

ANALISIS ASPHALT CONCRETE WEARING COARSE (AC-WC) MODIFIKASI RESIN EPOXY DAN SERAT BAJA DRAMIX PADA ASPAL KARET ALAM PADAT PG-70 UNTUK PERKERASAN JALAN

Zahra Ridhatillah Salsabil¹, Vieka Halwa Daniya², Juny Andry Sulistyo³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung, zridha82@gmail.com

ABSTRAK

Aspal karet merupakan salah satu inovasi yang sedang digaung-gaungkan oleh pemerintah karena pencampuran antara karet alam dan aspal dapat menambah kinerja aspal itu sendiri. Inovasi dalam material konstruksi jalan terus berkembang seiring dengan meningkatnya tuntutan akan infrastruktur yang lebih tahan lama dan berkelanjutan. Penelitian ini akan mengkaji pengaruh penambahan Resin *Epoxy* dan Serat Baja *Dramix* terhadap sifat mekanik dan durabilitas Aspal Karet Alam Padat PG-70. Penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan penambahan variasi Serat Baja *Dramix* sebesar 0%, 2%, 4% dan Resin *Epoxy* dengan variasi 0%, 2%, 4%, 6%, 8%. Pengujian yang dilakukan yaitu uji agregat, pemeriksaan sampel aspal, dan uji *Marshall* untuk benda uji aspal. Pada hasil penelitian didapatkan nilai parameter karakteristik *Marshall* yaitu: Nilai VIM, VMA, Stabilitas tertinggi didapatkan pada variasi Resin *Epoxy* 4% dan Serat Baja *Dramix* 4% masing-masing sebesar 4,92%; 16,79%; 1357,13 kg. Nilai VFB dan *Flow* tertinggi didapatkan pada variasi Resin *Epoxy* 8% dan Serat Baja *Dramix* 4% dengan nilai 72,43% dan 3,57 mm.

Kata kunci : aspal karet, resin *epoxy*, serat baja *dramix*

Penerbit : Fakultas Teknik Universitas Pasifik Morotai

1 PENDAHULUAN

Seiring dengan pertumbuhan perkotaan dan meningkatnya mobilitas, kebutuhan akan infrastruktur jalan yang berkualitas semakin meningkat. Pemanfaatan aspal di Indonesia tidak hanya terbatas pada sektor transportasi saja namun juga banyak digunakan pada proyek konstruksi lainnya. Dengan tujuan meningkatkan kualitas infrastruktur dan mencapai standar internasional, perbaikan aspal telah menjadi fokus penelitian di Indonesia. Oleh karena itu, pengembangan dan penggunaan teknologi terkini untuk memodifikasi aspal menjadi suatu kebutuhan.

Aspal karet merupakan salah satu inovasi yang sedang digaung-gaungkan oleh pemerintah beberapa tahun ini. Pada umumnya, aspal karet terbuat dari campuran aspal dan karet dengan penambahan karet sebanyak 5-7% dari berat aspal. Penambahan karet pada aspal berdampak pada titik lunak yang menaik serta elastisitas dan kelengketannya sehingga mengurangi terjadinya pelepasan butir aspal agar permukaan jalan tidak mudah retak dan berlubang (Hindarso et.al., 2024). Aspal Karet Alam Padat *Performance Grade 70* (AKAP PG-70) memiliki keunggulan pada kandungan stabilitas dan kekentalan yang lebih tinggi dibanding aspal jenis lain. Hal ini dapat

memperlambat pengisian rongga-rongga pada campuran yang artinya ikatan antara aspal dan agregat menjadi semakin kuat apabila dibandingkan aspal pen 60/70. (Lusyana, dkk, 2022).

Penelitian ini akan mengkaji pengaruh penambahan Resin *Epoxy* dan Serat Baja *Dramix* terhadap sifat mekanik dan durabilitas AKAP PG-70. Resin *Epoxy* memiliki ketahanan terhadap kelembaban dan mampu mengurangi getaran yang diakibatkan oleh gerakan kendaraan sehingga membentuk campuran aspal yang lebih kuat, tahan lama, fleksibel, dan tahan terhadap berbagai kondisi lingkungan. Kemudian penggunaan Serat Baja *Dramix* dapat meningkatkan kekuatan dari perkerasan jalan terutama untuk mengatasi kerusakan pada saat proses konstruksi serta meningkatkan stabilitas aspal. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mewariskan andil bagi pengembangan material aspal yang lebih optimal untuk kondisi jalan di Indonesia.

