

Pengaruh Penambahan Karet Alam (Lateks) Pada Campuran Cold Paving Hot Mix Asbuton (Cphma) Dengan Variasi Perendaman

Haris Munandar, Abd Rahim Nurdin, Ahmad Yauri Yunus

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa

E-mail: hmunandar230@gmail.com

Artikel info

Artikel history:

Diterima: 05-01-2025

Direvisi: 02-05-2025

Disetujui: 30-09-2025

Abstract. CPHMA (Cold Paving Hot Mix Asbuton) is a new breakthrough to meet the needs of remote areas where the asphalt mixing plant (AMP) is inadequate and is expected to add value to stability and durability. Natural Rubber (Latex) is a type of natural rubber that has high resistance to cracking and has high adhesion. The purpose of this study was to determine how much influence the addition of natural rubber (latex) had on marshall characteristics in CPHMA mixtures with variations of immersion. This study used natural rubber (latex) additives with levels of 10%, 15% and 20%. 33 samples of test objects were made, 6 normal samples and 27 variations samples. The treatment of the specimens was carried out with variations of immersion for 7, 14 and 21 days. Testing is done with the marshall test tool. The test results showed that Natural Rubber (Latex) as an added ingredient in CPHMA-type Buton asphalt mixture by immersion caused the value of the properties of the mixture to not meet specifications and could not be used.

Abstrak. CPHMA (Cold Paving Hot Mix Asbuton) atau campuran beraspal panas Asbuton dihampar dingin adalah sebuah terobosan baru untuk memenuhi kebutuhan dari daerah terpencil yang dimana asphalt mixing plant (AMP) kurang memadai dan diharapkan dapat menambah nilai stabilitas dan durabilitas. Karet Alam (Lateks) merupakan salah satu jenis karet alam yang memiliki sifat daya tahan yang tinggi terhadap keretakan dan mempunyai daya rekat yang tinggi. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui berapa besar pengaruh penambahan karet alam (lateks) terhadap karakteristik marshall pada campuran CPHMA dengan variasi perendaman. Penelitian ini menggunakan bahan tambah Karet Alam (Lateks) dengan kadar 10%, 15%, dan 20%. Sampel benda uji dibuat sebanyak 33 sampel, 6 sampel normal dan 27 sampel variasi. Perawatan benda uji dilakukan dengan variasi perendaman 7, 14, dan 21 hari. Pengujian dilakukan dengan alat uji marshall test. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Karet Alam (Lateks) sebagai bahan tambah pada campuran aspal buton tipe CPHMA dengan perendaman menyebabkan nilai dari sifat campuran tidak sesuai spesifikasi dan tidak bisa digunakan.

Keywords:

CPHMA, Karet Alam
(LATEKS), Variasi
Perendaman

Corresponden author:

Email: hmunandar230@gmail.com



artikel dengan akses terbuka dibawah lisensi CC BY -4.0

1. PENDAHULUAN

Kerusakan jalan merupakan masalah serius yang dihadapi di berbagai daerah di Indonesia dan memiliki kompleksitas yang cukup tinggi. Salah satu penyebab utama dari kerusakan tersebut adalah perencanaan yang kurang optimal serta mutu awal bahan perkerasan yang tidak memenuhi standar teknis sehingga mempercepat proses degradasi struktur jalan (Sari et al., 2021). Selain itu, umur rencana jalan yang telah terlampaui juga menjadi faktor signifikan yang memperparah kondisi jalan. Aspal, sebagai salah satu material utama perkerasan jalan, dikenal sebagai material hidrokarbon berwarna hitam atau coklat tua yang berbentuk padat pada temperatur ruang dan dapat melunak apabila dipanaskan hingga suhu tertentu (Liu et al., 2022).

Cold Paving Hot Mix Asbuton (CPHMA) merupakan inovasi terkini dalam teknologi perkerasan jalan, yang diproduksi dengan pencampuran aspal panas di pabrik dan kemudian dihampar serta dipadatkan pada temperatur udara tanpa pemanasan lebih lanjut. Teknologi ini memberikan solusi efektif terutama untuk wilayah yang jauh dari Asphalt Mixing Plant (AMP) dan memiliki keterbatasan logistik (Putra et al., 2023). Dengan demikian, CPHMA diharapkan dapat menggantikan penggunaan aspal hotmix konvensional dan memberikan efisiensi dalam proses aplikasi serta pengurangan biaya.

