

Pengaruh Campuran Aspal Penetrasi 60/70 dengan Kadar 5,5% dan Lateks Terhadap Karakteristik Marshall pada Perkerasan AC-WC

The Effect of Asphalt Penetration 60/70 with a Content of 5,5% and Latex on the Characteristics of the Marshall on AC-WC Pavement

Muchamad Arif Zulma, Anita Rahmawati

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Perkerasan jalan dibutuhkan bahan pengikat yaitu aspal yang berupa bahan campuran pembuatan jalan. Aspal memiliki beberapa jenis yaitu, aspal alam, aspal modifikasi, aspal keras, dan aspal cair Modifikasi yang berbeda untuk aspal sedang dieksplorasi seperti modifikasi dengan Sasobit lilin, karbon hitam, serat mineral dan lain-lain. Pada penelitian ini menggunakan lateks sebagai bahan campuran aspal. Tujuan penelitian guna menganalisis campuran aspal dengan penetrasi 60/70 pada penambahan lateks. Pada saat penelitian menggunakan metode Marshall untuk mengetahui nilai dari Flow, VIM, VMA, VFA, MQ, Stabilitas, dan Density dengan digunakannya lateks sebagai bahan campur aspal. Hasil pengujian kadar aspal 5,5% dengan kadar variasi lateks 0%, 2%, 4% dan 6% didapatkan hasil KAO pada kadar variasi lateks 6% dengan nilai Flow sebesar 3,71 mm, nilai VIM sebesar 3,71%, nilai VMA sebesar 15,82%, nilai VFA sebesar 97,63%, nilai MQ sebesar 344,55 kg/mm, nilai Stabilitas sebesar 1069,58 kg, dan nilai Density sebesar 2,35.

Kata-kata kunci: Campuran aspal, Pengujian Marshall, Lateks.

Abstract. Road pavement needs a binding material namely asphalt in the form of a mixture of material for road construction. Asphalt has some types namely natural asphalt, modified asphalt, asphalt cement, and cut back asphalt. The different modifications of asphalt that has been being explored were the modification with Sasobit wax, Carbon Black, Mineral fibres and so on. In this research, latex was used as the material for asphalt mixture. The research objective was to analyze the mixture of asphalt with the asphalt penetration 60/70 and the addition of latex. The research was done using the Marshall method to know the Flow, VIM, VMA, VFA, MQ, Stability, and Density values by using latex as the material for asphalt mixture. The result of the test toward the asphalt content of 5.5% and the latex content in variation of 0%, 2%, 4%, and 6% showed that the OBC at a latex content of 6% had Flow 3.71%, VIM 3.71%, VMA 15.82%, VFA 97.63%, MQ 344.55 kg/mm, Stability 1069.58 kg, and Density 2.35.

Key words: Asphalt mixture, Marshall testing, Lateks

1. Pendahuluan

Perkerasan jalan dibutuhkan bahan pengikat yaitu aspal merupakan bahan campuran pembuatan jalan. Aspal memiliki beberapa jenis yaitu, aspal alam, aspal modifikasi, aspal keras, dan aspal cair. jenis aspal yang sering dipakai di indonesia yaitu aspal cair. Penggunaan aspal dengan penetrasi 60/70 masih banyak digunakan karena harga yang masih terjangkau dengan kualitas baik. Untuk penelitian ini kita modifikasi campuran aspal tersebut dengan menggunakan campuran lateks (karet alam).

Lateks merupakan sebuah cairan koloid dengan warna putih susu yang dihasilkan dari pohon karet. Di indonesia banyak tumbuh

pohon karet khususnya di pulau Sumatra Selatan. Sebagian produk karet di indonesia di ekspor ke luar negeri, hal ini dapat mengangkat produk lateks di Indonesia karena adanya pencampuran dengan aspal. Penambahan lateks pada aspal jalan raya dapat meningkatkan kekuatan aspal dalam menahan beban kendaraan. Pencampuran bahan aspal dengan karet lateks merupakan solusi terhadap permasalahan jalan raya yang sering rusak karena curah hujan yang cukup tinggi di Indonesia.

Konsep menggunakan lateks karet alam telah diterapkan di permukaan aspal selama lebih dari 30 tahun dan dianggap untuk meningkatkan kinerja aspal. Selain itu, menambahkan lateks karet alam adalah suatu

metode yang baik karena karakteristik mereka yang mengandung partikel-partikel karet diskrit yang tersedia untuk menyatu dengan aspal mudah (Robinson, 2005; Franchen, 2004) (Dalam Azahar dkk., 2016).

Berdasarkan penjelasan di atas, peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian pada aspal sebagai bahan konstruksi jalan raya yang akan dicampurkan dengan bahan *lateks* untuk melihat pengaruh campuran aspal dan *lateks* dengan kekuatan jalan raya.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah Bagaimana pengaruh dari campuran aspal dengan *lateks* pada aspal penetrasi 60/70?, Bagaimana pengaruh nilai *flow*, VIM, VMA, VFA dari campuran aspal dengan *lateks* pada aspal penetrasi 60/70?

Lingkup Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menemukan inovasi yang baru pada bahan perkerasan jalan. Berdasarkan penelitian Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, material agregat yang digunakan berasal dari Kecamatan Clereng, Kabupaten Kulon Progo, bahan yang digunakan adalah material *latex* yang dibeli pada toko Liman Gondokusuman, Yogyakarta. Pada penggunaan aspal penetrasi 60/70 yang berasal dari UD. Retnajaya, Desa sekarsuli, Kecamatan Potorono, Kabupaten Bantul, D.I.Yogyakarta.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh penambahan *lateks* pada nilai penetrasi; berat jenis; kehilangan berat minyak; dan titik lembek pada aspal penetrasi 60/70, Menganalisis penambahan *lateks* dengan campuran aspal dengan penetrasi 60/70 pada *flow*, VIM, VMA, dan VFA.

Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian dari penelitian ini adalah mengoptimalkan kinerja aspal penetrasi 60/70 dengan penambahan *lateks* sehingga dapat menjadi hal baru dalam dunia konstruksi, mendapatkan stabilitas dan *flow* yang optimal

dengan penambahan *lateks* dalam campuran aspal dengan penetrasi 60/70.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode dengan cara eksperimen kepada benda uji yang telah dibuat. Pada metode pengambilan data dilakukan dengan cara mengumpulkan data dari semua pengujian dan selanjutnya diolah dengan menggunakan aplikasi *microsoft excel*. Data yang digunakan menggunakan data primer dan sekunder. Berikut data primer diambil dari pengujian langsung dilaboratorium. Dan untuk data sekunder diambil dari studi pustaka dengan menjadikan referensi penelitian terdahulu dan spesifikasi.

3. Landasan Teori

Tinjauan Pustaka

Penelitian yang telah dilakukan oleh Noris (2017) pada kadar aspal 4,0%; 4,5%; 5,0%; 5,5%; dan 6,0% tanpa variasi penggunaan *styrofoam*. Kemudian benda uji dibuat pada KAO variasi *styrofoam* sebesar 11%, 13%, dan 15% kemudian hasil penelitian, untuk KAO sebesar 4,75% dan kadar *styrofoam* terbaik sebesar 11%. Nilai VIM belum memenuhi persyaratan Australia Asphalt Pavement Association 2004, dengan nilai 18%-25%. Nilai stabilitas terbaik sebesar 569 kg dan nilai *flow* 2,7 mm, untuk nilai MQ dan permeabilitas sebesar 210.74 kg/mm dan 0,394 cm/detik, dan nilai VIM mendapatkan nilai sebesar 5,64%.

Dalam penelitian Wijaya dkk. (2016). Penambahan Zat Aditif *Lateks* pada Beton Aspal terhadap Stabilitas didapatkan hasil pengujian stabilitas tertinggi yaitu 1.354,23 kg dengan kenaikannya terhadap spesifikasi sebesar 35,42% dengan nilai *flow*-nya 5,30 mm meningkat hingga 76,67%. Untuk kenaikan stabilitas dan *flow* secara optimum berada pada kadar *lateks* 25%. Kadar *lateks* optimum adalah 21,25% berdasarkan keseluruhan parameter.

Amal dan Saleh (2015) melakukan penelitian yang hasilnya campuran laston terbaik dengan limbah batu marmer sebagai pengganti agregat kasar dihasilkan kadar limbah batu marmer optimum 17,5%, menghasilkan campuran laston. *Marshall*

stability 1050 kg, *marshall quotient* 2,5 KN/mm, *volume air void* 4,5% dan *film thickness* 8,8 mm.

Dalam penelitian Fasdarsyah dkk. (2014) jenis *filler* yang digunakan yang itu dengan abu batu, abu granit dan abu kramik sebagai pembandinya. Dan hasil yang didapatkan berat jenis pada *filler* kramik bernilai 2,573 gr/cm³ dan 2,585 gr/cm³ untuk *filler* granit. Untuk *Marshall quotient* kedua jenis *filler* nilai terendah terjadi pada kadar aspal tertinggi 25% dengan nilai 396 kg/mm abu kramik dan kadar aspal 5% sebesar 452 kg/mm untuk *filler* abu granit. Nilai VFA abu granit lebih tinggi dari abu kramik, namun VMA lebih rendah dan untuk nilai VIM *filler* abu kramik lebih tinggi dari pada abu granit.

Penelitian Gunadi dkk. (2013) didapatkan nilai KAO sebesar 5,9%. Nilai stabilitas tertinggi pada kadar plastic 50% sebesar 875,1 kg dan nilai terendah pada kadar 10% sebesar 527,0 kg. Nilai flow tertinggi pada kadar plastic 50% sebesar 7,11 mm dan terendah pada kadar 0% sebesar 3,43 mm. Nilai MQ tertinggi pada kadar 0% sebesar 3,43 mm dan terendah pada kadar 10% sebesar 251,7 kg/m dan 109, kg/m. Nilai VMA tertinggi pada kadar 10% sebesar 20,3% dan terendah sebesar 15,2% pada kadar plastic 0%. Nilai VIM tertinggi pada kadar plastic 50% dan terendah pada kadar 0% sebesar 12,6% dan 4,9%. Nilai VFB tertinggi dan terendah pada kadar plastic 0% dan 50% dengan nilai 67,9% dan 37,3%. Dari hasil pengujian Marshall dan perhitungan, diperoleh data berupa nilai karakteristik meliputi nilai stabilitas, Flow, Marshall Quotient, VIM, VMA, dan VFB, yaitu masing-masing secara berturut-turut sebesar 1539,7 kg; 8,38 mm; 183,51 kg/mm; 8,8%; 16,6%; dan 47,2%.

Gradasi Agregat

Menurut Bukhari (2007) (Dalam Agustian dkk., 2017) gradasi agregat merupakan distribusi partikel-partikel dengan berdasarkan dari ukuran agregat yang saling mengisi sehingga menimbulkan suatu ikatan yang saling mengunci. Sedangkan dalam penelitian Sukirman (2003) gradasi agregat mempengaruhi besarnya dari rongga antar butir, yang menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan yaitu kadar aspal.

Aspal

Menurut Sukirman (2003) aspal merupakan sebuah material padat hingga agak padat yang bersifat termoplastis. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4-10% dari berat campuran 10-15% berdasarkan volume. Aspal modifikasi adalah aspal yang dibuat dengan mencampur aspal yang keras dengan suatu bahan tambah. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai modifikasi aspal yaitu polimer.

Agregat

Menurut Sukirman (2003) (Dalam Iqbal dkk., 2018) agregat adalah sebagai formasi kulit bumi yang keras serta padat. Agregat komponen yang utama pada sebuah perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75-85% berdasarkan persentase volume. Dan pada penelitian Bukhari (2007) (Dalam Saleh dkk., 2014) agregat merupakan pengolahan yang dibedakan atas agregat siap pakai serta agregat yang perlu diolah, berdasarkan bentuknya, butiran agregat akan dikelompokkan menjadi agregat dengan bentuk bulat (*rounded*).

Lateks

Lateks merupakan cairan berwarna putih yang diambil dari getah pohon karet yang dapat digunakan untuk pembuatan ban, karet gelang, sarung tangan untuk medis, dan kondom. Fungsi dari lateks yaitu untuk pembuatan barang memerlukan durabilitas dan elastisitas. Lateks memiliki sebuah kriteria yang bermutu baik misalnya tidak kotor/mengandung serpihan kayu, tidak tercampur dengan air, kadar karet kering 20%-29%, dan memiliki bau umum karet segar (Wijaya dkk., 2016).

Aspal Karet

Menurut Suwarti, D (1987) (Dalam Sambodo dan Rulhendri, 2014) aspal karet merupakan campuran lateks KKK-60 dan aspal minyak, memiliki prosentase tertentu dengan kadar aspal yaitu disebut aspal karet. Proses pencampuran tersebut memanaskan aspal minyak dengan suhu 160°C, setelah itu dimasukan lateks KKK-60 dan aduk hingga merata. aspal karet diperoleh dari sebuah

pencampuran material karet pada konsentrasi tertentu pada aspal.

Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan suatu campuran dari bahan pengikat dan agregat agar digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Bahan yang digunakan yaitu agregat berupa batu pecah atau batu kali atau batu belah. Aspal, semen atau tanah liat digunakan sebagai bahan pengikat untuk perkerasan jalan. (Hardiyatmo, 2015).

Menurut Sukirman (1999) berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas :

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexibel Pavement*).
2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*)
3. Kontruksi perkerasan komposit (*composite pavement*).

Perkerasan Lentur

Menurut Aminsyah (2010) perkerasan lentur tersusun dari agregat sebagai material dan untuk bahan pengikat menggunakan aspal sebagai pengikat yang baik atau tanpa bahan tambah. Material pembentuk aspal dicampurkan dengan suhu yang telah ditentukan sebagaimana sesuai dengan jenis aspal yang ingin digunakan.

Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku biasa disebut dengan *rigid pavement* merupakan perkerasan yang berisi semen yang berfungsi untuk mengisi pori-pori diantaranya butiran-butiran halus selain itu juga berfungsi sebagai bahan untuk perekat atau pengikat dalam proses pengerasan, sehingga butiran-butiran agregat dapat saling mengikat antara satu sama lain dengan kuat dan menjadi suatu masa yang kompak atau padat (Tjokrodinuljo, 1996) (Dalam Nugroho, 2010).

4. Pengujian Campuran

Pengujian Penetrasi

Pada pengujian penetrasi bertujuan untuk menentukan penetrasi bahan-bahan bitumen

keras atau lembek (*solid* atau *semi solid*) dengan memasukkan jarum penetrasi ukuran tertentu, beban dan waktu tertentu ke dalam bitumen pada suhu tertentu. Cara uji penetrasi ini dapat digunakan untuk mengukur keras atau lunak suatu jenis aspal. Nilai penetrasi yang tinggi (memiliki nilai yang besar) menunjukkan jenis aspal yang lebih lunak. Metode pengujian ini dilakukan sesuai dengan SNI-06-2456-1991.

Pengujian Titik Lembek

Titik lembek merupakan temperatur pada saat bola baja dengan berat tertentu, mendesak turun lapisan aspal yang tertahan dalam cincin berukuran tertentu, sehingga aspal menyentuh pelat dasar yang terletak di bawah cincin pada jarak 25,4 mm, sebagai akibat kecepatan pemanasan tertentu. Angka titik lembek aspal yang berkisar 30°C sampai 157°C dengan cara Ring and Ball. Untuk aspal yang biasa digunakan pada perkerasan jalan, yaitu aspal penetrasi 60/70 mempunyai titik lembek minimal 48°C. Metode pengujian ini dilakukan sesuai dengan SNI 2434:1991.

Pengujian Berat Jenis

Aspal adalah sebagai bahan pengikat agregat yang mutu dan jumlahnya sangat menentukan keberhasilan suatu campuran beraspal. Pengujian yang terdapat pada syarat mutu aspal salah satunya yaitu berat jenis. Metode pengujian ini dilakukan sesuai dengan SNI 06-2441-1991.

Pengujian Kehilangan Minyak

Kehilangan minyak adalah selisih berat sebelum dan sesudah pemanasan pada tebal tertentu pada suhu tertentu. Metode pengujian ini dilakukan terhadap aspal dengan mencari besaran kehilangan berat minyak dan aspal. Prosedur pengujian ini mengikuti SNI 06-2440-1991.

Pengujian Agregat Halus

Agregat halus merupakan material penyusun campuran *Asphalt Concrete Wearing Course* atau yang biasa disebut (AC-WC). Agregat halus yang dipakai harus kuat, bersih,

tidak basah maupun lembab, dan tidak menggumpal dengan tanah. Prosedur pengujian ini mengikuti SNI 1970:2008.

Pengujian Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan material penyusun campuran *Asphalt Concrete Wearing Course* atau yang biasa disebut (AC-WC). Agregat kasar yang dipakai adalah agregat yang tertahan disaringan dengan diameter 4,75 mm atau saringan nomer 4. Agregat yang digunakan harus kuat, bersih, tidak basah maupun lembab, dan tidak menggumpal dengan tanah. Prosedur pengujian ini mengikuti SNI 1969 :2008..

Pengujian Los Angels

Pengujian keausan agregat kasar dengan menggunakan mesin Los Angles dengan tujuan untuk menentukan nilai keausan agregat kasar dan juga mengetahui ketahanan agregat kasar yang kita pakai pada pengujian ini. . Selain itu juga pengujian ini bertujuan untuk menentukan daya tahan suatu agregat dengan standar maksimum 40%. Prosedur pengujian ini mengikuti SNI 2417-2008.

Pengujian Marshall

Tujuan dari pengujian dengan metode *Marshall* untuk mendapatkan nilai *flow*, stabilitas, density, VMA, VITM, dan VFWA yang

menjadi nilai acuan apakah bagus/tidak benda uji tersebut. Hasil dapat dilihat pada Tabel 1
Tabel 1 Persyaratan Aspal Penetrasi 60/70
(Departemen Pekerjaan Umum, 2010)

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil	Satuan
Penetrasi				
1	pada suhu 25°C	SNI 06-2456:1991	60-70	0,1 mm
2	Titik Lembek	SNI 2434:1991	≥ 48	°C
3	Daktilitas pada suhu 25°C	SNI 06-2432-1991	≥ 100	Cm
4	Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	0,1	-
5	Berat yang Hilang	SNI 06-2441-1991	≤ 0,8	%

5. Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengujian Agregat

Agregat adalah salah satu dari lapisan perkerasan jalan yang terdiri dari agregat kasar dan agregat halus. Dalam hal ini di lakukan pengujian untuk mengetahui kelayakan dari sebuah agregat tersebut. Setelah dilakukan pengujian didapatkan hasil dari pengujian agregat terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Dasar Agregat

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil Rata-rata	Spesifikasi pengujian		Standar
				min	maks	
Agegat Kasar						
1	Berat Jenis curah kering		2,64	-	-	SNI 1969-2008
2	Berat jenis kering permukaan		2,7	2,5	-	SNI 1969-2008
3	Berat jenis semu		2,79	-	-	SNI 1969-2008
4	Penyerapan air	%	2,06	-	3	SNI 1969-2008
5	Pengujian Abrasi	%	30,96		40	SNI 2417-2008
Agregat Halus						
1	Berat Jenis curah kering		2,44	-	-	SNI 1970-2008

Tabel 2 Hasil Pengujian Dasar Agregat (Lanjutan)

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil Rata-rata	Spesifikasi pengujian		Standar
				min	maks	
2	Berat jenis kering permukaan		2,56	2,5	-	SNI 1970-2008
3	Berat jenis semu		2,78	-	-	SNI 1970-2008
4	Penyerapan air	%	5	-	5	SNI 1970-2008

Hasil Pengujian Aspal Penetrasi 60/70

Aspal menjadi bahan utama untuk membuat sebuah lapis perkerasan jalan. Dalam penelitian ini digunakan aspal penetrasi 60/70. Dilakukan beberapa pengujian untuk mengetahui kelayakan dari sebuah aspal

tersebut. Ada pun pengujian ini antara lain penetrasi, titik lembek, berat jenis, dan kehilangan minyak. Berikut beberapa jenis pengujian aspal penetrasi 60/70 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengujian aspal penetrasi 60/70

