

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan lentur (*Flexible pavement*)

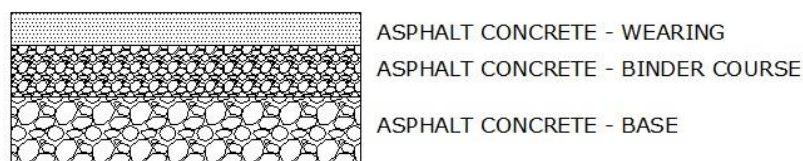
Perkerasan lentur merupakan jenis perkerasan jalan yang terbuat dari bahan butiran (kasar dan halus), bahan pengisi (*filler*), dan bahan pengikat berupa aspal dengan cara dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas (PUPR, 2014). Pada umumnya perkerasan lentur digunakan sebagai lapis permukaan dan bahan berbutir sebagai lapisan di bawahnya. Sehingga lapisan jalan tersebut bersifat fleksibel dan dapat memberikan kenyamanan bagi kendaraan yang melewatinya.

2.2 Laston / AC (*Asphalt Concrete*)

Dalam konstruksi jalan, laston merupakan lapisan yang sering dipakai sebagai perkerasan lentur pada konstruksi jalan. Lapisan ini terdiri dari kombinasi agregat, *filler* dan aspal sebagai bahan pengikatnya, yang dicampur dan dipadatkan pada suhu panas. Laston terdiri dari beberapa lapisan antara lain: Lapis aus AC-WC (*wearing course*), lapis antara AC-BC (*binder course*), dan lapis pondasi AC-Base.

2.2.1 Pengertian AC-WC

Lapisan AC-WC merupakan lapisan paling atas dari laston yang merupakan lapis keausan karena berhubungan langsung dengan roda kendaraan. Lapis ini dirancang untuk tahan terhadap gesekan roda dan cuaca agar dapat melindungi lapisan yang ada dibawahnya sekaligus menyalurkan beban pada lapisan dibawahnya. Lapis AC-WC memiliki ketebalan minimum 4 cm dengan ukuran agregat maksimum 19 mm.



Gambar 2.1 Lapisan Aspal Beton (AC)
Sumber : www.google.com (2023)

2.2.2 Ketentuan Karakteristik Laston

Sifat-sifat dari laston AC-WC menurut Spesifikasi Umum 2018 Bina Marga tahun 2018 (Revisi-2) sebagai berikut:

Tabel 2.1 Ketentuan Campuran pada Laston

Sifat-sifat Campuran		Laston		
		Lapis Aus (AC-WC)	Lapis Antara (AC-BC)	Lapis Fondasi (AC-Base)
Jumlah tumbukan per bidang		75		112
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min.	0,6		
	Maks.	1,6		
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.	800		1800
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 marshall (<i>refusall</i>)	Min.	2		

Sumber : (Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Revisi 2))

2.2.3 Ketentuan Agregat Kombinasi Laston

Berikut ini ketentuan ukuran nominal agregat untuk laston menurut Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Revisi-2)

Tabel 2.2 Ketentuan Persentase Berat Lolos Agregat

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat LASTON (<i>Asphalt Concrete</i>)		
		WC	BC	Base
ASTM	mm			
1 1/2"	37,5			100
1"	25		100	90 - 100
3/4"	19	100	90 - 100	76 - 90
1/2"	12,5	90 - 100	75 - 90	60 - 78
3/8"	9,5	77 - 90	66 - 82	52 - 71
No. 4	4,75	53 - 69	46 - 64	35 - 54
No. 8	2,36	33 - 53	30 - 49	23 - 41
No. 16	1,18	21 - 40	18 - 38	13 - 30
No. 30	0,600	14 - 30	12 - 28	10 - 22
No. 50	0,300	9 - 22	7 - 20	6 - 15
No. 100	0,150	6 - 15	5 - 13	4 - 10
No. 200	0,075	4 - 9	4 - 8	3 - 7

Sumber : (Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Revisi 2))

2.3 Material AC-WC

2.3.1 Agregat kasar

Agregat merupakan penyusun utama dari laston, daya dukung dan ketebalan laston tergantung dari agregat yang digunakan. Sifat fisik agregat menentukan kekuatan ikatan yang saling mengunci antar agregat lainnya (*interlocking*). Berdasarkan ketentuan dalam campuran AC-WC, agregat yang digunakan berukuran antara 19 mm (3/4") sampai tertahan 4,75 mm (No.4). Dalam keadaan bersih, keras, bebas dari bahan yang mengganggu (tanah, lempung, dan bahan lain).

