

JURNAL GRADASI TEKNIK SIPIL

P-ISSN NO. 2598-9758 E-ISSN NO. 2598-8581

VOL. 3, NO. 1, JUNI 2019



Diterbitkan oleh
Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat
Politeknik Negeri Banjarmasin
bekerjasama dengan
Jurusan Teknik Sipil - Politeknik Negeri Banjarmasin

JURNAL GRADASI TEKNIK SIPIL POLITEKNIK NEGERI BANJARMASIN

Jurnal Gradasi Teknik Sipil diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Politeknik Negeri Banjarmasin. Ruang lingkup makalah meliputi Bidang Teknik dan Manajemen dengan konsentrasi Bidang Transportasi, Geoteknik, Struktur, Keairan dan Manajemen Konstruksi. Isi makalah dapat berupa penyajian isu aktual di bidang Teknik Sipil, review terhadap perkembangan penelitian, pemaparan hasil penelitian, dan pengembangan metode, aplikasi, dan prosedur di bidang Teknik Sipil. Makalah ditulis mengikuti panduan penulisan.

Penanggung Jawab

Nurmahaludin, ST, MT.

Dewan Redaksi

Ketua : Dr. Fitriani Hayati, ST, M.Si.
Anggota : Riska Hawinuti, ST, MT.
Nurfitriah, S.Pd, MA.
Ir. Rusliansyah, M.Sc.
Mitra Yadiannur, M.Pd.

Reviewer

Dr. Ir. Yanuar Jarwadi Purwanto, MS. (Institut Pertanian Bogor)
Dr. Ir. Achmad Rusdiansyah, MT. (Universitas Lambung Mangkurat)
Dr. Ir. M. Azhar, M. Sc. (Institut Sains dan Teknologi Nasional)
Dr. Ir. Endang Widjajanti, MT. (Institut Sains dan Teknologi Nasional)
Joni Irawan, ST, MT. (Politeknik Negeri Banjarmasin)
Yusti Yudiawati, ST, MT. (Politeknik Negeri Banjarmasin)

Editing dan Tata Bahasa

Nurfitriah, S.Pd., MA.

Desain dan Tata Letak

Abdul Hafizh Ihsani

Alamat Redaksi

Jurusan Gradasi Teknik Sipil Politeknik Negeri Banjarmasin, Jl. Brigjen H. Hasan Basri 70123
Banjarmasin Telp/Fax 0511-3307757; Email: gradasi.tekniksipil@poliban.ac.id

JURNAL GRADASI TEKNIK SIPIL

DAFTAR ISI

Metode Stabilisasi Semen Terhadap Peningkatan Nilai CBR Tanah Dasar Jalan Lingkungan... (1 - 6)

Muhammad Firdaus, Muhammad Suhaimi, Fathurrozie

Tinjauan Nilai Permeabilitas Tanah Tanggul *Canal Blocking* ... (7 - 14)

Muhammad Amad Arifin, Fathurrozie

Analisis Ketersediaan Dan Kebutuhan Air Irigasi Pada Petak Sawah Di Daerah Irigasi Rawa Kecamatan Mandastana... (15 – 23)

Andri Iriansyah, Fitriani Hayati, Fakhrurrazi

Penilaian Kinerja Fisik Sungai Desa Baru (Waki) Kabupaten Hulu Sungai Tengah ... (24 - 33)

Sakinah, Herliyani Fariyal Agoes

Analisis Kebutuhan Air Bersih Kecamatan Anjir Muara dan Kecamatan Anjir Pasar ... (34 – 41)

Riska Norastina, Faryanto Effendi

Pengaruh Penambahan Plastik LDPE Terhadap Hasil Marshall untuk HRS-WC ... (45 - 54)

Surat, Rifanie Gazalie, Riska Hawinuti

Pengaruh Penambahan Plastik LDPE Terhadap Hasil Marshall untuk HRS-WC

Surat¹, Rifanie Gazalie², Riska Hawinuti³

^{1,2,3} Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Banjarmasin

³Praktisi Teknik Sipil

e-mail: *¹surat@poliban,.ac.id (corresponding author), ²rifanieg@gmail.com, ³ riska.hawinuti@poliban.ac.id

Abstrak

Plastik sebagai hasil sampingan dari aktivitas masyarakat, menjadi penyumbang terbesar sampah di Indonesia, sehingga diperlukan penanganan khusus agar permasalahan plastik tersebut dapat terselesaikan. Salah satunya adalah dengan memanfaatkan plastik tersebut sebagai bahan tambahan campuran beraspal HRS-WC sehingga diharapkan selain berkurangnya jumlah sampah, jumlah penggunaan aspal minyak pun dapat ditekan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan plastik LDPE (Low Density Poly Ethylene) terhadap karakteristik campuran beraspal HRS-WC, mengetahui perbandingan nilai karakteristik marshall antara campuran HRS-WC dengan dan tanpa tambahan plastik LDPE, menentukan kadar aspal optimum dan kadar campuran plastik LDPE optimum pada campuran HRS-WC. Pengujian yang dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Poliban, antara lain pengujian agregat, pengujian aspal dan pengujian Marshall. Benda uji yang dibuat berupa benda uji tanpa tambahan plastik dan dengan tambahan plastik sebanyak masing-masing 15 buah. Dari hasil pengujian dengan Penambahan plastik LDPE sebesar 5,0% pada nilai kadar aspal optimum (KAO) sebesar 6,50%, diperoleh nilai pelelehan (flow) yang sama 4,20 mm (0%); penurunan nilai rongga terisi aspal (VMA) dari 110% menjadi 105% (-4,55%); meningkatkan nilai stabilitas dari 1.490 kg menjadi 1.900 kg (27,52%); meningkatkan nilai Marshall Quotient dari 380 kg/mm menjadi 610 kg/mm (37,7%). Sehingga penambahan plastik LDPE memenuhi syarat spesifikasi Test Marshall..

