

KARAKTERISTIK MARSHALL ASPHALT CONCRETE WEARING COURSE (AC-WC) DENGAN MENGGUNAKAN CAMPURAN LATEKS

Asrullah¹⁾

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palembang

email : asrullahhan@gmail.com

Ice Trisnawati²⁾

email : icetrisnawai8511@gmail.com

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palembang

Ayu Ismail³⁾

email : ayuismail26@yahoo.com

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palembang

Oktaria⁴⁾

email : riaokta023@gmail.com

Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palembang

Abstrak

Using the Marshall test method, this study examines the effect of adding latex to the porous asphalt concrete mixture of type AC-WC. Based on the results of laboratory tests, there were changes in the characteristics of the asphalt concrete mixture after the addition of latex. The density of the standard mixture was recorded at 2.221 gr/cm³, while the mixture given latex increased to 2.238 gr/cm³. This increase indicates that latex can contribute to the mixture's density, which can potentially increase the pavement structure's resistance. The VMA value in the standard mixture was 17.30%, while it decreased to 16.72% in the latex mixture. This decrease in VMA indicates that latex can fill the pore space between aggregate grains, thereby reducing the volume of voids in the mixture and having implications for increasing the mixture's resistance to water penetration and oxidation. VIM value slightly increased from 4.92% in the standard mixture to 4.95% in the latex mixture, indicating a small change in the total void volume. The percentage of VFA in a standard mixture was recorded at 71.56%, while it decreased to 70.43% in the latex mixture. This decrease in the VFA value indicates that although latex fills some of the pore space, asphalt penetration in the aggregate cavity is slightly reduced, which needs to be considered in setting the composition of the mixture so that the quality of the asphalt bond remains optimal. Regarding mechanical stability, the standard mixture has a stability value of 976.20 kg, while the latex mixture slightly decreased to 963.20 kg. This decrease is still within acceptable limits and indicates that the addition of latex does not significantly reduce the maximum strength of the mixture. The flow value in the standard mixture is 3.87 mm and decreases to 3.70 mm in the latex mixture, indicating an increase in the stiffness and deformation resistance of the mixture due to latex. Finally, the Marshall Quotient (MQ) value, which compares stability and flow and describes the stiffness of the mixture, increased from 252.48 kg/mm in the standard mixture to 260.40 kg/mm in the latex mixture. This increase in MQ indicates that the mixture with latex can better withstand permanent deformation under traffic loads. Overall, the study's results indicate that the addition of latex to the AC-WC asphalt mixture positively affects several physical and mechanical parameters of the mixture, especially in increasing density, stiffness, and deformation resistance. However, a slight change in the void value needs to be optimized to maintain a balance between the strength and flexibility of the pavement. These findings strengthen the potential use of latex as a modification material in developing more durable, high-performance road pavements..

Keywords : *Marshall, Latex, VMA, VIM, VFA, Flow, MQ, AC*

1. Pendahuluan

Lateks, yang merupakan bentuk cair dari karet alam, merupakan salah satu sumber daya alam unggulan Indonesia, mengingat negara ini termasuk salah satu negara penghasil karet terbesar dunia. Ketersediaan lateks tidak hanya melimpah tetapi juga memenuhi standar kualitas yang diperlukan. Secara alami, lateks akan mengalami proses penggumpalan dalam waktu beberapa jam setelah dipanen. Proses ini biasanya terjadi akibat pembentukan asam dengan sifat organik yang diperoleh setelah terjadi aktivitas mikroorganisme yang menguraikan komponen non-karet dalam lateks. Fokus utama pemerintah Indonesia saat ini adalah menggunakan produk karet alam sebagai bahan dasar pembangunan infrastruktur negara. Diharapkan strategi ini akan meningkatkan permintaan domestik sekaligus meningkatkan posisi harga karet alam di pasar internasional. Pembuatan aspal karet, yang juga dikenal sebagai *Polymer Modified Asphalt* (PMA) yang berbahan dasar karet alam, merupakan terobosan inovatif yang menunjukkan harapan. Produk ini memiliki keunggulan signifikan dibandingkan dengan aspal biasa, khususnya tahan terhadap terjadinya deformasi secara longitudinal pada permukaan jalan yang terjadi akibat beban kendaraan berat, mengurangi risiko pengelupasan antara lapisan permukaan aspal dan lapisan agregat, dalam meningkatkan daya tahan terhadap terjadinya keretakan yang diakibatkan oleh berubahnya temperatur pada lingkungan. Fenomena peningkatan beban lalu lintas di Indonesia saat ini tidak selalu diimbangi dengan pengembangan infrastruktur jalan yang proporsional. Pertumbuhan volume kendaraan yang jauh lebih cepat daripada pembangunan jaringan jalan mengakibatkan tekanan berlebih pada perkerasan jalan. Ketika kapasitas jalan tidak mampu menahan beban lalu lintas yang melebihi batas rancangan, maka kerusakan pada struktur jalan akan mulai terjadi secara bertahap, yang berdampak negatif terhadap kualitas dan keselamatan infrastruktur. Pada lingkup ini, perkerasan fleksibel memiliki peran penting menjadi elemen dan dirancang khusus untuk menahan beban lalu lintas sekaligus berdampak pada keamanan dan kenyamanan serta keselamatan untuk pengguna jalan. Agregat halus, menjadi komponen utama dalam konstruksi perkerasan fleksibel, terutama pada lapisan *as* atau AC-WC (*Asphalt Concrete Wearing Course*) yang kerap mengalami kerusakan. Fungsi lapisan AC-WC adalah lapisan permukaan jalan halus,