Indonesia sebagai negara dengan sumber daya alam melimpah memiliki potensi besar dalam pengembangan bahan campuran perkerasan jalan. Salah satu sumber daya tersebut adalah karet alam, di mana Indonesia merupakan salah satu produsen terbesar dunia (Wahyudi et al., 2020). Lateks karet alam memiliki karakteristik unggulan seperti daya tahan tinggi terhadap retakan dan keausan, sehingga penambahan lateks pada campuran aspal diharapkan mampu meningkatkan mutu perkerasan jalan (Susanto et al., 2021). Penelitian ini memfokuskan

pada pengaruh penambahan karet alam (lateks) pada campuran CPHMA dengan variasi perendaman, yang bertujuan untuk mengevaluasi perubahan karakteristik mekanik dan ketahanan material akibat perlakuan tersebut.

Penambahan lateks diharapkan dapat memperbaiki sifat fisik dan mekanik dari campuran CPHMA, meningkatkan fleksibilitas, daya tahan terhadap beban lalu lintas, serta memperpanjang umur perkerasan jalan. Selain itu, variasi perendaman sebagai metode perlakuan bahan bertujuan untuk mengoptimalkan interaksi antara lateks dan aspal, sehingga diperoleh performa campuran yang maksimal. Studi ini juga relevan untuk mendukung upaya pemanfaatan sumber daya lokal yang berkelanjutan serta mengurangi ketergantungan pada bahan impor.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu aspal buton tipe cold paving hot mix asbuton (CPHMA) dan karet alam (lateks). Alat –alat yang digunakan yaitu : satu set saringan, timbangan dengan ketelitian 0,1 gr dan 0,01 gr, kuas, kain lap, picnometer kapasitas 50 ml, labu picnometer kapasitas 500 ml, keranjang kawat ukuran 3.35mm, alat pemisah contoh, bejana, oven laboratorium ketelitian $110 \pm 5^\circ\text{C}$, tempat air dengan kapasitas besar, alat uji ekstraksi, cetakan benda uji (mould) diameter 10 cm (4") dan tinggi 7,5 cm (3"), alat pengeluar contoh (ejektor), batang penumbuk, landasan pemadat, bak perendam (waterbath), dan Alat Uji Marshall.

2.2. Prosedur Penelitian Menggunakan Alat Marshall

Metodologi penelitian ini menggunakan Alat Uji Marshall yaitu benda uji yang telah dipadatkan menjadi briket aspal didinginkan lalu ditimbang untuk mendapatkan berat benda uji di udara, lalu setelah itu dilakukan perendaman di dalam bak perendam berisi air selama 24 jam pada suhu ruangan. Briket aspal dikeluarkan dan dikeringkan permukaannya menggunakan lap lalu ditimbang untuk mendapatkan berat jenis jenuh kering permukaan (SSD). Briket aspal tadi dimasukkan ke dalam keranjang kawat dan dicelupkan ke wadah berisi air dengan kapasitas besar lalu di lakukan penimbangan untuk mendapatkan berat benda uji di dalam air. Briket aspal kemudian direndam di dalam waterbath dengan suhu 60 C selama 30 menit, setelah dilakukan perendaman briket aspal dikeluarkan dan diuji menggunakan Alat Uji Marshall. Hasil dari pembacaan alat Marshall akan diperoleh nilai stabilitas dan flow (kelelahan).

2.3. Rancangan Benda Uji

Tabel 1. Rancangan Benda Uji

Pengujian Stabilitas 60°						
Kadar Aspal (%)	Waktu	CPHMA			JUMLAH	
	(Menit/Jam)					
7.04	30 Menit	3			6	
7.04	24 Jam	3				
Variasi Penambahan Karet Alam (Lateks) Sebagian Perendaman						
Kadar Aspal (%)	Kadar Karet	Siklus Hari			CPHMA	JUMLAH
	Alam (Lateks) %					
7.04	10	7	14	21	3	27
7.04	15	7	14	21	3	
7.04	20	7	14	21	3	
Total						33

Sumber : Hasil Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Hasil pemeriksaan karakteristik agregat sesuai dengan metode pengujian yang dipakai dan spesifikasi yang disyaratkan dan disajikan dalam Tabel 1. dan hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar dan halus disajikan dalam Tabel 1. sebagai berikut :