Kata kunci— Plastik LDPE, HRS-WC, Marshall Quotient

Abstract

Plastic as a by-product of the community activities, became the largest Indonesian contributor of litter, wich required a special handling to solve. One of that, is by utilizing plastic as an additional materials for mixture-paved HRS-WC, so the purpose to reduced number of bins, it also minimalized the use of asphalt oils. The aim of this research is to know the impact of addition LDPE plastics against characteristics of the mixed-paved HRS-WC; knowing the comparison value of Marshall characteristics between mix-paved HRS-WC with and without plastic LDPE; determine the optimum asphalt levels and the levels of recycled plastic mixed optimum on a mixed-paved HRS-WC. Tests conducted in the Poliban Laboratory of Structures and Materials, amongs aggregate, asphalt and Marshall test. The test objects are 15 pieces of each asphalt mix, with and without plastic additional. The result of 5,0% additions LDPE plastic at 6,50% KAO value, obtained the same Flow value at 4,20 mm (0%); decrease the VMA value from 110% to 105% (-4,55%); increase the Stability value from 1.490 kg to 1.900 kg (27,52%); increase the Marshall Quotient value from 380 kg/mm to 610 kg/mm (37,7%). Resulting the addition of LDPE plastic, qualifies to the Marshall Test specification

Keywords— LDPE plastic, HRS-WC, Marshall Quotient

I. PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan teknologi saat ini, membuka peluang inovasi pada bidang perkerasan jalan, salah satunya adalah memanfaatkan berbagai bahan material alternatif, yang memiliki keunggulan dalam hal peningkatan kualitas lapis perkerasan. Sebagai material utama dalam struktur perkerasan *fleksibel*, aspal yang berfungsi sebagai bahan pengikat agregat, dapat diberikan perlakuan khusus untuk meningkatkan kualitas perkerasannya, yaitu dengan menambahkan material lain pada campuran aspal guna meningkatkan stabilitas serta durabilitas aspal tersebut. Material umum yang dipergunakan sebagai material campuran aspal salah satunya adalah bahan polimer seperti plastik.

Plastik sebagai hasil sampingan atau limbah dari kegiatan domestik masyarakat, menyebabkan Indonesia menjadi salah satu negara penghasil sampah plastik terbesar. Selain jumlahnya yang sangat besar, sampah plastik tersebut sulit terurai di alam, sehingga diperlukan penanganan khusus agar permasalahan plastik tersebut dapat terselesaikan.

Tujuan penelitian ini adalah (1) Mengetahui pengaruh penambahan plastik daur ulang LDPE (*Low Density Poly Ethylene*) terhadap karakteristik campuran beraspal *HRS-WC*. (2) Mengetahui perbandingan nilai karakteristik *marshall* antara campuran beraspal *HRS-WC* dengan dan tanpa tambahan plastik *LDPE*. (3) Menentukan berapa persen kadar aspal optimum dan kadar campuran plastik daur ulang optimum yang digunakan pada campuran beraspal *HRS-WC*.

Manfaat penelitian ini adalah (1) Dimanfaatkannya limbah plastik *LDPE* sebagai bahan tambahan campuran aspal. (2) Terjadinya pengurangan jumlah penggunaan aspal minyak pada campuran beraspal *HRS-WC* akibat dari penambahan plastik *LDPE* sebagai bahan pencampur alternatif pengaspalan. (3) Bertambahan maksimalnya usia perkerasan akibat meningkatnya stabilitas *marshall*.

Aspal pada perkerasan jalan berfungsi sebagai: (1) Bahan pengikat antara aspal dan agregat serta filler. (2) Pengisi rongga, aspal akan mengisi pori-pori yang ada dari agregat dan mengisi rongga antara butir-butir agregat itu sendiri. (Wantoro et al. 2013)

Syarat umum aspal meliputi: (1) Daya tahan. (2) Kekerasan aspal. (3) Adhesi dan kohesi (4) Kepekaan terhadap temperatur. Ketentuan aspal dalam campuran dapat dilihat pada Tabel I.

TABEL I
Ketentuan untuk Aspal Keras

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Tipe I, Aspal Pen. 60.70	Tipe II, Aspal yang Dimodifikasi	
				A ¹ Asbuton yg Diproses	B Elastomer Sintesis
1	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 06-2456-1991	60-70	Min. 50	Min. 60
2	Viskositas Dinamis 60°C (Pa.s)	SNI 06-6441-2000	160-240	240-360	320-480
3	Viskositas Kinematis 135°C (cSt)	SNI 06-6442-2000	≥ 300	385-4000	≥ 3000
4	Titik Lembek (°C)	SNI 2434-2011	≥ 48	≥ 53	≥ 54
5	Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI 2432-2011	≥ 100	≥ 100	≥ 100
6	Titik Nyala (°C)	SNI 2433-2011	≥ 232	≥ 232	≥ 232
7	Kelarutan dalam Trichloroethlene (%)	AASHTO T44-03	≥ 99	≥ 90 ¹	≥ 99
8	Berat Jenis	SNI 2441-2011	≥ 1,0	≥ 1,0	≥ 1,0
9	Stabilitas Penyimpanan Perbedaan Titik Lembek (°C)	ASTM D 5976 part 6.1	-	≤ 3000	≤ 3000
10	Partikel yang lebih Halus dari 150 Mikron (µm) (%)			Min.95 ¹	

Sumber: Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3)

Agregat kasar yang dimaksud pada penelitian ini adalah: (1) Rancangan campuran adalah yang tertahan saringan Nomor 4 (4,75 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. (2) Agregat kasar harus memenuhi persen terhadap berat agregat yang lebih besar dari 4,75 mm dengan muka bidang pecah satu atau lebih. (3) Agregat kasar harus terdiri dari batu pecah dalam ukuran-ukuran nominal tunggal, apabila per item diuji harus sesuai spesifikasi. Ketentuan agregat kasar dalam campuran dapat dilihat pada Tabel II.

TABEL II
Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian		Standar	Penilaian
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	Natrium sulfat	SNI 3407:2008	Maks. 12%
	Magnesium sulfat		Maks. 18%
Abrasi dengan Mesin Los Angeles	Campuran AC Modifikasi Semua jenis Campuran aspal bergradasi lainnya	100 putaran	Maks. 6%
		500 putaran	
		SNI 2417:2008	Maks. 30%
			100 putaran
			Maks. 40%
Kelekatkan agregat terhadap aspal		SNI 2439:2011	Min. 95%
Butir Pecah pada Agregat Kasar		SNI 7619:2012	95/90
Partikel Pipih dan Lonjong		ASTM D4791	Maks. 10%
		Perbandingan 1:5	
Material lolos Ayakan No. 200		SNI 03-4142-1996	Maks. 2%

Sumber: Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3)

Material yang termasuk agregat halus memiliki spesifikasi sebagai berikut: (1) Terdiri dari pasir alam atau batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos saringan Nomor 4 (4,75 mm). (2) Agregat halus tidak jauh berbeda dengan agregat kasar yang harus terdiri dari bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung atau bahan organik lainnya. (3) Pasir alam yang dipergunakan sebagai campuran aspal sampai suatu batas yang tidak melampaui batas 15% terhadap berat total campuran. (4) Agregat halus harus memenuhi ketentuan sebagaimana disyaratkan pada Tabel III.