aman, serta nyaman, serta melindungi lapisan di bawahnya dari kerusakan akibat beban lalu lintas berulang. Aspal beton campuran panas adalah jenis lapisan jalan yang terbentuk dari perpaduan seragam antara material agregat dan bahan pengikat aspal yang diolah pada suhu tinggi tertentu. Agar memperoleh campuran yang optimal, agregat dan aspal harus dipanaskan terlebih dahulu agar agregat dan aspal kering mencapai tingkat kecairan yang sesuai sehingga mudah dicampur. Sifat dari aspal beton selalu dipengaruhi oleh mutu material campuran, gradasi agregat, dan pelaksanaan di lapangan, sementara kekuatan aspal beton sangat bergantung pada komposisi batuan yang digunakan dalam campuran. Untuk meningkatkan performa perkerasan, penggunaan material tertentu, baik pada aspal maupun agregat, sangat diperlukan agar struktur jalan dapat menahan beban dengan lebih baik [1]. Oleh karena itu, perencanaan perkerasan jalan harus mengikuti standar yang telah ditetapkan di Indonesia [2]. Jenis perkerasan lentur yang paling populer di Indonesia adalah aspal beton, yang terbuat dari aspal, agregat halus, dan agregat kasar [3]. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menguji sifat-sifat campuran *Marshall Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC) yang telah diubah dengan penambahan lateks. Penelitian ini dilakukan di laboratorium PT. Komba Mahaka Utama. Aspal adalah senyawa hidrokarbon berwarna coklat tua yang terdiri dari minyak, resin, dan aspalten. Aspal berfungsi sebagai bahan pengikat antar agregat dalam struktur perkerasan, sehingga menghasilkan kombinasi yang kokoh dan padat. Selain itu, aspal juga berfungsi untuk mengisi rongga antar butiran agregat dan pori-pori pada agregat itu sendiri. Penelitian yang dilakukan oleh Fauzie Nursandah dan rekan (2019), penambahan lateks pada campuran AC-WC memberikan pengaruh positif dengan peningkatan nilai stabilitas, flow, Marshall Quotient, dan VFB, sementara nilai VIM dan VMA mengalami penurunan. Penelitian tersebut melaporkan nilai stabilitas tertinggi pada campuran dengan kadar lateks 7%, yaitu sebesar 1349,63 kg [4]. Selanjutnya, penelitian oleh I Nyoman Arya Thanaya dan kolega (2019) yang menggunakan lateks pada campuran Laston AC-WC juga menunjukkan hasil serupa, di mana nilai dari kekuatan Marshall naik bersamaan naiknya kadar lateks yang digunakan, nilai flow juga bertambah, *Marshall Quotient* membaik, sementara VIM dan VMA mengalami penurunan, dan VFB

