

PERILAKU ANALISIS ASPHALT CONCRETE WEARING COARSE

(AC-WC) POROUS DENGAN BAHAN TAMBAH SERAT BAJA DAN RUBBER

(Behavior Analysis of Porous Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) with Additives of Steel
Fiber and Rubber)

Surasa Waluya^{1*}, Rachmat Mudiyo², & Juny Andry Sulisty³

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang

*Corresponding author e-mail: juny.andry@unissula.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:
Received :
Accepted :
Available online :

ABSTRACT

In Indonesia, roads often experience water accumulation during rain, leading to slippery conditions and an increased risk of accidents. To address this issue, porous asphalt has been developed using coarse aggregates and low sand content, allowing water to permeate both vertically and horizontally. This technology offers advantages such as improved skid resistance, reduced noise, and enhanced drainage functions, which help mitigate hydroplaning risks and maintain hydrological balance. This study utilized floodwater from Jl. Barito, Semarang Timur, aggregates from AMP PT. Perwita Karya, and JAP-57 polymer asphalt. The addition of LDPE plastic and varying amounts of steel fiber and rubber aimed to enhance the mixture's strength. The results indicated that the addition of rubber and steel fiber influenced the VIM (Void in Mix) value, where higher content reduced VIM and improved the mixture's ability to allow water to pass through.

Di Indonesia, jalan sering mengalami genangan air saat hujan, menyebabkan licin dan meningkatkan risiko kecelakaan. Untuk mengatasi masalah ini, aspal porus dikembangkan dengan agregat kasar dan kadar pasir rendah, memungkinkan air meresap secara vertikal dan horizontal. Teknologi ini memiliki keunggulan seperti peningkatan tahanan gelincir, pengurangan kebisingan, dan fungsi drainase yang lebih baik, yang membantu mengurangi risiko hydroplaning dan menjaga keseimbangan hidrologi. Penelitian ini menggunakan air banjir dari Jl. Barito, Semarang Timur, agregat dari AMP PT. Perwita Karya, dan aspal Polimer JAP-57. Penambahan plastik LDPE serta variasi kadar serat baja dan karet bertujuan untuk meningkatkan kekuatan campuran. Hasil menunjukkan bahwa penambahan rubber dan serat baja memengaruhi nilai VIM, di mana kadar yang lebih tinggi menurunkan nilai VIM dan meningkatkan kemampuan campuran dalam meloloskan air.

Keyword :
Permanent deformation
Immersion
Tide
AC-WC

1. PENDAHULUAN

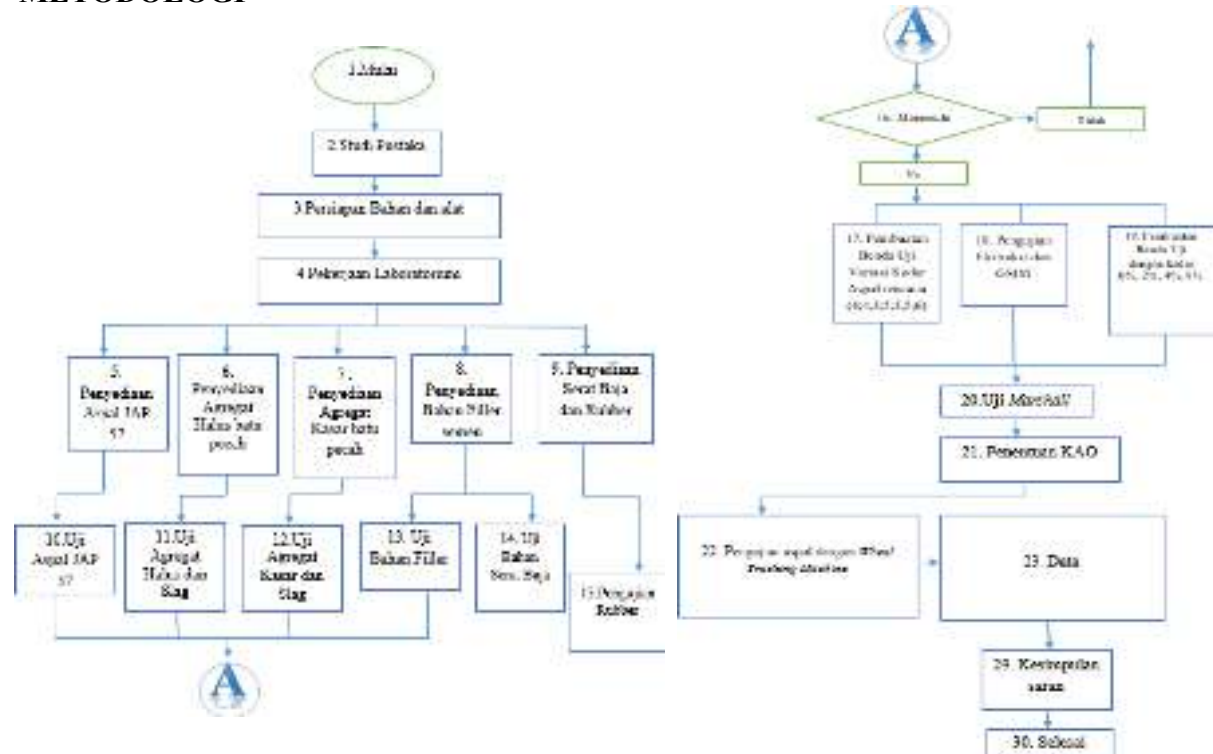
Jalan merupakan sarana transportasi utama bagi masyarakat Indonesia, namun sering mengalami genangan air saat musim hujan, yang menyebabkan jalan menjadi licin dan meningkatkan risiko kecelakaan. Salah satu jenis campuran beraspal yang banyak digunakan di Indonesia adalah aspal porus, yang umumnya digunakan di daerah pesisir dan khususnya pada lapisan penutup jalan (*wearing course*). Perkerasan jalan dibagi menjadi perkerasan lentur, perkerasan kaku, dan perkerasan komposit. Perkerasan lentur, yang menggunakan aspal sebagai pengikat, lebih banyak diterapkan dibandingkan perkerasan kaku yang menggunakan semen sebagai pengikat (Sembung, 2020).