Pemeriksaan Analisis Saringan

Tabel 2 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat

No.	Ukuran ayakan	% Lolos	% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat
	ASTM (mm)		
1.	$\frac{3}{4}$ in (19 mm)	100	100
2.	$\frac{1}{2}$ in (12,5 mm)	93.3	90 – 100
3.	$\frac{3}{8}$ in (9,5 mm)	81.1	-
4.	No. 4 (4,75 mm)	60.18	45 - 70

No.	Ukuran ayakan	% Lolos	% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat
	ASTM (mm)		
5.	No. 8 (2,36 mm)	39.12	25 - 55
6.	No. 50 (0,300 mm)	15.75	5 - 20
7.	No. 200 (0,075 mm)	5.04	2 - 9

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium

Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar

Rumus:

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis (Bulk Specific Gravity)} &= \frac{B_k}{B_j - B_a} \\ \text{Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)} &= \frac{B_j}{B_j - B_a} \\ \text{Berat jenis semu (Apparent Specific Gravity)} &= \frac{B_k}{B_k - B_a} \\ \text{Penyerapan (Absorption)} &= \frac{(B_j - B_k)}{B_k} \times 100\% \end{aligned}$$

Keterangan :

B_k = Berat benda kering oven
 B_j = Berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD)
 B_a = Berat benda uji di dalam air

Tabel 3. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar

Jenis Pemeriksaan	Metode	Hasil	Spesifikasi		Satuan
			Min.	Maks.	
Gradasi	AASHTO T27- 82		-	-	%
Berat jenis dan penyerapan	SNI 03-1969-1990				
Bulk		2.57	2.5		-
SSD		2.63	2.5	3	-
Semu		2.74	2.5		-
Penyerapan		2.39	-		-

Sumber : Hasil Pengujian dan Spesifikasi Bina Marga 2018 Kementrian PUPR

Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

Rumus :

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis (Bulk Specific Gravity)} &= \frac{B_k}{B + 500 - B_t} \\ \text{Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)} &= \frac{B_j}{B + 500 - B_t} \\ \text{Berat jenis semu (Apparent Specific Gravity)} &= \frac{B_k}{B + B_k - B_t} \\ \text{Penyerapan} &= \frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\% \end{aligned}$$

Keterangan :

SSD = Berat benda uji kering permukaan jenuh
 BK = Berat benda kering oven
 B = Berat piknometer + air
 BT = Berat piknometer + air + benda uji

Tabel 4. Pemeriksaan berat jenis agregat halus

Jenis Pemeriksaan	Metode	Hasil	Spesifikasi		Satuan
			Min.	Max	
Gradasi	AASHTO T27-82		-	-	%
Berat jenis dan penyerapan					
Bulk		2.56	2.5	3	Gram
SSD		2.62	2.5		Gram
Semu		2.72	2.5		Gram
Penyerapan	SNI 03-1970-199	2.13	-		Gram

Sumber : Hasil Pengujian dan Spesifikasi Bina Marga 2018 Kementrian PUPR

3.2. Pemeriksaan Kadar Aspal

Jenis aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal buton yang di ekstraksi. Hasil pengujian kadar aspal sesuai hasil pengujian dan penelitian, diperlihatkan pada Tabel 3.4. sebagai berikut :

Tabel 5. Kadar Aspal Hasil Ekstraksi CPHMA

No.	Uraian	Metoda Pengujian	Hasil Pengujian	Persyaratan
-----	--------	------------------	-----------------	-------------

1.	Kadar Aspal (%)	SNI – 03-6894-2002	7.04	6 – 8
----	-----------------	--------------------	------	-------

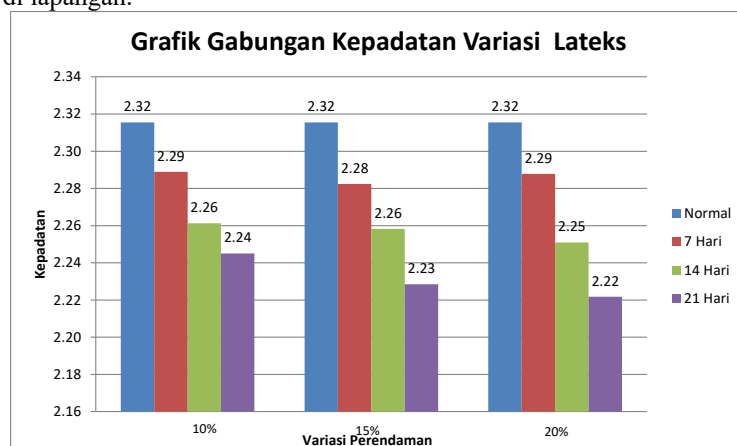
Sumber : Hasil Pengujian dan Spesifikasi Bina Marga 2018 Kementrian PUPR

3.3. Analisis Hasil Pengujian Dengan Karet Alam (Lateks) 10%, 15% dan 20% Pada Campuran Beraspal Panas Asbuton Dihampar Dingin (CPHMA).