TABEL III
Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min. 60%
Angularitas dengan Uji Kadar Rongga	SNI 03-6877-2002	Min. 45
Gumpalan Lempung dan Butir-butir Mudah Pecah dalam Agregat	SNI 03-4141-1996	Maks. 1%
Agregat Lolos Ayakan No.200	SNI ASTM C117:2012	Maks. 10%

Sumber: Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3)

TABEL IV
Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Lataston (HRS)

Sifat-sifat Campuran		Lataston			
		Lapis Aus		Lapis Pondasi	
		Senjang	Semi Senjang	Senjang	Semi Senjang
Kadar aspal efektif (%)	Min	5,9	5,9	5,5	5,5
Penyerapan aspal (%)	Maks.	1,7			
Jumlah tumbukan per bidang		75			
Rongga dalam campuran (%)	Min.	4,0			
	Maks.	6,0			
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	18	17		
Rongga terisi aspal (%)	Min.	68			
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800			
Pelelehan (mm)	Min.	3			
Marshall Quotient (kg/mm)	Min.	250			
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min.	90			
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (refusal)	Min.	3			

Sumber: Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3)

Gradasi/ distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat adalah hal penting dalam stabilitas perkerasan jalan. Berikut gradasi agregat gabungan untung campuran aspal seperti terlihat pada Tabel V.

TABEL V
Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Aspal

Ukuran Ayakan (mm)	% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat dalam Campuran								
	Latasir (SS)		Lataston (HRS)				Lataston (AC)		
	Kelas A	Kelas B	Gradasi Senjang		Gradasi Semi Senjang		WC	BC	Base
			WC	Base	WC	Base			
37,5									100
25							100		90-100
19	100	100	100	100	100	100	90-100		76-90
12,5			90-100	90-100	87-100	90-100	90-100	75-90	60-78
9,5	90-100		75-85	65-90	55-88	55-70	77-90	66-82	52-71
4,75							53-69	46-64	35-54
2,36		75-100	50-72	35-55	50-62	32-44	33-53	30-49	23-41
1,18							21-40	18-38	13-30
0,600			35-60	15-35	20-45	15-35	14-30	12-28	10-22
0,300					15-35	5-35	9-22	7-20	6-15
0,150							6-15	5-13	4-10
0,075	10-15	8-13	6-10	2-9	6-10	4-8	4-9	4-8	3-7

Sumber: Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3)

Polietilena berdensitas rendah adalah termoplastik yang terbuat dari minyak bumi dengan ciri kepadatan 0,91 – 0,94 g/cm³, separuhnya berupa kristalin (50-60%), memiliki titik leleh 115°C dan tidak reaktif pada suhu ruangan, kecuali oleh oksidator kuat dan beberapa jenis pelarut yang dapat menyebabkan kerusakan LDPE. Plastik jenis ini apabila dibakar pada suhu 170°C akan mengeluarkan zat beracun karena adanya proses oksidasi dengan oksigen.

Ketahanan LDPE terhadap bahan kimia diantaranya: (1) Tahan terhadap asam, basa, alkohol dan ester. (2) Mengalami kerusakan kecil pada keton, aldehida dan minyak tumbuhan. (3) Tingkat kerusakan menengah terhadap hidrokarbon alifatik, aromatic dan oksidator. (4) Tingkat kerusakan tinggi terhadap hidrokarbon terhalogenasi. Contoh dari aplikasi LPDE dalam kehidupan sehari-hari diantaranya adalah wadah makanan, permukaan anti korosi, kantong plastik dan bagian-bagian perangkat elektronik.

Kinerja campuran aspal beton dapat diperiksa dengan menggunakan alat uji *marshall* dengan benda uji dicetak dengan bentuk silinder ϕ 10 cm dan tinggi 7,5 cm dipersiapkan dalam cetakan benda uji dengan menggunakan *hammer* seberat 10 pon (4,536 kg) dan tinggi jatuh 18 inci (45,7 cm) yang dibebani dengan kecepatan tetap 50 mm/menit. Dari pengujian *marshall* didapatkan nilai stabilitas dan kelelahan plastis (*flow*). Dari hasil pengujian *marshall* tersebut akan didapatkan sifat-sifat campuran seperti berat volume, kadar aspal optimum, VIM, VMA, VFA, penyerapan aspal, tebal lapisan aspal dan koefisien *marshall*.

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Penelitian dan pengujian dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Politeknik Negeri Banjarmasin.

B. SUMBER MATERIAL

Material yang dipergunakan pada penelitian ini bersumber dari:

1) *Agregat kasar*: berupa batu pecah dari Pelaihari serta untuk agregat kasar dan medium, diperoleh dari AMP PT. Adimanunggal Cipta Padunusa.

2) *Agregat halus*: berupa abu batu dan pasir. Untuk abu batu material yang diambil berasal dari Desa Awang Bangkal dan untuk agregat halus yang berupa pasir alam berasal dari Sungai Barito, diperoleh dari AMP PT. Adimanunggal Cipta Padunusa.

3) *Bahan pengikat*: menggunakan aspal keras produksi *shell* dengan penetrasi 60/70 diperoleh dari AMP PT. Adimanunggal Cipta Padunusa.

4) *Bahan tambahan*: menggunakan plastik *Low Density Poly Ethilen* (LDPE) daur ulang yang dipotong secara manual dengan ukuran 1-3 mm agar mudah menyatu saat dicampurkan dengan agregat saat suhu ditingkatkan secara maksimal.

C. INSTRUMENT PENELITIAN

Peralatan dan alat uji yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1) *Alat uji pemeriksaan aspal*: terdiri dari alat uji berat jenis, alat uji penetrasi, alat uji titik lembek, alat uji daktilitas,

2) *Alat uji pemeriksaan agregat*: terdiri dari mesin *Los Angeles* untuk pengujian keausan agregat, alat pengering/ oven, timbangan digital, satu set saringan (*sieve*) untuk analisa saringan agregat kasar dan halus, alat uji berat jenis dan penyerapan (piknometer, talam, timbangan, dan pemanas).

3) *Alat uji karakteristik campuran aspal*: berupa alat uji *marshall* dan peralatan pendukung lainnya.

D. STANDAR PENGUJIAN

Standar pengujian yang digunakan, bertujuan sebagai panduan untuk melaksanakan penelitian.

1) *Pengujian Agregat*: (1) SNI 2417: 2008, metode untuk pengujian keausan agregat dengan mesin *Los Angeles*; (2) SNI 1970: 2008, metode untuk pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus; (3) SNI 1969:2008, metode untuk pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dan (4) SNI 03-1968-1990, metode untuk pengujian tentang analisa saringan agregat halus dan kasar.