meningkat. Stabilitas maksimum tercapai pada campuran dengan kadar lateks sebesar 8%, dengan nilai stabilitas mencapai 1658,00 kg [5]. Dengan demikian, hasil-hasil tersebut memperlihatkan dengan ditambahkan material lateks dalam campuran AC-WC pada aspal dapat meningkatkan performa mekanik dan ketahanan perkerasan jalan, sehingga dapat menjadi alternatif modifikasi aspal yang menjanjikan untuk memperpanjang umur layanan infrastruktur jalan nasional.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium pengujian aspal milik PT. Komba Mahaka Utama yang berlokasi di Martapura, Kabupaten OKU Timur. Agregat halus yang digunakan diperoleh dari *Asphalt Mixing Plant* (AMP) PT. Komba Mahaka Utama di OKU Timur, sementara agregat kasar dan filler berupa abu batu berasal dari batu alam yang telah mengalami proses penghancuran menggunakan mesin crusher pada fasilitas AMP tersebut. Dalam campuran AC-WC, batu dalam bentuk abu digunakan sebagai pengisi utama. Prosedur uji dalam penelitian ini meliputi beberapa tahap, yakni pengujian terhadap karakteristik agregat (termasuk agregat halus, agregat kasar, dan material pengisi), pengujian material, serta evaluasi *mixing* dengan metode *Marshall Test*. Sebagai acuan dalam pencampuran, standar yang digunakan adalah *Dokumen Mutu dan Format* (DMF) AC-WC dari PT. Komba Mahaka Utama untuk campuran tanpa penambahan lateks. Untuk campuran yang menggunakan lateks, dosis lateks ditentukan seberat filler dalam campuran DMF AC WC. Lateks yang dipakai merupakan material dalam bentuk cair yang diperoleh dari toko bangunan setempat. Hasil pengujian yang diperoleh mencakup berbagai parameter karakteristik campuran aspal, antara lain VIM, VMA, dan VFA, kestabilan mekanik, nilai kelecakan, MQ, serta densitas campuran. Parameter-parameter ini digunakan untuk menilai kualitas dan performa dari campuran AC-WC yang diuji.

3. Hasil Penelitian di Laboratorium

Data hasil pengujian material komposit *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC) yang diperoleh dalam penelitian ini disajikan secara rinci dalam tabel berikut [6]. Informasi tersebut menggambarkan karakteristik fisik dan mekanik campuran yang menjadi fokus evaluasi dalam studi ini :

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Campuran AC WC

No	Material	Hasil
1	Aspal • Penetrasi • Berat Jenis • Titik Leleh • Titik Nyala • Daktilitas	61,2 1,039 gram/cc 51,8 °C 358 °C 140
2	Agrgat Halus • Berat Jenis • Berat Jenis Permukaan Jenuh • Berat Jenis Semu • Penyerapan	2,472 gram/cc 2,527 gram/cc 2,615 gram/cc 2,218 %
3	Abu Batu • Berat Jenis • Berat Jenis Permukaan Jenuh • Berat Jenis Semu • Penyerapan	2,503 gram/cc 2,554 gram/cc 2,638 gram/cc 2,051 %
4	Agregat Kasar Batu Pecah 1/1 • Berat Jenis Curah Kering (Sd) • Berat Jenis Curah Jenuh Kering Permukaan (Ss) • Berat Jenis Semu (Sa) • Penyerapan (Sw) Agregat Kasar Batu Pecah 1/2 • Berat Jenis Curah Kering (Sd) • Berat Jenis Curah Jenuh Kering Permukaan (Ss) • Berat Jenis Semu (Sa) • Penyerapan (Sw)	2,544 gram/cc 2,583 gram/cc 2,648 gram/cc 1,547 % 2,573 gram/cc 2,605 gram/cc 2,658 gram/cc 1,240 %

Sumber : DMF Laboratorium PT. KMU



Gambar 1. Sampel Briket AC WC Standar

dan Briket Penambahan Latek**Tabel 2. Hasil Uji Karakteristik Marshall Test Campuran AC WC Standar (DMF)**

No	Sifat-sifat Campuran	Satuan	Hasil Test	Spesifikasi
1	Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	-	0,80	0,6 – 1,6
2	Kadar Aspal Optimum	%	5,90	-
3	Penyerapan aspal terhadap Agregat	%	0,117	-
4	Bulk Density	gr/cc	2,221	-
5	Rongga Dalam Campuran (VIM)	%	4,92	3,0 -5,0
6	Rongga Dalam Campuran (VIM) Refusal	%	2,30	Min 2,0
7	Kepadatan Membal (PRD)	%	2,280	-
8	Rongga Terisi Aspal (VFA)	%	71,56	Min 65
9	Rongga Dalam Agregat (VMA)	%	17,30	Min 15
10	Stabilitas Marshall	Kg	976,2	Min 800
11	Kelelahan	Mm	3,87	2,0 – 4,0
12	Marshall Quotient	kg/mm	252,48	-
13	Marshall Sisa Perendaman 60°C selama 24 Jam	%	90,97	Min 90