Hasil pengujian campuran benda uji pada alat pengujian marshall akan diperoleh hasil-hasil parameter marshall sebagai berikut:

Kepadatan

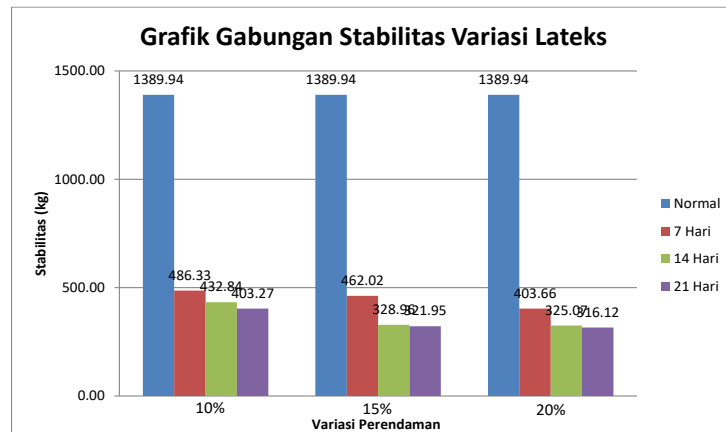
Nilai kepadatan (density) mencerminkan tingkat kerapatan suatu campuran yang telah mengalami proses pemadatan, di mana campuran dengan kepadatan tinggi dalam batas tertentu memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menahan beban berat dibandingkan dengan campuran yang memiliki kepadatan rendah. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai kepadatan ini meliputi kualitas bahan penyusun, komposisi material, serta metode pemadatan yang diterapkan selama proses pembuatan campuran. Campuran yang memiliki distribusi butiran tidak seragam dan tingkat porositas antar butiran yang rendah cenderung menghasilkan nilai kepadatan yang lebih tinggi, sehingga struktur campuran menjadi lebih padat dan kompak. Dalam konteks campuran beraspal panas tipe Asbuton yang dihampar secara dingin (Cold Paving Hot Mix Asbuton, CPHMA) dengan penambahan bahan modifikasi berupa karet alam (lateks), nilai kepadatan merupakan parameter penting yang mencerminkan perubahan sifat fisik campuran akibat adanya lateks. Penambahan karet alam berpotensi mempengaruhi interaksi antar partikel dalam campuran, sehingga dapat memodifikasi struktur internal dan kepadatan campuran tersebut, yang hasilnya dapat diamati dan dianalisis secara kuantitatif, seperti yang tergambar pada Gambar 2. Nilai kepadatan ini menjadi indikator utama dalam evaluasi performa mekanik campuran serta ketahanannya terhadap beban dan deformasi di lapangan.



Gambar 1. Diagram hubungan variasi penambahan Karet Alam (Lateks) terhadap kepadatan