Pada musim hujan, genangan air di permukaan jalan sering kali mengganggu kenyamanan pengendara. Masalah ini disebabkan oleh sifat kedap air dari perkerasan lentur serta drainase yang buruk. Aspal porus adalah solusi inovatif untuk meningkatkan penyerapan air hujan dan mengurangi genangan di jalan. Aspal porus memiliki gradasi terbuka dengan kadar pasir rendah, memungkinkan ruang pori yang tinggi untuk meresap air. Selain itu, perkerasan permeabel seperti aspal porus dapat mengembalikan keseimbangan hidrologi dengan mengurangi limpasan air dan menyerapnya ke dalam tanah (Sembung, 2020).

Keunggulan lain dari aspal porus termasuk meningkatkan traksi, mengurangi kebisingan, dan berfungsi sebagai sistem drainase alami. Aspal porus mengurangi risiko *hydroplaning*, yaitu saat roda kendaraan terlepas dari permukaan jalan basah. Untuk meningkatkan stabilitas aspal porus, bahan tambah seperti karet bekas (*rubber*) dan serat alam dapat digunakan. Karet bekas, yang dicampurkan dengan aspal JAP 57, meningkatkan daya rekat agregat dan stabilitas campuran (Harmadhana, 2016). Sementara itu, serat alam, yang memiliki kekuatan dan kekakuan tinggi, juga dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas campuran aspal porus, sekaligus memberikan solusi ramah lingkungan (Hermadi, 2009).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan serat baja dan karet bekas dalam campuran aspal porus guna meminimalkan kerusakan akibat genangan air pada permukaan jalan.

2. METODOLOGI



Menurut Jaya et al. (2019), eksperimen dalam penelitian pendidikan dapat dilakukan di laboratorium atau di luar laboratorium. Dalam penelitian ini, eksperimen dilaksanakan di laboratorium dengan memperlakukan Asphalt Concrete Wearing Course Porous (AC-WC Porous) dengan berbagai jenis air, seperti air standar laboratorium, air banjir, dan air dengan kadar klorida (Cl-) yang bervariasi. Perendaman dilakukan dalam tiga durasi, yakni 7 hari, 14 hari, dan 21 hari, dengan dua metode perendaman: pertama, perendaman kontinu (continuous) dan kedua, perendaman siklik (intermittent).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahap, yang meliputi persiapan bahan, penentuan kadar aspal, pembuatan benda uji, dan pengujian di laboratorium. Agregat yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari PT. Perwita Karya Sembung di Batang, Jawa Tengah. Seluruh proses pembuatan benda uji, pengujian material, pengujian aspal, dan uji Marshall dilakukan di Laboratorium Transportasi Jalan Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Alat bantu yang digunakan dalam penelitian ini diharapkan dapat mempermudah proses pengujian dan menghasilkan hasil yang lebih optimal. Berikut ini adalah hasil dari pengujian material sampel yang telah dilakukan.