2) *Pengujian Aspal*: (1) SNI 2432:2011, metode untuk pengujian daktilitas bahan aspal; (2) SNI 2434:2011, metode untuk pengujian titik lembek aspal; (3) SNI 2441:2011, metode untuk pengujian berat jenis aspal; (4) SNI 2456:2011, metode untuk pengujian penetrasi bahan bitumen; (5) SNI -2439-2011, cara uji penyelimutan dan pengelupasan pada campuran agregat-aspal

3) *Pengujian Marshall*: RSNI M-01-2003, metode untuk pengujian campuran beraspal panas dengan alat *marshall*.

E. PELAKSANAAN PENGUJIAN

Tahapan pengujian pada penelitian ini adalah:

1) *Persiapan*: menyiapkan bahan dan pengecekan serta kalibrasi peralatan yang akan digunakan.

2) *Pengujian bahan aspal*: pengujian yang dilakukan menurut standar pengujian aspal pada point D diatas, berfungsi untuk mengetahui apakah bahan material dipergunakan memenuhi apa yang disyaratkan dalam Spesifikasi Umum Divisi 6 tentang perkerasan aspal.

3) *Percobaan pencampuran agregat dan plastik dengan cara kering*: Percobaan ini dilakukan dengan cara mencampurkan plastik pada agregat kasar/ tertahan pada saringan No. 8. Agregat yang telah disaring dipanaskan kemudian dicampurkan dengan potongan plastik hingga plastik menyelimuti agregat kasar dan warnanya berubah kehitaman.

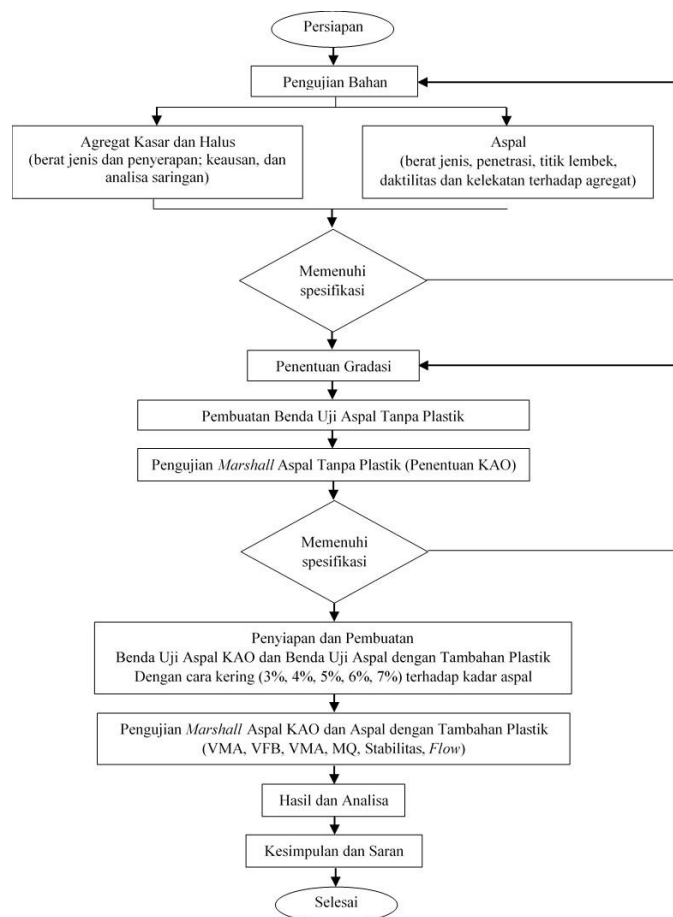
4) *Pembuatan dan pengujian benda uji aspal tanpa plastik*: Benda uji yang disiapkan sebanyak tiga buah untuk tiap kadar aspal, sehingga total benda uji berjumlah 15 buah. Pengujian ini bertujuan untuk memperoleh nilai kadar aspal optimum (KAO) yang akan digunakan pada benda uji aspal yang menggunakan bahan tambah plastik LDPE.

5) *Pembuatan dan pengujian benda uji aspal dengan tambahan plastik*: Plastik yang akan digunakan dalam campuran ada lima variasi kadar persentase, yaitu 3%; 4%; 5%; 6%; 7%, persentase plastik ini dihitung berdasarkan kadar aspal optimum (KAO) yang telah diperoleh sebelumnya. Kemudian dilakukan pembuatan benda uji sebanyak tiga buah untuk tiap kadar plastik, sehingga total jumlah benda uji yang perlukan 15 buah.

6) *Pengolahan dan pembahasan hasil*: Karakteristik hasil pengujian *marshall* terhadap benda uji aspal tanpa plastik dan pengujian *marshall* benda uji aspal dengan tambahan plastik akan dibandingkan dan ditampilkan dalam bentuk grafik hubungan antara kadar aspal dan parameter *marshall*.

F. FLOW CHART PENELITIAN

Flow chart pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Bagan Akhir (flow chart)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah hasil perhitungan data berdasarkan hasil pengujian laboratorium.

A. Hasil Pengujian Bahan

1) *Pengujian agregat*: yang terdiri dari (1) Agregat kasar ini berupa batu pecah Pelaihari, dengan ukuran maksimal lolos saringan No. 3/4” dan tertahan pada saringan No. 4. (2) Agregat halus digunakan dalam penelitian ini berupa pasir yang berasal dari Barito, dengan ukuran maksimal 4,75 mm atau lolos saringan No. 4 dan tertahan pada saringan No. 200. (3) Filler atau bahan pengisi yang digunakan dalam penelitian ini adalah debu batu pecah Awang Bangkal, dengan ukuran maksimum 0,075 mm dan lolos saringan No. 200. Bahan filler harus dalam kondisi kering, bebas dari gumpalan-gumpalan dan 75% dari beratnya harus lolos saringan No. 200. Hasil detail pengujian untuk

agregat kasar, agregat halus dan *filler*, dapat dilihat pada tabel VI sampai VIII berikut.