Stabilitas

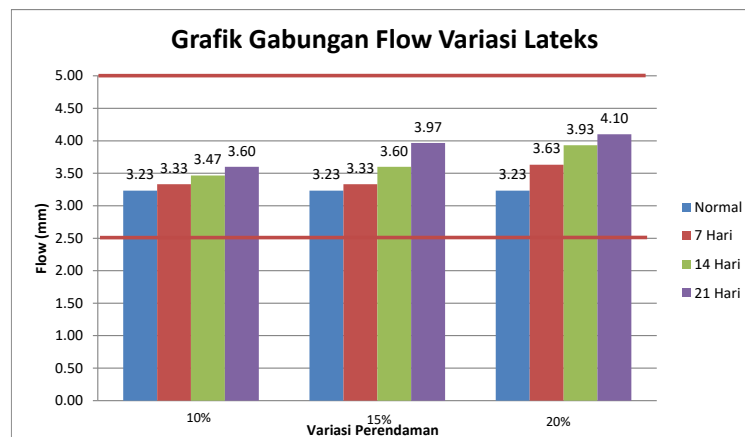
Nilai stabilitas mencerminkan kemampuan suatu perkerasan untuk menahan beban lalu lintas tanpa mengalami deformasi permanen atau perubahan bentuk yang signifikan. Nilai ini biasanya diukur dalam satuan beban lalu lintas, dan semakin tinggi nilai stabilitas, semakin besar kemampuan perkerasan dalam menahan tekanan dari kendaraan yang melintas. Sebaliknya, nilai stabilitas yang rendah menunjukkan bahwa perkerasan rentan terhadap deformasi seperti alur (rutting), yang dapat mempercepat kerusakan dan mengurangi umur layanan jalan. Pengujian terhadap nilai stabilitas dilakukan dengan menggunakan berbagai variasi penambahan karet alam (lateks) pada campuran, untuk menilai pengaruh modifikasi tersebut terhadap ketahanan campuran terhadap beban lalu lintas. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat secara rinci pada Gambar 3, yang menunjukkan perbedaan nilai stabilitas pada tiap variasi kandungan lateks dalam campuran. Nilai stabilitas ini sangat penting dalam mengevaluasi performa campuran dan menentukan proporsi optimal bahan tambahan untuk meningkatkan ketahanan perkerasan jalan.



Gambar 2. Diagram Hubungan Variasi Penambahan Karet Alam (Lateks) Terhadap Stabilitas.

Kelelahan (Flow) Min 3-5 mm

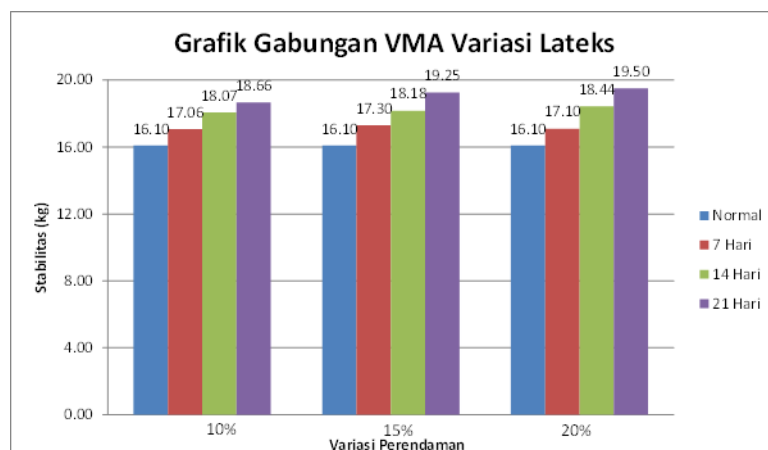
Nilai *Flow* menyatakan besarnya deformasi yang terjadi pada suatu lapis perkerasan akibat beban lalu lintas. Suatu campuran dengan nilai *Flow* tinggi akan cenderung lembek sehingga akan menyebabkan deformasi permanen apabila menerima beban. Sebaliknya jika nilai *Flow* rendah maka campuran menjadi kaku dan mudah retak jika menerima beban yang mengalami daya dukungnya. Grafik nilai *Flow* campuran beraspal panas Asbuton dihampar dingin (CPHMA) untuk variasi Karet Alam (Lateks) dapat dilihat pada gambar 4:



Gambar 3. Diagram Hubungan Variasi Penambahan Karet Alam (Lateks) Terhadap Flow.