Beberapa penelitian terdahulu yang telah diteliti memiliki kesamaan dengan penelitian ini, diantaranya kesamaan pemilihan bahan tambahan yang digunakan yaitu Resin *Epoxy* dan Serat Baja *Dramix* dengan perbedaan pada penggunaan jenis aspal. Penelitian terdahulu tersebut dilakukan oleh Rachmat Mudiyono, Juny Andry, dan Nisa Azizah dengan judul “*Modified Asphalt Concrete Wearing Course with The Addition of Epoxy Resin and Dramix Steel Fiber for Road Pavement*”. Hasil uji *Marshall* didapatkan parameter stabilitas tertinggi adalah pada komposisi 2% Resin dengan 4% Serat Baja, hasil stabilitas tertinggi adalah 2159,74 kg.

Tujuan penelitian ini adalah untuk dapat mengetahui presentase komposisi *Asphalt Concrete–Wearing Course* (AC–WC) pada Aspal Karet Alam Padat PG-70 modifikasi Resin *Epoxy* dan Serat Baja *Dramix* dan mengetahui pengaruh penambahan Resin *Epoxy* dan Serat Baja *Dramix* terhadap karakteristik *Marshall* campuran Aspal Karet Alam Padat PG-70.

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aspal Karet Alam Padat PG-70

Salah satu jenis aspal modifikasi yang banyak diterapkan oleh pemerintah adalah Aspal Karet Alam Padat (AKAP) yang memiliki viskositas 70 atau biasa disebut dengan AKAP PG-70. Modifikasi ini dilakukan guna mendapatkan hasil modifikasi aspal yang lebih baik dari aspal konvensional sehingga membuat jalan aspal karet akan menjadi lebih awet karena memiliki sifat kelengketan, elastisitas, titik lembek, ketahanan rutting, dan ketahanan retak yang lebih baik. AKAP PG-70 yang akan digunakan sebagai bahan material pada penelitian ini diambil dari *Asphalt Mixing Plant* (AMP) PT. Deltamarga Adyatama Batang.



Gambar 1. Aspal Karet Alam Padat PG-70

2.2 Agregat

Pada penelitian ini akan digunakan material agregat kasar berupa kerikil serta agregat halus berupa pasir, abu batu, dan *filler*. Menurut Spesifikasi Umum Bina Marga (2018), agregat kasar merupakan fraksi agregat dari batu pecah tertahan ayakan #4 (4,75 mm). Sementara agregat halus merupakan fraksi agregat yang terdiri dari pasir serta ayakan batu pecah yang lolos saringan #4 (4,75 mm) dan tertahan saringan #200 (0,075 mm). Material agregat yang digunakan harus dalam keadaan bersih, tidak mudah pecah, stabil, serta bebas dari tanah liat atau pun bahan lainnya. Agregat yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari AMP PT. Deltamarga Adytama, Batang.

Pengujian material agregat yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari pengujian Abrasi menggunakan mesin *Los Angeles*, Analisa Saringan, Berat Jenis Agregat, Dan Kelekatan Agregat terhadap AKAP PG-70. Proses pengujian ini hanya dilakukan di Laboratorium Transportasi Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

2.3 Resin Epoxy

Resin *Epoxy* didefinisikan sebagai bahan pengeras material berbentuk cairan kental dan nyaris padat yang dibuat dari penggabungan katalis atau *hardener* dan resin sehingga menghasilkan reaksi kimia *in situ* melalui proses pengerasan (*polimerisasi*) yang berlangsung. Material Resin *Epoxy* banyak digunakan karena memiliki retensi panas dan stabilitas dimensi yang sangat baik. Sifat mekanis yang dimiliki Resin *Epoxy* sangat kuat dengan daya penyusutan yang rendah, daya kelekatan yang baik, serta tahan akan keadaan udara yang lembab dan tekanan.

Sifat mekanis dan stabilitas yang baik pada Resin *Epoxy* menjadi alasan digunakannya material tersebut pada campuran aspal untuk konstruksi perkerasan jalan. Penambahan material Resin *Epoxy* pada campuran aspal disebut dengan *epoxy asphalt concrete* (Vyrozhemskyi et.al., 2017). Daya stabilitas yang dimiliki Resin *Epoxy* menyebabkan material tersebut dapat dengan mudah mengisi rongga dalam campuran aspal. Sedangkan daya kekuatannya akan menyebabkan bulir agregat pada campuran aspal semakin rekat dan menjadikan perkerasan aspal tahan terhadap pengelupasan (*stripping*).