TABEL VI
Hasil Pengujian Agregat Kasar Pelaihari

Jenis pengujian	Hasil		Satuan	Syarat
	1	2		
Berat jenis (<i>Bulk</i>)	2,741	2,861	gr/cc	-
Berat jenis permukaan jenuh (<i>SSD</i>)	2,773	2,895	gr/cc	-
Berat jenis semu (<i>Apparent</i>)	2,832	2,961	gr/cc	Min.2,5
Penyerapan (<i>Absorbition</i>)	1,178	1,180	%	< 3 %
Keausan (<i>Abration</i>)	24,79		%	< 40 %

Sumber: Data Primer (2018)

TABEL VII
Hasil Pengujian Agregat Halus Pasir Barito

Jenis pengujian	Hasil		Satuan	Syarat
	1	2		
Berat jenis (<i>Bulk</i>)	2,619	2,609	gr/cc	-
Berat jenis permukaan jenuh (<i>SSD</i>)	2,633	2,623	gr/cc	-
Berat jenis semu (<i>Apparent</i>)	2,656	2,647	gr/cc	Min.2,5
Penyerapan (<i>Absorbition</i>)	0,523	0,543	%	< 3 %

Sumber: Data Primer (2018)

TABEL VIII
Hasil Pengujian *Filler* Abu Batu Awang Bangkal

Jenis pengujian	Hasil		Satuan	Syarat
	1	2		
Berat jenis (<i>Bulk</i>)	2,635	2,636	gr/cc	-
Berat jenis permukaan jenuh (<i>SSD</i>)	2,683	2,685	gr/cc	-
Berat jenis semu (<i>Apparent</i>)	2,770	2,773	gr/cc	Min.2,5
Penyerapan (<i>Absorbition</i>)	1,854	1,874	%	< 3 %

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2018)

2) Hasil Pengujian Aspal: Aspal yang digunakan adalah aspal penetrasi 60/70. Jenis aspal ini digunakan karena tingkat kekerasan aspal yang sangat penting untuk menahan lendutan secara permanen. Pengujian dilakukan sebelum pelaksanaan pencampuran dengan agregat dan bahan tambahan lain, untuk mendapatkan sifat-sifat aspal seperti berat jenis, penetrasi, titik lembek dan daktilitas aspal. Hasil dari pemeriksaan aspal dapat dilihat pada Tabel IX berikut.

TABEL IX
Hasil Pengujian Aspal Penetrasi 60/70

Jenis pengujian	Hasil		Satuan	Syarat
	1	2		
Berat jenis (<i>Bulk</i>)	1,01		gr/cc	>1,00
Penetrasi aspal	67,6	68,2	mm	60-79
Titik lembek	48	48,5	°C	48-58
Daktilitas	150		cm	>100

Sumber: Data Primer (2018)

TABEL X
Hasil Pengujian Marshall dengan Variasi Kadar Aspal 5%-7% untuk Campuran Aspal HRS-WC Tanpa Plastik LDPE

Kadar aspal (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Berat kering (gr)	Berat dalam air (gr)	Berat jenuh (gr)	Isi Benda Uji (cm ³)	Koreksi stabilitas
5,0	119	300	1196,0	698,1	1196,9	498,8	1,04
5,0	124	270	1181,7	697,9	1182,5	484,6	1,09
5,0	125	265	1189,1	702,0	1190,2	488,2	1,09
5,5	108	380	1173,4	689,4	1174,2	484,8	1,09
5,5	50	1110	1234,0	714,2	1234,5	520,3	1,00
5,5	153	270	1194,0	716,9	1194,8	477,9	1,14
6,0	124	360	1186,1	710,1	1187,0	476,9	1,14
6,0	131	390	1176,5	701,8	1177,1	475,3	1,14
6,0	134	330	1186,6	714,1	1187,0	472,9	1,14
6,5	99	470	1190,1	712,6	1191,2	478,6	1,14
6,5	136	320	1185,7	711,5	1186,3	474,8	1,14
6,5	116	320	1179,0	696,6	1179,6	483,0	1,09
7,0	86	380	1168,1	702,1	1168,5	466,4	1,19
7,0	104	480	1182,3	706,2	1182,5	476,3	1,14
7,0	102	390	1172,0	691,9	1172,3	480,4	1,14

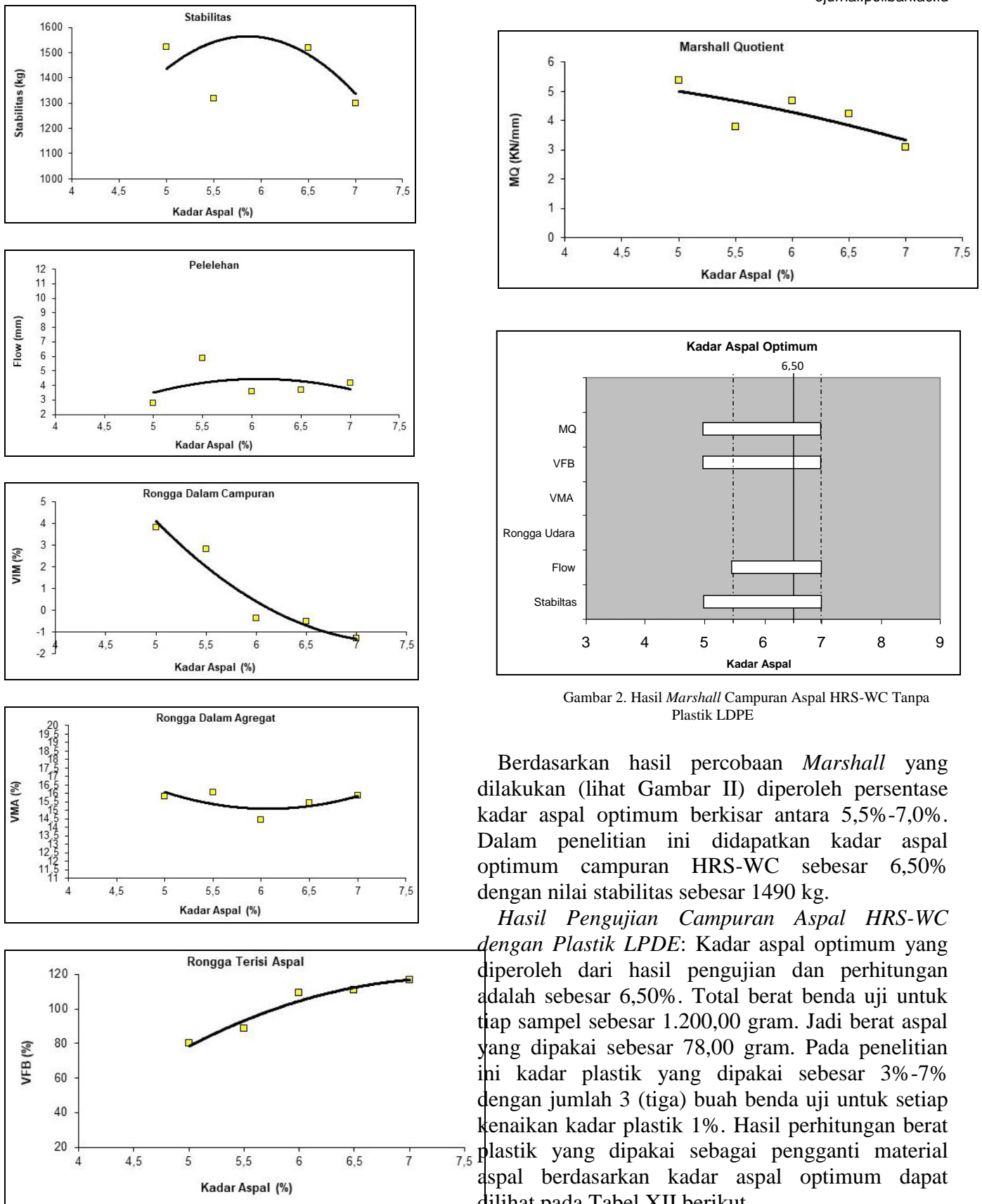
Sumber: Hasil Pengolahan Data Primer (2018)