Rongga Dalam Agregat (VMA) Min 16%

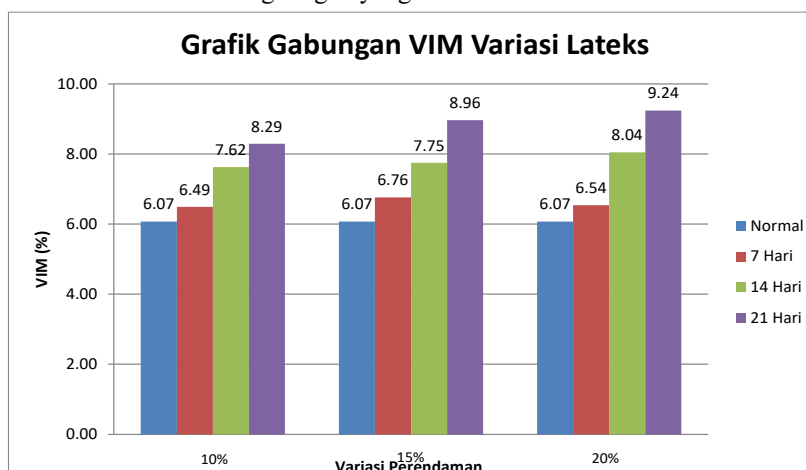
Void in Mineral Aggregates (VMA) mengacu pada persentase ruang kosong atau rongga yang terdapat di antara butiran agregat dalam suatu campuran, yang mencakup rongga terisi udara serta rongga yang terisi oleh aspal efektif. Nilai VMA menjadi parameter penting dalam menilai struktur dan kualitas campuran beraspal karena berpengaruh langsung terhadap kestabilan dan daya tahan campuran terhadap berbagai beban serta kondisi lingkungan. Pada campuran beraspal panas Asbuton yang dihampar secara dingin (Cold Paving Hot Mix Asbuton, CPHMA), variasi penambahan karet alam (lateks) dapat memengaruhi nilai VMA dengan cara mengubah interaksi antar partikel agregat dan distribusi aspal dalam campuran. Perubahan nilai VMA akibat penambahan lateks ini dapat memberikan gambaran tentang bagaimana komposisi bahan memengaruhi porositas dan kapasitas pengisian aspal dalam campuran. Grafik hasil pengukuran nilai VMA untuk berbagai variasi kandungan karet alam dalam campuran CPHMA disajikan pada Gambar 5, yang memperlihatkan pola perubahan nilai VMA dan implikasinya terhadap karakteristik fisik campuran. Analisis nilai VMA tersebut sangat penting dalam menentukan kualitas dan keandalan campuran dalam aplikasi perkerasan jalan.



Gambar 4 Diagram Hubungan Variasi Penambahan Karet Alam (Lateks) Terhadap VMA

Rongga Dalam Campuran (VIM) Min 4%-10%

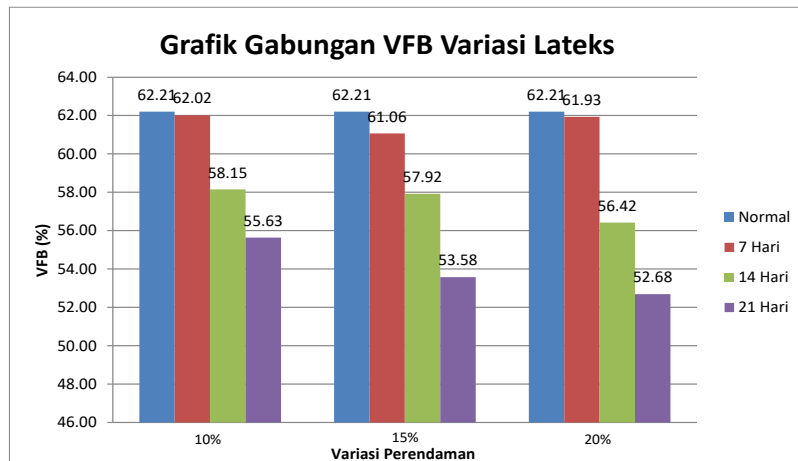
Void in Mixture (VIM) merupakan persentase ruang kosong atau rongga udara yang terdapat di antara agregat dan aspal setelah proses pemadatan campuran dilakukan. Parameter ini sangat penting karena berkorelasi langsung dengan durabilitas serta kekuatan mekanik campuran aspal. Nilai VIM yang ideal menunjukkan keseimbangan antara porositas yang cukup untuk fleksibilitas dan ketahanan terhadap deformasi, serta kepadatan yang memadai untuk mencegah penetrasi air dan oksidasi yang dapat merusak struktur campuran. Oleh karena itu, pengukuran VIM menjadi indikator krusial dalam evaluasi kualitas campuran aspal, termasuk pada campuran beraspal panas Asbuton yang dihampar secara dingin (CPHMA), untuk memastikan performa jangka panjang dan ketahanan terhadap beban lalu lintas serta kondisi lingkungan yang bervariasi.