Sumber : Hasil Pengujian aboratorium

Tabel 3. Komposisi Campuran AC WC Hasil Uji Marshall Standar dan Kepadatan Mutlak

No	Campuran	Persen Campuran	Limbah Pecahan Gelas
1	Batu pecah 1/2	15,68% x 600 gr = 94,08 gr	
2	Batu pecah 1/1	32,28% x 600 gr = 193 gr	
3	Abu batu	39,65% x 600 gr = 237,9 gr	
4	Pasir	4,61% x 600 gr = 27,66 gr	
5	Aspal	5,9% x 600 gr = 35,4 gr	
6	Filler	1,88% x 600 gr = 11,28 gr	11,28 gr
Total		100,00%/600 gr	

Sumber : Hasil Analisa

Tabel 4. Hasil Uji Karakteristik Marshall Test Campuran AC WC Dengan Penambahan Latek

No	Sifat-sifat Campuran	Satuan	Hasil Test	Spesifikasi
1	Kadar Aspal Optimum	%	5,90	-
2	Penyerapan aspal terhadap Agregat	%	0,459	-
3	Bulk Density	gr/cc	2,238	-
4	Rongga Dalam Campuran (VIM Standar)	%	4,95	3,0 -5,0
5	Rongga Terisi Aspal (VFA)	%	70,43	Min 65
6	Rongga Dalam Agregat (VMA)	%	16,72	Min 15
7	Stabilitas Marshall	Kg	963,2	Min 800
8	Kelelahan	Mm	3,70	2,0 – 4,0
9	Marshall Quotient	kg/mm	260,40	-
10	Marshall Sisa Perendaman 60°C selama 24 Jam	%	73,89	Min 90

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium

Tabel 5. Hasil Pengujian Marshall Test Briket Standar dan Briket Penambahan Latek

No	Berat Isi (gr/cc)	VMA (%)	VIM (%)	VFA (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
Nilai Briket Standar (DMF)							
1	2,221	17,30	4,92	71,56	976,2	3,87	252,48
Nilai Briket dengan Penambahan Latek 1,88%							
2	2,238	16,72	4,95	70,43	963,2	3,70	260,40

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium



Gambar 2. Pengujian Sampel Briket AC WC Briket Dengan Penambahan Latek

4. Pembahasan

4.1. Analisa Kadar Aspal Optimum

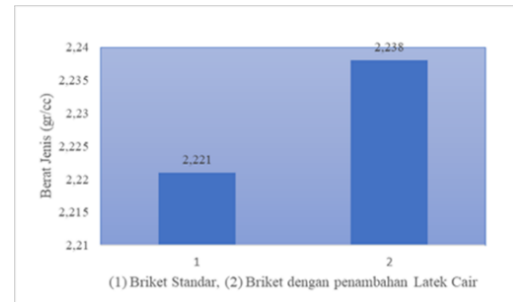
Untuk mencapai stabilitas optimal pada lapisan perkerasan, kadar aspal yang digunakan dalam campuran perkerasan harus sesuai dengan kadar optimum, yang juga mencakup nilai aliran dan persyaratan *Void in Mix* (VIM). Konsentrasi aspal ideal dalam penelitian ini adalah 5,90% untuk briket biasa dan briket dengan tambahan lateks.

4.2. Analisa Berat Isi / Bulk Density

Kepadatan mengukur berat campuran per satuan volume dan menunjukkan seberapa padat campuran setelah dihancurkan. Kandungan aspal campuran, energi pemadatan, dan kualitas material komponen semuanya memengaruhi kepadatan.