TABEL XI
Analisa Pengujian Marshall pada Campuran Aspal HRS-WC Tanpa Plastik LDPE

Kadar Aspal (%)	Stabilitas Terkoreksi (kg)	Flow (mm)	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	Marshall Quotient (kg/mm)
5	1.430,666	3,00	4,883	16,754	74,580	4,675
5	1.562,450	2,70	3,267	15,339	82,844	5,673
5	1.575,050	2,65	3,379	15,437	82,222	5,827
5,5	1.360,843	3,80	3,230	16,410	84,992	3,511
5,5	578,000	11,10	5,176	18,091	75,545	0,511
5,5	2.016,295	2,70	0,109	13,715	104,976	7,321
6	1.634,122	3,60	-0,214	14,560	107,950	4,450
6	1.726,370	3,90	0,262	14,967	104,521	4,340
6	1.765,906	3,30	-1,105	13,801	114,899	5,246
6,5	1.304,662	4,70	-0,972	15,031	113,867	2,721
6,5	1.792,262	3,20	-1,404	14,668	117,187	5,491
6,5	1.461,646	3,20	0,881	16,590	101,272	4,478
7	1.183,050	3,80	-2,480	14,878	125,450	3,052
7	1.370,554	4,80	-1,570	15,634	118,323	2,799
7	1.344,197	3,90	0,174	17,083	106,429	3,379

Sumber: Hasil Pengolahan Data Primer (2018)

Hasil pengujian *Marshall* pada variasi kadar aspal 5% sampai 7% untuk campuran aspal HRS-WC tanpa plastik LDPE dapat dilihat pada rangkaian Gambar II berikut.



Gambar 2. Hasil *Marshall* Campuran Aspal HRS-WC Tanpa Plastik LDPE

Berdasarkan hasil percobaan *Marshall* yang dilakukan (lihat Gambar II) diperoleh persentase kadar aspal optimum berkisar antara 5,5%-7,0%. Dalam penelitian ini didapatkan kadar aspal optimum campuran HRS-WC sebesar 6,50% dengan nilai stabilitas sebesar 1490 kg.

Hasil Pengujian Campuran Aspal HRS-WC dengan Plastik LPDE: Kadar aspal optimum yang diperoleh dari hasil pengujian dan perhitungan adalah sebesar 6,50%. Total berat benda uji untuk tiap sampel sebesar 1.200,00 gram. Jadi berat aspal yang dipakai sebesar 78,00 gram. Pada penelitian ini kadar plastik yang dipakai sebesar 3%-7% dengan jumlah 3 (tiga) buah benda uji untuk setiap kenaikan kadar plastik 1%. Hasil perhitungan berat plastik yang dipakai sebagai pengganti material aspal berdasarkan kadar aspal optimum dapat dilihat pada Tabel XII berikut.

TABEL XII
Berat Plastik untuk Campuran Aspal HRS-WC dengan Variasi 3%-7%

Kadar Plastik terhadap Aspal (%)	Berat Plastik (gram)	Berat Aspal (gram)	Berat Aspal dan Plastik (gram)
3,00	2,34	75,66	78,00
4,00	3,12	74,88	78,00
5,00	3,90	74,10	78,00
6,00	4,68	73,32	78,00
7,00	5,46	72,54	78,00

Sumber: Hasil Pengolahan Data Primer (2018)

Tabel XII sesuai dengan tujuan penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh pengurangan pemakaian aspal dan digantikan dengan bahan Plastik LPDE (*Low Density Poly Ethylene*).

Dari pengujian *Marshall* campuran aspal HRS-WC dengan plastik LPDE diperoleh hasil seperti pada Tabel XIII berikut.

TABEL XIII
Hasil Pengujian Marshall dengan Variasi Kadar Plastik 3%-7% untuk Campuran Aspal HRS-WC dengan Plastik LDPE

Kadar Aspal (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Berat kering (gr)	Berat dalam air (gr)	Berat jenuh (gr)	Isi Benda Uji (cm ³)	Koreksi stabilitas
3,0	58	510	1198,4	708,4	1200,0	491,6	1,09
3,0	50	690	1187,0	703,3	1188,0	484,7	1,09
3,0	45	500	1176,2	692,3	1177,9	485,6	1,09
4,0	45	460	1163,1	687,3	1164,6	477,3	1,14
4,0	51	550	1206,7	715,6	1207,2	491,6	1,09
4,0	87	110	1180,2	696,1	1183,8	487,7	1,09
5,0	69	470	1173,2	698,4	1174,2	475,8	1,14
5,0	70	410	1163,2	692,1	1164,5	472,4	1,14
5,0	72	330	1153,7	684,6	1155,0	470,4	1,14
6,0	43	460	1169,7	695,2	1170,8	475,6	1,14
6,0	60	620	1173,0	700,2	1173,8	473,6	1,14
6,0	62	460	1191,2	704,1	1192,5	488,4	1,09
7,0	56	540	1157,9	679,5	1159,5	480,0	1,14
7,0	56	570	1158,1	674,8	1159,8	485,0	1,09
7,0	65	660	1171,3	691,3	1173,5	482,2	1,14

Sumber: Hasil Pengolahan Data Primer (2018)

Hasil pengujian *Marshall* diperoleh hasil analisa pengujian pada Tabel XIV berikut.