Gambar 5. Diagram Hubungan Variasi Penambahan Karet Alam (Lateks) Terhadap VIM

Rongga terisi aspal (VFB) Min 60%

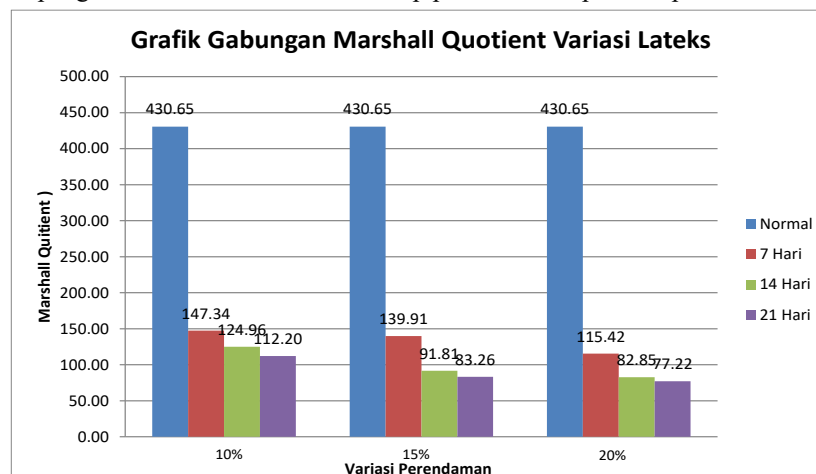
Nilai Void Filled with Bitumen (VFB) menunjukkan persentase rongga dalam campuran agregat yang terisi oleh aspal. Besarnya nilai VFB sangat menentukan tingkat keawetan dan ketahanan campuran terhadap berbagai faktor lingkungan dan beban lalu lintas. Nilai VFB yang tinggi mengindikasikan bahwa sebagian besar rongga antar butir agregat telah terisi oleh aspal, sehingga meningkatkan kedapatan campuran dan mengurangi penetrasi air atau udara yang dapat menyebabkan kerusakan dini seperti pelapukan atau degradasi material. Dengan demikian, nilai VFB yang optimal sangat penting untuk memastikan daya tahan dan performa jangka panjang dari campuran aspal dalam aplikasi perkerasan jalan.



Gambar 6. Diagram hubungan variasi penambahan Karet Alam (Lateks) terhadap VFB

Marshall Quotien

Hasil bagi Marshall atau Marshall Quotient (MQ) merupakan rasio antara nilai stabilitas dan kelelahan campuran, yang berfungsi sebagai indikator empiris untuk menilai kekuatan dan kekakuan material campuran aspal. Semakin tinggi nilai MQ yang diperoleh, menunjukkan bahwa campuran tersebut memiliki kekakuan yang lebih besar, yang dapat meningkatkan kemampuan menahan beban namun juga menandakan peningkatan kerentanan terhadap retak akibat sifat kaku yang dimilikinya. Oleh karena itu, nilai MQ menjadi parameter penting dalam evaluasi karakteristik mekanik campuran, guna menentukan keseimbangan optimal antara kekuatan dan fleksibilitas. Grafik nilai MQ untuk berbagai variasi campuran dapat dilihat pada Gambar 8, yang memberikan gambaran mengenai pengaruh modifikasi bahan terhadap performa campuran aspal..



Gambar 7. Diagram hubungan variasi penambahan Karet Alam (Lateks) terhadap MQ

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa penambahan karet alam (lateks) sebagai bahan tambahan pada campuran aspal buton tipe Cold Paving Hot Mix Asbuton (CPHMA) yang diberi perlakuan perendaman tidak memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan sifat mekanik campuran tersebut. Penggunaan lateks dalam berbagai variasi perendaman justru menghasilkan nilai-nilai sifat campuran yang tidak memenuhi batas spesifikasi teknis yang telah ditetapkan, sehingga campuran dengan perlakuan ini tidak layak untuk diaplikasikan pada perkerasan jalan. Hasil ini menunjukkan bahwa keberadaan lateks sebagai modifikator dalam campuran CPHMA tidak memberikan pengaruh signifikan dalam meningkatkan stabilitas dan karakteristik mekanik campuran. Sebaliknya, faktor pengaruh air, khususnya pada saat proses perendaman, memiliki peranan yang sangat dominan dan cenderung berdampak negatif terhadap stabilitas campuran. Kondisi ini mengindikasikan bahwa interaksi antara air dan bahan campuran menyebabkan penurunan kekuatan ikatan antar agregat dan aspal, sehingga menyebabkan degradasi sifat mekanik campuran. Oleh karena itu, pengendalian kadar air dan kondisi perendaman menjadi aspek krusial yang harus diperhatikan dalam proses modifikasi campuran CPHMA dengan lateks. Temuan ini mengimplikasikan perlunya evaluasi lebih