Gambar 2. Resin Epoxy

2.4 Serat Baja Dramix

Serat Baja *Dramix* merupakan salah satu jenis serat baja yang diproduksi dengan metode *cold drawn* dan magmalike lekukan pada ujungnya. Serat Baja *Dramix* banyak digunakan dalam dunia konstruksi karena material ini memiliki sifat penguat yang baik seperti kekuatan luluh, ketahanan, serta kerekatan yang baik.

Pada penelitian ini akan digunakan Serat Baja *Dramix* tipe 3D dengan Panjang (l) 35 mm, diameter (d) 0,55 mm, dan aspek rasio (l/d) 65. Masing-masing Serat Baja *Dramix* nantinya akan dibagi menjadi 3 potong yang berfungsi untuk memberikan jangkauan pada serat baja agar lebih luas. Penambahan Serat Baja *Dramix* pada campuran aspal diyakini sebagai salah satu cara untuk dapat menambah daya stabilitas serta daya kuat lentur pada campuran aspal sehingga konstruksi perkerasan jalan dapat memiliki umur ketahan yang lebih baik.



Gambar 3. Serat Baja *Dramix*

2.5 Uji Karakteristik *Marshall*

Peraturan tentang campuran aspal dingin yang mengandung butiran Asbuton ditetapkan oleh Departemen Pekerjaan Umum dan Direktorat Jenderal Bina Marga pada tahun 2006 No. 001-05/BM/2006 tentang penggunaan Asbuton dalam emulsi aspal berbasis minyak dan aspal panas. SNI 06-2489-1991 menyediakan spesifikasi hasil pemadatan briket dengan tumbukan 2×50 , serta instruksi tentang cara menguji campuran aspal untuk lalu lintas berat dengan alat *Marshall* tumbukan 2×75 .

Pengujian *Marshall* menghasilkan beberapa parameter kunci, yaitu nilai Stabilitas (*Stability*), nilai Kelelehan (*Flow*), nilai *Marshall Quotient* (MQ), nilai *Void in the Mix* (VIM), nilai *Void in Mineral Aggregate* (VMA), dan nilai *Void Filled with Bitumen* (VFB). Pemeriksaan *Marshall* menggunakan prosedur PC-0201-76, AASHTO T 245-74 atau ASTM D 1559-62T (Sukirman, 2010).

3 METODOLOGI

Metodologi penelitian yang digunakan adalah metode pengujian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Transportasi Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Pengumpulan data sekunder didapat dari beberapa literatur yang membahas tentang konstruksi jalan serta beberapa literatur mengenai spesifikasi Standar Nasional Indonesia (SNI) dan *American Society for Testing Materials* (ASTM) serta konsultasi langsung dengan dosen pembimbing di Universitas Islam Sultan Agung. Sedangkan data primer didapat dari hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Transportasi Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

3.1 Tahap Persiapan Material

Pada tahap ini penyediaan Agregat dan Aspal Karet Alam Padat PG-70 diambil dari *Asphalt Mixing Plant (AMP)* PT. Deltamarga Adytama Batang yang selanjutnya akan dilakukan pemeriksaan sifat fisis agregat meliputi: Abrasi, Berat Jenis, Analisa Saringan dan Kelekatan terhadap Aspal; sedangkan untuk pemeriksaan fisis aspal yaitu: Penetrasi, Titik Lembek, Berat Jenis, Daktilitas, Titik Bakar dan Titik Nyala. Penyediaan Resin *Epoxy* didapat melalui toko kimia 52 yang berada di Pedurungan, Semarang dan Serat Baja *Dramix* didapat melalui *online shop*. *Filler* yang digunakan berupa *Portland Cement* tipe I dengan menggunakan pedoman yang mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6 Revisi ke-2.

3.2 Tahap Pembuatan Benda Uji

1) Pembuatan Benda Uji Kadar Aspal Optimum

Untuk menentukan KAO, komposisi aspal normal yang digunakan menggunakan kadar 4%, 4,5%, 5%, 5,5% dan 6%. Pembuatan benda uji aspal normal akan digunakan untuk menentukan kadar aspal optimum yang hasilnya diterapkan pada campuran aspal modifikasi. Campuran normal dibuat masing-masing 3 sampel dengan total keseluruhan sebanyak 15 buah benda uji.

2) Pembuatan Benda Uji Variasi Resin *Epoxy* dan Serat Baja *Dramix*

Setelah mendapatkan hasil dari KAO selanjutnya membuat benda uji dengan penambahan Resin *Epoxy* 0%, 2%, 4%, 6% dan 8% serta Serat Baja *Dramix* 0%, 2% dan 4%. Masing-masing komposisi dibuat 3 benda uji dengan total benda uji yaitu 45 buah. Setiap komposisi benda uji dibuat sebanyak 3 buah untuk perbandingan setiap benda uji apabila terdapat salah satu sampel yang tidak memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6.

