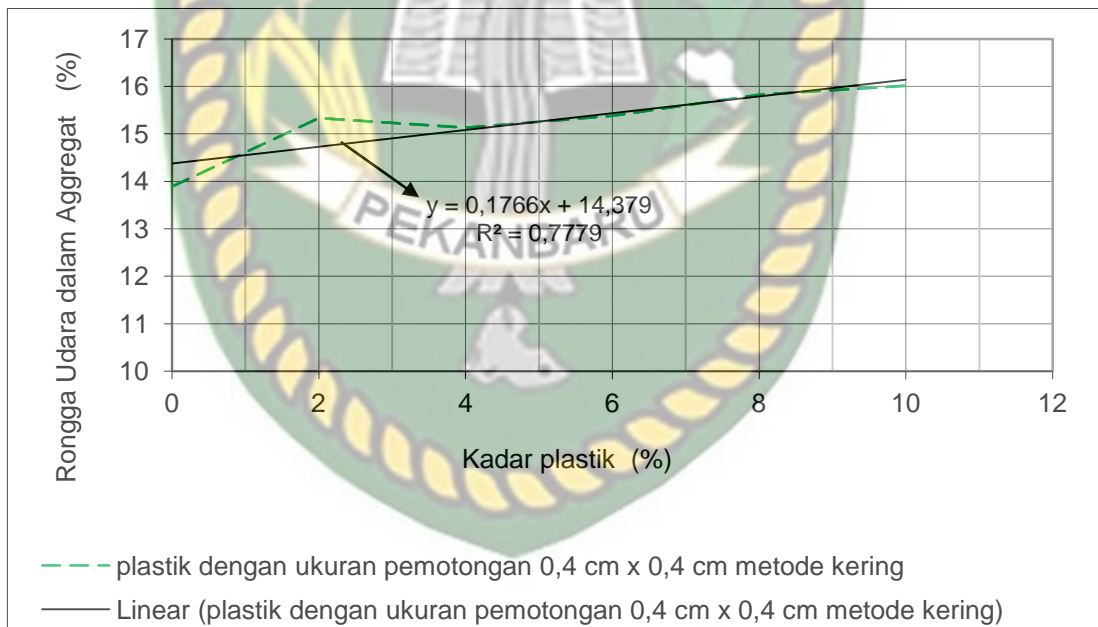
Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Bansal, dkk. (2017) yang melakukan penelitian terhadap penambahan plastik LDPE, penambahan plastik polyethylen menyebabkan perubahan penambahan nilai rongga dalam agregat pada setiap penambahan kadar plastik.

Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati, dkk. (2015) yang melakukan penelitian terhadap penambahan plastik HDPE, penambahan plastik *polyethylen* type HDPE menyebabkan penurunan pada nilai VMA akibat dari tingginya berat isi aspal campuran plastik.

Pengaruh perbedaan ukuran pemotongan plastik digambarkan pada Gambar 5.3b. dan Gambar 5.3c. berikut



Gambar 5.3b. Pengaruh Ukuran Pemotongan Plastik terhadap VMA Marshall pada Plastik Ukuran 0,4 Cm x 5-10 Cm.



Gambar 5.3c. Pengaruh ukuran pemotongan plastik Terhadap VMA Marshall pada plastik ukuran 0,4 cm x 5-10 cm.



Berdasarkan gambar tersebut, diketahui bahwa pemotongan plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm memiliki pengaruh yang besar dibandingkan dengan plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm. Hal ini terlihat pada besarnya nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) pada plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm yaitu 0,777 dibandingkan dengan  $R^2$  pada plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm yaitu 0,453.

#### 5.2.4. Rongga dalam campuran (*Void In The Mix*)

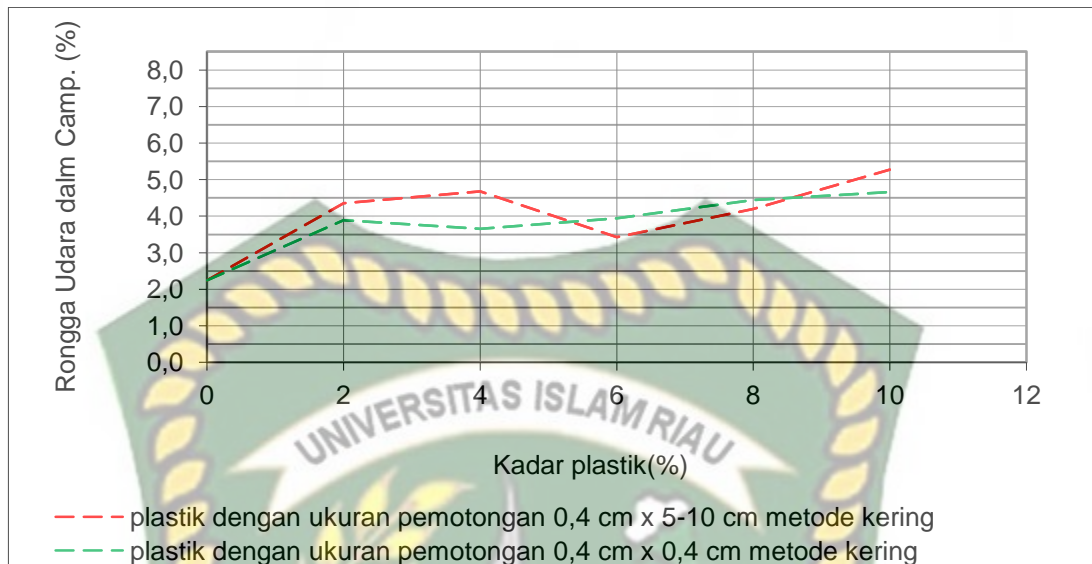
Nilai rongga dalam campuran mempengaruhi keawetan suatu campuran aspal. Berdasarkan Tabel 3.3, nilai batas VIM yang diperbolehkan adalah 3,0 % - 5,0 % . Nilai VIM yang terlalu tinggi menyebabkan campuran aspal mudah teroksidasi. Sebaliknya, nilai VIM yang terlalu rendah menyebabkan perkerasan mudah mengalami bleeding.

Tabel 5.4a. Perhitungan VIM dengan Tambah Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm Metode Pencampuran Kering

Persentase Penambahan Plastik	0%	2%	4%	6%	8%	10%
VOID	2,25	4,36	4,68	3,43	4,19	5,27

Tabel 5.4b. Perhitungan VIM dengan Tambah Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Kering

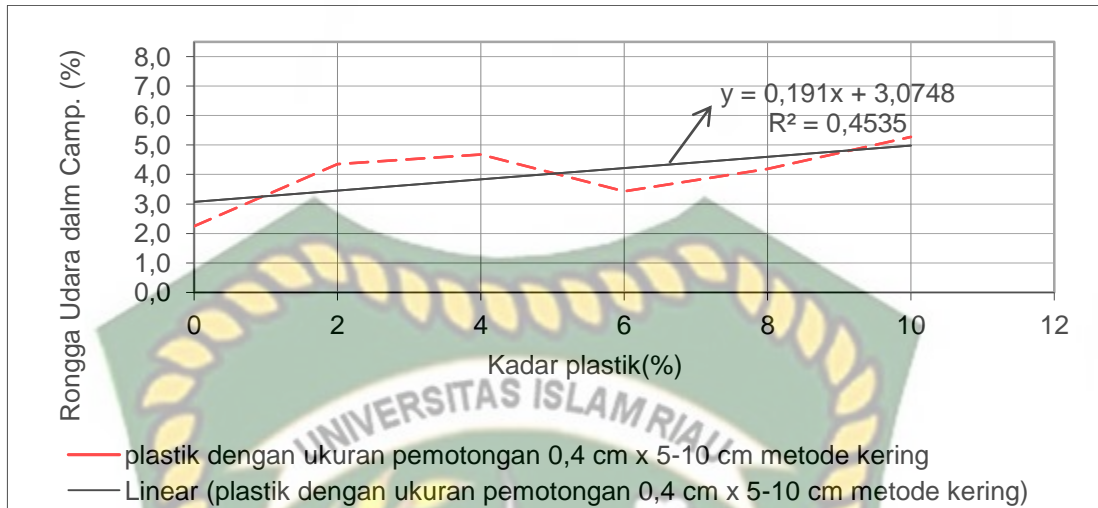
Persentase Penambahan Plastik	0%	2%	4%	6%	8%	10%
VOID	2,25	3,89	3,66	3,95	4,45	4,66



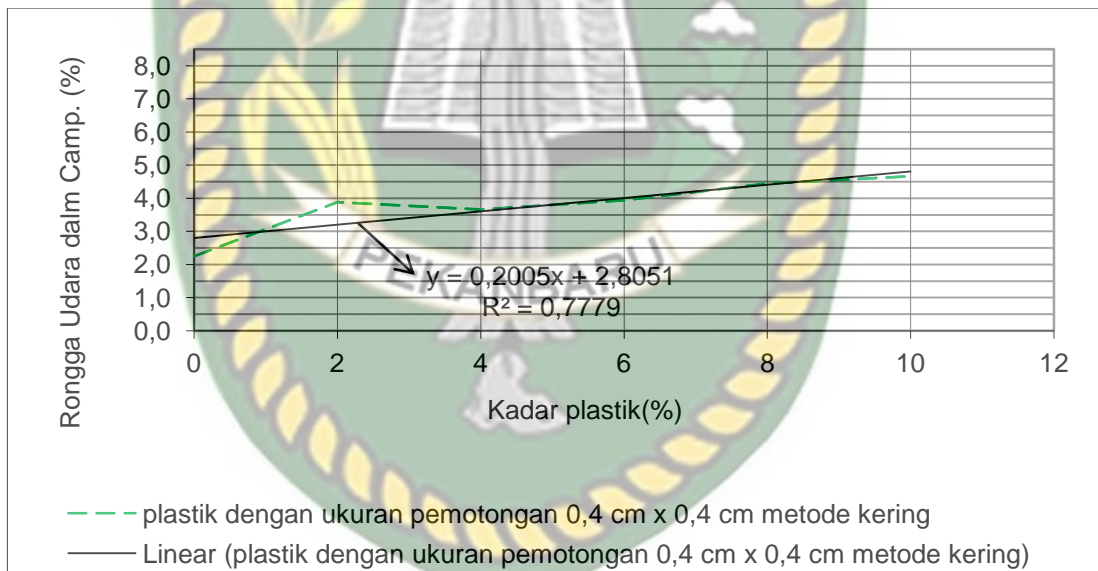
Gambar 5.4a. Nilai VIM dengan Variasi Ukuran Pemotongan Plastik.