Tabel 2.3 Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian		Metode	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	Natrium sulfat	SNI 3407-2008	Maks.12%
	Magnesium sulfat		Maks.18%
Abrasi dengan mesin Los Angles	Campuran AC Modifikasi dan SMA	100 putaran	Maks. 6%
		500 putaran	Maks.30%
	Semua jenis campuran beraspal bergradasi lainnya	100 putaran	Maks. 8%
		500 putaran	Maks.40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 2439-2011	Min.95%
Butir Pecah pada Agregat Kasar	SMA	SNI 7619-2012	100/90
	Lainnya		95/90
Partikel Pipih dan Lonjong	SMA	SNI 8287-2016 Perbandinga 1 : 5	Maks.5%
	Lainnya		Mak.10%
Material lolos Ayakan No.200		SNI ASTM C117-2012	Maks.1%

Sumber : (Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Revisi 2))

2.3.2 Agregat halus

Agregat halus yaitu material berbutir yang lolos saringan no. 8 (2,38 mm) dan tertahan saringan no. 200 (0,075 mm) yang mempunyai susunan ukuran menerus dari kasar sampai halus, dengan ukuran lebih dominan berukuran yang halus.

Tabel 2.4 Spesifikasi Agregat Halus

Pengujian	Metode Pengujian	Nilai
Nilai Setara Pasir (<i>Sand Equivalent</i>)	SNI 03-4428-1997	Min.50%
Uji Kadar Rongga Tanpa Pemadatan	SNI 03-6877-2002	Min.45%
Gumpalan Lempung dan Butir-butir Mudah Pecahdalam Agregat	SNI 03-4141-1996	Maks.1%
Agregat Lolos Ayakan No. 200	SNI ASTM C117:2012	Maks.10%

Sumber : (Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Revisi 2))

2.3.3 Bahan pengisi *Filler*

Filler merupakan material berukuran 75 μ m (saringan no. 200) yang digunakan sebagai bahan pengisi pada rongga dalam campuran agregat dan aspal. Selain itu *filler* juga dapat meningkatkan kekentalan aspal (*viskositas*) pada campuran beraspal yang membuat campuran menjadi lebih padat. *Filler* yang digunakan dapat berupa *fly ash*, abu batu, semen, debu kapur magnesium atau dolomit dengan syarat kondisi kering dan bersih dari gumpalan atau zat lain yang mengganggu saat pengujian. Berikut ketentuan *filler* menurut spesifikasi umum bina marga 2018:

- a) *Filler* yang digunakan adalah debu batu kapur, debu kapur magnesium, semen sesuai pada AASHTO M303-89 (2014).
- b) *Filler* yang ditambahkan sebagai bahan pengisi pada laston hanya dibolehkan (1-3)%, untuk bahan semen (1-2)% dari berat total.
- c) *Filler* harus dilakukan penyaringan dengan No.200 (0,075 mm) dengan persentase lolos minimal 75% dari beratnya.

2.3.4 Bahan aspal

Aspal adalah material bitumen yang diperoleh dari hasil destilasi minyak bumi dengan warna hitam atau coklat tua. Aspal memiliki sifat *viscoelastic* yang akan mencair pada suhu tinggi. Pada perkerasan lentur aspal digunakan sebagai bahan pengikat agregat. Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal pertamina tipe pen.60/70 yang berasal dari Lab. Transportasi, Universitas Diponegoro.

