

Pengaruh Karakteristik *Marshall* Terhadap Penambahan Lateks sebagai Campuran Aspal dengan Kadar Aspal 6% pada Perkerasan AC-WC

The Marshall's Characteristic Effect on The Addition of Latex as an Asphalt AC-WC with 6% Asphalt on Pavement

Naufal Ismanda Putra, Anita Rahmawati

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Penggunaan aspal murni dalam pembuatan jalan sangat mempengaruhi ketersediaan aspal yang ada di Indonesia. Aspal modifikasi berperan penting dalam mengurangi penggunaan aspal untuk pembuatan jalan. Ada beberapa material yang dapat digunakan sebagai material pencampur aspal yaitu salah satunya adalah lateks. Bahan ini memberikan banyak keuntungan dalam konstruksi perkerasan jalan, selain untuk bahan pengganti adiktif, lateks juga banyak dijumpai di Indonesia. Penelitian ini untuk mengetahui pengaruh campuran aspal modifikasi dengan metode *Marshall* pada campuran AC-WC. Hasil pengujian didapat kadar aspal optimum sebesar 6% dengan campuran kadar lateks yang diuji adalah 0%, 2%, 4%, dan 6%. Pada pengujian ini aspal di campur dengan lateks kemudian dilakukan pengujian *Marshall*, untuk mendapatkan nilai VMA, VIM, VFA, stabilitas, *flow*, dan MQ. Dari parameter-parameter nilai *Marshall* kadar terbaik didapat pada campuran kadar aspal dengan lateks 2%. Pada campuran aspal dengan lateks didapat nilai VMA sebesar 17,93%, nilai VIM sebesar 4,66%, nilai VFA sebesar 74,77%, nilai stabilitas sebesar 1326,13 kg, nilai *flow* sebesar 3,1 mm, dan nilai MQ sebesar 428,48 kg/mm.

Kata-kata kunci: Aspal Modifikasi, Pengujian *Marshall*, Lateks.

Abstract. The use of pure asphalt in road construction greatly affects the availability of asphalt in Indonesia. Spatial modification plays an important role in reducing the use of asphalt for road construction. There are several materials that can be used as asphalt mixing material, one of which is latex. in road pavement construction, Besides addictive substitutes latex is also found in Indonesia. This study was to determine the effect of modified asphalt mixture with Marshall method on AC-WC mixture. The test results the optimum asphalt content was 6% with a mixture of latex content tested are 0%, 2%, 4%, and 6%. In this test the asphalt is mixed with latex then Marshall testing is done. To get the values of VMA, VIM, VFA, stability, flow, and MQ. From the parameters of the Marshall value the best level is obtained from the mixture of asphalt content with 2% latex. From late mix asphalt if the VMA value is 17.93%, the VIM value is 4.66%, the VFA value is 74.77%, the stability value is 1326.13 kg, the flow value is 3.1 mm, and the MQ value is 428.48 kg / mm

Keywords: Asphalt Modification, Marshall Testing, latex

1. Pendahuluan

Infrastruktur dasar dan utama dalam menggerakkan roda perekonomian nasional dan daerah salah satunya adalah jalan. Ketersediaan jalan adalah suatu hal yang mutlak kepentingannya bagi sarana masuknya suatu investasi ke dalam suatu wilayah tersebut. Infrastruktur jalan begitu vital fungsinya sehingga sesemua orang bisa mendapatkan akses pelayanan baik dalam dunia kesehatan, pendidikan, maupun suatu pekerjaan yang

mudah. Oleh karena hal inilah sangat diperlukan suatu perencanaan jalan yang matang dan terstruktur untuk jalan yang memiliki perkerasan yang memiliki kualitas yang kuat, tahan lama dan memiliki ketahanan terhadap suatu deformasi plastis yang sering terjadi pada jalan.

Seharusnya saat ini di Indonesia yang merupakan daerah beriklim tropis sudah mulai mengembangkan perkerasan aspal porus karena sering terjadi bencana banjir diberbagai wilayah di Indonesia pada saat musim hujan tiba. Selain

itu, penambahan bahan alami contohnya lateks sebagai campuran aspal penegtgrasi 60/70 untuk perkuatan aspal supaya bisa menjadi suatu solusi atau jalan keluar yang bisa di pakai untuk suatu struktur jalan yang baik. Oleh karena harus banyak penelitian yang dilakukan supaya untuk mengevaluasi pengaruh penambahan lateks terhadap kinerja *Marshall* pada aspal penetrasi 60/70.

Lateks sebagai bahan tambahan dapat memberikan banyak keuntungan dalam bidang konstruksi pada suatu perkerasan jalan, dimana lateks tersebut sangat banyak sekali kita temukan didaerah Indonesia. Penggunaan lateks memiliki banyak manfaat diantaranya dapat membuat nilai penetrasi menjadi lebih kecil atau menurunnya nilai penetrasi, juga dapat meningkatkan nilai titik lembek dan juga dapat meningkatkan nilai titik nyala.

Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah berdasarkan uraian latar belakang dalam pengujian ini yaitu menganalisis bagaimana pengaruh penambahan lateks pada aspal penetrasi 60/70? dan bagaimana pengaruh penambahan lateks terhadap nilai *VIM*, *VMA*, Stabilitas, *flow* dan *MQ*?