Berdasarkan hasil diatas, terlihat bahwa melalui metode pencampuran kering sampel dengan plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm maupun potongan plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm memiliki nilai VIM yang cenderung stabil. Hal ini dikarenakan nilai VIM yang diperoleh masih berada dalam rentang batas persyaratan rongga dalam campuran. Namun untuk plastik dengan kadar penambahan 10% sangat tidak disarankan karena nilai VIM pada sampel plastik memanjang melebihi persyaratan yaitu 3,0-5,0%.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati, dkk. (2015) yang melakukan penelitian terhadap penambahan plastik HDPE, penambahan plastik *polyethylen* type HDPE menyebabkan penambahan nilai VIM hingga kadar tertentu. Pada kadar tertentu, nilai VIM akan kembali menurun. Hal ini disebabkan oleh kadar plastik optimum yang diperlukan oleh campuran aspal.



Gambar 5.4b. Pengaruh Ukuran Pemotongan Plastik terhadap VIM Marshall dengan Ukuran 0,4 Cm x 5-10 Cm.



Gambar 5.4c. Pengaruh Ukuran Pemotongan Plastik terhadap VIM Marshall pada Plastik Ukuran 0,4 Cm x 0,4 Cm.

Berdasarkan gambar tersebut, diketahui bahwa pemotongan plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm memiliki pengaruh yang besar dibandingkan

dengan plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm. Hal ini terlihat pada besarnya nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) pada plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm yaitu 0,777 dibandingkan dengan  $R^2$  pada plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 5-10 Cm yaitu 0,453.

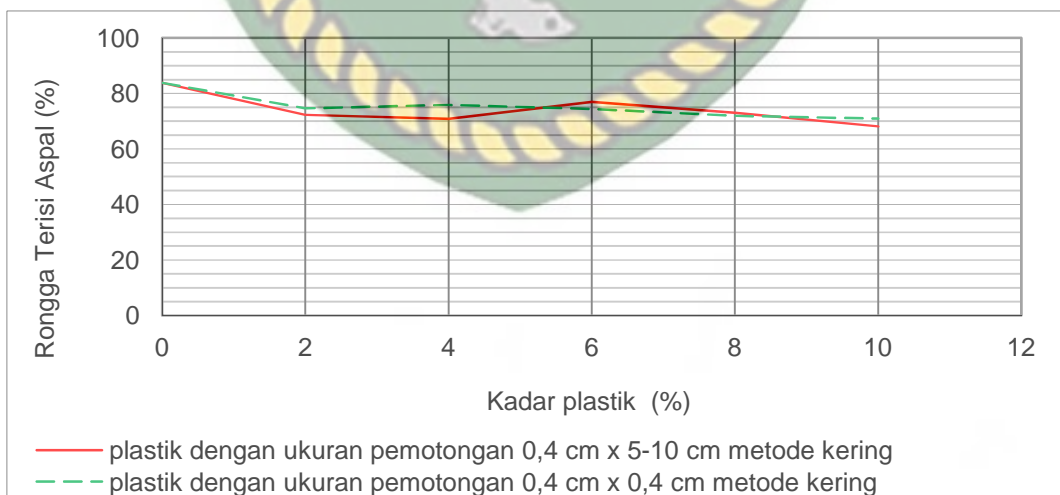
### 5.2.5. Rongga terisi Aspal (*Void Filled With Asphalt*)

Tabel 5.5a. Perhitungan VFWA dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm Metode Pencampuran Kering

Persentase Penambahan Plastik	0%	2%	4%	6%	8%	10%
VFWA	83,81	72,33	70,80	77,03	73,12	68,15

Tabel 5.5b. Perhitungan VFWA dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Kering

Persentase Penambahan Plastik	0%	2%	4%	6%	8%	10%
VFWA	83,81	74,65	75,83	74,35	71,91	70,89



Gambar 5.5a. Nilai VFWA dengan Variasi Ukuran Pemotongan Plastik.

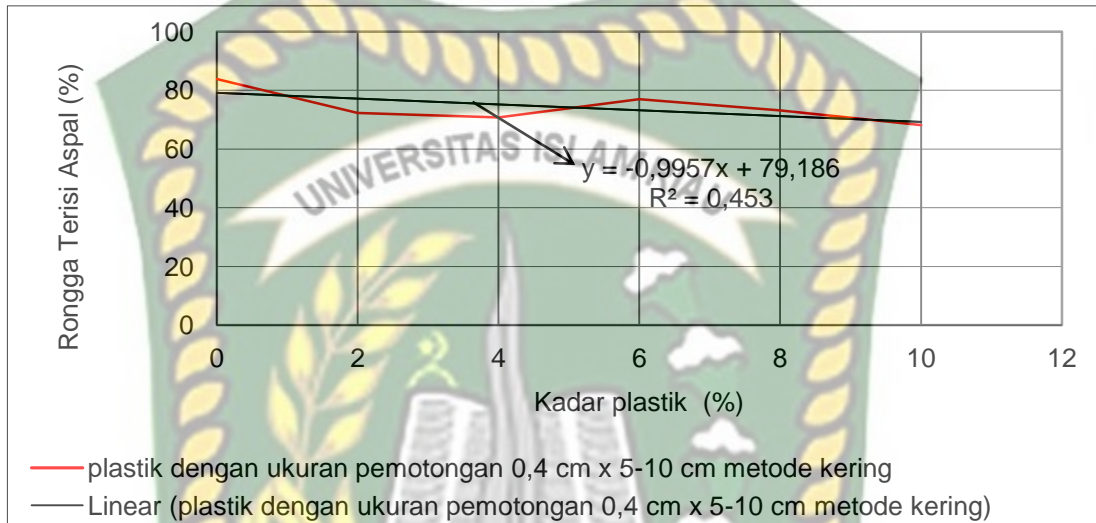
Nilai rongga terisi aspal mempengaruhi terhadap keawetan campuran aspal. Dari Gambar diatas menunjukkan bahwa pada metode pencampuran plastik dengan cara kering, rongga terisi aspal pada sampel dengan plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm lebih rendah dibandingkan dengan sampel dengan plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm. Namun hasil analisis perhitungan menunjukkan hasil tersebut masih memenuhi standar pemakaian aspal yang dibutuhkan yaitu minimal diatas 65 %.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Razak dan Erdiansa (2016) yang melakukan penelitian terhadap penambahan plastik LDPE, penambahan plastik polyethylen menyebabkan perubahan yang meningkat untuk kadar penambahan 1%-4% dan kembali turun pada penambahan kadar plastik 5%.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati, dkk. (2015) yang melakukan penelitian terhadap penambahan plastik HDPE, penambahan plastik *polyethylen* type HDPE menyebabkan penambahan nilai VFWA akibat dari mengecilnya nilai VIM yang merupakan bagian dari pembagi dalam menentukan nilai VFWA. pada setiap penambahan kadar plastik.

Berdasarkan Gambar 5.5b. dan 5.5c. diketahui bahwa pemotongan plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm memiliki pengaruh yang besar dibandingkan dengan plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm. Hal ini terlihat pada besarnya nilai koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) pada plastik dengan ukuran

pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm yaitu 0,453 dibandingkan dengan R2 pada plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 5-10 Cm yaitu 0,751 namun kearah negative (menurun).



Gambar 5.5b. Pengaruh Ukuran Pemotongan Plastik terhadap VFWA Marshall pada Plastik Ukuran 0,4 Cm x 5-10 Cm.



Gambar 5.5c. Pengaruh Ukuran Pemotongan Plastik terhadap VFWA Marshall pada Plastik Ukuran 0,4 Cm x 0,4 Cm.