3.3 Tahap Pengujian *Marshall*

Proses pengujian *Marshall* dilakukan sesuai prosedur SNI 06-2489-1991 (PA-0305-76, AASHTO T- 44-81 dan ASTM D-2042-76). Untuk mendapatkan data bitumen (VIM, VMA dan VFB) benda uji ditimbang baik dalam air maupun dalam kondisi kering permukaan jenuh. Selanjutnya, sampel direndam selama 30 menit dengan suhu 60°C. Stabilitas, *Flow*, dan *Marshall Quotient* diukur menggunakan alat *Marshall*.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan proses persiapan sampel dan pelaksanaan pengujian laboratorium, tahap selanjutnya adalah menganalisis hasil yang diperoleh. Tujuan utamanya adalah untuk dapat mengetahui presentase komposisi *Asphalt Concrete–Wearing Course (AC–WC)* pada Aspal Karet Alam Padat PG-70 modifikasi Resin *Epoxy* dan Serat Baja *Dramix* dan mengetahui pengaruh penambahan Resin *Epoxy* dan Serat Baja *Dramix* terhadap karakteristik *Marshall* campuran Aspal Karet Alam Padat PG-70.

4.1 Hasil Pemeriksaan Agregat

Pada penelitian ini akan dilakukan 4 pengujian material yaitu pengujian Abrasi menggunakan mesin *Los Angeles*, pengujian Analisa Saringan, pengujian Berat Jenis Agregat dan pengujian Kelekatan Agregat terhadap Aspal Karet Alam Padat PG-70. Detail hasil pengujian tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat

No	Jenis Pemeriksaan	Metode	Persyaratan	Hasil	Keterangan
A Agregat Kasar					
1	Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i>	SNI-03-2417-2008	Maks. 40%	6,104%	Memenuhi
2	Kelekatan agregat terhadap Aspal Karet Alam Padat PG-70	SNI-03-2439-2011	Min. 95%	98%	Memenuhi
3	Material lolos saringan no. 200	ASTM C117:2012	Maks. 1%	0,8%	Memenuhi
4	Penyerapan air oleh agregat a. Agregat kasar 3/4 b. Agregat kasar 1/2	SNI-03-1969-1990	Maks. 3%	1,725%	Memenuhi
				1,250%	
6	Berat Jenis (<i>Bulk Specific Gravity</i>) a. Agregat Kasar 3/4 b. Agregat Kasar 1/2	SNI-03-1969-1990	Min. 2,5%	2,625%	Memenuhi
				2,560%	
B Agregat Halus					
1	Material lolos saringan no. 200	SNI-03-1969-1990	Maks. 15%	10,56%	Memenuhi
2	Penyerapan air oleh agregat a. Agregat Halus (Pasir) b. Agregat Halus (Abu Batu)	SNI-03-1969-1990	Maks. 3%	2,628%	Memenuhi
				2,628%	
3	Berat Jenis (<i>Bulk Specific Gravity</i>) a. Agregat Halus (Pasir) b. Agregat Halus (Abu Batu)	SNI-03-1969-1990	Min. 2,5	2,435%	Memenuhi
				2,634%	

4.2 Hasil Pemeriksaan Aspal Karet Alam Padat PG-70

Pada penelitian ini terdapat 5 parameter aspal yang diuji pada AKAP PG-70 yaitu Titik Lembek, Titik Bakar, Titik Nyala, Berat Jenis Aspal, Penetrasi, dan Daktilitas. Hasil pengujian menggunakan perbandingan Spesifikasi Pemeriksaan Jalan No. 01/MN/BM/1976 Bina Marga yang tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Aspal Alam Karet Padat PG-70

Pengujian	Spesifikasi		Hasil
	Pengujian Sifat Aspal		
Titik Lembek	SNI 2434:2011	Dilaporkan	61
Titik Bakar	SNI 2433:2011	> 230	365
Titik Nyala	SNI 2433:2011	> 230	355
Berat Jenis Aspal	SNI 2441:2011	Dilaporkan	1,02
Penetrasi	SNI 2456:2011	> 54	46,7
Daktilitas	SNI 2432-2011	> 25	57,60