Jenis Pengujian	Hasil	Satuan	Spesifikasi		Standart
			Max	Min	
Penetrasi (0,1 mm)	66	0,1 mm	60	70	SNI 06-2456-1991
Titik Lembek (°C)	56	°C	-	48	SNI 2434:1991
Berat Jenis	1,01	Cm	1,0	-	SNI 06-2441-1991
Kehilangan Minyak (°C)	0,02	%	-	0,8	SNI 06-2440-1991

Hasil Campuran Aspal dengan Lateks

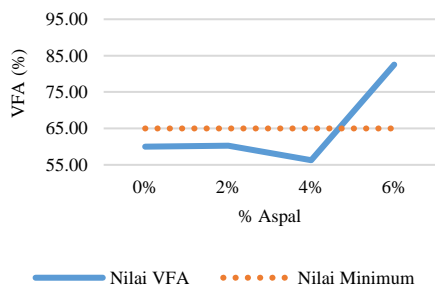
Setelah dilakukan pengujian dasar pada aspal lalu aspal di lakukan pencampuran dengan *lateks* dengan pembagian 0%, 2%, 4%, 6%. Agar mengetahui pengaruh dari *lateks*

terhadap campuran aspal. Berikut hasil pengujian aspal penetrasi 60/70 setelah dicampur dengan *lateks* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Pengujian Aspal yang ditambah dengan *lateks*

Pengujian	Hasil Pengujian Aspal yang ditambah dengan <i>lateks</i>				Spesifikasi	Standar
	0%	2%	4%	6%		
Penetrasi (0,1 mm)	66	59,4	56,8	55	50-70	SNI 06-2456-1991
Titik Lembek (°C)	56	51	52	50	≥48	SNI 2434:2011
Berat Jenis	1,01	1	1,2	1	≥1,0	SNI 06-2441-1991
Kehilangan Minyak (°C)	0,02	0,09	0,20	0,30	≤0,8	SNI 06-2441-1991

Hubungan kadar aspal dan campuran lateks terhadap nilai Void In Filled with Asphalt (VFA)



Gambar 1 Hubungan kadar aspal dan campuran lateks dengan VFA

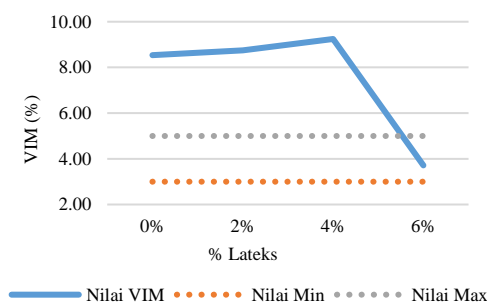
Sebuah nilai VFA ditentukan dari jumlah nilai VMA dan rongga udara yang ada didalam sebuah campuran. VFA merupakan persentase dari VMA yang berisikan oleh aspal, ini tidak termasuk untuk aspal yang telah diserap agregat. Penambahan kadar aspal akan meningkatkan nilai VFA (Sukirman, 1999) (Dalam Rahmawati dan Rizana, 2013). Hasil nilai VFA dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 1.

Nilai VFA tertinggi pada kadar aspal 5,5% dengan campuran lateks 6% didapatkan nilai 82,3%, sedangkan nilai VFA terendah pada kadar aspal 5,5% dengan campuran lateks 0% dengan nilai 56,02%. Kenaikan VFA disebabkan oleh penambahan kadar lateks yang mengakibatkan banyak rongga yang terisi aspal semakin banyak dan suatu campuran tersebut memiliki sifat kedap yang cukup tinggi.

Hubungan kadar aspal dan campuran lateks terhadap nilai Voids in the Mix (VIM)

Nilai VIM merupakan persentase volume rongga terhadap total campuran yang sudah dipadatkan. Untuk mengetahui besarnya rongga campuran digunakannya VIM, sehingga rongga tidak terlalu kecil yang akan menimbulkan *bleeding* atau terlalu besar yang akan menimbulkan oksidasi atau penuan aspal dengan masuknya udara. Nilai VIM akan mengalami penurunan dengan menambahkan kadar aspal sehingga mencapai rongga udara dalam campuran minimum (Lavin, 2003) (Dalam Rahmawati dan Rizana, 2013). Hasil

nilai VIM dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 2.

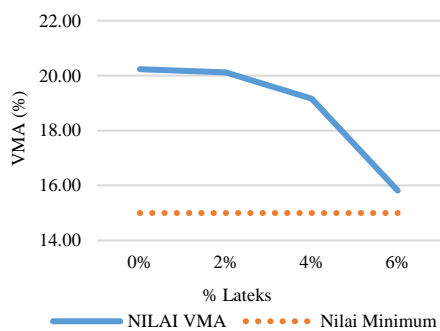


Gambar 2 Hubungan kadar aspal dan campuran lateks dengan VIM

Nilai VIM didapatkan nilai tertinggi pada kadar aspal 5,5% dengan campuran lateks 0% bernilai 9,90% dan didapatkan nilai yang terendah pada kadar aspal 5,5% dengan campuran lateks 6% dengan nilai 3,71%. Penurunan nilai VIM dapat disebabkan karena penambahan kadar lateks mengisi banyak rongga pada campuran hingga nilai VIM semakin kecil.

Hubungan kadar aspal dan campuran lateks terhadap nilai Voids in the Mineral Aggregate (VMA)

VMA merupakan ruangan diantara partikel agregat dengan aspal, termasuk juga volume aspal dan rongga udara. Volume rongga yang ada pada diantara partikel agregat pada suatu campuran beraspal yang sudah dipadatkan, yaitu volume kadar aspal efektif dan rongga udara, yang dinyatakan dalam suatu persentase terhadap volume benda uji. VMA berperan penting untuk membuat suatu ruang yang cukup bagi aspal. Jika nilai VMA terlalu besar maka diperlukan campuran aspal dalam jumlah yang banyak sehingga dapat mengurangi rongga udara untuk bisa memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Jumlah aspal yang terlalu banyak juga dapat mengganggu stabilitas campuran (Lavin, 2003) (Dalam Rahmawati dan Rizana, 2013). Nilai VMA untuk masing-masing kadar aspal dan campuran lateks bisa dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 3.

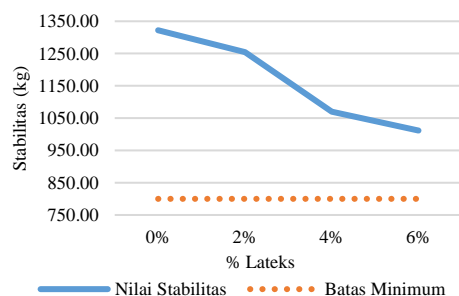


Gambar 3 Hubungan kadar aspal dan campuran lateks dengan VMA

Nilai VMA tertinggi pada campuran lateks pada kadar aspal 5,5% penambahan lateks 0% dengan nilai sebesar 25,43% sedangkan nilai terendah pada kadar aspal 5,5% penambahan lateks 6% dengan nilai sebesar 15,82%. Nilai VMA mengalami penurunan dipengaruhi oleh semakin besarnya persentase penambahan lateks yang menyebabkan munculnya rongga atau pori-pori antara partikel agregat yang terisi aspal pada campuran semakin kecil.

Hubungan kadar aspal dan campuran lateks terhadap Nilai Stabilitas

Nilai stabilitas digunakan untuk menentukan ketahanan kelelahan plastis dari suatu campuran aspal atau kemampuan menahan beban lalu lintas. Setelah dilakukan penelitian dengan campuran lateks didapatkan nilai stabilitas. Nilai stabilitas dapat dilihat dari Tabel 5 dan Gambar 4.



Gambar 4 Hubungan kadar aspal dan campuran lateks dengan stabilitas

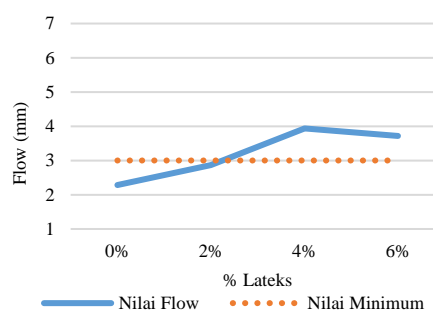
Pada nilai stabilitas pada Tabel 4.15 didapatkan hasil tertinggi pada kadar aspal 5,5% campuran lateks 2% dengan nilai 1254,52 kg sedangkan di nilai terendah pada kadar aspal

5,5% campuran lateks 6% dengan nilai 1011,55 kg. Hal ini dikarenakan setelah aspal ditambahkan dengan lateks mengisi rongga-rongga pada campuran aspal dan membuat campuran aspal menjadi lebih rapat.

Hubungan kadar aspal dan campuran lateks terhadap kelelahan (flow)

Nilai besarnya deformasi vertical benda uji ditunjukkan oleh arloji kelelahan. Nilai kelelahan dapat dipengaruhi dengan faktor kadar aspal, gradasi, bentuk dan permukaan agregat. Hasil dari kelelahan dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 5.

Nilai tertinggi pada kadar aspal 5,5% campuran lateks 4% dengan nilai 3,93 mm sedangkan nilai terendah pada kadar aspal 5,5% campuran lateks 0% dengan nilai 2,85 mm. dan membuat fleksibel saat menahan beban. Penambahan lateks pada campuran aspal membuat aspal memiliki rongga yang kecil.



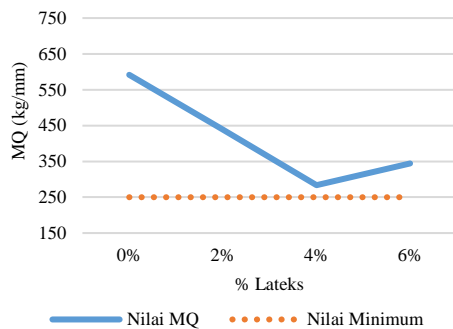
Gambar 5 Hubungan kadar aspal dan campuran lateks dengan flow

Hubungan kadar aspal dan campuran lateks terhadap Marshall Quotient (MQ)

MQ merupakan hasil bagi dari kelelahan dengan stabilitas yang digunakan untuk pendekatan terhadap tingkat kekakuan atau kelenturan campuran, yang dinyatakan dalam kN/mm (Sukirman, 1999). Hasil dari nilai MQ dapat dilihat dari Tabel 5 dan Gambar 6.

Dari Tabel 5 dapat dilihat Nilai MQ tertinggi pada kadar aspal 5,5% dengan campuran lateks 0% yaitu sebesar 633,74 kg/mm sedangkan nilai terendah pada kadar aspal 5,5% dengan campuran lateks 4% yaitu sebesar 283,61 kg/mm. Hal ini membuat campuran aspal lebih menjadi fleksibel dan

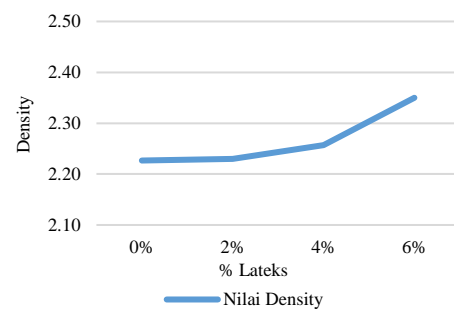
disebabkan dengan menambahnya *lateks* akan lebih banyak mengisi rongga-rongga yang membuat film pada aspal menjadi lebih tebal.



Gambar 6 Hubungan kadar aspal dan campuran *lateks* dengan MQ

Hubungan kadar aspal dan campuran *lateks* terhadap Nilai *Density*

Pada Gambar 7 diatas menunjukkan dari hubungan kadar aspal dan campuran *lateks* dengan *density*. Besarnya pengaruh suatu campuran yang sudah dipadatkan disebut *density*. Banyak tumbukan, kualitas agregat, kadar aspal yang dipakai untuk campuran, dan bahan penyusun campuran aspal betan itu



Gambar 7 Hubungan kadar aspal dan campuran *lateks* dengan *density*

Hasil Pengujian Marshall

Hasil dari pengujian *Marshall* dengan masing masing kadar *lateks* ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Pengujian *Marhsall*

No	Sifat - sifat campuran	Spesifikasi	Campuran aspal 5,5% dengan <i>lateks</i>			
			0%	2%	4%	6%
1	VMA	>15%	20,24	20,12	19,16	15,82
2	VIM	3 -5 %	8,53	8,75	9,25	3,71
3	VFA	>65%	59,99	60,30	56,28	82,3
4	<i>Density</i>	-	2,23	2,23	2,26	2,35
5	Stabilitas	>800 kg	1322,15	1254,71	1069,58	1011,55
6	<i>Flow</i>	>3 mm	2,28	2,87	2,93	3,71
7	MQ	>250 kg/mm	591,66	438,71	283,61	344,55

Dapat dilihat pada Tabel 4.4 dengan kadar aspal 5,5% dengan variasi kadar *lateks* 0%, 2%, 4%, dan 6% menunjukkan Kadar Aspal Optimum (KAO) ini terdapat pada variasi kadar *lateks* 6%. Hal ini dikarenakan pada kadar *lateks* 6% semua karakteristik *Marshall* sudah memenuhi spesifikasi dari Bina Marga (2010).

dapat mempengaruhi dari sebuah campuran aspal beton itu sendiri. Hasil *density* dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 7. Dari Tabel 5 didapatkan nilai *density* tertinggi pada kadar aspal 5,5% dengan campuran *lateks* 6% yaitu sebesar 2,35 dan sedangkan nilai terendah pada kadar aspal 5,5% campuran *lateks* 0% yaitu sebesar 2,19. Hal ini disebabkan pada penambahan kadar *lateks* akan mempengaruhi terhadap kepadatan campuran. Untuk nilai *density* dianggap memenuhi dengan spesifikasi, karena tidak ada persyaratan untuk nilai *density* tersebut.

6. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan penelitian ini yang sudah dilakukan pada campuran *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)* dengan menambah *lateks* pada aspal, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai sifat fisik *lateks* pada pengujian penetrasi, titik lembek, kehilangan minyak dan berat jenis adalah sebagai berikut :
 - a. Nilai pengujian penetrasi dengan penambahan *lateks* mengalami penurunan. Dengan demikian membuat aspal menjadi semakin keras.
 - b. Nilai pengujian titik lembek dengan seirungnya penambahan *lateks* mengalami penurunan. Hal ini mungkin diakibatkan karena kurangnya homogen antara aspal dan *lateks*.
 - c. Nilai pengujian berat jenis setelah penambahan *lateks* terjadi kenaikan pada kadar *lateks* 4%.
 - d. Nilai pengujian kehilangan minyak setelah penambahan *lateks* mengalami kenaikan. Hal ini menunjukkan bahwa bahan-bahan dalam aspal mengalami penguapan yang semakin banyak.
2. Pengaruh menambahkan *lateks* terhadap karakteristik marshall menggunakan *lateks* sebagai bahan tambah terhadap aspal memiliki pengaruh terhadap karakteristik aspal, diantaranya sebagai berikut :
 - a. Nilai VMA nilai tertinggi berada pada variasi 0% dengan nilai 21,43%.
 - b. Nilai VIM hanya variasi kadar *lateks* 6% saja yang memenuhi spesifikasi dengan nilai 3,71%.
 - c. Nilai *Flow* untuk semua kadar variasi yang digunakan dari 0% sampai 6% yang masuk spesifikasi yaitu variasi 4% dan 6% saja dengan nilai 3,93 *millimeter* untuk variasi 4% dan nilai 3,93 *millimeter* pada variasi 6%.
 - d. Nilai VFA mengalami naik dan turun dengan ditambahkan variasi kadar *lateks* dari 0% sampai 6%. Untuk yang memenuhi spesifikasi hanya pada variasi 6% yaitu dengan nilai tertinggi 97,63%.
 - e. Nilai MQ untuk semua kadar variasi yang digunakan dari 0% hingga 6% sudah memenuhi spesifikasi, dan nilai tertinggi berada pada kadar variasi 0% dengan nilai sebesar 481,1356 kg/mm.
 - f. Nilai Stabilitas untuk semua kadar variasi yang digunakan dari 0% hingga 6% sudah memenuhi spesifikasi, dan nilai tertinggi berada pada kadar variasi 0% dengan nilai sebesar 633,74 kg/mm.

- g. Nilai *Density* (kepadatan) menjadi semakin naik dengan ditambahkan variasi kadar *lateks* dari 0% sampai 6%.

7. Daftar Pustaka

- Agustian, K., Saleh, S. M., & Anggraini, R. (2017). Dampak Substitusi Polystyrene (PS) ke dalam Aspal Penetrasi 60/70 dan Abu Sekam Padi sebagai Filler Terhadap Karakteristik Campuran AC-WC. *Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 3.
- Amal, A. S., & Saleh, C. (2015). Pemanfaatan Limbah Batu Marmer sebagai Pengganti Agregat Kasar pada Campuran Aspal Beton terhadap Karakteristik Marshall. *Media Teknik Sipil*, 13(2), 1.
- Bina Marga, 2010, Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Revisi 3, *Departemen Pekerjaan Umum*, Jakarta. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 1991, SNI-06-2456-1991, Metode Pengujian Penetrasi bahan-bahan Bitumen, *Badan Standardisasi Nasional*, Jakarta.
- BSN, 1991, SNI 2434:1991, Metode Pengujian Titik Lembek Aspal, *Badan Standardisasi Nasional*, Jakarta.
- BSN, 1991, SNI-06-2441-1991, Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Padat, *Badan Standardisasi Nasional*, Jakarta.
- BSN, 1991, SNI-06-2440-1991, Metode Pengujian Kehilangan Berat Minyak dan Aspal, *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.
- Fasdarsyah, Mukhlis, & Sulaiman. (2014). Pengaruh Penambahan Filler Granit dan Kramik pada Campuran Laston AC-WC

- terhadap Karakteristik Marshall. *Teras Jurnal*, 4(1), 1.
- Gunadi, A. D., Thanaya, N. A., & Negara, N. W. (2013). Analisis Karakteristik Campuran Aspal Brton Lapis Aus (AC-WC) dengan Menggunakan Plastik Bekas sebagai Bahan Pengganti sebagai Agregat. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 17(2), 1
- Hardiyatmo, Hary C. 2015. Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Iqbal, Saleh, S. M., & Isya, M. (2018). Uji Marshall terhadap Campuran AC-WC dengan Substirusi Kolaborasi Limbah Pet dan SBB ke dalam Aspal Penetrasi 60/70. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(3), 4.
- Mohd Azahar, N. B., Abdul Hassan, N. B., Jaya, R. P., Ab. Kadir, M. A., Mohd Yunus, N. Z., & Mahmud, M. Z. (2016). *An Overview On Natural Rubber Application For Asphalt Modification. International Journal of Agriculture, Forestry and Plantation*, 2, 3-4.
- Noris, T. G. (2017). Analisa Pemanfaatan Limbah Styrofoam Sebagai Bahan Substitusi Ke Dalam Aspal Penetrasi 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Porus. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, 1(1), 1.
- Nugroho, E. H. (2010). Analisis Porositas dan Permeabilitas Beton dengan Bahan Tambah Fly Ash untuk Perkerasan Kaku (Rigid Pavement). 23.
- Rahmawati, A., & Rizana, R. (2013). Pengaruh Penggunaan Limbah Plastik Polipropilena sebagai Pengganti Agregat pada Campuran Laston terhadap Karateristik Marshall. 3-6.
- Saleh, S. M., Anggraini, R., & Aquina, H. (2014). Karakteristik Campuran Aspal Porus dengan Substitusi Styrofoam pada Aspal Penetrasi 60/70. *Jurnal Teknik Sipil*, 21(3), 2.
- Sambodo, & Rulhendri. (2014). Kajian Tentang Penambahan Leteks KKK-60 dengan Campuran Aspal Konvensional. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 3(1), 2.
- 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., & Rachmansyah. (2016). Studi Ekspermental Pengaruh Penambahan Zat Adiktif Lateks pada Beton Aspal Terhadap Stabilitas. *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer*, 5(20), 1.