Tabel 2.5 Spesifikasi Bahan Aspal Pen. 60/70

No.	Pengujian	Standar	Nilai	Satuan
1.	Berat Jenis	SNI 2441-2011	Min. 1,0	Kg/m ³
2.	Penetrasi pada 25°C	SNI 2456-2011	60-70	0,1 mm
3.	Daktilitas pada 25°C	SNI 2432-2011	Min. 100	cm
4.	Titik Nyala	SNI 2433-2011	Min. 232	°C
5.	Titik Lembek	SNI 2434-2011	Min. 48	°C
6.	Kelarutan dalam <i>Trichloroethylene</i>	AASTHO T44-14	Min.99	%

No.	Pengujian	Standar	Nilai	Satuan
7.	Viskositas Dinamis (osilasi 10 rad/detik \geq 1,0 kPa)	SNI 06-6442-2000	-	$^{\circ}$ C
8.	Viskositas Kinematis	ASTM D-2170-10	Min. 300	cSt
9.	Kadar Parafin	SNI 03-3639-2002	Maks. 2	%
10.	Stabilitas Penyimpanan : Perbedaan Titik Lembek	ASTM D5976-00 & SNI 2434-2011	-	$^{\circ}$ C
Pengujian Residu hasil TFOT atau RTFOT				
11.	Berat yang Hilang	SNI 06-2441-1991	Maks.0,8	%
12.	Penetrasi semula 25 $^{\circ}$ C	SNI 2456-2011	Min. 54	0,1 mm
13.	Daktilitas pada 25 $^{\circ}$ C	SNI 2432-2011	Min. 50	cm
14.	Viskositas dinamis (osilasi 10 rad/detik \geq 2,2 kPa)	SNI 06-6442-2000	-	$^{\circ}$ C
Pengujian Residu aspal setelah PAV pada suhu 100$^{\circ}$C dan tekanan 2,1 Mpa				
15.	Viskositas Dinamis (osilasi 10 rad/detik \leq 5000 kPa)	SNI 06-6442-2000	-	$^{\circ}$ C

Sumber : (Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (Revisi 2))

2.4 Uji Daktilitas

Pengujian daktilitas aspal adalah pengujian untuk mengetahui elastisitas aspal keras pada suhu 25 $^{\circ}$ C dengan mengukur jarak terpanjang yang dapat dilalui oleh aspal keras sampai putus. Pengujian dilakukan dengan cara menarik aspal yang dikaitkan diantara 2 cetakan dengan kecepatan 5 cm/menit.

2.5 Uji Marshall

Pengujian *marshall* adalah pengujian untuk mengetahui kemampuan dan sifat karakteristik lapisan aspal beton (SNI 06-2489-1991). Dari pengujian *marshall* di hasilkan parameter mengenai hubungan antara kadar aspal dengan nilai karakteristik *marshall*, seperti: persentase rongga dalam mineral (VMA), rongga terisi aspal (VFA), persentase rongga dalam campuran (VIM), kelelehan (*flow*), stabilitas, dan perbandingan nilai *marshall* (MQ). Pada penelitian ini alat yang digunakan adalah alat *marshall* yang dilengkapi *dial strip* untuk mengukur nilai stabilitas dengan kalibrasi alat sebesar 9,681 (kg) dan *dial flow* yang digunakan untuk mengukur kelelehan dalam satuan 0,1 mm. Metode dalam pengujian *marshall* ini sesuai acuan SNI 2489-2018.

1. Kepadatan / *Density*

Kepadatan adalah komposisi dari isi volume perkerasan beraspal yang dipengaruhi oleh komposisi agregat, rongga, temperatur, jumlah tumbukan. Kepadatan akan berpengaruh terhadap ketebalan campuran beraspal. Kepadatan yang rendah akan menyebabkan perkerasan aspal lebih rentan terjadi rusak dini (Suroso, 2008). Kepadatan maksimal dari campuran beraspal adalah 2,5 T/m³.