TABEL XIV
Analisa Pengujian Marshall pada Campuran Aspal HRS-WC dengan Plastik LDPE

Kadar Aspal (%)	Stabilitas Terkoreksi (kg)	Flow (mm)	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	Marshall Quotient (kg/mm)
3,0	1.657,628	5,10	1,013	16,701	100,467	3,187
3,0	1.428,990	6,90	0,559	16,319	103,291	2,030
3,0	1.286,091	5,00	1,646	17,234	96,737	2,522
4,0	1.345,086	4,60	1,050	16,733	100,240	2,867
4,0	1.457,570	5,50	0,327	16,124	104,782	2,598
4,0	2.486,443	1,10	1,736	17,310	96,223	22,161
5,0	2.062,465	4,70	-0,124	15,745	107,793	4,302
5,0	2.092,356	4,10	0,015	15,862	106,850	5,003
5,0	2.152,138	3,30	0,410	16,194	104,244	6,394
6,0	1.285,304	4,60	0,133	15,961	106,061	2,739
6,0	1.793,448	6,20	-0,572	15,368	110,931	2,836
6,0	1.771,948	4,60	0,963	16,659	100,771	3,777
7,0	1.673,885	5,40	2,047	17,571	94,495	3,039
7,0	1.600,469	5,70	3,040	18,407	89,290	2,753
7,0	1.942,902	6,60	1,365	16,998	98,363	2,886

Sumber: Hasil Pengolahan Data Primer (2018)

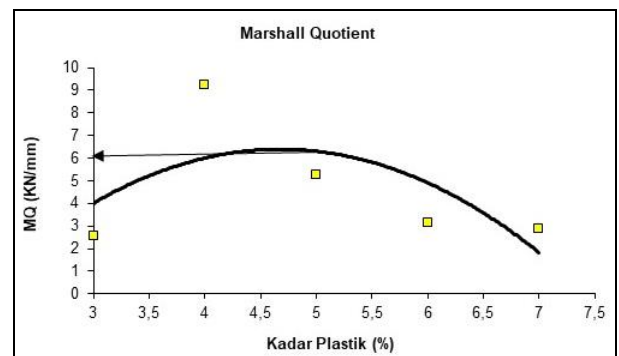
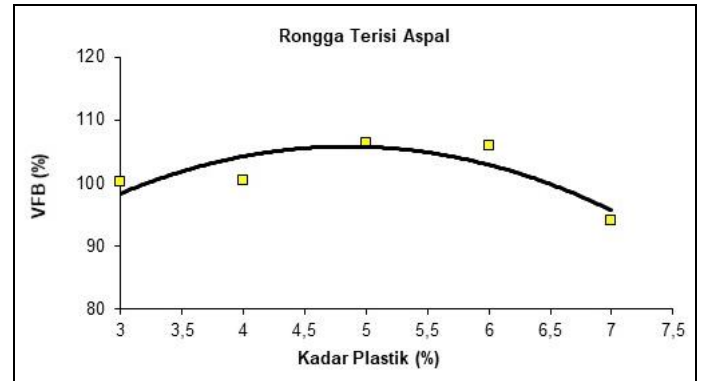
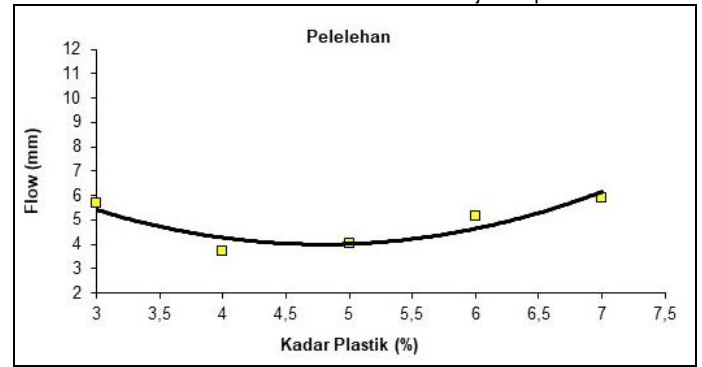
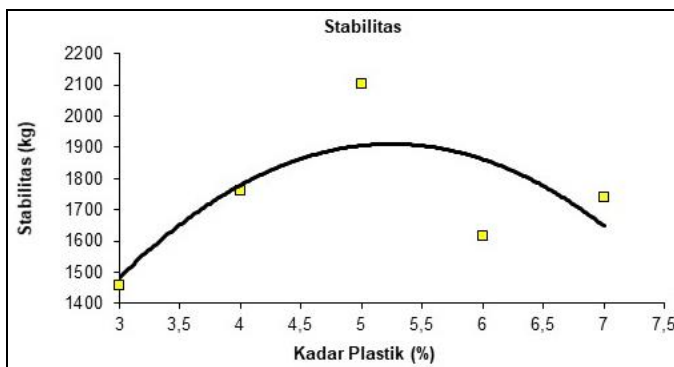
B. Pembahasan Hasil Pengujian Aspal

1) *Pembahasan Data Pengujian Agregat*: (1) Hasil pengujian agregat kasar Pelaihari diperoleh nilai keausan sebesar 24,79% yang berarti memenuhi persyaratan yang ada pada spesifikasi yaitu < 40%. Hal ini menunjukkan bahwa agregat kasar berupa batu pecah Pelaihari dapat digunakan untuk campuran aspal HRS-WC. (2) Hasil pengujian agregat halus pasir Barito menunjukkan nilai penyerapan didapatkan sebesar 0,523% dan 0,543% yang berarti telah memenuhi persyaratan yang ada pada spesifikasi yaitu < 3%. (3) *Filler* yang digunakan adalah abu batu Awang Bangkal yang lolos saringan No. 200 tidak menggumpal dan bersifat non plastis. Dari pengujian *filler* abu batu menunjukkan tingkat penyerapan sebesar 1,854% dan 1,874% yang berarti telah memenuhi persyaratan yang ada pada spesifikasi yaitu < 3%.

2) *Pembahasan Data Pengujian Aspal*: Dari pengujian aspal didapatkan nilai penetrasi sebesar 67,6 dan 68,2 mm yang berarti telah memenuhi spesifikasi sebesar 60-79. Nilai berat jenis aspal sebesar 1,01 gr/ cc juga telah memenuhi spesifikasi yang disyaratkan yaitu lebih besar dari 1,00 gr/cm³. Untuk titik lembek terjadi pada suhu 48⁰C dan 48,5⁰C telah memenuhi spesifikasi yaitu 48⁰C - 58⁰C, sehingga aspal dengan penetrasi 60/70 dapat digunakan dalam campuran beraspal.

3) *Pembahasan Test Marshall Campuran Aspal HRS-WC tanpa Plastik LDPE:* (1) Variasi kadar aspal yang diuji yaitu mulai kadar aspal 5% sampai 7%, diperoleh kadar aspal optimum sebesar 6,50% seperti yang ditunjukkan pada Gambar II. (2) Stabilitas yang diperoleh dari hasil pengujian digambarkan seperti pada Gambar II dengan kondisi kadar aspal optimum 6,50%, yaitu sebesar 1.490 kg, nilai ini memenuhi terhadap batas minimum spesifikasi yang telah ditentukan yaitu minimum 800 kg. (3) Dari Gambar II menunjukkan bahwa makin besar kadar aspal maka nilai kelelehan akan makin besar pula. Pada kondisi kadar aspal optimum 6,50% untuk campuran aspal HRS-WC pelelehan didapat sebesar 4,20 mm, nilai ini memenuhi terhadap batas minimum spesifikasi yang telah disyaratkan yaitu minimum 3,00 mm. (4) Rongga terisi aspal dari Gambar II pada kondisi kadar aspal optimum 6,50% didapatkan nilai VFB sebesar 110%, nilai ini memenuhi terhadap batas minimum spesifikasi yang telah disyaratkan yaitu minimum 68%. (5) Dari Gambar II diperoleh data: pada kondisi kadar aspal optimum 6,50% untuk campuran aspal HRS-WC didapatkan nilai MQ sebesar 380 kg/mm memenuhi terhadap batas minimum spesifikasi yang telah disyaratkan yaitu min. 250 kg/ mm.