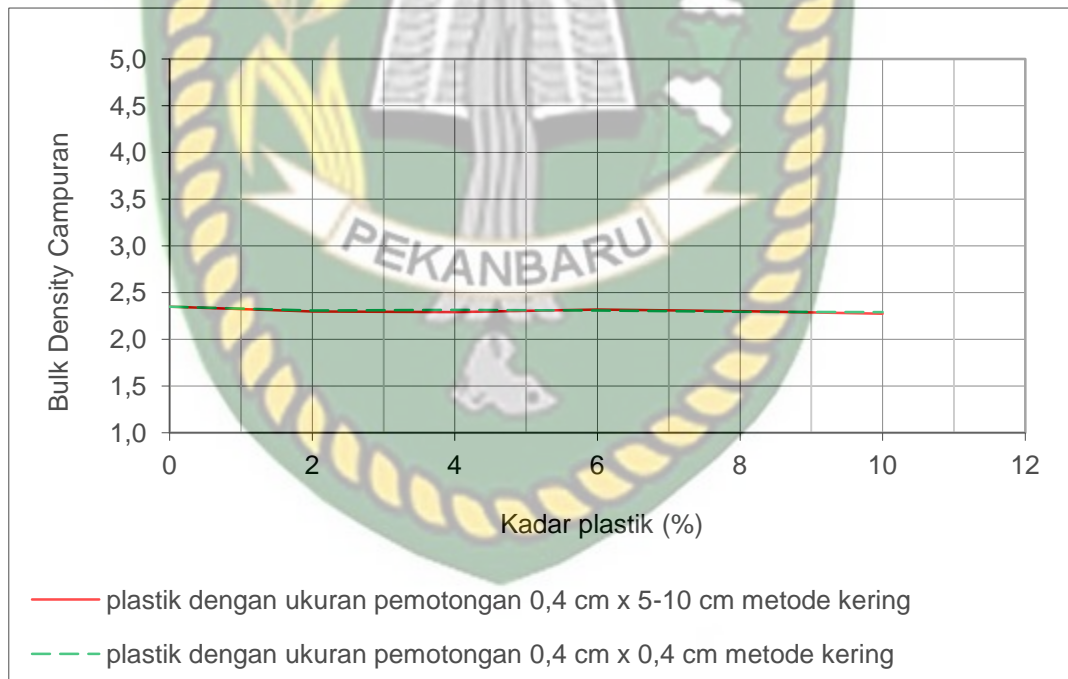
### 5.2.6. Density

Tabel 5.6a. Perhitungan Density pada Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm Metode Pencampuran Kering

Persentase Penambahan Plastik	0%	2%	4%	6%	8%	10%
BULK	2,347	2,296	2,289	2,319	2,300	2,274

Tabel 5.6b. Perhitungan Density pada Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Kering

Persentase Penambahan Plastik	0%	2%	4%	6%	8%	10%
BULK	2,347	2,308	2,313	2,306	2,294	2,289



Gambar 5.6. Nilai Density dengan variasi ukuran pemotongan plastik

Berdasarkan tabel tersebut, terjadi perubahan pada kenaikan penjumlahan aspal dimana pada persentasi penambahan 2% dan 4%, pada plastik ukuran 0,4 cm x 5-10 cm memiliki kepadatan yang lebih kecil dibandingkan dengan plastik ukuran 0,4 cm x 0,4 cm. Sebaliknya, pada penambahan 6% dan 8%, nilai kepadatan menurun pada plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm.. Hal ini disebabkan oleh penyebaran plastik pada sampel dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm lebih merata dibandingkan dengan sampel dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati, dkk. (2015) yang melakukan penelitian terhadap penambahan plastik HDPE, penambahan plastik *polyethylen* type HDPE menyebabkan penambahan pada berat isi campuran sehingga nilai density campuran aspal bertambah.

### 5.3. Analisis Data Marshall terhadap Perbedaan Metode Pencampuran

#### 5.3.1. Stabilitas (*Stability*)

Tabel 5.7a. Perhitungan Stabilitas Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Kering :

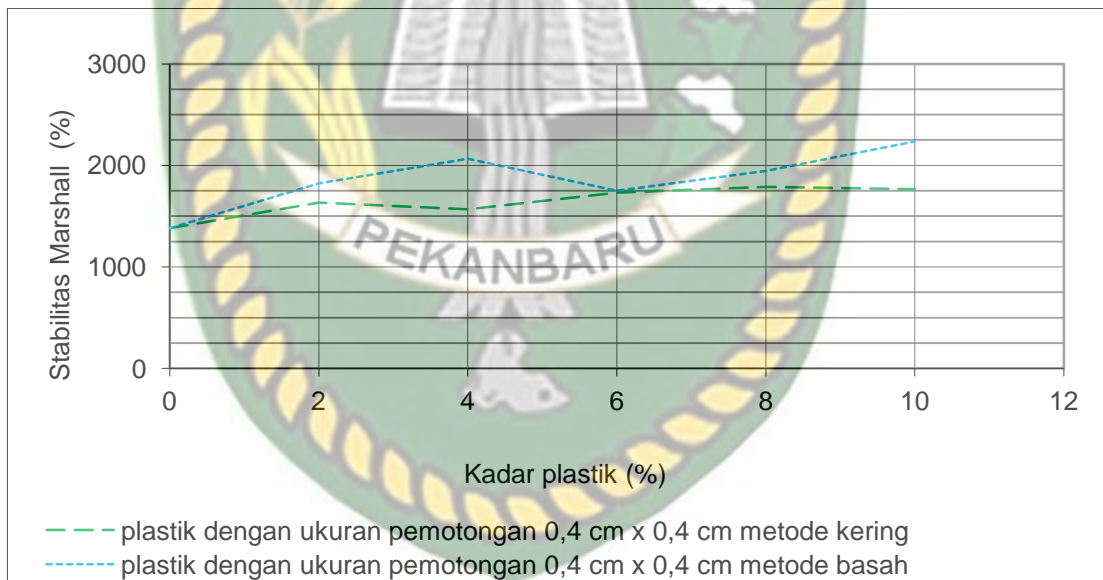
Persentase Penambahan Plastik	0%	2%	4%	6%	8%	10%
Stability	1382,26	1634,63	1565,80	1732,13	1789,49	1766,54

Tabel 5.7b. Perhitungan Stabilitas Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Basah

Persentase Penambahan Plastik	0%	2%	4%	6%	8%	10%
Stability	1382,26	1823,90	2064,79	1749,34	1944,35	2236,86



Berdasarkan Gambar 5.7a, diketahui bahwa pada metode pencampuran kering, sampel mengalami perubahan nilai stabilitas yang cenderung stabil terhadap setiap penambahan kadar plastik. Sementara sampel dengan metode pencampuran plastik dengan cara basah memiliki nilai stabilitas yang cenderung lebih tinggi namun fluktuatif dibandingkan sampel dengan metode pencampuran kering. Hal ini disebabkan oleh metode pencampuran dimana pada metode pencampuran basah, plastik menyebar bersama aspal sehingga lebih mampu menyelimuti agregat secara merata bila dibandingkan dengan metode pencampuran kering yang cenderung mengumpul dan tidak menyebar.



Gambar 5.7a. Nilai Stabilitas Marshal dengan Variasi Metode Pencampuran.

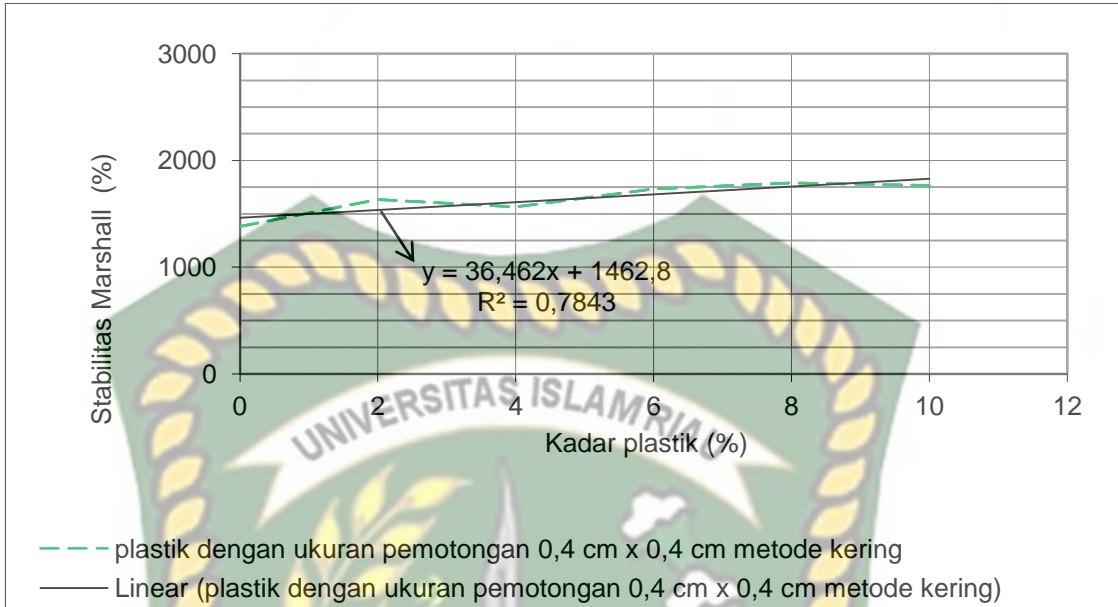
Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Suroso (2008) yang melakukan penelitian terhadap metode pencampuran plastik, penambahan plastik *polyethylen* dengan cara basah mempunyai nilai stabilitas marshall yang lebih besar (4%) bila

dibandingkan dengan metode pencampuran kering. Hal ini dikarenakan oleh tidak sempurnanya pencampuran plastic sehingga kadar plastic dengan metode pencampuran kering lebih sedikit daripada kadar plastic pada campuran basah.

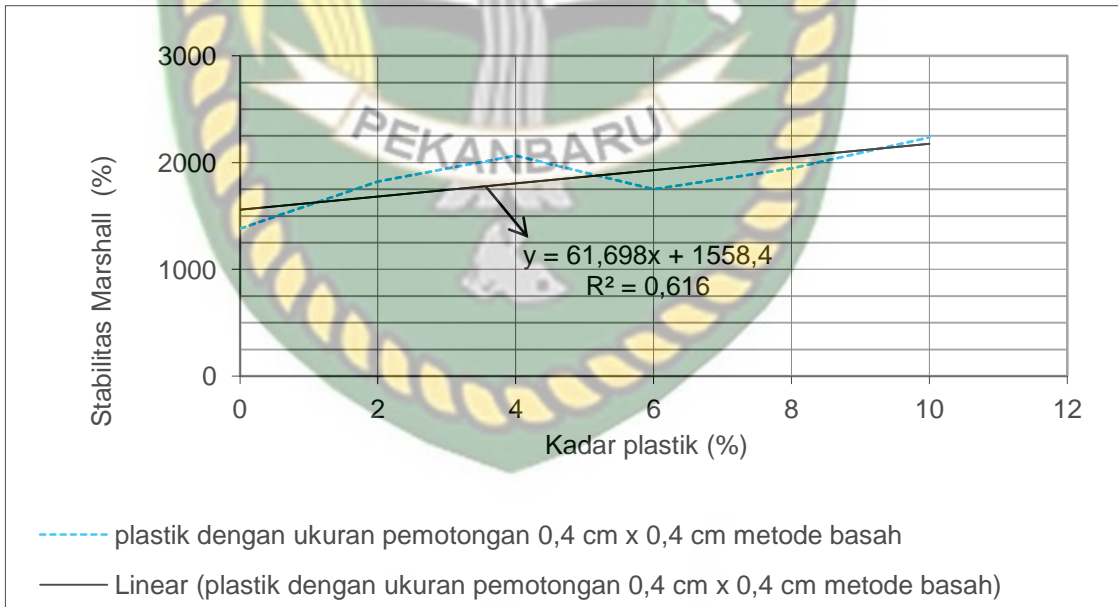
Berdasarkan Gambar 5.7b dan Gambar 5.7c., kecendrungan pada metode pencampuran plastic dengan cara kering memiliki pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan plastic dengan metode pencampuran basah. Hal ini terlihat pada besarnya nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) pada plastic dengan metode pencampuran kering yaitu 0,784 dibandingkan dengan  $R^2$  pada plastic dengan metode pencampuran basah yaitu 0,616. Namun kenaikan nilai stabilitas terhadap masing-masing kadar aspal, sampel dengan metode pencampuran basah memiliki nilai stabilitas lebih tinggi daripada metode pencampuran cara kering. Hal ini disebabkan oleh kadar plastic optimum dimana pada titik optimum, nilai stabilitas tinggi dan pada titik minimum nilai stabilitas rendah dan mengakibatkan perubahan yang signifikan terhadap nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ).



Foto 5.3. Plastik dengan Metode Pencampuran Kering



Gambar 5.7b. Pengaruh Metode Pencampuran kering terhadap Stabilitas Marshall pada plastik ukuran 0,4 cm x 0,4 cm.



Gambar 5.7c. Pengaruh Metode Pencampuran Basah terhadap Stabilitas Marshall pada plastik ukuran 0,4 cm x 0,4 cm.



Foto 5.4. Plastik dengan metode Pencampuran Basah

### 5.3.2. Kelelehan (*Flow*)

Tabel 5.8a. Perhitungan *Flow* Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Kering

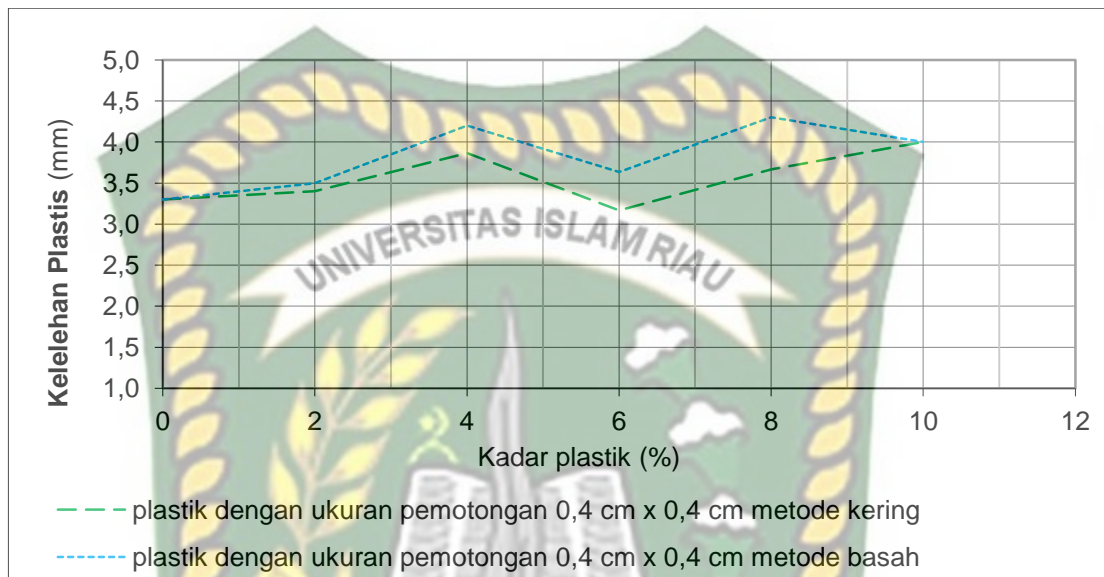
Persentase Penambahan Plastik	0%	2%	4%	6%	8%	10%
Flow	3,30	3,40	3,87	3,17	3,67	4,00

Tabel 5.8b. Perhitungan *Flow* Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Basah

Persentase Penambahan Plastik	0%	2%	4%	6%	8%	10%
Flow	3,30	3,50	4,20	3,63	4,30	4,00

Berdasarkan Gambar 5.8a, diketahui bahwa pada metode pencampuran basah, flow pada sampel cenderung bersifat fluktuatif dimana pada kadar plastic 4% dan 8%, nilai flow pada etode pencampuran basah tidak terpenuhi. Sementara itu, pada pencampuran dengan cara kering lebih masuk dalam kategori Marshall. Hal ini disebabkan oleh penyebaran plastik yang merata pada seluruh bagian agregat

mengikuti penyebaran aspal sehingga plastic cenderung mengikuti sifat aspal yang mudah meleleh dan panas serta berubah bentuk.

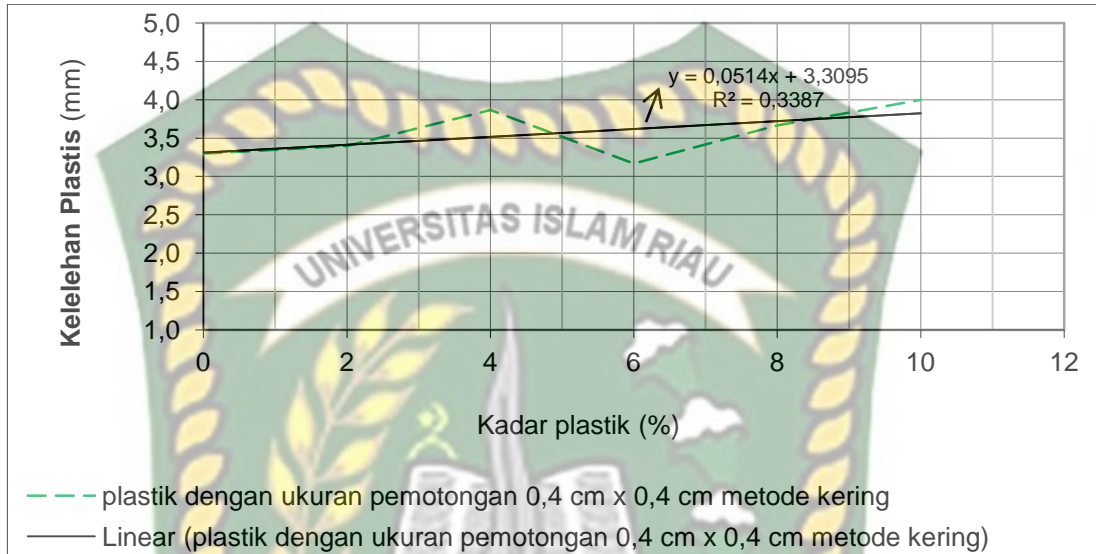


Gambar 5.8a. Nilai Flow Marshal dengan Variasi Metode Pencampuran

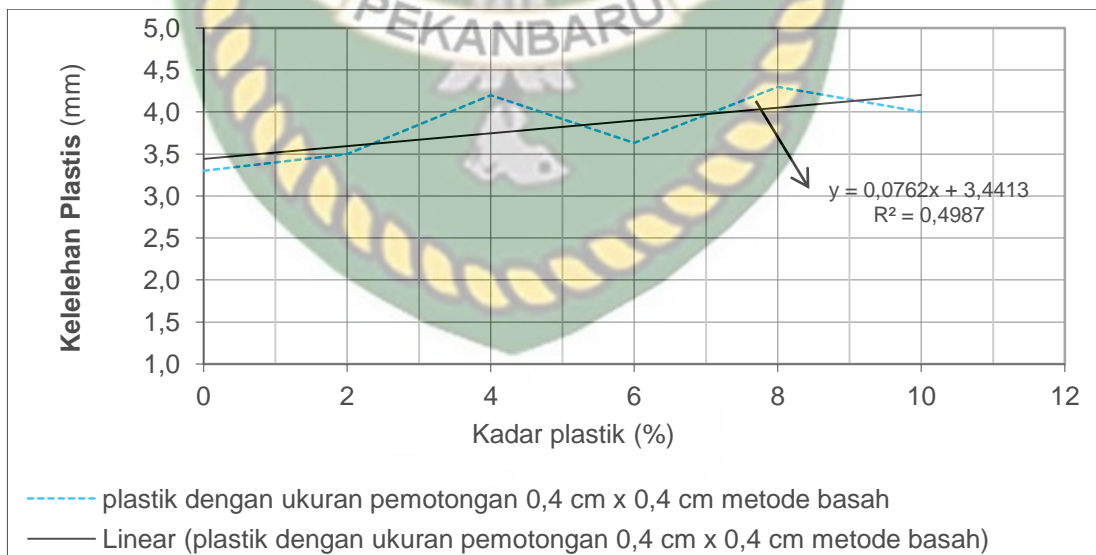
Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Razak dan Erdiansa (2016) yang melakukan penelitian terhadap penambahan plastik LDPE, penambahan plastik polyethylen menyebabkan perubahan *flow* yang lebih tinggi dan fluktuatif pada setiap penambahan kadar plastik.