4.3 Job Mix Design

Job Mix Design merupakan proses penyediaan bahan campuran aspal sesuai dengan komposisi campuran aspal yang direncanakan menggunakan material yang telah melewati tahap pengujian serta mendapatkan hasil sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6. Komposisi aspal normal yang digunakan yaitu menggunakan kadar 4%, 4,5%, 5%, 5,5% dan 6% dengan hasil akhir diperoleh Kadar Aspal Optimum sebesar 5,8%. Komposisi variasi campuran aspal yang digunakan menggunakan tambahan Resin *Epoxy* 0%, 2%, 4%, 6% dan 8% serta Serat Baja *Dramix* 0%, 2% dan 4% dengan Kadar Aspal sebesar 5,8%. Detail jumlah komposisi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Detail Jumlah Komposisi Benda Uji

No.	Komposisi Benda Uji Modifikasi	Total
1	Resin 0% + <i>Dramix</i> 0%	3 buah
2	Resin 2% + <i>Dramix</i> 0%	3 buah
3	Resin 4% + <i>Dramix</i> 0%	3 buah
4	Resin 6% + <i>Dramix</i> 0%	3 buah
5	Resin 8% + <i>Dramix</i> 0%	3 buah
6	Resin 0% + <i>Dramix</i> 2%	3 buah
7	Resin 2% + <i>Dramix</i> 2%	3 buah
8	Resin 4% + <i>Dramix</i> 2%	3 buah
9	Resin 6% + <i>Dramix</i> 2%	3 buah
10	Resin 8% + <i>Dramix</i> 2%	3 buah
11	Resin 0% + <i>Dramix</i> 4%	3 buah
12	Resin 2% + <i>Dramix</i> 4%	3 buah
13	Resin 4% + <i>Dramix</i> 4%	3 buah
14	Resin 6% + <i>Dramix</i> 4%	3 buah
15	Resin 8% + <i>Dramix</i> 4%	3 buah
Total Benda Uji KAO (4;4,5;5;5,5;6)		15 buah
Total Keseluruhan Benda Uji		60 buah

4.4 Hasil Pengujian Benda Uji

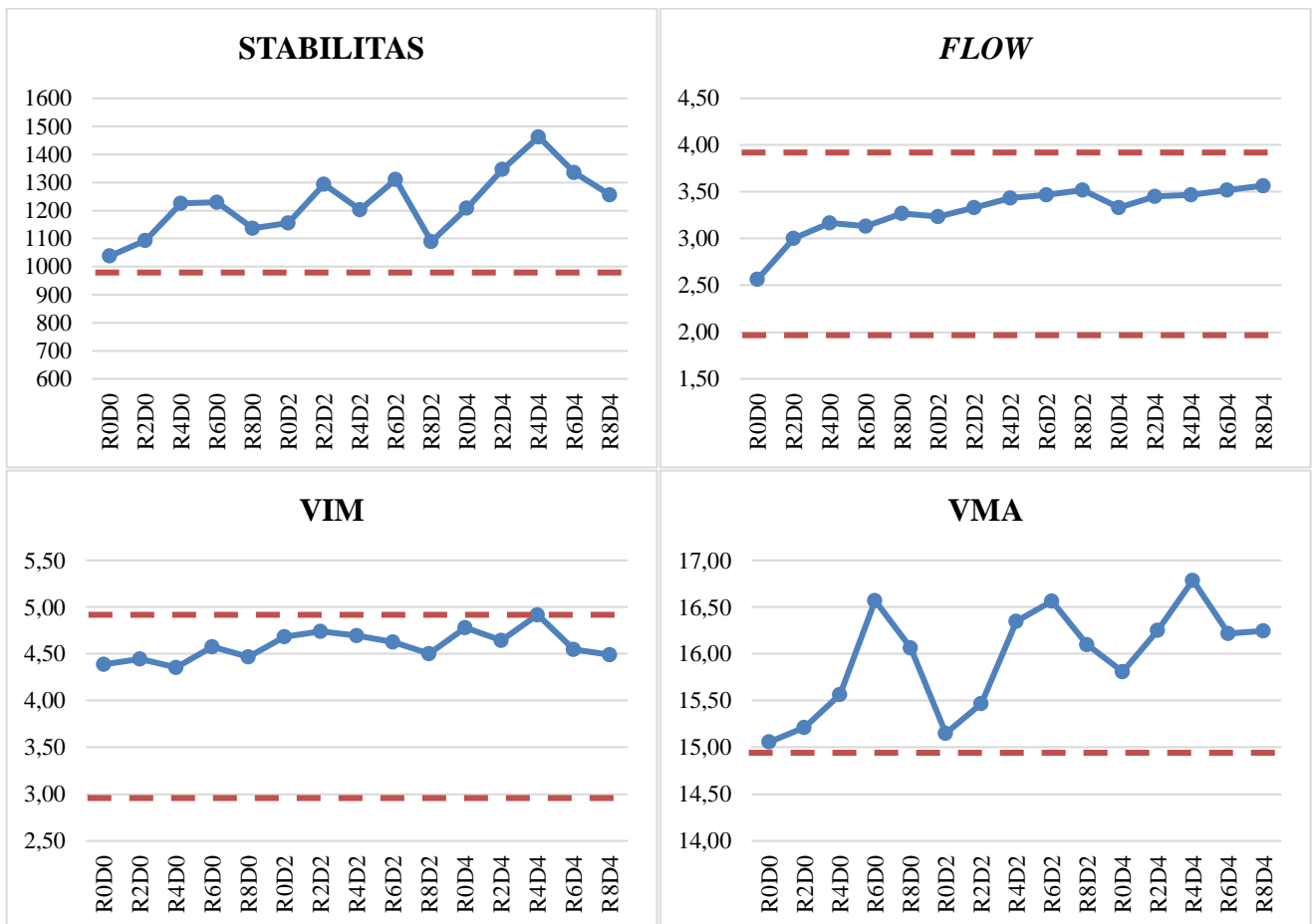
Pengujian *Marshall* variasi Resin *Epoxy* 0%, 2%, 4%, 6% dan 8% dengan Serat Baja *Dramix* 0%, 2%, dan 4% dilakukan sebanyak 3 sampel benda uji untuk setiap variasi. Dari hasil perhitungan analisa *Marshall* didapatkan rata-rata untuk variasi Resin *Epoxy* 0%, 2%, 4%, 6% dan 8% dengan Serat Baja *Dramix* 0%, 2%, dan 4% dan dapat direkapitulasi tiap parameter *Marshall* pada Tabel 4.