Tabel 1. Pengujian Aspal JAP 57 (Jaya Aspal Polymer)

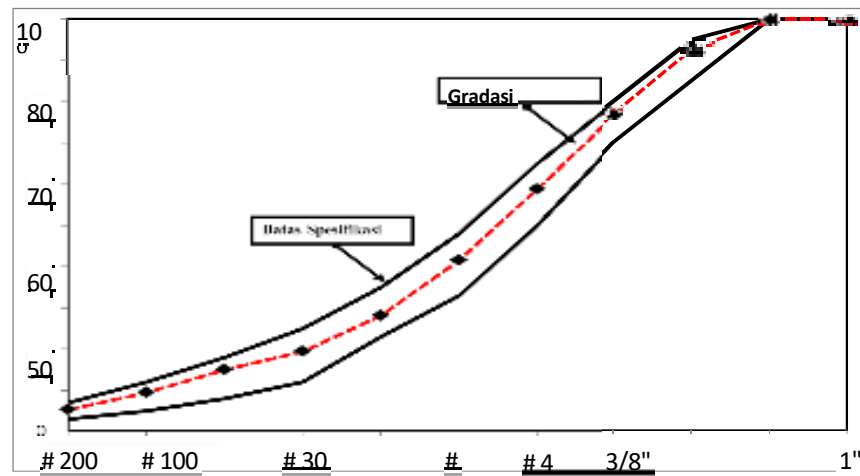
No	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Spesifikasi Aspal JAP57		Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi
			Min	Max		
1	Penetrasi 25°C, 100 g, 5 detik	0,1 mm	50	80	55,9	SNI-06- 2456-1991
2	Titik Lembek 5°C (<i>Ring and Ball Test</i>)	°C	54	-	56,65	SNI-06-2434-1991
3	Titik Nyala (<i>Cleaveland Open Cup</i>)	°C	232	-	351,5	SNI-06-2433-1991
4	Kelarutan dalam CCl ₄	%	99	-	99,93	SNI-06-2438-1991
5	Daktilitas	cm	50	-	>150	SNI-06-2432-1991
6	Penetrasi setelah Kehilangan Berat	%	54	-	61,90	SNI-06-2440-1991
7	Viskositas Kinematis suhu 135°C	cst	-	300 0	1365,5	AASHTO T316-13

(Sumber : Hasil Penelitian, 2024)

Tabel 2. Pemeriksaan Pengujian Laboratorium

URAIAN PEMERIKSAAN		HASIL	SPESIFIKASI
I	KOMPOSISI CAMPURAN ASPAL		
KADAR ASPAL		5.8	%
Hot Bin I	(Coarse Aggregate 1 ½)	0.00	%
Hot Bin II	(Coarse Aggregate ½)	25.00	%
Hot Bin III	(Medium Aggregate 3/8)	25.00	%
Hot Bin IV	(Abu Batu)	40.00	%
Pasir		3.00	%
Filler		1,2	%
		100.0	%
		100.00	%
II	PEMBAGIAN BUTIRAN GABUNGAN		
Saringan	1"	100	100 -
	¾"	100	100 -
	½"	87.5	90 -
	3/8"	69.59	77 -
	No.4	56.65	53 -
	No.8	31.34	33 -
	No.16	21.74	21 -
	No.30	15.11	14 -
	No.50	11.61	9 -
	No.100	7.13	6 -
	No.200	4.12	4 -

(Sumber : Hasil Penelitian, 2024)



Gambar 1. Kombinasi Agregat
(Sumber : Hasil Penelitian, 2024)

Tabel 3. Data Hasil Penentuan Kadar Aspal Optimum

SIFAT - SIFAT CAMPURAN	MARSHALL JOB MIX DESIGN ASPHALT CONCRETE WEARING COARSE ASPHALT PERTAMINA PEN 60/70
Berat Jenis Bulk Density	
Rongga Udara (VIM) PRD	
Rongga Udara (VIM)	
Rongga Dalam Agregat (VMA)	
Rongga Terisi Aspal (VFB)	
Stabilitas Marshall	
Kelelehan (Flow)	
Marshall Quotien	
KADAR ASPAL TERPILIH = 5,8%	

(Sumber : Hasil Penelitian, 2024)

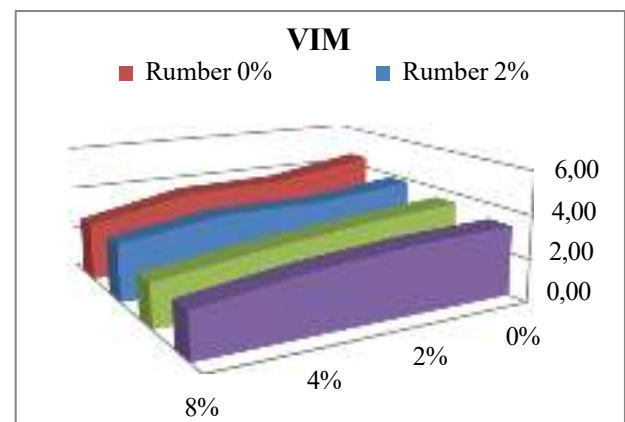
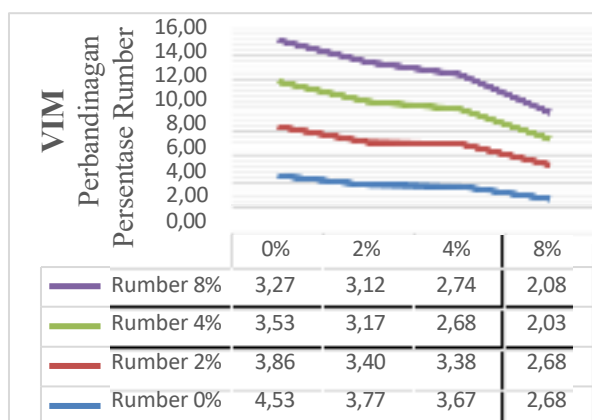
Tabel 4. Pembuatan Benda Uji

Benda Uji	Kadar Rubber	Kadar Serat Baja	Benda Uji	Jumlah
		0%	3	
		2%	3	
Benda Uji	0%	4%	3	12
		8%	3	
		0%	3	
		2%	3	
Benda Uji	2%	4%	3	12
		8%	3	
		0%	3	
		2%	3	
Benda Uji	4%	4%	3	12
		8%	3	
		0%	3	
Benda Uji	8%	2%	3	12
		4%	3	
		8%	3	
Normal Kadar Aspal (5% ;5,5% ; 6%; 6%)				12
Total				60

(Sumber : Hasil Penelitian, 2024)

Berikut adalah rekapitulasi hasil penelitiannya

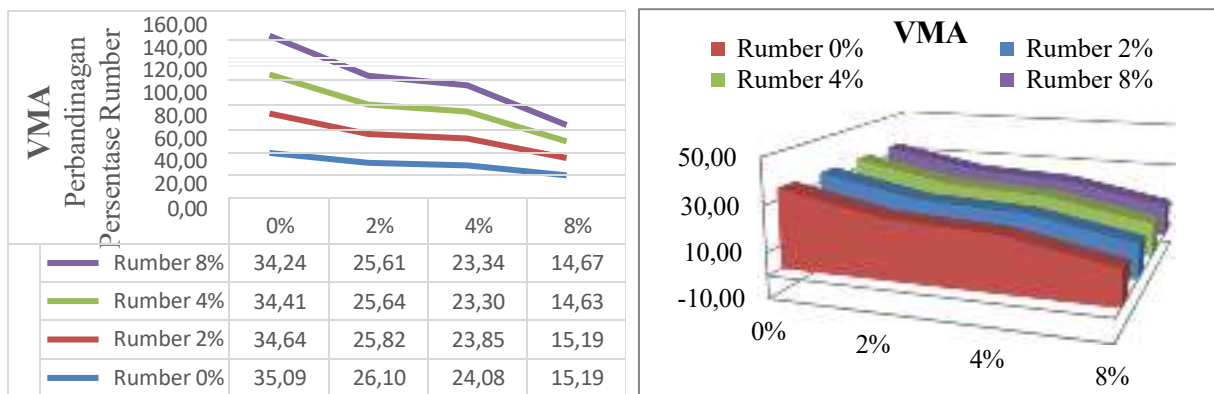
Hasil pengujian Rongga Udara (VIM) menunjukkan bahwa campuran aspal dengan kadar rumber 0%, 2%, dan 4% serta penambahan serat baja memenuhi spesifikasi Bina Marga, dengan nilai VIM antara 3.00% hingga 5.00%. Pada kadar rumber 0%, nilai VIM tertinggi adalah 4.53% untuk penambahan serat baja 0%, dan semakin menurun pada kadar 2% dan 4%. Namun, pada kadar 8%, nilai VIM turun menjadi 2.68%, yang tidak memenuhi spesifikasi. Begitu pula pada kadar rumber 2%, 4%, dan 8%, nilai VIM cenderung turun dan tidak memenuhi batas minimum spesifikasi, yakni 3.00%



Gambar 2. Rekapitulasi VIM

(Sumber : (Hasil Penelitian, 2024))

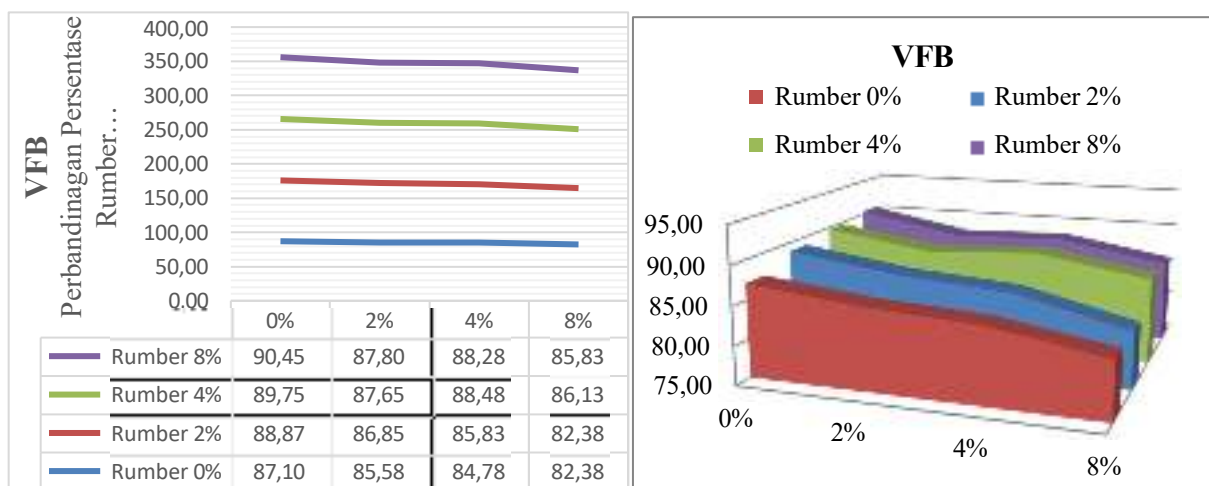
Hasil pengujian Rongga di antara Agregat (VMA) menunjukkan bahwa campuran aspal dengan kadar rumber 0%, 2%, 4%, dan 8% serta penambahan serat baja memenuhi spesifikasi Bina Marga, dengan nilai VMA lebih dari 15%. Pada kadar rumber 0%, nilai VMA tertinggi tercatat pada penambahan serat baja 0%, dengan nilai 35.09%, dan menurun pada kadar serat baja 2%, 4%, dan 8%. Begitu pula pada kadar rumber 2%, nilai VMA berturut-turut adalah 34.64%, 25.82%, 23.85%, dan 15.19%. Pada kadar rumber 4% dan 8%, nilai VMA juga memenuhi spesifikasi Bina Marga, meskipun untuk kadar 8%, nilai VMA menurun menjadi sekitar 14.63%-14.67%, yang tidak memenuhi spesifikasi minimum.



Gambar 3. Rekapitulasi VMA

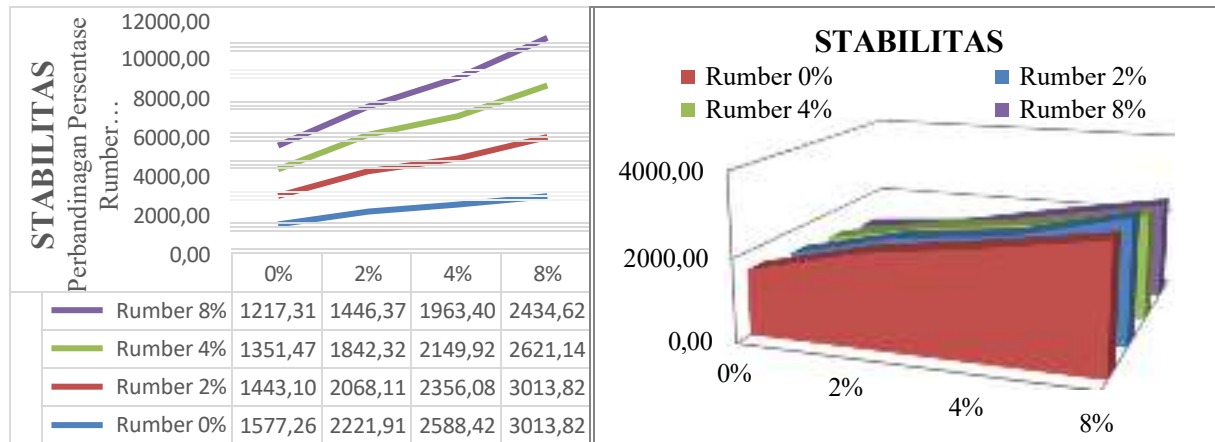
Sumber : (Hasil Penelitian, 2024)

Hasil pengujian Rongga Terisi Aspal (VFB) menunjukkan bahwa campuran aspal dengan kadar rumber 0%, 2%, 4%, dan 8% serta penambahan serat baja memenuhi spesifikasi Bina Marga. Pada kadar rumber 0%, nilai VFB tertinggi tercatat pada penambahan serat baja 0%, yaitu 87,10%, dan menurun pada kadar serat baja 2%, 4%, dan 8%. Pada kadar rumber 2%, nilai VFB berturut-turut adalah 88,87%, 86,85%, 85,83%, dan 82,38%. Pada kadar rumber 4% dan 8%, nilai VFB masing-masing juga memenuhi spesifikasi Bina Marga, dengan nilai tertinggi pada 90,45% dan terendah 82,38%. Semua nilai VFB tersebut memenuhi spesifikasi minimum Bina Marga, yang berada pada angka 65%.



Gambar 4. Rekapitulasi VFB
(Sumber : Hasil Penelitian 2024)

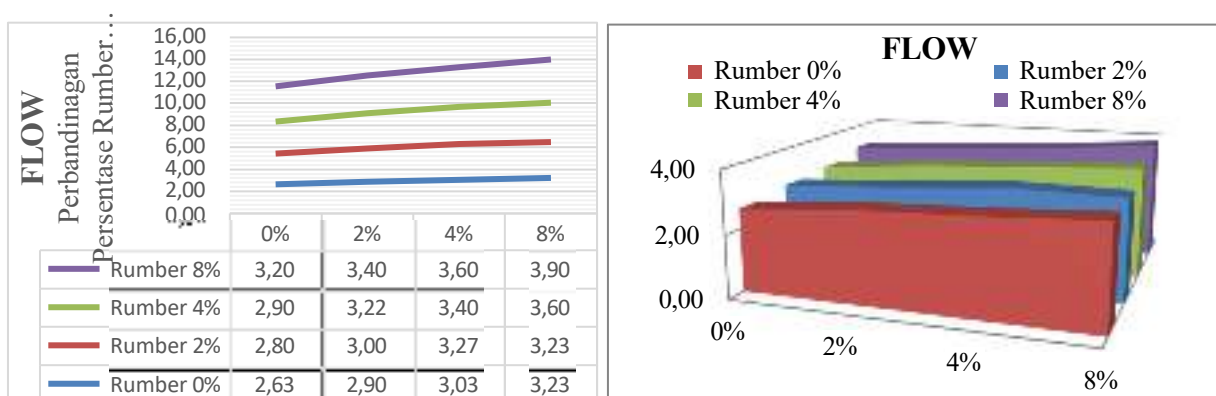
Hasil pengujian stabilitas menunjukkan bahwa campuran aspal dengan kadar rumber 0%, 2%, 4%, dan 8% serta penambahan serat baja memenuhi spesifikasi Bina Marga. Pada kadar rumber.



Gambar 5. Rekapitulasi Stabilitas
(Sumber : Hasil Penelitian, 2024)

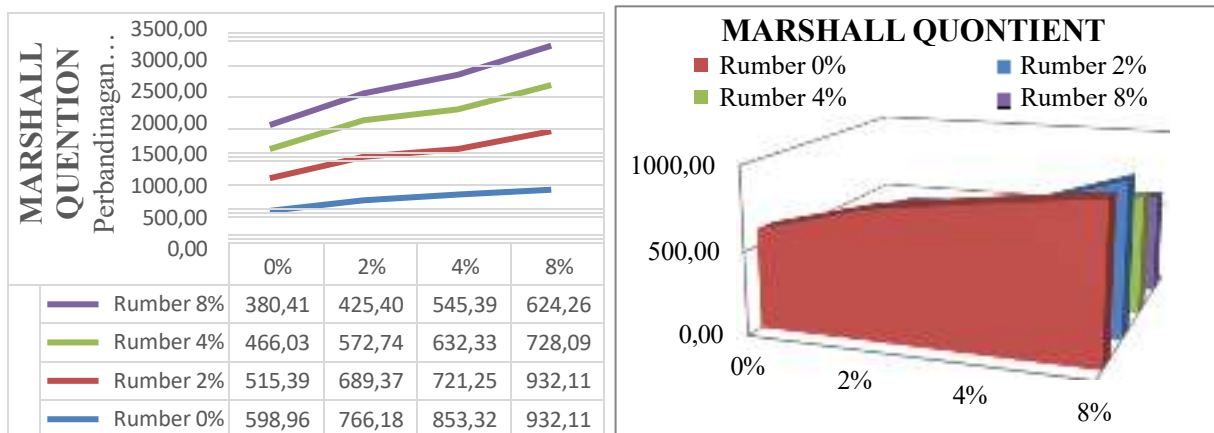
0%, stabilitas tertinggi tercatat pada penambahan serat baja 8%, yaitu 3013,82 kg, dan stabilitas menurun dengan kadar serat baja 2%, 4%, dan 8%. Begitu juga pada kadar rumber lainnya, stabilitas tetap memenuhi spesifikasi, dengan nilai stabilitas tertinggi pada 3013,82 kg dan terendah pada 1217,31 kg. Semua nilai stabilitas ini memenuhi spesifikasi minimum Bina Marga, yang berada pada angka 800 kg.

Hasil pengujian flow menunjukkan bahwa campuran aspal dengan kadar rumber 0%, 2%, 4%, dan 8% serta penambahan serat baja memenuhi spesifikasi Bina Marga. Nilai flow terbesar tercatat pada kadar rumber 8% dengan penambahan serat baja 8%, yaitu 3,90 mm, sementara nilai flow lainnya berada di antara 2,63 mm hingga 3,60 mm, semuanya memenuhi spesifikasi minimum Bina Marga, yang menetapkan nilai flow antara 2,00 mm hingga 4,00 mm.



Gambar 6. Rekapitulasi Flow
(Sumber : Hasil Penelitian, 2024)

Hasil pengujian Marshall Quotient (MQ) menunjukkan bahwa campuran aspal dengan kadar rumber 0%, 2%, 4%, dan 8% serta penambahan serat baja memenuhi spesifikasi Bina Marga. Nilai MQ tertinggi tercatat pada kadar rumber 0% dengan penambahan serat baja 8%, yaitu 932,11 kg/mm, sementara nilai MQ lainnya berkisar antara 380,41 kg/mm hingga 853,32 kg/mm. Semua nilai MQ memenuhi spesifikasi yang ada meskipun spesifikasi Bina Marga untuk nilai MQ tidak ditentukan secara spesifik



Gambar 7. Rekapitulasi Marshall Quotient
(Sumber : Hasil Penelitian, 2024)

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil rekapitulasi pengujian Marshall, ditemukan bahwa penambahan persentase rumber dan serat baja mempengaruhi nilai VIM (Void in Mix). Peningkatan kadar rumber dan serat baja akan menurunkan nilai VIM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada job mix design dengan kadar rumber 0% dan 2%, nilai VIM memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 revisi ke-2, sehingga campuran aspal ini dapat digunakan untuk kondisi jalan. Namun, untuk kadar rumber 4% dan 8%, campuran tersebut tidak memenuhi spesifikasi yang mengharuskan nilai VIM berada antara 3.00% hingga 5.00%.