Lingkup Penelitian

Dengan adanya batasan masalah ditujukan untuk bahasan pada penelitian ini agar terfokus dan terarah pada hal-hal antara lain Studi pada penelitian ini bertujuan pada pengembangan perkerasana jalan di Indonesia berdasarkan hasil penelitian Laboratorium Teknik Sipil UMY, Aspal penetrasi 60/70 dalam penelitian ini berasal dari UD. RETNAJAYA, Yogyakarta, Material agregat yang kita gunakan berasal dari daerah Kecamatan Clereng, Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta, Bahan yang digunakan adalah material lateks yang berasal dari Toko Liman cabang C Simanjuntak, serta penggunaan aspal penetrasi 60/70 dengan kadar aspal 6 % yang akan dicampur pada agregat agar meningkatkan stabilitas aspal tersebut dan Penelitian laboratorium ini untuk mengetahui karakteristik dari modifikasi campuran agregat

berdasarkan nilai modulus *Marshall*, pengaruh nilai *flow* dan mengetahui nilai *VIM*, *VMA*, dan *VFA* di laboratorium Bahan Perkerasan Jalan Teknik Sipil UMY.

Tujuan Penelitian

Dari latar belakang dan rumusan permasalahan sebelumnya, adapun tujuan yang akan dicapai dalam tugas akhir ini yaitu untuk menganalisis pengaruh nilai penetrasi, daktalitas dengan penambahan lateks pada aspal penetrasi 60/70? dan untuk menganalisis nilai *VIM*, *VMA*, *VFA*, Stabilitas, *flow* dan *MQ* dari penambahan lateks pada aspal penetrasi 60/70?.

Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai pedoman bagi peneliti lainnya dalam perencanaan penambahan lateks terhadap aspal dan sebagai motivasi dan dorongan untuk peneliti lainnya terhadap pemanfaatan lateks.

2. Pembahasan

Pemanfaatan getah karet pada aspal

Menurut Ferdilla dkk. (2018) lateks adalah getah kental yang didapat dari kebun bidang sadap pohon karet. Getah ini belum mengalami penggumpalan dengan bahan tambah seperti serum lateks atau tanpa bahan pemantap (zat antikoagulan). Lateks merupakan getah yang dihasilkan dari pohon karet, biasanya digunakan dalam produksi pembuatan karet gelang, sarung tangan medis, ban, produksi bola, kondom dan banyak lagi barang yang bahan dasarnya dari getah karet. Lateks memiliki kegunaan antara lain sebagai bahan utama dalam produksi pembuatan barang yang memerlukan tingkat durabilitas dan elastisitas yang tinggi (Wijaya, 2016). Selain itu, lateks juga bisa dikatakan memiliki mutu yang baik apabila memiliki kriteria, sebagai berikut:

- a. Tidak ditemukan kotoran dan tidak mengandung serpihan kayu, daun dan debu.
- b. Kadar karet kering berkisar antara 20% - 29%;
- c. Tidak tercampur dengan zat cat cair.

d. Pada umumnya bau karet sangat tidak sedap.

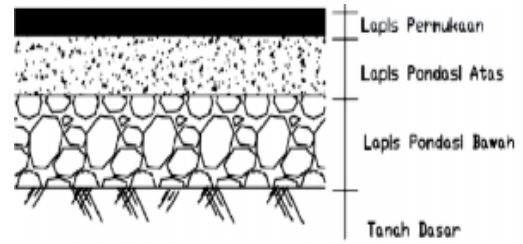
Prastanto dkk. (2018) menjelaskan bahwa untuk penambahan karet alam atau lateks pada aspal penetrasi 60/70 dalam pembuatan campuran aspal karet bertujuan untuk meningkatkan sifat fisik dari aspal yang dapat berpengaruh pada peningkatan nilai titik lembek, menurunnya nilai penetrasi aspal dan kenaikan keelastisan aspal setelah pencampuran aspal dengan lateks.

Menurut Rosyad dkk. (2018) menjelaskan bahwa dalam penambahan lateks atau getah karet alam pada campuran aspal beton atau AC-WC menjadi suatu jalan keluar yang bisa digunakan dalam perencanaan jalan raya dan untuk mengurangi pencemaran limbah karet yang dihasilkan dari pabrik karet yang ada di Indonesia. Nilai *Marshall Quotien* dan *Stabilitas Marshall* dari hasil yang didapat penambahan campuran lateks yang dapat mempengaruhi nilai flexibilitas dan durabilitas jika dibandingkan dengan campuran aspal pada umumnya karena terjadi penurunan, penurunan nilai tersebut diakibatkan oleh berkurangnya pori-pori didalam benda uji setelah dicampur dengan lateks.

Menurut Prayuda dkk. (2014) menjelaskan bahwa dalam usaha untuk meningkatkan suatu kekuatan struktur pada perkerasan jalan selain perlu adanya penggunaan campuran beraspal panas dengan pemilihan jenis material yang baik dapat pula dengan cara memodifikasi aspal dengan menggunakan bahan tambahan sehingga diharapkan dapat meningkatkan kinerja campuran aspal dan stabilitasnya.