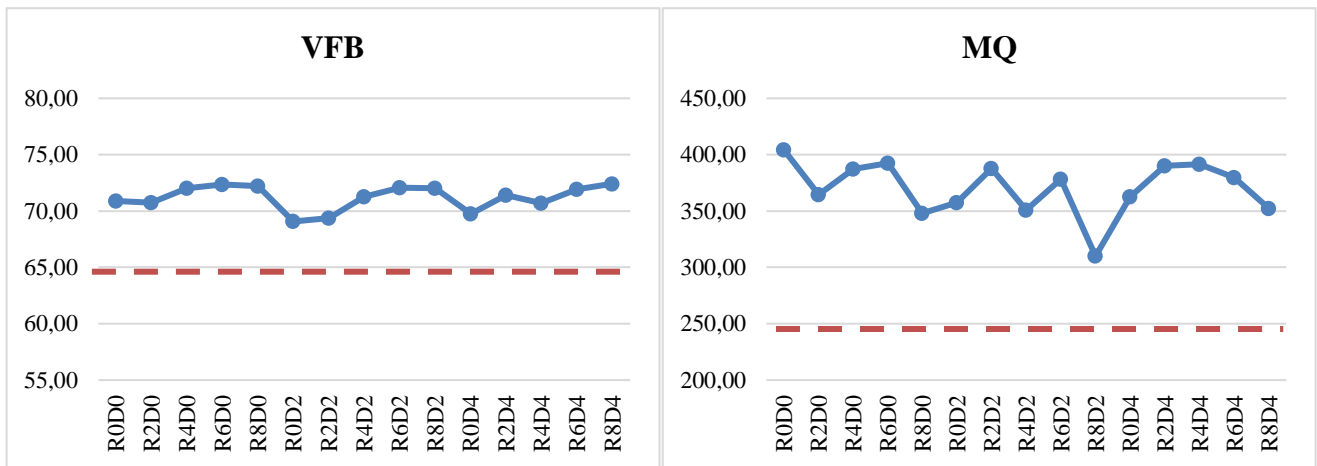
Tabel 4. Rekapitulasi Parameter *Marshall* Variasi Resin *Epoxy* 0%, 2%, 4%, 6% dan 8% dengan Serat Baja *Dramix* 0%, 2%, dan 4%

VARIASI	STABILITAS	FLOW	VIM	VMA	VFB	MQ
R0D0	1037.87	2.57	4.39	15.06	70.88	404.36
R2D0	1093.42	3.00	4.45	15.21	70.77	364.47
R4D0	1225.77	3.17	4.36	15.57	72.02	387.08
R6D0	1229.32	3.13	4.58	16.57	72.37	392.34
R8D0	1136.87	3.27	4.47	16.06	72.20	348.02
R0D2	1155.10	3.23	4.69	15.15	69.07	357.25

R2D2	1293.14	3.33	4.74	15.47	69.37	387.94
R4D2	1203.94	3.43	4.70	16.35	71.28	350.66
R6D2	1311.74	3.47	4.62	16.56	72.08	378.39
R8D2	1090.27	3.52	4.50	16.10	72.04	310.03
R0D4	1209.01	3.33	4.78	15.81	69.77	362.70
R2D4	1346.47	3.45	4.64	16.25	71.43	390.28
R4D4	1357.13	3.47	4.92	16.79	70.70	391.48
R6D4	1334.66	3.52	4.55	16.22	71.95	379.52
R8D4	1255.92	3.57	4.49	16.25	72.43	352.13

Setelah dihitung rata-rata yang tertera pada Tabel 4., selanjutnya dapat dibuat grafik parameter *Marshall* yang tertera pada Gambar 4.





Gambar 4. Grafik Pengujian Marshall Variasi Resin Epoxy 0%, 2%, 4%, 6% dan 8% dengan Serat Baja Dramix 0%, 2%, dan 4%

Dari nilai karakteristik campuran yang dihasilkan test Marshall di atas dengan variasi Resin Epoxy 0%, 2%, 4%, 6% dan 8% dengan Serat Baja Dramix 0%, 2%, dan 4%, sesuai dengan Spesifikasi Bina Marga. Hasil analisa seperti ditunjukkan pada Tabel 4. dan Gambar 1. diperoleh nilai karakteristik yang memenuhi syarat untuk VMA > 15% pada semua variasi Resin Epoxy 0%, 2%, 4%, 6% dan 8% dengan Serat Baja Dramix 0%, 2%, dan 4%; VFB > 65% pada Resin Epoxy 0%, 2%, 4%, 6% dan 8% dengan Serat Baja Dramix 0%, 2%, dan 4%; dan VIM 3,5% - 5,5% pada Resin Epoxy 0%, 2%, 4%, 6% dan 8% dengan Serat Baja Dramix 0%, 2%, dan 4%.

5 KESIMPULAN

Pada pengujian Laston AC-WC dengan penambahan Resin Epoxy dan Serat Baja Dramix telah didapatkan hasil penelitian dan analisis data. Berdasarkan tes Marshall yang telah dilakukan, parameter Marshall yang didapatkan yaitu Nilai Void in Mineral Aggregate (VIM), Void in The Mix (VMA), Stabilitas tertinggi didapatkan pada variasi Resin Epoxy 4% dan Serat Baja Dramix 4% masing-masing sebesar 4,92%; 16,79%; 1357,13 kg. Nilai Void Filled with Bitumen (VFB) dan Flow tertinggi didapatkan pada variasi Resin Epoxy 8% dan Serat Baja Dramix 4% dengan nilai sebesar 72,43% dan 3,57 mm. Oleh karena itu, Pada hasil penelitian dengan Job Mix Design komposisi Resin Epoxy 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8% dengan Serat Baja Dramix 0%, 2% dan 4% didapatkan bahwa semua hasil yang telah dilakukan penelitian memenuhi pada spesifikasi Bina Marsga Tahun 2018 Revisi ke-2 sehingga komposisi ini dapat diaplikasikan pada perkerasan jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andry, J., Pratikso, P., & Mudiyo, R. (2023, May). Perilaku Aspal Wearing Course terhadap Pengaruh Rendaman Air Pasang (ROB) dengan Bahan Tambah Polyethylene dan Fine Agregat Slag. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil UMS* (pp. 187-192).
- [2] Chen, Y., Hossiney, N., Yang, X., Wang, H., & You, Z. (2021). Application of Epoxy-Asphalt Composite in Asphalt Paving Industry: A Review with Emphasis on Physicochemical Properties and Pavement Performances. *Advances in Materials Science and Engineering, 2021*. <https://doi.org/10.1155/2021/3454029>

- [3] Dwi Sampurno, A., Satyarno, I., & Taufik Mulyono, A. (2019). Pengaruh Serat Baja (Dramix) Terhadap Kuat Lentur Pada Roller Compacted Concrete (Rcc). *INERSIA: LNformasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 15(1), 43–53. <https://doi.org/10.21831/inersia.v15i1.24862>
- [4] Hindarso, H., Epriliati, I., Ayucitra, A., & Budi, G. S. (2024). PEMANFAATAN LIMBAH KARET PT. SUMBER LANCAR CEMERLANG MENJADI PRODUK ASPAL KARET. *PeKA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(1), 19-29.
- [5] Iskandar, A., Arlini, I., Syafier, S., & Mulyawati, F. (2022). Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan Karet Alam Pada Pen 60/70 Terhadap Karakteristik Aspal. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*, 8(2), 1–7. <https://doi.org/10.31943/jri.v8i2.172>
- [6] Johannes, D., Mangundap, K., Sugiharto, H., & Wijaya, G. B. (2017). Pengaruh penambahan serat baja 4D dramix terhadap kuat tekan, tarik belah, dan lentur pada beton. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 6(2), 40–47.
- [7] Kartolo, J., Putra, A. S., Yosuanita, D., & Sebayang, E. M. (2016). Pengaruh Penambahan Dempul Epoxy pada Campuran Beton Aspal. *Jurnal Teknik Dan Ilmu Komputer*, 5(20), 385–392.
- [8] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2019). Perancangan dan Pelaksanaan Campuran Beraspal Panas Bergradasi Menerus (Laston) Menggunakan Slag. *Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan Dan Rekayasa Sipil, Pd 05-2018-B SE*, 1–42.
- [9] Lebang, N. L., & Lewaherilla, N. M. Y. (2021). Analisa Stabilitas Campuran Aspal Beton Lapis Aus (AC-WC) Dan Karet Alam Sebagai Material Perkerasan Jalan. *Pharmacognosy Magazine*, 75(17), 399–405.
- [10] Luo, Z., Liu, T., Wu, Y., Yuan, H., Qian, G., Meng, X., & Cai, J. (2021). Study on Epoxy Resin-Modified Asphalt Binders with Improved Low-Temperature Performance. *Advances in Civil Engineering*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/5513338>
- [11] Mudiyo, R., Andry, J., & Azizah, N. U. (2024). The Volumetric Properties Modified Asphalt Concrete Wearing Course with the Addition of Epoxy Resin and Steel Fiber for Road Pavement. *Civil Engineering and Architecture*, 12(4), 3013–3023. <https://doi.org/10.13189/cea.2024.120438>
- [12] Nur, N. K., Mahyuddin, M., Bachtar, E., Tumpu, M., Mukrim, M. I., Irianto, I., ... & Syukriah, S. (2021). Perancangan Perkerasan Jalan.
- [13] Pangemanan, V. C., Kaseke, O. H., & Manoppo, M. R. E. (2015). Beraspal Panas Terhadap Stabilitas Dan Kelelahan (Flow). *Sipil Statik*, 3(2), 85–90. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/jss/article/view/6862%0Ahttps://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/jss/article/download/6862/6389>
- [14] PRASTANTO, H., SAILAH, I., SUPARNO, O., & HERMADI, M. (n.d.). *PENGUKURAN TINGKAT KESIAPAN TEKNOLOGI (TKT) PENERAPAN ASPAL KARET DI INDONESIA*.
- [15] Purnamasari, E., Adawiyah, R., Gazali, A., & Bororing, M. A. (2023). Komparasi Antara Sifat Aspal Karet Dengan Aspal Murni Pada Lapis Perkerasan Ac-Wc Menggunakan Agregat Kalimantan Selatan. *Konferensi Nasional Teknik Sipil Ke-17, November*, 16–17.
- [16] Rochaeti, Utami, R., & Febrianty, L. (2018). Karakteristik Marshall Campuran Asphalt Concrete Wearing Course dengan Modifikasi Karet Alam Padat SIR 20. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 615–623.
- [17] Saifulloh, R., Prima, Y., & Rumbyarso, A. (2024). 2024 Madani : Jurnal Ilmiah Multidisiplin Analisis Pengaruh Penggunaan Limbah Cangkang Siput Pada Campuran Asphalt Concrete - Wearing Course (AC - WC) 2024 Madani : Jurnal Ilmiah Multidisiplin. 2(8).
- [18] SNI 06-2489-1991. (1991). Metode Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall. *Badan Standardisasi Nasional*, 1, 7.
- [19] SNI 2489:2018. (2018). SNI 2489:2018 Metode uji stabilitas dan pelelehan campuran beraspal panas dengan menggunakan alat Marshall. *Badan Standardisasi Nasional*.
- [20] Sugiyartanto. (2018). Spesifikasi Umum 2018. *Edaran Dirjen Bina Marga Nomor 02/SE/Db/2018, September*, 1–1013.
- [21] Vyrozhemskyi, V., Kopynets, I., Kischynskyi, S., & Bidnenko, N. (2017). Epoxy asphalt concrete is a perspective material for the construction of roads. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 236(1), 0–6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/236/1/012022>
- [22] Widianto, B. W., & Faishal, M. I. (2021). Perubahan Karakteristik Aspal Pen 60/70 dengan Substitusi Getah Karet Alam Pangkalan Balai, Sumatera Selatan. *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 6(3), 143. <https://doi.org/10.26760/rekaracana.v6i3.143>