4) *Pembahasan Test Marshall Campuran Aspal HRS-WC dengan Plastik LDPE:* Dari hasil pengujian campuran aspal dengan plastik LDPE dengan kadar plastik yang dipakai sebesar 3%-7% dengan jumlah 3 (tiga) buah benda uji untuk setiap kenaikan kadar plastik 1% didapatkan hasil pengujian pada rangkaian Gambar III berikut.



Gambar 3. Hasil Marshall Campuran Aspal HRS-WC dengan Plastik LDPE

Dari Gambar III, didapatkan hasil sebagai berikut: (1) Nilai stabilitas akan semakin meningkat dan mencapai nilai maksimum saat kadar plastik 5,0% dengan nilai stabilitas sebesar 1.900 kg dan semakin menurun pada pemakaian kadar plastik 7,0% dengan nilai stabilitas sebesar 1.700 kg, keduanya masih memenuhi batas minimum spesifikasi yang disyaratkan yaitu 800 kg. (2) Pelelehan (*flow*), pada pemakaian kadar plastik 5,0% pelelehan didapat sebesar 4,20 mm memenuhi terhadap batas minimum spesifikasi yang telah ditentukan yaitu minimum 3,00 mm. (3) Rongga Terisi Aspal (VFB), dari Gambar III pada pemakaian kadar plastik 5,0% didapatkan nilai VFB

sebesar 105%. (4) *Marshall Quotient*, dari Gambar II pada pemakaian kadar plastik 5,0% didapatkan nilai MQ sebesar 610 kg/ mm memenuhi terhadap batas minimum spesifikasi yang telah ditentukan yaitu minimal 250 kg/ mm.

Dari rangkaian Gambar II dan Gambar III, diperoleh data untuk campuran aspal HRS sebagaimana dapat dilihat pada Tabel XV berikut.

TABEL XV
Hasil Marshall Campuran Aspal HRS-WC tanpa Plastik LDPE dan dengan Plastik LDPE

Hasil Marshall	Campuran Aspal HRS-WC tanpa Plastik LDPE	Campuran Aspal HRS-WC dengan Plastik LDPE	Spesifikasi	Keterangan
Stabilitas	1.490 kg	1.900 kg	Min. 800 kg	Memenuhi Spesifikasi
Pelelehan	4,20 mm	4,20 mm	Min. 3 mm	Memenuhi Spesifikasi
Rongga Terisi Aspal	110%	105%	Min. 68%	Memenuhi Spesifikasi
Marshall Quotient (MQ)	380 kg/mm	610 kg/mm	Min. 250 kg/mm	Memenuhi Spesifikasi

Sumber: Hasil Pengolahan Data Primer (2018)

IV KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan: (1) Penambahan plastik LDPE sebesar 5,0% meningkatkan nilai stabilitas dari 1.490 kg menjadi 1.900 kg dan meningkatkan nilai *Marshall Quotient* dari 380 kg/mm menjadi 610 kg/ mm pada kondisi kadar aspal optimum. (2) Pada campuran aspal HRS-WC tanpa Plastik LDPE didapatkan nilai stabilitas sebesar 1.490 kg, nilai pelelehan (*flow*) 4,20 mm, nilai rongga terisi aspal (VMA) 110% dan nilai *Marshall Quotient* 380 kg/ mm. Sedangkan pada campuran aspal HRS-WC dengan plastik LDPE diperoleh nilai stabilitas sebesar 1.900 kg, nilai pelelehan (*flow*) 4,20 mm, nilai rongga terisi aspal (VMA) 105% dan nilai *Marshall Quotient* 610 kg /mm. (3) Berdasarkan pengujian campuran aspal HRS-WC, diperoleh nilai kadar aspal optimum (KAO) sebesar 6,50% dan kadar plastik sebesar 5,0%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada seluruh teknisi dan PLP Laboratorium Struktur dan Bahan Poliban yang telah berkontribusi besar dalam pengambilan data yang menunjang artikel ini.

REFERENSI

- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 1983. *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Perkerasan*. Jakarta.
- Diansari, Sepriskha. 2016. *Aspal Modifikasi dengan Penambahan Plastik Low Linear Density Polyethylene (LLDPE) Ditinjau dari Karakteristik Marshall dan Uji Penetrasi pada Lapisan Aspal Beton (AC-BC)*. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Lampung. Lampung.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2003. *Spesifikasi Divisi 6.3 Campuran Beraspal Panas*. Jakarta.
- Hendarsin, Shirley. L. 2000. *Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Politeknik Negeri Bandung Jurusan Teknik Sipil. Bandung.
- Hifni, M. 1991. *Metode Statistika*. Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Malang
- Radam, Iphan. 2008. *Bahan Ajar: Rekayasa Lalu Lintas*. Universitas Lambung Mangkurat Press. Banjarmasin.
- Rahmawati, Anita dan Rama Rizana. 2015. *Pengaruh Penggunaan Limbah Plastik Polipropilena Sebagai Pengganti Agregat pada Campuran Laston terhadap Karakteristik Marshall*. Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 Universitas Sebelas Maret 24-26 Oktober 2013.
(http://www.researchgate.net/publication/272743303_Pengaruh_Penggunaan_Limbah_Plastik_Polipropilena_Sebagai_Pengganti_Agregat_pada_Campuran_Laston_Terdapat_Karakteristik_Marshall, diakses tanggal 6 Juli 2018)
- Suhardi.dkk. 2016. *Studi Karakteristik Marshall pada Campuran Aspal dengan Penambahan Limbah Botol Plastik*. JRSDD Edisi Juni 2016 Volume 4 No 2.
(<https://media.neliti.com>, diakses tanggal 04 Juli 2018).
- Sukirman, S. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova, Bandung.
- Wantoro, Widi, Dyah Kusumaningrum, Bagus Hario Setiadi, and Wahyudi Kushardjoko. 2013. "Pengaruh Penambahan Plastik Bekas Tipe Low Density Polyethylen (LDPE)

Terhadap Kinerja Campuran Beraspal.” *Jurnal
Karya Teknik Sipil* 2 (4): 366–81.