Perkerasan Lentur (flexible pavement)

Menurut Kurniawan dan Nurita (2017) menyatakan bahwa konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan bahan aspal sebagai bahan pengikatnya. Perkerasan lentur memiliki karakteristik lapisan - lapisan perkerasan bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Komponen perkerasan lentur (*flexible pavement*) terdiri dari : tanah dasar (*sub grade*), lapis pondasi bawah (*sub base course*), lapis pondasi (*base course*) dan lapis permukaan (*surface*).



Gambar 1 Konstruksi Perkerasan lentur (Sukirman, 1999)

Menurut Dinata dkk. (2017) menyatakan bahwa lapis perkerasan jalan yang baik, nyaman, dan tahan lama untuk melayani lalu lintas kendaraan di atasnya harus memenuhi karakteristik tertentu yang tidak lepas dari sifat bahan penyusun dari perilaku aspal pada campuran lapis perkerasan. Fungsi utama dari struktur lapisan perkerasan adalah mendistribusikan tegangan akibat beban roda kearah yang lebih luas pada tanah dasar dibawahnya (Pradani dkk., 2016). Oleh karena itu penelitian yang akan dilakukan ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan lateks terhadap kinerja *Marshall* pada aspal khususnya pada aspal penerasi 60/70 serta mengetahui pengaruhnya terhadap nilai VIM, VMA, VFA, stabilitas, *flow* dan MQ.

Aspal sebagai bahan pengikat

Menurut Sistra dkk. (2016) menyatakan bahwa aspal didefinisikan sebagai material perekat dan pengikat yang berwarna hitam atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen. Aspal digunakan untuk bahan pengikat agregat, Aspal adalah material yang pada tempertatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Jadi, aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, dan kembali membeku jika temperatur turun. Aspal material utama dalam perkerasan lentur yang biasa didapatkan langsung dari alam itu sendiri maupun dari pengolahan lanjutan dari minyak bumi apabila aspal berada pada kondisi suhu tinggi maka akan menjadi cair/lunak dan apabila pada suhu ruang antara 25°-30°C akan menjadi padat maupun semi padat karenanya aspal mempunyai sifat *thermoplastic*.

Menurut Edison (2014), Kerusakan perkerasan jalan pada umumnya adalah penuaan dini (*cracking*) dan deformasi permanen (*bleeding*). Adapun spesifikasi aspal keras menurut SNI dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 1 Spesifikasi Aspal Penetrasi 60/70

No	Jenis Pengujian	Satuan	Spesifikasi Pengujian		Standar
			min	maks	
1	Penetrasi (25°, 5 dt, 100 gr)	0,1 mm	60	70	SNI 06-2456-1991
2	Titik lembek	°C	≥48	-	SNI 2343:1991
3	Berat jenis	gr/cm ³	≥1	-	SNI 06-2441-1991
4	Daktalitas	cm	100	-	SNI 06-2432-2011
5	Kehilangan berat minyak	%	-	≤0,8	SNI 06-2440-1991

3. Pengujian

Pengujian Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya berupa hasil alam atau buatan (Departemen Pekerjaan Umum – Direktorat Jendral Bina Marga, 2010). Ketahanan agregat pada proses penghacuran diperiksa dengan menggunakan alat *Los Angeles (Abrasion Los Angeles Test)*. Pengujian ini dilakukan agar mengetahui ketahanan keausan krikil atau batu pecah yang mempengaruhi kekerasan dan kekuatan.

Agregat yang sudah disiapkan yang sebelumnya telah di uji gradasi dan berat yang telah ditentukan untuk pengujian, kemudian bola – bola baja kedalam mesin yang bernama mesin *Los Angeles*, lalu diputar dengan kecepatan 30-33 rpm selama 500 kali putaran sesuai dengan persyaratan SNI 2417 : 2008. Hasil akhir dinyatakan dalam satuan persen yang merupakan hasil dari perbandingan antara berat benda uji semula dikurangi berat benda uji tertahan saringan No. 12 dengan berat benda uji semula (Sukirman, 1999). Adapun spesifikasi halus dan kasar yang harus sesuai dengan peraturan Bina marga (2010) di tunjukan pada tabel 2 berikut ini:

Tabel 2 Spesifikasi Agregat Halus (Bina Marga, 2010)

Pengujian	Standar	Nilai
Agregat ayakan no. 200	SNI C117:2012	ASTM Min 10%
Kadar lempung	SNI 1996	03-4141- Maks 1%
Nilai setara pasir	SNI 1997	03-4428- Maks 6%
Angularitas dengan uji kadar rongga	SNI 2002	03-6877- Min 45%

Tabel 3 Spesifikasi Agregat Kasar (Bina Marga, 2010)

Pengujian	Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	natrium sulfat SNI 3407 : 2008	<i>max</i> 12%
	magnesium sulfat	<i>max</i> 18%
	100 Campuran AC Modifikasi	<i>max</i> 6%
Abrasi dengan mesin Los Angles	500 putaran SNI 2417 : 2008	<i>max</i> 30%
	Semua jenis campuran aspal bergradasi lainnya	<i>max</i> 8%
	500 putaran	<i>max</i> 40%
kelekatan aspal	agregat terhadap SNI 2439 : 2011	<i>min</i> 95%
butir pecah Kasar	pada Agregat SNI 7619 : 2012	95/90

Pengujian Marshall

umumnya dilakukan untuk mengetahui kekuatan suatu campuran beraspal panas yang digunakan untuk perkerasan lentur jalan raya yang dijelaskan oleh (Wijaya dkk.,2016). Parameter kekuatan campuran beraspal panas

yang telah diuji dengan alat *Marshall* harus memenuhi spesifikasi yang ada mulai dari hasil penyerapan aspal, nilai stabilitas *Marshall*, nilai pelelehan (*flow*), nilai *Marshall quotient*, stabilitas *Marshall* sisa setelah perendaman selama 24 jam, rongga dalam campuran pada kepadatan membal (*refusal*). Metode *Marshall* menggunakan metode pemadatan sampel pada cetakan dengan jumlah pemadatan sebanyak 75 kali pukulan untuk mendapatkan nilai kadar aspal, kemudian sampel di uji pada interval perubahan tiap 0,5%, kepadatan sampel, dan menghitung fraksi kosong (Jiang dkk., 2016). Berikut ini perhitungan yang diperlukan dalam pengujian

Stabilitas *Marshall* dari campuran ditentukan sebagai beban maksimum yang dibawa oleh sampel yang telah dipadatkan pada suhu uji standar pada 60°C (Prathyusha dan Shivananda, 2018). Tahap Selanjutnya dilakukan pengukuran kepadatan sampel dengan perhitungan *void in mineral aggregate* (VMA), *void in mix* (VIM), *void in the mineral aggregate* (VFA), *marshall qoutient* (MQ) kemudian dilakukan tes *stabilitas* dan *flow*.

4. Hasil Pengujian

Hasil Pengujian Agregat

Hasil pengujian agregat ini didapatkan pembagian 3 jenis agregat yaitu agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi (*filler*) didasarkan kepada spesifikasi yang ada dan gradasi yang ditentukan. Jumlah agregat di dalam campuran aspal biasanya 90-95 % atau 75-85 % dari volume. Berdasarkan ukuran butirannya agregat dapat dibedakan atas agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi (*filler*). Selanjutnya dilakukan beberapa jenis pengujian untuk mengetahui kelayakan dari agregat tersebut. Agregat yang digunakan pada penelitian ini, memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh SNI 1969 : 2008, SNI 2417 : 2008 dan SNI 1970 : 2008, sehingga agregat tersebut dapat digunakan sebagai bahan dasar campuran aspal dari penelitian ini.

Tabel 4 Hasil pengujian agregat halus dan agregat kasar

No	Jenis pemeriksaan	Spesifikasi	Satuan	Hasil
Agregat kasar				
1	Abrasi	≤ 40	%	30,964
2	Berat jenis curah <i>Bulk</i>	-	-	2,64
3	Berat jenis semu <i>Apparent</i>	≥2,5	-	2,70
4	Berat jenis efektif	-	-	2,79
5	Penyerapan	≤3	%	2,06
Agregat halus				
1	Berat jenis curah <i>Bulk</i>	-	-	2,44
2	Berat jenis semu <i>Apparent</i>	≥2,5	-	2,56
3	Berat jenis efektif	-	-	2,78
4	Penyerapan	≤5	%	5

Hasil Pengujian Aspal penetrasi 60/70

Hasil pengujian aspal dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5 Hasil Pengujian aspal Pen 60/70

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil rerata	Spesifikasi Pengujian min	Maks
1	Penetrasi (25°, 5dt, 100 gr)	mm	66	60	70
2	Titik lembek	°C	56	≥48	-
3	Kehilangan berat minyak	%	0,016	-	≤0,8
4	Berat jenis	gr/cm ³	1	≥1	-

Berdasarkan hasil pada Tabel 5, menunjukkan bahwa pengujian penetrasi rata-rata adalah 66 mm. Hasil ini masih berada dalam batas untuk aspal penetrasi 60/70 yaitu antara 60-70 mm menurut SNI 06 - 2456 - 1991. Dari hasil pengujian terhadap sifat titik lembek diperoleh nilai rata-rata titik lembek sebesar 56°C. Pemeriksaan titik lembek tersebut masih dalam persyaratan menurut SNI 2434 : 1991. Dari hasil pengujian kehilangan berat minyak diperoleh nilai 0,016 % sudah masuk spesifikasi yang sudah ditetapkan menurut SNI 06 – 2440 –

1996. Pemeriksaan lainnya adalah berat jenis, dari hasil pemeriksaan didapat nilai berat jenis aspal sebesar 1 gr/cm^3 sehingga aspal dalam penelitian ini memenuhi syarat SNI 06 - 2440 - 1991 yaitu minimal 1 gr/cm^3 .

Hasil Pengujian Aspal dengan lateks

Aspal yang telah dilakukan beberapa pengujian sebelumnya akan ada tahap selanjutnya yaitu pencampuran aspal dan lateks. Kadar lateks yang digunakan pengujian ini yaitu dengan pembagian 0%, 2%, 4% dan 6%. Agar mengetahui pengaruh peengujian campuran dari lateks terhadap aspal, maka dilakukan pengujian yang sama seperti pengujian aspal penetrasi 60/70.

Aspal modifikasi antara aspal dan lateks perlu dilakukan pemeriksaan di laboratorium sehingga dapat mengetahui hasil pengujian aspal dan lateks sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan. Hasil pengujian aspal dan lateks kadar 2% , 4% dan 6% ditunjukkan dalam Tabel 6.

Tabel 6 Hasil pengujian aspal dan lateks

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil			Spesifikasi Pengujian	
			2%	4%	6%	min	max
1	Penetrasi (25°,5 dt,100gr)	0,1 mm	59,4	56,8	55	50	70
2	Titik Lembek	°C	51,5	51	51	≥48	-
3	Kehilangan Berat Minyak	%	0,092	0,2	0,29	-	≤0,8
4	Berat Jenis	gr/cm ³	1,04	1,2	1,03	≥1	-

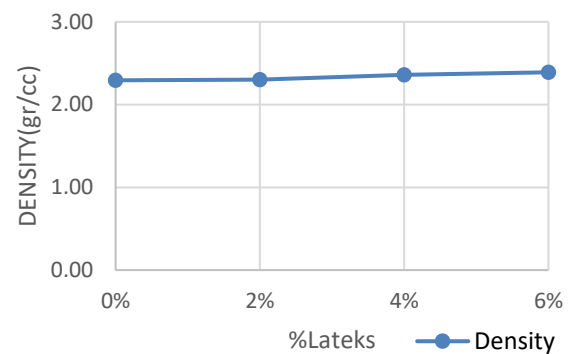
Hasil Pengujian campuran aspal dengan lateks dengan metode Marshall

Dari data hasil pengujian *marshall*, maka dapat diperoleh enam paramter yang harus di penuhi yaitu nilai kerapatan (*density*), VIM (*void in the mix*), VMA (*void in the mineral agregat*), VFA (*void filled with asphalt*), stabilitas, kelelahan (*flow*) dan *Marshall Qoutient* (MQ). Pada pengujian metode

Marshall berdasarkan spesifikasi Umum Bin Marga 2010 Revisi 2.

1. Hubungan antara kadar lateks dan nilai kerapatan (*density*)

Density atau yang biasa disebut dengan kepadatan adalah berat dari campuran per satuan volume. Kepadatan suatu campuran aspal beton bisa juga dipengaruhi oleh banyaknya kadar aspal yang dipakai, kualitas dari suatu agregat, sedikit atau banyak tumbukan yang dilakukan pada saat pemadatan, dan juga variasi bahan penyusun campuran aspal beton.



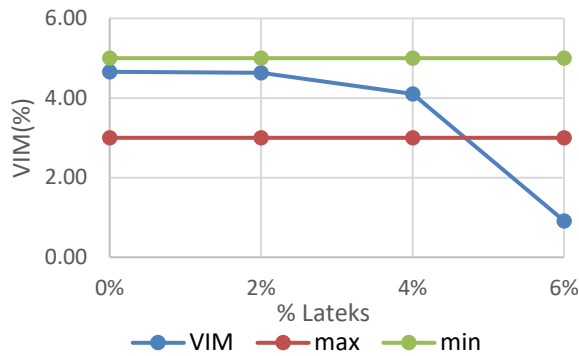
Gambar 2 Hubungan antara kadar lateks dan nilai *density*.

Dapat dilihat pada gambar 2 bahwa hasil kepadatan (*density*) terlihat bahwa pada saat bertambahnya kadar lateks yang dicampurkan pada aspal nilai kepadatan pada benda uji akan semakin meningkat.

2. Hubungan antara kadar lateks dan nilai VIM (*void in the mix*)

VIM (*Voids In The Mix*) menyatakan bahwa jumlah presentase rongga dalam campuran. VIM dapat mengetahui tingkat kekedapan campuran, jika semakin besar nilai VIM akan semakin besar juga rongga yang ada didalam Nilai VIM berpengaruh pada kadar aspal, gradasi agregat dan tata cara pemadatan campuran, dengan ini menunjukkan bahwa campuran semakin kurang kedap terhadap air dan udara, selanjutnya campuran menjadi mudah untuk teroksidasi lalu diserap air, jika penyebab ini bisa terjadi dapat terjadinya

kerusakan pada perkerasan. Hasil pengujian nilai VIM dapat dilihat pada Gambar 3.

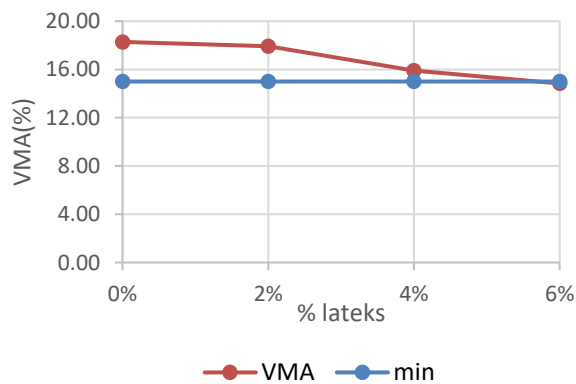


Gambar 3 Hubungan antara kadar lateks dan VIM (*void in the mix*).

Peraturan Bina Marga (2010) nilai VIM padacampuran AC-WC memiliki batas nilai maksimal dan minimal 3-5%. Pada pengujian yang telah dilakukan ini hanya kadar lateks 6% yang tidak memenuhi spesifikasi.

3. Hubungan antara kadar lateks dan nilai VMA (*void in the mineral aggregate*)

VMA atau kepanjangan dari (*voids in the minerals aggregate*) yaitu banyaknya rongga antar butir-butir agregat di dalam campuran aspal padat dinyatakan dalam persentase dari volume campuran aspal. Nilai hasil pengujian VMA ditunjukkan pada Gambar 4.

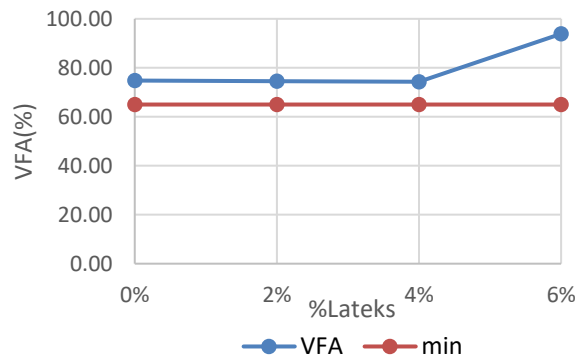


Gambar 4 Hubungan antara kadar lateks dan VMA (*void in the mineral aggregate*)

Dapat dilihat pada grafik diatas bahwa pada kadar 0% hasil VMA sebesar 18.28%, kadar 2% sebesar 17.93%, kadar 4% sebesar 15.91% dan kadar 6% yaitu sebesar 14.84%. Jika dibandingkan dengan campuran aspal yang tidak memakai bahan tambah lateks maka nilai VMA akan lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena dengan ditambahkan lateks pada campuran aspal maka rongga pada campuran akan lebih mudah terisi oleh sebab itu nilai VMA cenderung turun.

4. Hubungan antara kadar lateks dan nilai VFA (*void filled with asphalt*)

VFA atau kepanjangan dari (*voids filled with asphalt*) adalah volume antara agregat yang terisi oleh aspal. Syarat VFA berdasarkan Peraturan Bina Marga (2010) minimal yaitu 65%.

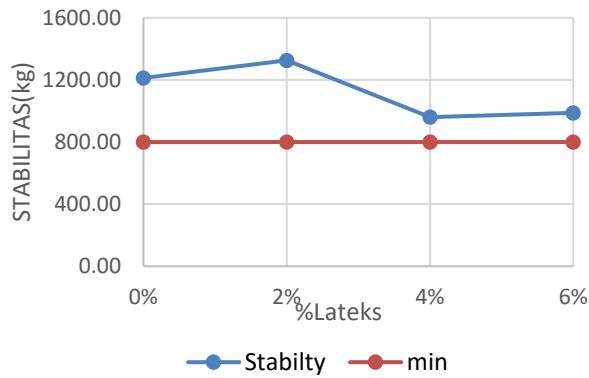


Gambar 5 Hubungan antara kadar lateks dan VFA (*void filled with asphalt*)

Dan untuk hasil pengujian nilai VFA dapat dilihat pada grafik di atas, nilai pada campuran kadar 0% sebesar 74.77%, campuran kadar 4% sebesar 74.52%, nilai pada campuran kadar 4% yaitu 74.30% dan kadar 6% sebesar 93.88%. Peningkatan kadar slateks mengakibatkan peningkatan nilai VFA, pada campuran kadar 0% - 6% masuk kedalam spesifikasi.

5. Hubungan antara kadar lateks dan nilai *stability*

Stabilitas adalah kemampuan suatu benda uji untuk menahan suatu beban lalu lintas.

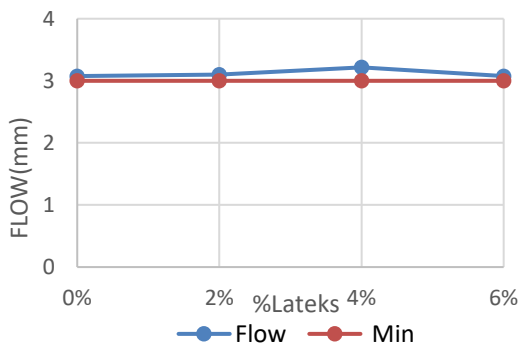


Gambar 6 Hubungan antara kadar lateks dan nilai *stability*.

Pada grafik di atas terlihat bahwa nilai stabilitas kadar 0% sebesar 1212,85 kg, nilai stabilitas pada campuran lateks dengan kadar 2% sebesar 1326,13 kg, nilai stabilitas pada campuran kadar 4% yaitu 960,36 kg dan kadar 6% sebesar 988,98 kg. Berdasarkan spesifikasi peraturan Bina Marga (2010) untuk nilai stabilitas minimum adalah 800 kg. Pada grafik nilai stabilitas menurun dikarenakan campuran yang telah diberi penambahan lateks pada aspal mengisi rongga-rongga yang ada dan menjadikan campuran aspal beton tersebut menjadi lebih rapat.

6. Hubungan antara kadar aspal dan nilai *flow* (kelelahan)

Flow menunjukkan besarnya deformasi dari campuran akibat beban yang bekerja pada perkerasan. Nilai *flow* diperoleh dari arloji *flowmeter* yang dinyatakan satuan mm. Untuk hasil nilai *flow* pada setiap campuran ditunjukkan pada Gambar 4.6

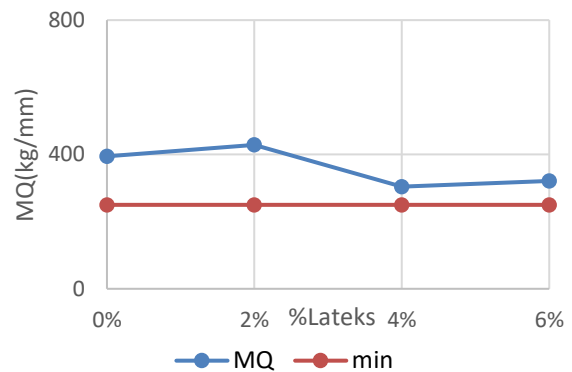


Gambar 7 Hubungan antara kadar lateks dan nilai *flow*.

Nilai *flow* yang didapat dari pengujian pada campuran kadar 0% sebesar 3.0767 mm, kadar 2% sebesar 3.1 mm, kadar 4% sebesar 3.2167 mm dan kadar 6% sebesar 3.0767 mm. Berdasarkan spesifikasi Bina Marga (2010) untuk nilai *flow* adalah sebesar 2 mm - 4 mm, dilihat dari pengujian campuran aspal dan lateks diatas bahwa nilai *flow* masuk kedalam spesifikasi. Hal ini dikarenakan dengan ditambahkan lateks aspal akan menjadi lebih banyak dalam mengisi rongga-rongga membuat film aspal menjadi lebih tebal.

7. Hubungan antara kadar aspal dan nilai MQ (*Marshall Quotient*)

Marshall Qoutient adalah hasil dari perbandingan nilai stabilitas terhadap nilai *flow*.



Gambar 8 Hubungan antara kadar lateks dan nilai MQ.

Pada grafik di atas menunjukkan bahwa nilai MQ cenderung menurun dari kadar 2% sampai kadar 4% dan mengalami peningkatan pada kadar 6%. Hal itu menunjukkan bahwa pencampuran dengan lateks mengakibatkan campuran menjadi kaku. Namun pada kadar 4% campuran mulai fleksibel kembali, ini dapat dikaitkan dengan faktor yang mempengaruhi MQ yaitu kohesi dan temperatur.

Hasil pengujian *Marshall* untuk masing-masing kadar lateks ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil pemeriksaan *Marshall* dengan variasi kadar lateks.

No	Kriteria	Spesifikasi	Kadar Lateks			
			0%	2%	4%	6%
1	Density	-	2.29	2.30	2.36	2.39
2	VIM	3 - 5	4.66	4.64	4.11	0.91
3	VMA	Min 15%	18.28	17.93	15.91	14.84
4	VFA	Min 65%	74.77	74.52	74.30	93.88
5	Stabilitas	Min 800 kg	1212.85	1326.13	960.36	988.98
6	Flow	3	3.0767	3.1	3.2167	3.0767
7	MQ	Min 250 kg/mm	394.87	428.48	304.19	321.45

Dari tabel diatas dapat dilihat hasil Karakteristik *Marshall* dengan menggunakan kadar aspal 6% ditambah dengan lateks dengan variasi kadar 0%, 2%, 4% dan 6% menunjukkan Kadar Aspal Optimum (KAO) terdapat pada variasi kadar lateks sebesar 2%. Hal ini disebabkan karena pada penambahan kadar lateks 2% , semua karakteristik *Marshall* sudah memenuhi spesifikasi Bina Marga (2010).

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, analisis, dan pembahasan campuran aspal dan lateks dapat disimpulkan, sebagai berikut:

1. Nilai sifat fisik lateks pada pengujian penetrasi, titik lembek, dan berat jenis adalah sebagai berikut:
 - a. Nilai pengujian penetrasi seiring bertambahnya kadar lateks terjadi penurunan nilai penetrasi.
 - b. Nilai sifat fisik lateks pada pengujian titik lembek pada kadar 4% dan 6% mengalami penurunan, mungkin diakibatkan kurang homogenya antara aspal dan lateks.

- c. Nilai sifat fisik lateks pada pengujian berat jenis mengalami kenaikan pada kadar lateks 4% kemudian terjadi penurunan pada kadar lateks 6%.
2. Terjadi perubahan nilai karakteristik *Marshall* pada campuran aspal dan lateks, berikut adalah hasil pengujian:
 - a. Nilai *Density* (kepadatan) menjadi semakin naik dengan ditambahkan variasi kadar lateks dari 0% sampai 6%.
 - b. Nilai VIM yang memenuhi spesifikasi adalah kadar 0% , 2% dan 4%, sedangkan pada kadar 6% mengalami penurunan sehingga tidak masuk kedalam spesifikasi. Hasil pengujian nilai VIM cenderung mengalami kenaikan.
 - c. Dari campuran kadar 0% - 4% memenuhi syarat minimal untuk nilai VMA, sedangkan pada kadar 6% tidak memenuhi spesifikasi syarat minimal nilai VMA yaitu 15%.
 - d. Peningkatan kadar lateks mengakibatkan penurunan nilai VFA, pada campuran kadar 0% - 6% masuk kedalam spesifikasi.
 - e. Nilai stabilitas pada campuran kadar 0% - 6% masuk kedalam spesifikasi. Nilai stabilitas terendah didapat pada kadar 4% dan nilai spesifikasi tertinggi pada kadar 2%.
 - f. Dari pengujian campuran aspal dan lateks bahwa nilai *flow* kadar 0% - 6% masuk kedalam spesifikasi. Nilai tertinggi pada kadar 4% yaitu 3.2167 mm.
 - g. Nilai MQ untuk semua kadar variasi yang digunakan dari 0% hingga 6% sudah memenuhi spesifikasi, dan nilai tertinggi berada pada kadar lateks 2% dengan nilai sebesar 428.48 kg/mm.

6. Daftar pustaka

- Bina Marga, 2010, Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Revisi 3, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- BSN, 1991, SNI-06-2456-1991, Metode Pengujian bahan-bahan Bitumen, *Badan Standardisasi Nasional*, Jakarta.

- BSN, 1991, SNI 2434:1991, Metode Pengujian Titik Lembek Aspal, *Badan Standardisasi Nasional*, Jakarta.
- BSN, 1991, SNI 06-2440-1991, Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Padat, *Badan Standardisasi Nasional*, Jakarta.
- BSN, 2008c, SNI-2417-2008, Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles, *Badan Standardisasi Nasional*, Jakarta
- BSN, 2008a, SNI-1970-2008, Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus, *Badan Standardisasi Nasional*, Jakarta.
- BSN, 2008b, SNI-1969-2008, Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar, *Badan Standardisasi Nasional*, Jakarta.
- Dinata, D. I., Rahmawati, A., & Setiawan, D. 2017. Evaluasi Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode Analisa Komponen Dari Bina Marga 1987 Dan Metode Aashto 1993 Menggunakan Program Kenpave (Studi Kasus: Jalan Karangmojo-Semin Sta 0+ 000 sampai Sta 4+ 050). *Semesta Teknika*, 20(1), 8-19.
- Edison, B. 2014. Karakteristik Campuran Aspal Panas (Asphalt Concrete-Binder Course) Menggunakan Aspal Polimer. *Jurnal Aptek*, 2(1), 60-71.
- Ferdilla, S.C., Wibisono, G. and Malik, A., 2018. Pengaruh Penambahan Bahan Alami Lateks (Getah Karet) Terhadap Karakteristik Beton Aspal Lapis Pengikat Dengan Pengujian Marshall. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains*, 5, pp.1-11.
- Jiang, R. N., Zhu, B. L., & Chang, L. 2016. The design of Superpave compared with Marshall design method. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 63, p. 02007). EDP Sciences.
- Kurniawan, S., & Nurlita, D. I. 2017. Korelasi Nilai Pavement Condition Index Terhadap Kerusakan Jalan Pada Perkerasan Lentur Menggunakan Life Cycle Cost Analysis. *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 7(1), 26-40.
- Pradani, N., Sadli, M., & Fithriayuni, D. 2016. Analisis Perancangan Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Pd T-01-2002-b, Metode Manual Desain Perkerasan (Mdp) Dan Metode Nottingham Pada Ruas Jalan I Gusti Ngurah Rai Palu. In *Forum Profesional Teknik Sipil* (Vol. 4, No. 2). Bangka Belitung University.
- Prastanto, H., Firdaus, Y., Puspitasari, S., Ramadhan, A., & Falaah, A. F. 2018. Sifat Fisika Aspal Modifikasi Karet Alam pada Berbagai Jenis dan Dosis Lateks Karet Alam. *Indonesian Journal of Natural Rubber Research*, 36(1), 65-75.
- Prathyusha, C., & Shivananda, P. 2018. A Study on use of Reclaimed Asphalt Pavements with admixtures. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13(7), 154-158.
- Prayuda Krisna S, Trisilvana R. P., Djakfar, L. and Bowoputro, H., 2014. Pengaruh Penambahan Bahan Alami Lateks (Getah Karet) Terhadap Kinerja Marshall Aspal Porus. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil*, 1(2), pp.pp-727.
- Rosyad, F., Prastyo, N., & Kasmuri, M. 2018. Analisis Pengaruh Penambahan Limbah Karet terhadap Durabilitas dan Flexibilitas Aspal Beton (AC-WC). *Jurnal Forum Mekanika*, 7(2).
- Sistra, M.D., Setyawan, A., & Sarwono, D. 2016. Analisis Karakteristik Modifikasi Aspal Penetrasi 60/70 dengan Ethylene Vinyl Acetate (Eva). *Matriks Teknik Sipil*, 4(1), 120-127.
- Sukirman, S., 1999, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Nova, Bandung.
- Sukirman, S., 2003, Beton Aspal Campuran Panas, Granit, Jakarta.
- Wijaya, E., Darren, J. J., & Antonius, D. 2016. Experimental Study of The Influence of The Addition Latex in Asphalt Concrete Over Stability. *Teknik dan Ilmu Komputer*, 5(20).