2. Rongga dalam Campuran / VIM (*Void In Mix*)

VIM merupakan total volume udara yang berada pada campuran agregat-aspal. Volume udara yang tinggi pada campuran aspal akan lebih cepat mengalami kelelahan, maka dari itu sesuai dengan ketentuan jumlah rongga udara dalam campuran harus dibatasi antara (3-5) % dari volume campuran. Untuk mendapatkan presentase VIM dengan rumus berikut ini:

$$\text{VIM} = \frac{\text{Gmm} - \text{Gmb}}{\text{Gmm}} \times 100$$

VIM : Rongga dalam campuran (%)

Gmb : Berat jenis bulk campuran (gr/cm³)

Gmm : Berat jenis maksimum campuran (gr/cm³)

3. Rongga dalam Mineral / VMA (*Void In Mineral Aggregate*)

VMA merupakan volume rongga dalam total partikel campuran aspal yang dipadatkan untuk menentukan kesenjangan agregat. Nilai VMA harus memenuhi syarat yaitu minimal 15%. Untuk mengetahui tingkat rongga pada mineral, cara menentukan presentase (%) VMA dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{VMA} = 100 - \frac{\text{Gmb} (100 - A)}{\text{Gsb}}$$

VMA : Rongga dalam agregat (%)

Gsb : Berat jenis curah (bulk) agregat (gr/cm³)

Gmb : Berat jenis curah bulk campuran (gr/cm³)

A : Kadar aspal (%)

4. Ronggan Terisi Aspal / VFA (*Void in Filled with Asphalt*)

VFA merupakan prosentase volume rongga diantara agregat yang diisi oleh aspal setelah agregat dipadatkan. Nilai VFA untuk campuran laston AC-WC menurut spesifikasi minimal adalah 65%. Untuk memperoleh persentase (%) VFA dengan menggunakan rumus berikut :

$$\text{VFA} = \frac{100 (\text{VMA} - \text{VIM})}{\text{VMA}}$$

VFA : Rongga yang terisi oleh aspal (%)

VMA : Rongga diantara mineral agregat (%)

VIM : Rongga udara dalam campuran (%)

5. Stabilitas

Stabilitas merupakan kemampuan lapisan aspal beton dalam menahan beban maksimum hingga terjadinya deformasi/kelelahan plastis dengan dinyatakan dalam kilogram (Kg) menurut SNI 2489-2018. Nilai stabilitas diperoleh pada pembacaan *strip dial* saat melakukan uji *marshall*. Nilai stabilitas yang tinggi menyebabkan laston bersifat lebih keras dan kaku.

6. Pelelehan (*Flow*)

Pelelehan adalah angka perubahan bentuk (*deformasi*) pada campuran agregat-aspal saat menahan beban yang ditunjukkan dial *flow* dalam satuan milimeter. Nilai *flow* yang tinggi menyebabkan campuran aspal lebih plastis, sebaliknya nilai *flow* rendah membuat campuran lebih kaku dan mudah retak. Nilai *flow* yang disyaratkan antara (2 – 4) mm.

7. Hasil Bagi *Marshall* (*Marshall Quotient*)

Hasil bagi *marshall* (MQ) merupakan nilai yang menyatakan kekakuan lapisan aspal beton dengan membandingkan nilai stabilitas terhadap nilai kelelahan (*flow*). Nilai MQ yang disyaratkan minimum 250 kg/mm, tetapi harus dibatasi karena berpengaruh terhadap fleksibilitas dan durabilitas aspal (Nugroho, 2019). Nilai MQ dapat dicari menggunakan rumus :

2.6 Material Inovasi

2.6.1 Limbah ampas kopi

Penggunaan limbah ampas kopi dapat dengan mudah ditemukan diberbagai tempat seperti kedai kopi, resto, warkop dll. Ampas kopi mengandung 2,28% nitrogen, 0,06% fosfor, dan 0,6% kalium serta memiliki sifat pozzolan (H, Winarti, & Warsiyah, 2018). Kandungan nitrogen pada aspal sangat penting karena mampu menjadi bahan anti pengupasan yang dapat meningkatkan kerekatan aspal secara keseluruhan pada agregat (Hermadi, 2016). Sedangkan pozzolan pada ampas kopi dapat menjadi substitusi semen pada campuran aspal, karena mengandung sifat yang sama (silika) pada semen (Panjaitan, Ramadhani, & Sitanggang, 2021).