Berdasarkan gambar 3, nilai berat isi untuk campuran AC WC pada briket standar tercatat sebesar 2,221 gr/cc, sementara pada briket yang diberi tambahan lateks mengalami peningkatan menjadi 2,238 gr/cc. Meskipun Bina Marga tidak menetapkan standar khusus terkait nilai kepadatan ini, faktor tersebut sangat menentukan kebutuhan volume material di lapangan. Semakin tinggi nilai berat isi suatu campuran aspal panas, kualitas campuran tersebut cenderung membaik karena peningkatan kepadatan akan membuat struktur komposit akan terjadi lebih kedap terhadap penetrasi oleh air dan udara, sehingga memperpanjang daya tahan perkerasan jalan [13].

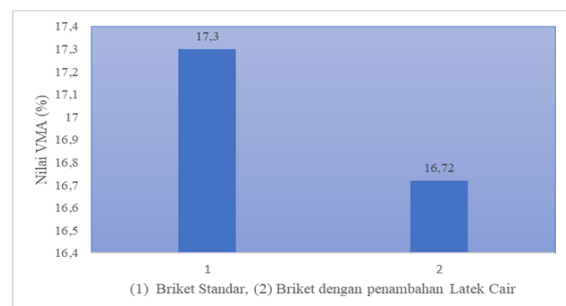
Hasil penelitian dilaboratorium dan dilapangan seperti yang ada pada gambar berikut ini:



Gambar 3. Grafik Perbandingan nilai Berat Jenis (*bulk*) AC WC Briket Standar dan Briket dengan Penambahan Latek

4.3. Analisa Nilai VMA

Void In Mineral Aggregate (VMA) merupakan volume rongga udara yang terdapat di antara butiran agregat dalam campuran aspal, mencakup juga ruang yang diisi oleh aspal efektif. VMA dinyatakan dalam bentuk persentase yang menunjukkan banyaknya pori-pori antar agregat. Apabila nilai VMA terlalu kecil, lapisan aspal yang membungkus agregat menjadi terbatas, sehingga menyebabkan pelepasan agregat dan membuat lapisan perkerasan menjadi kurang kedap terhadap air. Kondisi ini mempercepat proses oksidasi dan berpotensi menimbulkan kerusakan pada struktur perkerasan [7]. Gambaran hasil analisis nilai VMA dapat dilihat pada gambar 4 berikut ini. :



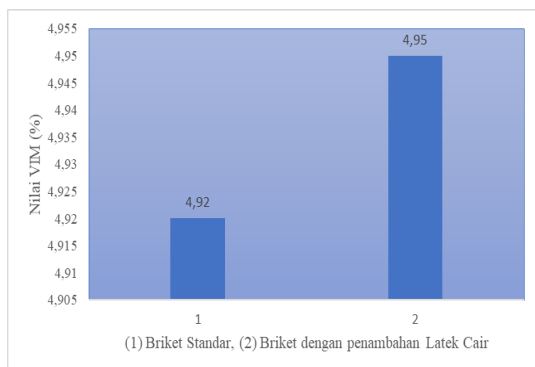
Gambar 4. Grafik Perbandingan nilai Berat VMA AC WC Briket Standar dan Briket dengan Penambahan Latek

Pada Gambar 4, terlihat bahwa nilai Void in Mineral Aggregate (VMA) untuk campuran AC

WC pada briket standar adalah sebesar 17,30%. Sementara itu, penambahan lateks pada briket menghasilkan penurunan nilai VMA menjadi 16,72%. Penurunan ini terjadi karena volume rongga yang terisi oleh aspal mengalami pengurangan. Meski demikian, kedua nilai tersebut masih pada posisi melewati batas minimum yang menjadi nilai standar Bina Marga, yakni 14% [8].

4.4. Analisa Nilai VIM

Void In The Mix (VIM) merujuk nilai persentase dari rongga udara yang terdapat di seluruh volume komposit aspal. Parameter ini sangat berpengaruh terhadap daya tahan lapis perkerasan; nilai VIM yang tinggi menunjukkan adanya rongga besar sehingga campuran menjadi lebih porous dan berpotensi menurunkan umur perkerasan [7]. Sebaliknya, nilai rongga udara yang terlalu rendah mengindikasikan campuran sangat padat dengan kekakuan tinggi, yang dapat menyebabkan aspal naik ke atas permukaan (*bleeding*) akibat pemadatan berulang oleh beban lalu lintas serta kemungkinan pergeseran lapisan aspal (*sliding*) [8]. Grafik hasil analisis nilai VIM untuk campuran AC-WC dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini :



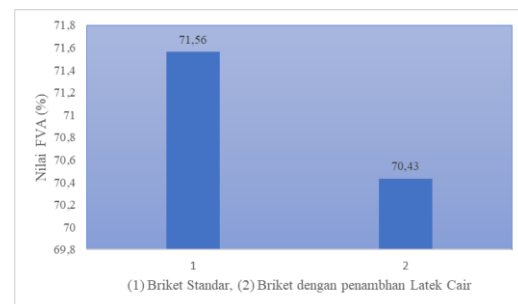
Gambar 5. Grafik perbandingan nilai VIM AC WC Briket Standar dan Briket dengan Penambahan Latek

Pada Gambar 5, nilai *Void In The Mix* (VIM) tertinggi untuk campuran AC WC pada briket standar tercatat sebesar 4,92%. Sementara itu, campuran dengan penambahan lateks menunjukkan peningkatan nilai VIM menjadi 4,95%, meskipun kenaikan ini bersifat marginal dan tidak signifikan. Kondisi ini disebabkan oleh distribusi aspal yang merata di dalam rongga campuran serta proses pemadatan di lapangan yang berlangsung dengan optimal, sehingga menghasilkan campuran aspal yang padat. Jika

dibandingkan dengan standar Bina Marga, di mana batasan nilai VIM berkisar antara 3,0% hingga 5,0%, nilai-nilai tersebut masih memenuhi persyaratan yang ditetapkan [8].

4.5. Analisa Nilai VFA

Persentase rongga udara dalam campuran yang telah terisi oleh aspal selama proses pemadatan dikenal dengan istilah *Void Filled with Asphalt* (VFA). Stabilitas, durabilitas, dan fleksibilitas campuran aspal sebagian besar ditentukan oleh besarnya nilai VFA, yang dipengaruhi oleh sejumlah variabel, termasuk gradasi agregat, suhu pemadatan, jenis dan kadar aspal, serta energi pemadatan [7]. Gambar 6 di bawah ini menampilkan temuan analisis nilai VFA untuk campuran AC WC :



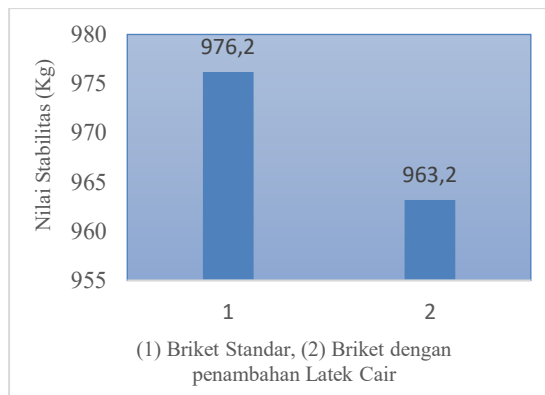
Gambar 6. Grafik perbandingan nilai VFA AC-WC Briket Standar dan Briket dengan Penambahan Latek

Gambar 6 menunjukkan bahwa nilai *Void Filled with Asphalt* (VFA) campuran AC WC dalam briket standar adalah 71,56%. Namun, nilai VFA turun menjadi 70,43% dalam briket setelah lateks ditambahkan. Penurunan ini dikaitkan dengan proporsi rongga yang terisi aspal yang lebih rendah dalam campuran. Kombinasi tersebut menjadi lebih kedap terhadap penetrasi udara dan air ketika nilai VFA meningkat karena lebih banyak aspal yang mengisi rongga. Di sisi lain, nilai VFA juga akan turun jika rongga yang terisi aspal berkurang. Sementara itu, kedua angka tersebut tetap memenuhi kriteria Bina Marga, yang mengharuskan minimal 65% [8].

4.6. Analisa Nilai Stabilitas

Nilai stabilitas menggambarkan kemampuan suatu lapisan perkerasan untuk menahan beban lalu lintas tanpa mengalami deformasi seperti alur, bekas roda, gelombang, maupun fenomena *bleeding* pada permukaan

jalan. Faktor-faktor yang memengaruhi kinerja campuran *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC) meliputi gaya gesekan antar butiran agregat, mekanisme saling mengunci antar partikel, bentuk dan tekstur permukaan agregat, gradasi serta bentuk partikel, kepadatan campuran, serta viskositas aspal yang digunakan [7]. Data hasil analisis nilai stabilitas untuk campuran ini dapat dilihat pada Gambar 7 berikut ini :



Gambar 7. Grafik perbandingan nilai Stabilitas AC WC Briket Standar dan Briket dengan Penambahan Lateks

Pada Gambar 7 terlihat bahwa nilai stabilitas untuk briket standar AC WC mencapai 976,2 kg, sedangkan briket yang mengandung lateks mengalami penurunan nilai stabilitas menjadi 963,2 kg. Dengan demikian, campuran AC WC standar memiliki kemampuan tertinggi dalam menahan beban lalu lintas. Meski demikian, kedua nilai tersebut masih sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh Bina Marga [8].