Perubahan kelelahan pada karakteristik Marshall sesuai Gambar 5.8b. dan Gambar 5.8c. Berdasarkan gambar tersebut, diketahui bahwa pemotongan plastik dengan metode pencampuran basah memiliki pengaruh yang besar dibandingkan dengan plastik dengan metode pencampuran kering. Hal ini terlihat pada besarnya nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) pada plastik dengan metode pencampuran basah

yaitu 0,498 dibandingkan dengan R2 pada plastik dengan metode pencampuran kering yaitu 0,338.



Gambar 5.8b. Pengaruh Metode Pencampuran Kering Terhadap Kelelahan AC-WC pada Plastik Ukuran 0,4 Cm x 0,4 Cm.



Gambar 5.8c. Pengaruh Metode Pencampuran Basah terhadap Kelelahan AC-WC pada Plastik Ukuran 0,4 Cm x 0,4 Cm.

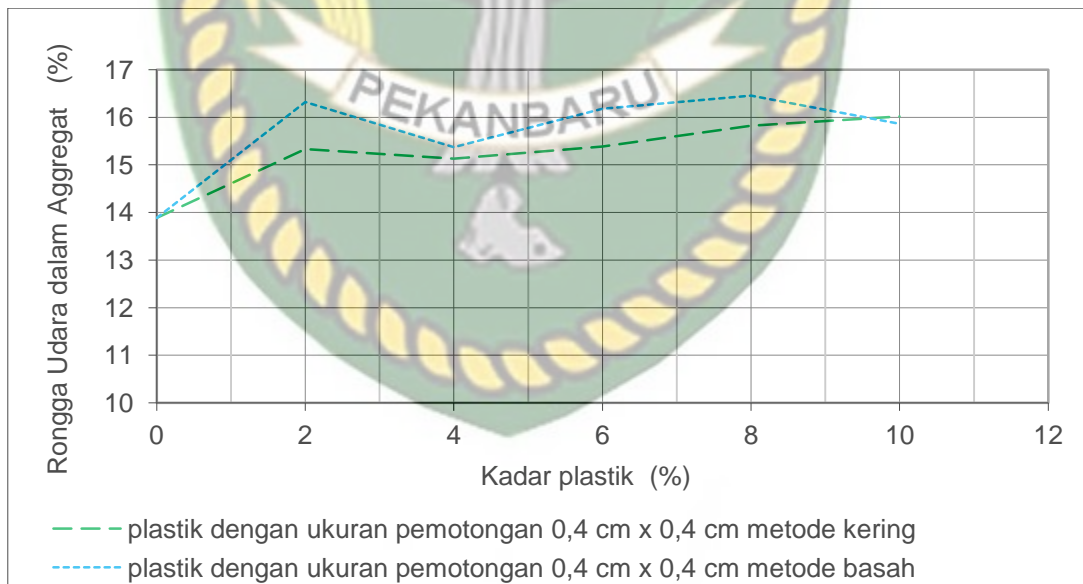
### 5.3.3. Rongga dalam agregat (*Void in Mineral Agregate*)

Tabel 5.9a. Perhitungan VMA pada Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Kering

Persentase Penambahan Plastik	0%	2%	4%	6%	8%	10%
VMA	13,89	15,33	15,13	15,38	15,82	16,02

Tabel 5.9b. Perhitungan VMA pada Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Basah

Persentase Penambahan Plastik	0%	2%	4%	6%	8%	10%
VMA	13,89	16,32	15,37	16,18	16,45	15,86



Gambar 5.9a. Nilai VMA Marshal dengan Variasi Metode Pencampuran.

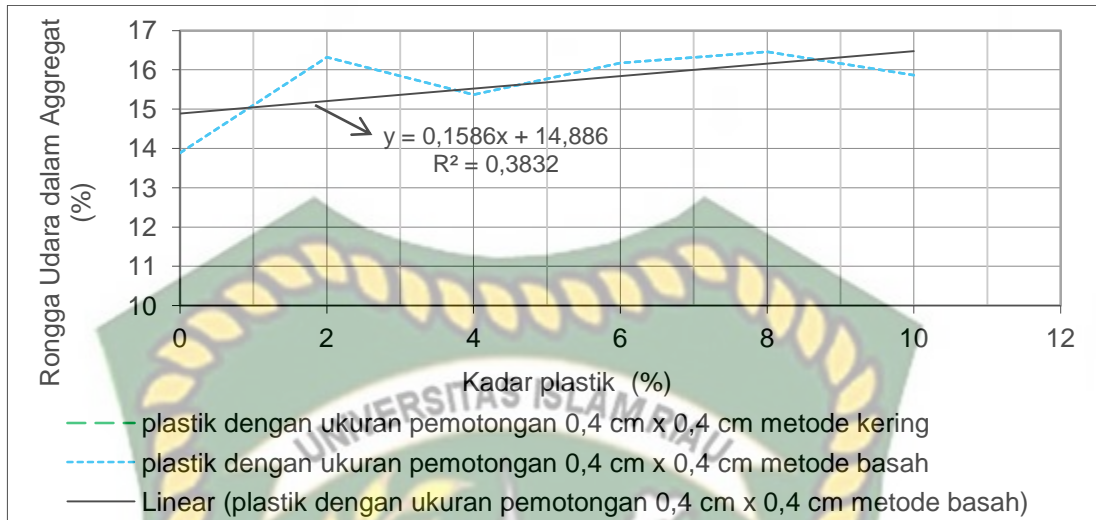
Berdasarkan Gambar tersebut, diketahui bahwa pada metode pencampuran kering, sampel dengan metode pencampuran kering memiliki kecenderungan nilai VMA yang lebih rendah dibandingkan dengan metode pencampuran basah. Hal ini disebabkan oleh terserapnya kadar aspal pada material agregat dengan metode pencampuran basah yang menyebabkan plastic yang menyertainya ikut menyerap pada agregat. Namun nilai VMA baik metode pencampuran kering maupun basah masih memenuhi syarat rongga dalam agregat pada Tabel 3.3 dimana syarat rongga udara dalam agregat campuran aspal plastik yaitu 15%.

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



Gambar 5.9b. Pengaruh Metode Pencampuran Kering Terhadap VMA Marshall pada Plastik Ukuran 0,4 Cm x 0,4 Cm.





Gambar 5.9b. Pengaruh Metode Pencampuran Basah Terhadap VMA Marshall pada Plastik Ukuran 0,4 Cm x 0,4 Cm.

Berdasarkan gambar tersebut, diketahui bahwa pemotongan plastik dengan metode pencampuran kering memiliki pengaruh yang besar terhadap nilai VMA dibandingkan dengan metode pencampuran basah. Hal ini terlihat pada besarnya nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) pada plastik dengan metode pencampuran basah yaitu 0,383 dibandingkan dengan  $R^2$  pada plastik dengan metode pencampuran kering yaitu 0,777.

### 5.3.4. Rongga dalam campuran (*Void In The Mix*)

Tabel 5.10a. Perhitungan VIM Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Kering

Persentase Penambahan Plastik	0%	2%	4%	6%	8%	10%
VOID	2,25	3,89	3,66	3,95	4,45	4,66

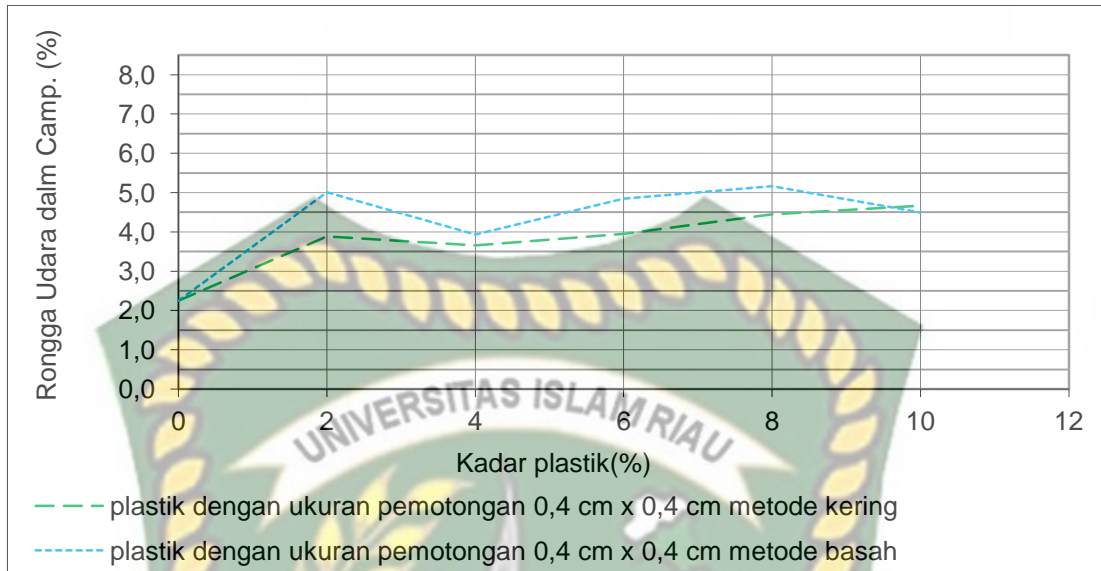
Tabel 5.10b. Perhitungan VIM Marshall Test dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pematangan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Basah

Persentase Penambahan Plastik	0%	2%	4%	6%	8%	10%
VOID	2,25	5,01	3,93	4,85	5,16	4,49

Perbandingan antara metode pencampuran basah dan kering terlihat pada Gambar 5.10a. dimana pada sampel dengan metode pencampuran Basah, nilai VIM tidak memenuhi persyaratan karakteristik Marshall terjadi pada persentase penambahan kadar plastik 2% dan 8%. Hal ini disebabkan oleh kadar plastic optimum dimana pada kadar 2% dan 8% merupakan titik balik dari kadar plastic optimum.

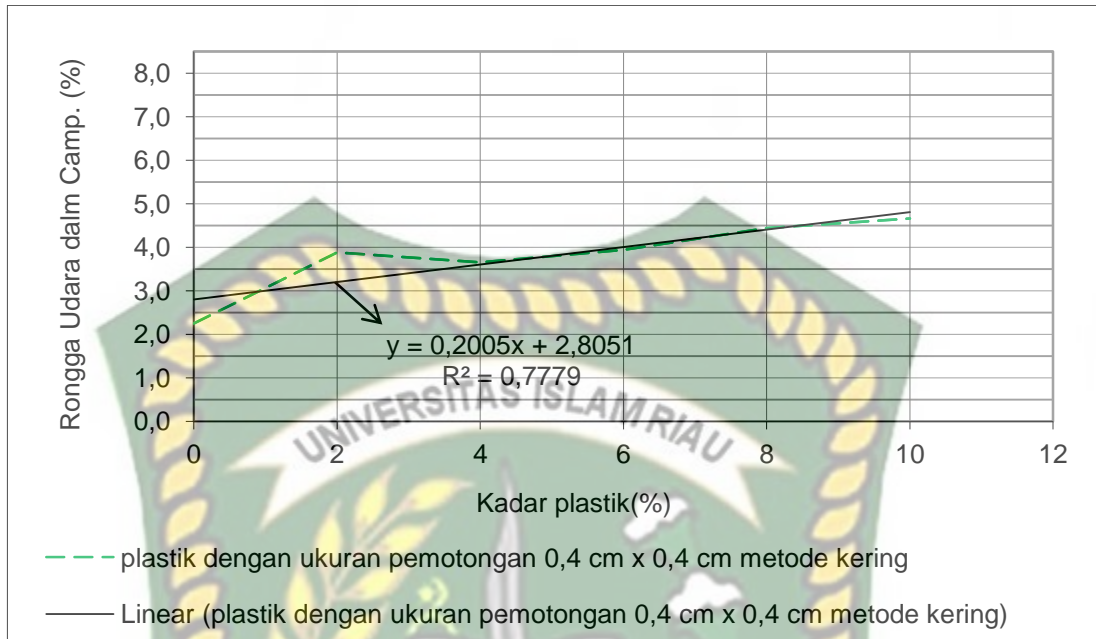
Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Suroso (2008) yang melakukan penelitian terhadap metode pencampuran plastik, penambahan plastik *polyethylen* dengan cara basah mempunyai nilai rongga dalam campuran yang lebih kecil dibandingkan dengan cara pencampuran kering.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh 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%.

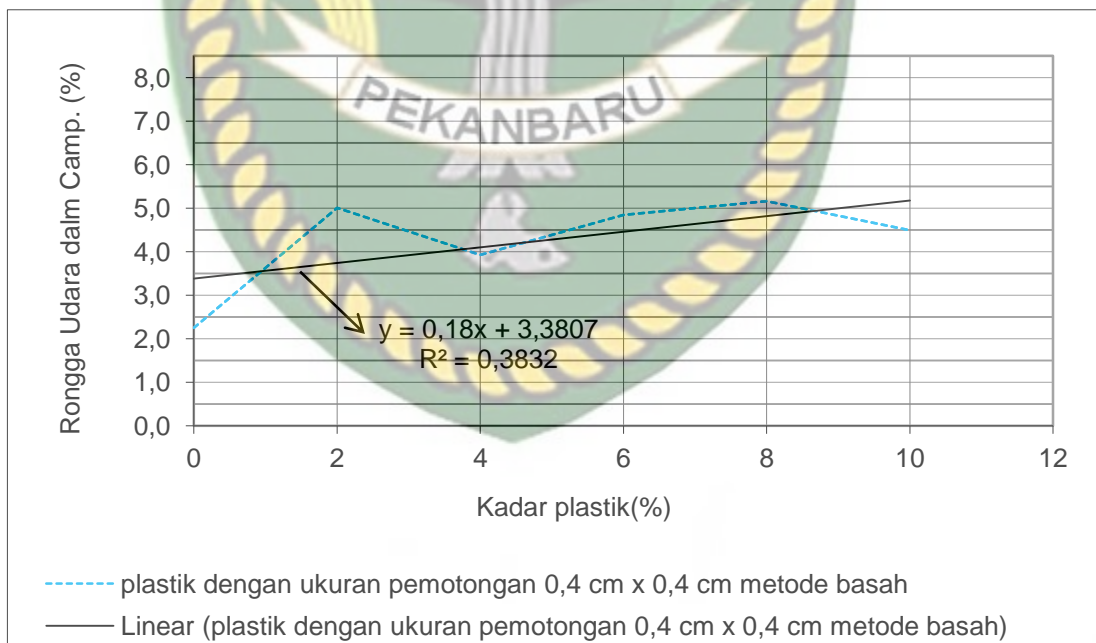


Gambar 5.10a. Nilai VIM sampel hasil pengujian Marshall

Berdasarkan Gambar 5.10b. diketahui bahwa pemotongan plastik dengan metode pencampuran basah memiliki pengaruh yang lebih kecil dibandingkan dengan plastik dengan metode pencampuran kering. Hal ini terlihat pada besarnya nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) pada plastik dengan metode pencampuran basah yaitu 0,383 dibandingkan dengan  $R^2$  pada plastik dengan metode pencampuran kering yaitu 0,777. Hal ini disebabkan oleh metode pencampuran kering yang tidak merata dibandingkan dengan metode pencampuran basah.



Gambar 5.10b. Pengaruh Metode Pencampuran Kering terhadap VIM Marshall pada Plastik Ukuran 0,4 cm x 0,4 cm.



Gambar 5.10c. Pengaruh Metode Pencampuran Kering terhadap VIM Marshall pada Plastik Ukuran 0,4 cm x 0,4 cm.

### 5.3.5. Rongga terisi Aspal (*Void Filled With Asphalt*)

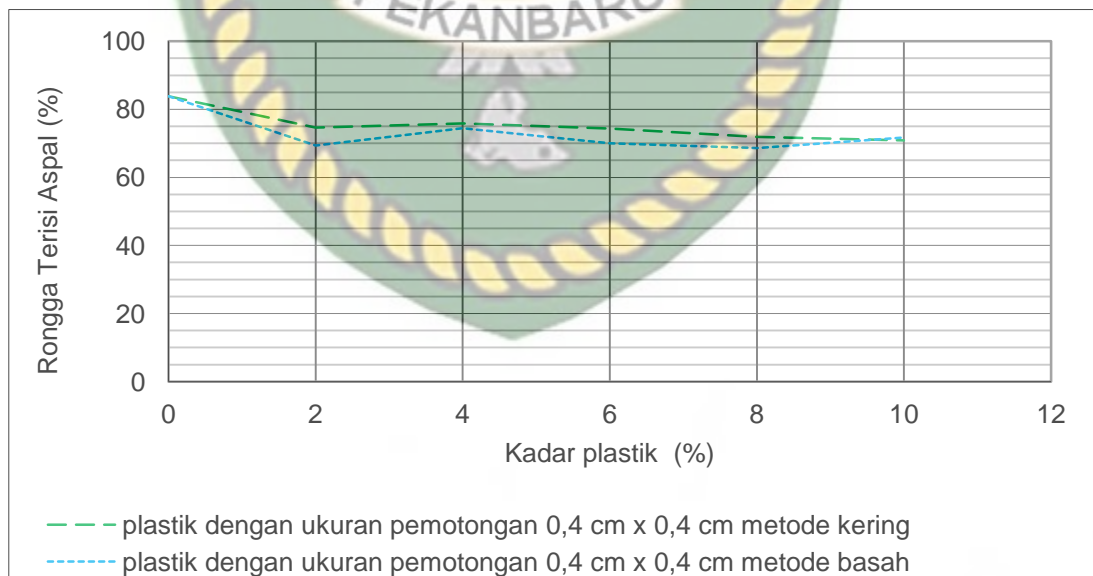
Karakteristik Rongga terisi Aspal (*Void Filled With Asphalt*) digambarkan sebagai berikut.

Tabel 5.11a. Perhitungan VFWA dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Kering

Persentase Penambahan Plastik	0%	2%	4%	6%	8%	10%
VFWA	83,81	74,65	75,83	74,35	71,91	70,89

Tabel 5.11b. Perhitungan VFWA dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Basah

Persentase Penambahan Plastik	0%	2%	4%	6%	8%	10%
VFWA	83,81	69,32	74,43	70,04	68,63	71,69



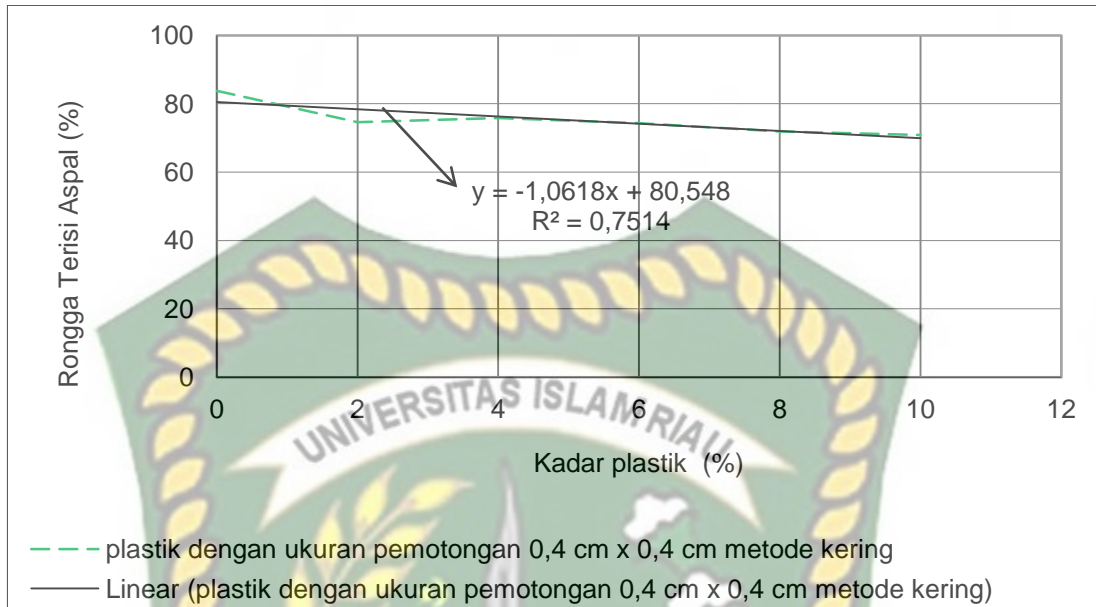
Gambar 5.11a. Nilai VMA Sampel Hasil Pengujian Marshall

Dari Gambar 5.11a. diatas menunjukkan bahwa pada metode pencampuran plastik dengan cara kering, rongga terisi aspal memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel dengan metode pencampuran basah. Namun hasil analisis perhitungan menunjukkan hasil tersebut masih memenuhi standar pemakaian aspal yang dibutuhkan yaitu minimal diatas 65 %.

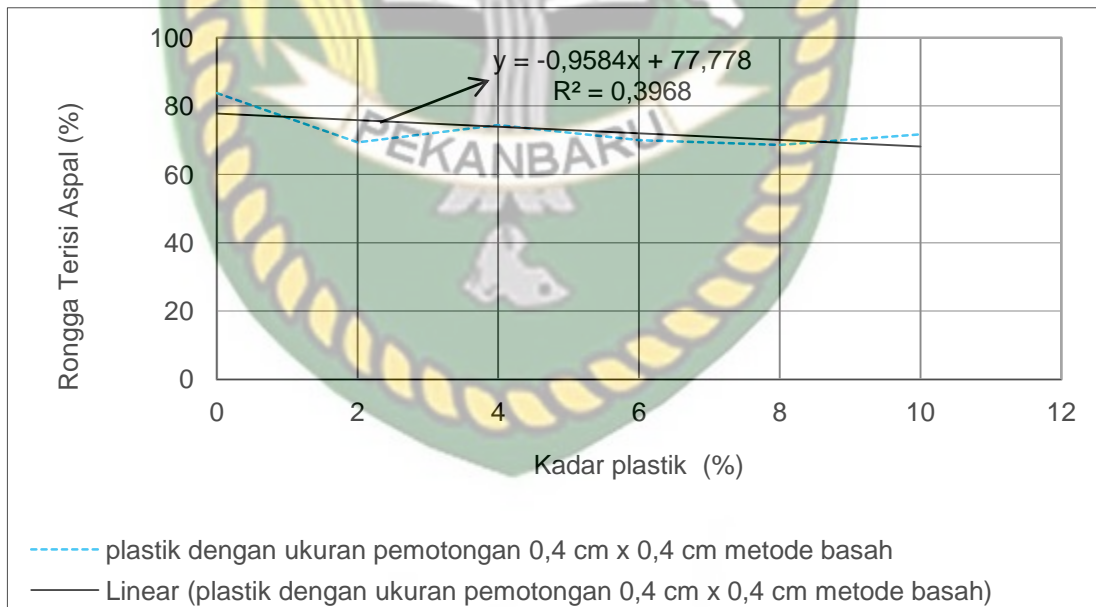
Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Suroso (2008) yang melakukan penelitian terhadap metode pencampuran plastik, penambahan plastik *polyethylen* dengan cara basah mempunyai nilai rongga terisi aspal yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode pencampuran kering.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Razak dan Erdiansa (2016) yang melakukan penelitian terhadap penambahan plastik LDPE, penambahan plastik polyethylen menyebabkan perubahan yang meningkat untuk kadar penambahan 1%-4% dan kembali turun pada penambahan kadar plastik 5%.

Berdasarkan Gambar 5.11b. dan Gambar 5.11c. diketahui bahwa pada metode pencampuran basah memiliki pengaruh yang lebih kecil dibandingkan dengan plastik dengan metode pencampuran kering. Hal ini terlihat pada besarnya nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) pada plastik dengan metode pencampuran basah yaitu 0,396 dibandingkan dengan  $R^2$  pada plastik dengan metode pencampuran kering yaitu 0,751.



Gambar 5.11b. Pengaruh Metode Pencampuran Kering terhadap VFWA AC-WC pada Plastik Ukuran 0,4 Cm x 0,4 Cm.



Gambar 5.11c. Pengaruh Metode Pencampuran Basah terhadap VFWA AC-WC pada Plastik Ukuran 0,4 Cm x 0,4 Cm.

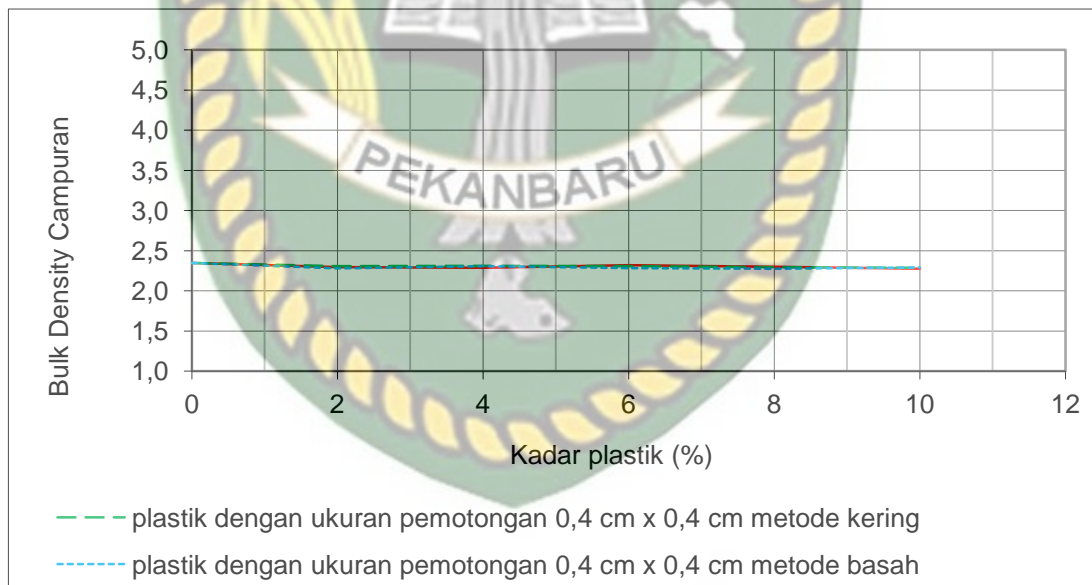
### 5.3.6. Density

Tabel 5.12a. Perhitungan Bulk Density dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Kering

Persentase Penambahan Plastik	0%	2%	4%	6%	8%	10%
Bulk Density	2,347	2,308	2,313	2,306	2,294	2,289

Tabel 5.12b. Perhitungan Bulk Density dengan Tambahan Plastik Polyethylen Jenis HDPE Ukuran Pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm Metode Pencampuran Basah

Persentase Penambahan Plastik	0%	2%	4%	6%	8%	10%
Bulk Density	2,347	2,281	2,307	2,285	2,277	2,293



Gambar 5.12. Nilai density sampel hasil pengujian Marshall



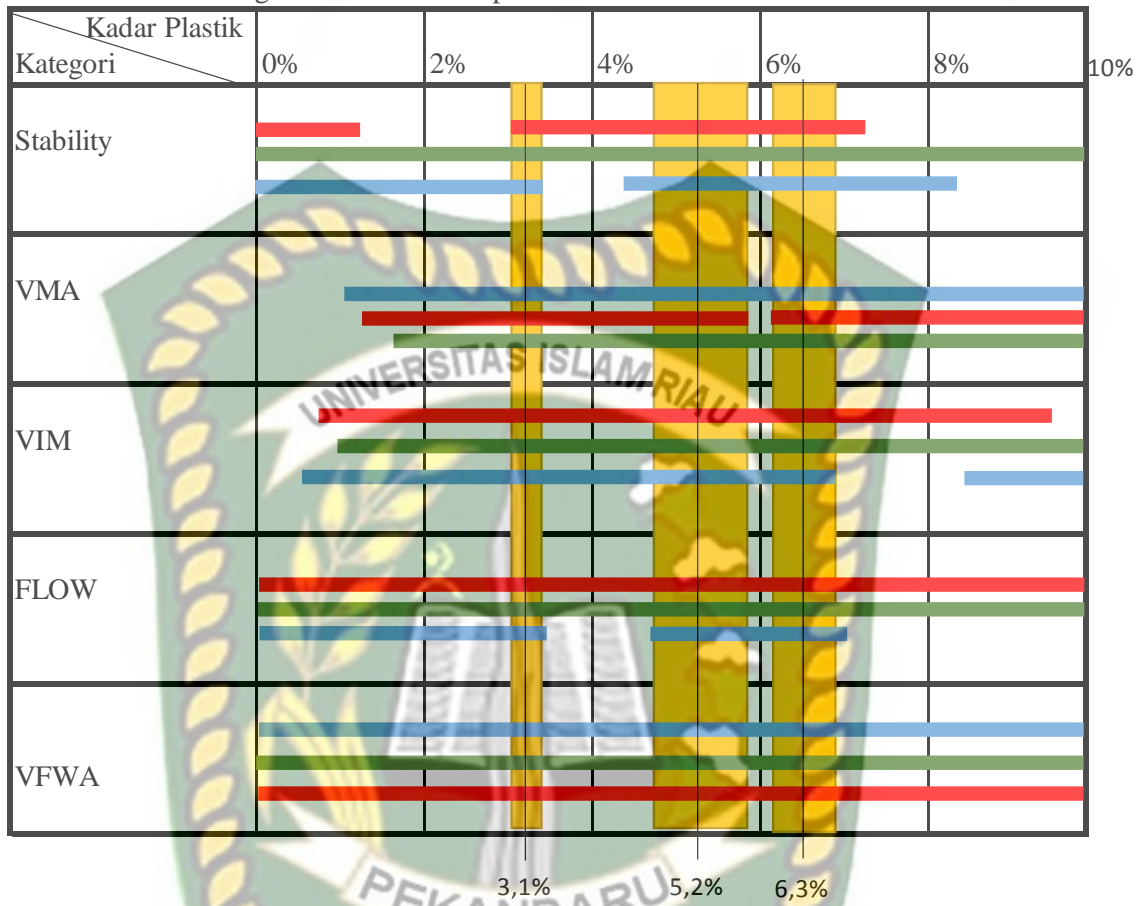
Dari Tabel 5.12a. dan 5.12b. terlihat bahwa terdapat perbedaan kepadatan (*density*) pada sampel dengan metode perbedaan metode pencampuran, dimana pada metode pencampuran kering menghasilkan kepadatan sampel yang lebih besar dibandingkan dengan metode pencampuran basah. Hal ini menunjukkan bahwa penyebaran plastik pada metode pencampuran basah lebih merata dibandingkan dengan penyebaran plastik pada metode pencampuran kering. Keberadaan plastik menghalangi aspal memasuki rongga-rongga yang ada sehingga menghasilkan kepadatan yang lebih kecil.

#### **5.4. Analisis Kadar Plastik Optimum**

Kadar plastik optimum ditentukan dengan merata-ratakan kadar plastik yang memberikan nilai stabilitas maksimum, kepadatan (*stability*) maksimum dan kadar plastik pada VIM yang disyaratkan. Hasil ini kemudian di cek apakah pada nilai rata-rata ini persyaratan campuran beraspal lainnya seperti VMA, VFVA dan Flow campuran telah memenuhi ketentuan dalam Tabel 3.3.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari percobaan Marshall dengan menggunakan sampel campuran aspal dengan berbagai ukuran pemotongan serta metode pencampuran, hasilnya kemudian dibuat dalam Table 5.13. dan menghasilkan 3 plot area yang memenuhi ketentuan sifat campuran beraspal untuk digunakan pada Panas laston (AC) Limbah plastik. Dari Tabel 5.13. diperoleh kadar plastik optimum berada pada penggunaan plastik dengan persentase 3,1%, 5,2 % dan 6,3 %.

Tabel 5.13. Perhitungan Kadar Plastik Optimum



## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian dengan menggunakan alat Marshall test, disimpulkan sebagai berikut :

1. Pengaruh penggunaan plastik polyethylen jenis HDPE dalam campuran lapis aspal beton (*Laston*) terhadap karakteristik Marshall yaitu menaikkan nilai stabilitas, pelean (*flow*), rongga udara dalam agregat (*VMA*), Rongga dalam campuran (*VIM*) dan *density*. Sementara pada nilai Rongga terisi Aspal (*VFWA*) mengalami penurunan. Namun perubahan tersebut masih berada dalam batas karakteristik Marshall yang dipersyaratkan.
2. Pengaruh dimensi potongan plastik Polyethylene jenis HDPE dengan ukuran 0,4cm x 0,4 cm dan ukuran 0,4 cm x 5-10 cm terhadap karakteristik Marshall setelah ditambahkan pada laston lapis aus (*AC-WC*) cukup bervariasi. Pada plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm, nilai marshal cukup fluktuatif dibandingkan dengan dengan penggunaan plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm. Hal ini disebabkan karena penyebaran plastik yang cenderung tidak merata di seluruh campuran aspal.

3. Pengaruh metode pencampuran plastik dengan menggunakan cara basah dan cara kering dinilai dari ukuran pemotongan yang sama. Hasil yang didapatkan menunjukkan nilai karakteristik Marshall pada pencampuran plastik dengan metode basah cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan metode pencampuran kering. Hal ini disebabkan oleh penyebaran plastik yang lebih merata dibandingkan dengan metode kering dimana pada metode basah, plastik menyebar bersama aspal sehingga lebih merata. Pada metode kering, plastik menyebar terlebih dahulu bersama agregat sehingga plastik tidak merata.
4. Limbah Plastik Polyethylene jenis HDPE bisa dimanfaatkan dalam Pelaksanaan pekerjaan Lapis Laston Lapis Aus (AC-WC).

## 6.2 Saran

Secara keseluruhan, Karakteristik Marshal yang diperoleh dari percobaan penambahan plastik Polyethylene jenis HDPE dapat disimpulkan :

1. Penggunaan plastik dengan ukuran pemotongan 0,4 cm x 0,4 cm maupun ukuran pemotongan 0,4 cm x 5-10 cm cenderung memenuhi kriteria persyaratan campuran aspal dengan tambahan material (modifikasi) pada Tabel 3.3. Untuk itu, perlu dikembangkan mengenai jumlah pemakaian plastik Polyethylene jenis HDPE terbaik dalam hal karakteristik marshal yang dibutuhkan.

2. Metode pencampuran basah memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode pencampuran kering terkait dengan penyebaran plastik di dalam campuran aspal. Sebaiknya pencampuran aspal dilakukan pada suhu agregat rendah sehingga plastik menyebar lebih merata diseluruh campuran.
3. Hal ini menyangkut pelaksanaan penggunaan plastik dalam kegiatan pengadaan infrastruktur jalan maupun jembatan sehingga dihasilkan struktur jalan yang dengan keawetan tinggi dan kestabilan yang baik.



## DAFTAR PUSTAKA

- Bansal, S., Misra, A.K., Bajpai, P. 2017, *Evaluation Of Modified Bituminous Concrete Mix Developed Using Rubber And Plastik Waste Materials*. International Journal of Sustainable Built Environment 6, 442–448.
- Departemen Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017, *Spesifikasi Khusus Interim Campuran Beraspal Panas menggunakan Limbah Plastik*, Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta.
- Dinas Pekerjaan Umum (2010), “ *Spesifikasi Umum Bina Marga 2010*”, Dinas Pekerjaan Umum Bidang Bina Marga, Jakarta, 2010.
- Dinas Pekerjaan Umum. 2011. *Hasil Tes Propertis Aspal. Denpasar: UPT Balai Peralatan dan Pengujian*. Dinas Pekerjaan Umum Pemerintah Propinsi Bali, Denpasar.
- Suraya, F., Saleh , S. M., Isya, M., 2018. Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Kresek Sebagai Substitusi Aspal Pen 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Laston AC – BC. *Jurnal, Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala*. pp. 737 – 748.
- Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, (2010),”*Spesifikasi Umum 2010 (revisi 3)*”, Pusjatan-Balitbang PU.
- Khan, I.M., Kabir, S., Alhusain, M. A., Almansoor, F. F., (2016), *Asphalt Design using Recycled Plastik and Crumb-rubber Waste for Sustainable Pavement Construction*. Procedia Engineering 145 ( 2016 ), 1557 – 1564.
- Linggo, J. F. S. dan Kurniawan, J.Y., 2015, *Penggunaan PVC Sebagai Bahan Tambah Pada Beton Aspal*. Jurnal Teknik Sipil, Volume 13, 190-195, Oktober 2015.
- Mujiarto, I., 2005, *Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif, Traksi* Vol.3 No.2, Desember 2005,
- Nkaga, U.j., Joseph, J.A., Adams, F.V., Uche, O.U., 2017. Characterization of bitumen plastik blends for Flexible Pavement Application. *Procedia Manufacturing* 7 (2017), 490 – 496.

- Purnamasari, E.P dan Suryaman, Fransiskus, 2010, *Pengaruh Penggunaan Limbah Botol Plastik Sebagai Bahan Tambah Terhadap Karakteristik Lapis Aspal Beton (Laston)*. Konferensi Nasional Teknik Sipil 4, Sanur-Bali, 2-3 Juni 2010,
- Puslitbang Prasarana Transportasi. 2002. *Desiminasi Spesifikasi-Baru Campuran Beraspal Panas dengan Alat PRD*. Jakarta: Departemen Pemukiman dan Pengembangan Wilayah.
- Rahmawati, A., dan Rizana, R., 2013. Pengaruh Penggunaan Limbah Plastik Polipropilena Sebagai Pengganti Agregat Pada Campuran Laston Terhadap Karakteristik Marshall. *Konferensi Nasional Teknik Sipil 7*, Universitas Sebelas Maret (UNS). Surakarta. 24-26 Oktober 2013.
- Razak, B. A. dan Erdiansa, A., 2016, *Karakteristik Campuran AC-WC dengan Penambahan Limbah Plastik Low Density Polyethylene (LDPE)*. *Journal INTEK*, April 2016, Volume 3 (1): 8-14.
- Sugianto, G, 2008. Kajian Karakteristik Campuran Hot Rolled Aspal Akibat Penambahan Limbah Serbuk Ban dalam bekas kendaraan roda 4. *Jurnal Teknik Sipil*, Volume 8 No. 2 Prodi Teknik Sipil Jurusan Teknik Fakultas Sains dan Teknik UNSOED, Purwokerto.
- Sukirman, S., 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung.
- Sukirman, S., 2003. *Beton Aspal – Campuran Panas*. Granit, Jakarta.
- Sulaksono, S., 2001, *Rekayasa Jalan*, Penerbit Institut Teknologi Bandung.
- Suroso, T.W. 2008. Pengaruh Penambahan Plastik LDPE Cara basah dan Cara Kering terhadap Kinerja Campuran Beraspal. Puslitbang Jalan dan Jembatan, 9 Oktober 2008,
- SNI, 1991. *Metode Pengujian Sifat Fisis Aspal Padat*. Jakarta : Balitbang. Dinas Pekerjaan Umum.