2.6.2 Lateks

Lateks pada campuran aspal dapat menurunkan kepekaan suhu terhadap aspal dan dapat meningkatkan ketahanan antar material aspal (Riky, 2014). Sifat lateks, yang fungsinya sebagai perekat, mempunyai daya elastisitas yang sangat baik, tidak mudah panas, tidak mudah pecah, kedap air, bersifat plastik, dan mudah untuk diproses. Karena sifat-sifat ini, lateks dapat mencegah terjadinya deformasi permanen pada jalan. Penambahan lateks pada kombinasi aspal juga mempengaruhi nilai kelenturan yang menunjukkan nilai >1000 mm.

2.7 Literature review

Tabel 2.6 Literature Review

No.	Judul Penelitian	Penulis/Tahun	Metode	Tujuan	Hasil
1.	Pengaruh Penggunaan Abu Ampas Kopi Sebagai Campuran Pada Perkerasaan Laston AC-BC (<i>Asphalt Concrete-Binder Course</i>)	Abdullah (2022)	Uji eksperimental	Mengetahui kualitas <i>marshall</i> ampas kopi pada aspal Laston (AC-BC).	<ul style="list-style-type: none"> - Nilai karakteristik <i>Marshall</i> (Stabilitas, <i>Flow</i>, <i>Marshall Quotient</i>, VMA, VIM dan VFA) pada kombinasi <i>filler</i> ampas kopi dengan variasi pada kandungan <i>filler</i> 0%, 25%, half, 75%, 100 persen. kualitas aspal Laston (AC-BC) belum sepenuhnya memenuhi pedoman Rincian Umum Bina Marga Tahun 2018 (revisi 1) - Variasi <i>filler</i> 50% merupakan variasi terbaik dari penggunaan campuran <i>filler</i> abu ampas kopi.
2.	Pengaruh Penambahan Limbah Ampas Kopi Sebagai Pengganti Sebagian <i>Filler</i> Pada Campuran Lapis Tipis Aspal (Laston) Dengan Perendaman Berulang	Muh Fadly Noor Pomdy (2023)	Uji eksperimental	Mengetahui bagaimana, setelah direndam berulang kali, ampas kopi mempengaruhi campuran aspal sebagai pengganti sebagian <i>filler</i> .	<ul style="list-style-type: none"> - Sifat-sifat campuran aspal menurun seiring dengan banyaknya bubuk kopi yang digunakan untuk menggantikan sebagian <i>filler</i> dan lamanya waktu perendaman campuran. - Nilai terbaik campuran aspal yaitu pada campuran 20% pada perendaman 3 hari.

No.	Judul Penelitian	Penulis/Tahun	Metode	Tujuan	Hasil
3.	Pemanfaatan Limbah Ampas Kopi Sebagai Substitusi <i>Filler</i> Pada Sifat Campuran Aspal HRS-WC Dengan Variasi Perendaman	Sri Anggriany Djalil (2023)	Uji eksperimental	Untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah ampas kopi sebagai pengganti <i>filler</i> terhadap sifat kombinasi aspal HRS-WC dengan variasi perendaman. Mengetahui berapa banyak ampas kopi yang dibutuhkan untuk campuran tersebut. HRS-WC untuk mendapatkan kekokohan dan durabilitas yang maksimal.	<ul style="list-style-type: none"> - Nilai stabilitas dan <i>flow</i> menurun seiring dengan meningkatnya kadar ampas kopi dan waktu perendaman, namun masih dalam batasan Spesifikasi Umum Bina Marga tahun 2018. - Setelah dilakukan pengujian diperoleh hasil bahwa penggunaan limbah ampas kopi 20% dengan perendaman selama 3 hari menunjukkan kualitas Stabilitas, <i>Flow</i>, Kepadatan, <i>Marshall Quotient</i>, VIM, VMA, dan VFB semuanya berada dalam batasan. Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018
4.	Deformasi Permanen Terhadap Penggunaan Lateks Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Beton Aspal	Asma Massara, Miftahul Jannah, Putri Catryna (2014)	Uji eksperimental	Menganalisis dampak penambahan lateks sebagai bahan tambahan pada aspal terhadap karakteristik aspal. Untuk menentukan tingkat ketahanan deformasi dari penggunaan lateks dalam campuran aspal.	<ul style="list-style-type: none"> - Penambahan lateks pada campuran aspal AC-WC menunjukkan bahwa nilai VMA, Stabilitas, <i>Flow</i>, <i>Density</i> dan MQ secara umum memenuhi spesifikasi. - Berdasarkan hasil <i>wheel tracking</i>, penambahan lateks 2% pada komposisi dapat meningkatkan ketahanan pada suhu 30°C.