mendalam terkait metode perendaman dan karakteristik bahan tambahan yang digunakan, guna memastikan bahwa modifikasi yang dilakukan dapat menghasilkan campuran yang memenuhi standar teknis dan memiliki performa yang baik di lapangan. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa penambahan karet alam (lateks) dengan variasi perendaman pada campuran CPHMA, dalam kondisi yang diuji, tidak efektif dalam meningkatkan kualitas campuran dan bahkan dapat menurunkan performa akibat pengaruh air yang dominan. Oleh karena itu, strategi pengembangan campuran aspal modifikasi perlu mempertimbangkan faktor-faktor tersebut untuk mencapai hasil yang optimal dan aplikatif.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Sari, D. K., Pratama, B., & Hidayat, R. (2021). Analysis of Road Pavement Damage and Maintenance Strategies in Indonesia. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 12(5), 150-160. <https://doi.org/10.1007/s40069-021-00412-3>
- Liu, Y., Zhang, L., & Chen, X. (2022). Asphalt Material Behavior under Various Temperature Conditions. *Construction and Building Materials*, 315, 125623. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125623>
- Putra, A., Nur, M., & Wijaya, D. (2023). Cold Paving Hot Mix Asphalt: Application and Performance in Remote Areas. *Journal of Infrastructure Engineering*, 29(2), 89-98. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0001767](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0001767)
- Wahyudi, A., Hadi, S., & Prasetyo, H. (2020). Utilization of Natural Rubber Latex in Asphalt Mixture for Road Construction. *Materials Science Forum*, 1004, 89-94. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.1004.89>
- Susanto, B., Putri, R., & Arifin, Z. (2021). Improvement of Asphalt Mixture Properties by Adding Natural Rubber Latex. *International Journal of Pavement Engineering*, 22(6), 789-797. <https://doi.org/10.1080/10298436.2019.1707155>
- Zhang, Y., Li, X., & Wang, Z. (2021). Design and performance of cold mix asphalt – A review. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123123. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123123>
- Wang, J., Zhang, L., & Li, X. (2020). Preparation and performance evaluation of rubber powder-polyurethane composite modified cold patch asphalt. *Journal of Cleaner Production*, 258, 120636. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120636>
- Arya Thanaya, I Nyoman, and I Wayan Suweda. “Perbandingan Karakteristik Campuran Cold Paving Hot Mix Asbuton (CPHMA) Yang Dipadatkan Secara Dingin Dan Panas,” 2017. <https://doi.org/10.5614/jts.2017.24.3.8>.
- Bina Marga 2007. Faktor-Faktor Penyebab Kerusakan Jalan. Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum. 2006. Buku 1 Pemanfaatan Asbuton Umum. No:001-01/BM/2006. Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Direktorat Bina Marga, 2010. Spesifikasi Khusus Interm Campuran Beraspal Panas Dengan Asbuton, Republik Indonesia Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Ditjen Bina Marga, 2018, Spesifikasi Khusus Interim Seksi 6.3 Asbuton Campuran Panas Hampar Dingin CPHMA, Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Ditjen Bina Marga, 2018, Pedoman Pelaksanaan Asbuton Campuran Panas Hampar Dingin Cold Pavement Hot Mix Asbuton, CPHMA, Jakarta: Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.
- Fungsi Perkerasan Jalan.” 2021. Bumindosakti.com. 2021.
- Fauzan Zakaria, Nurdin. “Lateks Merupakan Salah Satu Jenis Karet Alam Yang Memiliki Sifat Daya Tahan Yang Tinggi Terhadap Keretakan, Mempunyai Daya Aus Yang Tinggi,” 2022. <http://dx.doi.org/10.20961/stjssa.v19i1.56441>.
- Lubis, Marfuah. 2014. “Lateks Karet Alam.” *Academia.edu*. November 30, 2014.
- Nurdin, Rahim, “Bahan Ajar Perkerasan Jalan Raya”, JTS FT Bosowa Makassar.
- Pratiwi Wulandari, Enasty. “KARET ALAM SEBAGAI PENINGKAT MASA JALAN ASPAL,” 2022. <https://doi.org/10.46774/pptk.v5i2.512>.
- Sukirman, S. 1999. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Nova, Bandung
- Suprpto. 2004. Bahan Dan Struktur Jalan Raya. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.