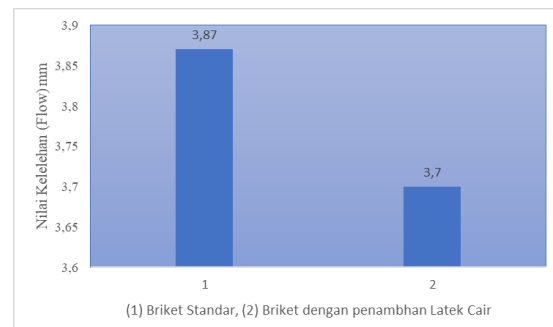
4.7. Analisa Nilai Kelelahan (*Flow*)

Nilai kelelahan (*flow*) menunjukkan besarnya nilai regangan atau penurunan terjadi pada campuran aspal setelah dipadatkan, yang dipengaruhi oleh besarnya beban yang bekerja di atasnya. Parameter ini mencerminkan tingkat kelenturan lapisan perkerasan. Faktor-faktor yang memengaruhi nilai kelelahan meliputi sifat aspal, viskositas aspal, gradasi campuran, tekstur permukaan agregat, serta tingkat pemadatan yang dicapai [8].

Pada Gambar 8, nilai kelelahan (*flow*) untuk campuran AC WC pada briket standar tercatat sebesar 3,87 mm, sedangkan untuk briket dengan tambahan lateks mengalami penurunan menjadi 3,70 mm. Nilai-nilai ini masih berada dalam rentang batas yang ditetapkan oleh Bina Marga,

yaitu antara 2,0 hingga 4,0 mm [8]. Apabila nilai kelelahan berada di bawah 2,0 mm, campuran akan cenderung menjadi lebih kaku, sehingga berisiko mudah retak dan mengalami pembentukan alur pada permukaan perkerasan.

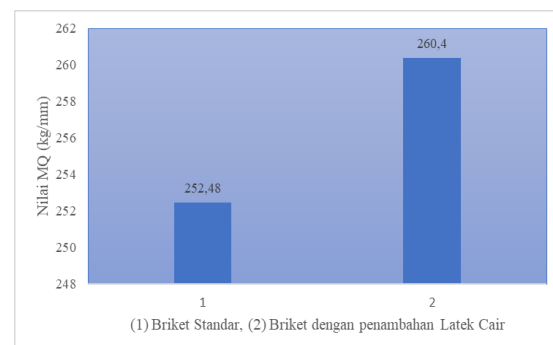
Hasil analisis nilai kelelahan untuk campuran AC WC dapat diamati pada Gambar 8 berikut ini:



Gambar 8. Grafik perbandingan nilai Kelelahan (Flow) AC WC Briket Standar dan Briket dengan Penambahan Lateks

4.8. Analisa Nilai MQ

Rasio antara nilai aliran dengan nilai stabilitas yang disesuaikan dikenal sebagai *Marshall Quotient* (MQ). Rasio ini berfungsi sebagai pengukur untuk menentukan seberapa fleksibel atau kaku campuran aspal. Campuran sering kali lebih kaku ketika angka Marshall Quotient lebih besar; sebaliknya, nilai yang lebih rendah menunjukkan campuran yang lebih fleksibel [7]. Gambar 9 di bawah ini menampilkan temuan studi nilai MQ untuk campuran AC-WC :



Gambar 9. Grafik perbandingan nilai MQ AC WC Briket Standar dan Briket dengan Penambahan Lateks

Berdasarkan Gambar 9, nilai *Marshall Quotient* (MQ) untuk campuran AC WC pada briket standar

tercatat sebesar 252,48 kg/mm, kemudian meningkat menjadi 260,40 kg/mm setelah penambahan lateks. Perlu diketahui bahwa nilai MQ memiliki hubungan berbanding terbalik dengan nilai kelelahan (*flow*). Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa nilai Marshall Quotient yang diperoleh telah memenuhi persyaratan Bina Marga, yang mensyaratkan nilai minimum sebesar 250 kg/mm [8].