Selain itu, pengujian permeabilitas aspal porus dengan penambahan rubber dan serat baja menunjukkan peningkatan kemampuan permeabilitas pada setiap komposisi. Dengan peningkatan kadar rubber dan serat baja, baik pada rumber 0%, 2%, 4%, maupun 8%, semakin mempercepat perkolasi air melalui campuran aspal porus. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur waktu yang dibutuhkan air untuk melewati rongga campuran aspal berpori yang terletak dalam tabung dengan air yang jatuh bebas dari ketinggian tertentu. Semakin banyak penambahan rubber dan serat baja pada campuran aspal, semakin cepat campuran tersebut dapat meloloskan air.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Abdukadir, A. (2022). Optimasi campuran aspal cair menggunakan modifikasi resin epoksi. *International Journal of Road Engineering*, 29(1), 72-85. <https://doi.org/10.1016/j.ijre.2022.04.011>
- Alfarizi, M. K. (2020, Maret 2). Gletser Mencair, Pulau Baru Ditemukan di Antartika. Retrieved from Tempo.
- Andiani, N. (2022, Mei 7). Upaya Pemerintah dalam Menangani Pemanasan Global di Bumi. Retrieved from Adjar.
- Damar, Y. K. M. (2023). Pengaruh penambahan Unsaturated Polyester Resin pada campuran aspal AC-WC. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 33(2), 112-126. <https://doi.org/10.54321/jits.v33i2.65432>
- Asmi, D., & Abdi, A. K. (2016). Resin organik dan kimia: Penggunaan dan aplikasinya. *Jurnal Teknik dan Komposit*, 8(2), 123-130. DOI: 10.30596/snk.v1i1.3617.
- Damar Gumilang. (2017). Analisis Dampak Rendaman Air Tawar Terhadap Durabilitas Dan Properties Marshall Pada Campuran Asphalt Concrete – Binder Course (Ac-Bc).

- Departemen Pekerjaan Umum. (2012). *Spesifikasi Umum Jalan dan Jembatan*. Indonesia: Departemen Pekerjaan Umum.
- Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan, dan Kawasan Permukiman Kabupaten Kulon Progo. (n.d.). Aspal bahan utama pembuat jalan. Retrieved November 26, 2024, from <https://dpu.kulonprogokab.go.id/detil/660/aspal-bahan-utama-pembuat-jalan>
- Diya Eka Wicaksana. (2017). Evaluasi Kinerja Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (Ac-Wc) Dengan Penggunaan Asbuton Semi Ekstraksi Bna Blend 75/25 Dan Asbuton Butir Bga Tipe 20/25.
- Djalante, S. (2011). Pengaruh Ketahanan Beton Aspal (AC-BC) Yang Menggunakan Asbuton Butir Tipe 5/20 terhadap Air Laut Ditinjau dari Karakteristik Mekanis dan Durabilitasnya. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Transportasi*, 1(1), 57-68.
- Erlani, R., & Nugrahandika, W. H. (2019). Ketangguhan Kota Semarang dalam menghadapi bencana banjir pasang air laut (Rob). *Journal of Regional and Rural Development Planning*, 3(1), 47-63.
- Fadil, Ahmad, & Cut. T. (2014). Perbandingan Lama Rendaman Campuran AC-WC dengan Memakai Air Laut dan Air Tawar terhadap Karakteristik Marshall.
- George Stefen Muaya Oscar.H.Kaseke, Mecky.R.E.Manoppo. (2015). Pengaruh Terendamnya Perkerasan Aspal Oleh Air Laut Yang Ditinjau Terhadap Karakteristik Marshall.
- Kurniawan, A., & Budiarto, J. D. A. (2023). Pengujian campuran aspal dengan slag baja dan resin pada kondisi jalan terendam air rob. *Jurnal Teknik Jalan dan Jembatan*, 38(2), 205-218. <https://doi.org/10.7890/jtj.v38i2.54321>
- Le Page, J. F., Cosyns, J., & Courty, P. (1987). *Applied heterogeneous catalysis: Design-manufacture use of solid catalysts*. France: Institut Français du Pétrole.
- Li, Y., et al. (2023). Analisis aspal yang dimodifikasi dengan resin fenolik berbasis lignin (LPF) dan resin fenol formaldehid (PF). *Journal of Materials Science and Engineering*, 42(4), 310-324. <https://doi.org/10.1016/j.jmse.2023.03.009>
- Marfai, M. A., Rahayu, E., & Triyanti, A. (2015). Peran Kearifan Lokal dan Modal Sosial dalam Pengurangan Risiko Bencana dan Pembangunan Pesisir. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Maulana, A. H., & Damara, B. (2024). Pengaruh resin fiberglass pada campuran perkerasan AC-WC menggunakan metode Marshall. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 29(4), 320-331. <https://doi.org/10.56789/jrs.v29i4.76543>
- Meng, Y., et al. (2023). Modifikasi aspal dengan resin epoksi berbasis air untuk meningkatkan performa aspal emulsi. *International Journal of Asphalt Science*, 38(2), 235-249.

<https://doi.org/10.1016/j.ijas.2023.02.015>

Nahyo, Sudarno, & Setiadji, B. H. (2015). Durabilitas Campuran Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC) Akibat Rendaman Menerus dan Berkalan Air Rob