No.	Judul penelitian	Penulis/Tahun	Metode	Tujuan	Hasil
5.	Pemanfaatan Getah Karet Pada Aspal 60/70 Terhadap Stabilitas <i>Marshall</i> Pada <i>Asphalt Treatedd Base</i> (ATB)	Andi syaiful amal (2011)	Uji eksperimental	Untuk mendapatkan hubungan antara penambahan lateks terhadap parameter campuran <i>asphalt treated base</i> yang terdiri dari <i>Marshall Stability, Flow, Air Void, Marshall Quotient</i> . Untuk memperoleh tingkat ekspansi lateks yang ideal ke ATB (<i>Asphalt Treated Base</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Pengaruh penambahan lateks ke dalam campuran <i>Asphlate Treated Base</i> (ATB) terhadap stabilitas. - Terjadi peningkatan rongga udara (VIM) ketika kandungan lateks ditambahkan ke dalam campuran <i>Asphalt Treated Base</i> (ATB) dari kadar 0% hingga 6%. - Dari penambahan kadar lateks sebesar 2.5% dan aspal optimum adalah 3.7%, menunjukkan bahwa penggunaan lateks dapat mengurangi jumlah penggunaan aspal dalam kombinasi untuk perkerasan jalan, sehingga menghemat terhadap sumber daya alam. .
6.	Pengaruh Penambahan Lateks Pada Aspal Dengan Kadar 4,5% Pada Campuran Aspal AC-WC	Muhammad fajar (2019)	Uji eksperimental	Penambahan lateks pada penetrasi aspal 60/70 dengan KAO sebesar 4,5% untuk mengetahui nilai karakter <i>marshall</i> terhadap nilai stabilitas, <i>Flow</i> , VIM, VMA, VFA, MQ, dan <i>Density</i> .	<ul style="list-style-type: none"> - Hasil pengujian <i>marshall</i> tersebut menunjukkan nilai VMA dan VIM mengalami penurunan. Untuk nilai <i>Flow</i>, VFA, <i>density</i>, stabilitas, dan MQ yang memenuhi spesifikasi.

2.8 Analisis GAP

Dari *literature review* penambahan limbah ampas kopi terhadap campuran aspal AC-BC didapat dari semua prosentase kadar *filler* hampir semua telah melebihi standar spesifikasi bina marga (Abdullah, 2022). Limbah ampas kopi memiliki kandungan 2,28% nitrogen, fosfor 0,06%, 0,6% kalium dan pozzolan. Nitrogen berperan sebagai zat anti delaminasi yang meningkatkan daya rekat aspal terhadap agregat (Hermadi, 2016). Sedangkan pozzolan pada ampas kopi dapat menjadi substitusi semen pada campuran aspal, karena mengandung sifat yang sama (silika) pada semen (Panjaitan, Ramadhani, & Sitanggang, 2021). Pada pengujian Lataston yang menambahkan limbah ampas kopi menunjukkan bahwa semakin banyak ampas kopi yang digunakan untuk substitusi *filler* dan semakin lama perendaman menjadikan sifat campuran aspal menurun. Nilai terbaik didapatkan pada campuran aspal dan 20% limbah ampas kopi dengan perendaman selama 3 hari (Pondy, 2023).

Penambahan getah karet 2%, 4%, 6% dan 8% kedalam campuran aspal 6% pada penelitian (Massara, Jannah, & Catryna, 2019) mampu meningkatkan nilai Stabilitas, *Flow*, VMA, VFA dan MQ dari pada tanpa campuran karet. Selain itu, melalui pengujian *Wheel Tracking* pada kadar 2% getah karet mampu meningkatkan ketahanan terhadap deformasi pada suhu 30°C dengan hasil yang diperoleh sebesar 0,70 mm, paling kecil dari kadar karet yang lain.

Berdasarkan pada penelitian (Amal, 2011) dengan penambahan variasi kadar lateks 0% - 7% pada aspal. Nilai stabilitas memenuhi spesifikasi pada semua kadar lateks, pada lateks 0% didapat nilai stabilitas sebesar 630.90 kg, kemudian mengalami kenaikan hingga kadar lateks 3,5% dengan nilai stabilitas optimum sebesar 1435.21 kg. Nilai *flow* yang diperoleh adalah 3,14 mm pada lateks 0,0%, kemudian mengalami kenaikan sampai 3,86 mm pada lateks 3,5% dan kembali turun sampai 3,17 mm pada lateks 6,0%.

Penambahan kadar lateks 0,0 % nilai MQ yang diperoleh 1.967 KN/mm sedangkan pada penambahan kadar Lateks 3,5% mendapat nilai MQ sebesar 3.652 KN/mm, sedangkan kadar lateks 6% sebesar 3.065 KN/mm. Pada penelitian ini kadar optimum yang diperoleh yaitu pada kadar lateks 2,5 % dan

kadar aspal 3,7% terhadap berat campuran. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan lateks telah berkontribusi pada penghematan sumberdaya alam karena mengurangi pemakaian aspal dalam campuran (Amal, 2011).

Nilai VFA mengalami kenaikan dan penurunan seiring dengan variasi kadar lateks 0%, 3%, 5%, 7%. Nilai VMA semakin berkurang dalam pengujian dengan nilai yang paling tinggi berada pada variasi 0% sebesar 22,89%. Nilai VIM juga menurun seiring dengan bertambahnya lateks, kadar lateks yang memenuhi yaitu 7% lateks dengan nilai 2,88%. Nilai *flow* dari lateks 0% sampai dengan 7% memenuhi kriteria dan nilai tertinggi terdapat pada kadar lateks 0% dengan nilai sebesar 4,067%.

Beberapa kadar lateks juga ada yang memenuhi spesifikasi. Nilai stabilitas untuk semua kadar lateks memenuhi spesifikasi dengan nilai tertinggi berada pada kadar lateks 3% dengan nilai 1088,42 Kg. Nilai MQ untuk semua kadar lateks juga memenuhi spesifikasi dan nilai MQ tertinggi berada pada kadar lateks 3% dengan nilai 306,682 %. Nilai *density* mengalami kenaikan dengan ditambahkannya kadar lateks dan nilai *density* tidak memiliki spesifikasi tertentu. Menurut hasil penelitian Andi Syaiful Amal (2011) nilai daktilitas yang diperoleh dari penambahan kadar lateks 2,5% didapat nilai daktilitas sebesar 142 cm lebih besar dibanding AC-WC konvensional dan telah memenuhi standar spesifikasi umum bina marga.

Oleh sebab itu, dilaksanakan penelitian untuk mengetahui manfaat yang lebih dari penggabungan antara limbah ampas kopi dan lateks pada penelitian terdahulu yang sudah ada, sehingga diperoleh campuran aspal yang ramah lingkungan, efisien dan memiliki kelebihan dibandingkan campuran aspal tanpa adanya penambahan.