5. Simpulan dan Saran

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk briket AC WC standar (DMF), kadar aspal optimum (KAO) tercatat sebesar 5,90%, dengan berat isi mencapai 2,221 gr/cc. Nilai Void in Mineral Aggregate (VMA) sebesar 17,30%, Void In Mix (VIM) sebesar 4,92%, dan Void Filled with Asphalt (VFA) sebesar 71,56%. Stabilitas campuran berada pada angka 976,20 kg, nilai kelelahan (*flow*) mencapai 3,87 mm, serta *Marshall Quotient* (MQ) tercatat sebesar 252,48 kg/mm.
2. Sedangkan untuk briket AC WC yang mengandung tambahan lateks, kadar aspal optimum juga sebesar 5,90%, dengan berat isi sedikit meningkat menjadi 2,238 gr/cc. Nilai VMA menurun menjadi 16,72%, VIM mengalami kenaikan kecil menjadi 4,95%, dan VFA menurun menjadi 70,43%. Stabilitas tercatat sebesar 963,20 kg, nilai kelelahan (*flow*) sedikit berkurang menjadi 3,70 mm, sementara *Marshall Quotient* (MQ) meningkat menjadi 260,40 kg/mm.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, ada saran yang dapat dilakukan untuk penelitian berikutnya :

1. Penelitian lanjutan dengan menguji berbagai variasi kadar lateks dalam campuran briket AC WC guna memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai pengaruh kadar lateks terhadap sifat fisik dan mekanik campuran.
2. Penelitian berikutnya juga memperluas cakupan dengan menerapkan variasi kadar lateks pada jenis campuran aspal lain, seperti AC BC (Asphalt Concrete Binder Course) dan AC Base, agar dapat diketahui dampak

penambahan lateks pada lapisan perkerasan yang berbeda dalam struktur jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] [Http://www.putra-ultimate.blogspot.com/2022/05/pengertian-aspal-beton-campuran-panas.html](http://www.putra-ultimate.blogspot.com/2022/05/pengertian-aspal-beton-campuran-panas.html)
- [2] Nahak, P. R., Cahyo, Y. S.P, dan Winarto, S. 2019. *Studi Perencanaan Tebal Perkerasan Konstruksi Jalan Raya Pada Ruas Jalan Umasukaer Di Kabupaten Malaka*. JURMATEKS, Vol. 2, No. 1, E- ISSN: 2621-7686.
- [3] Rombot, P., Kaseke, O. H., dan Manopo, M. R. E. 2015. *Kajian Kinerja Campuran Beraspal Panas Jenis Lapis Aspal Beton sebagai Lapis Aus Bergradasi Kasar dan Halus*. Jurnal Sipil Statik, Vol.3, No.3 pp.190-197, ISSN:2337-6732
- [4] Fauzie Nursandah, Moch. Zaenuri 2019 *Penelitian Penambahan Karet Alam (Lteks) Pada Campuran Laston AC WC Terhadap Karakteristik Marshal*. Jurnal CIVILLa Vo. 4 No. 2 September 2019 ISSN No. 253 – 2399
- [5] I Nyoman Arya Thanaya, I Gusti Raka Puranto, I Nyoman Sapta Nugraha 2016 *Studi Karakteristik Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC WC) Menggunakan Asoal Penetrasi 60/70 Dengan Penambahan Lateks*. Media Komunikasi Teknik Sipil Volume 22 No. 2 Desember 2016
- [6] Laboratorium Pengujian PT. KOMBA MAHAKA UTAMA, 2024. Laporan Design Mix Formula Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC).
- [7] Asrullah et al, 2023 *Characteristics The Marshall Test Substitution Of Polypropylene Plastic Pellets As Filler In Mixture Asphalt Concrete Binder Course*, International Jurnal Islamic Education, Research and Multiculturalism (IJIERM), Vol. 5 No. 2 Mei 2023, Doi : <https://doi.org/10.47006/ijierm.v5i2.234> pp 356-375
- [8] Kementerian Pekerjaan Umum. 2022. Spesifikasi Umum Tahun 2018 Revisi 2 Divisi 6. Jakarta. Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia.