

ANALISIS *ASPHALT WEARING COARSE* (AC-WC) DENGAN PENAMBAHAN LIMBAH BAHAN KAIN *POLYESTER* DAN RESIN *POLYESTER* PADA PERKERASAN JALAN

Putri Inna Wahidiyati¹, Siti Nurhafidza Akhmad², Juny Andry Sulisty³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung, putriinnawahidiyati03@gmail.com

ABSTRAK

Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) adalah lapisan paling atas perkerasan lentur yang bermanfaat dalam menerima muatan massa lalu lintas secara langsung serta terpapar cuaca ekstrem. Kualitas AC-WC sangat dipengaruhi oleh sifat mekanik dan daya tahannya. Studi yang dilaksanakan bertujuan dalam menganalisis pengaruh penambahan limbah kain *polyester* serta resin *polyester* terhadap karakteristik campuran AC-WC. Limbah kain *polyester* dipilih karena memiliki kekuatan tarik, ketahanan aus, dan sifat fisik yang baik, sedangkan resin *polyester* digunakan untuk meningkatkan daya rekat dan stabilitas campuran. Metode penelitian dilakukan secara eksperimental di laboratorium dengan variasi persentase penambahan kain *polyester* dan resin *polyester*. Benda uji dibuat sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 dan diuji menggunakan metode Marshall. Parameter yang diukur meliputi stabilitas, *flow*, *Marshall Quotient* (MQ), *Void in Mix* (VIM), dan parameter pendukung lainnya. Hasil pengujian memperlihatkan jika penambahan limbah kain *polyester* dan resin *polyester* pada kadar tertentu dapat meningkatkan nilai stabilitas dan MQ, serta memperbaiki ketahanan campuran terhadap deformasi plastis dan retak.

Kata Kunci : *AC-WC, Limbah Kain Polyester, Resin Polyester, Uji Marshall, Perkerasan Jalan*

Penerbit : Fakultas Teknik Universitas Pasifik Morotai

1 PENDAHULUAN

Perkembangan infrastruktur jalan termasuk unsur utama dalam penunjang mobilitas dan pertumbuhan ekonomi suatu negara. Kualitas jalan yang baik sangat bergantung pada material perkerasan yang digunakan, salah satunya adalah lapis aus atau *Wearing Course* (AC-WC), yang berfungsi selaku bagian teratas juga langsung bersentuhan dengan beban lalu lintas serta cuaca ekstrem. Oleh karena itu, material penyusun lapis AC-WC harus memiliki kekuatan, daya tahan, dan stabilitas tinggi.

Aspal adalah komponen umum yang digunakan dalam pembuatan perkerasan jalan raya, bahan baku yang diterapkan akan hasilnya karena baik juga bagus untuk perkerasan jalan *flexible*, untuk meningkatkan pencegahan degradasi lapisan perkerasan jalan yang disebabkan pada daya angkut kendaraan yang berat melalui peningkatan mutu serta stabilitas pada perkerasan jalan. Aspal terlihat solid pada temperatur ruang tetapi sebenarnya merupakan cairan kental, yang memiliki ketahanan terhadap air dan dapat mencair ketika dipanaskan, aspal terdiri dari karbon jenuh dan tak jenuh, serta mengandung unsur – unsur seperti sulfur,

oksigen dan klor dalam jumlah kecil, yang mengandung 80% karbon, 10 % hidrogen, serta sisanya terdiri dari belerang, oksigen, nitrogen, dan unsur – unsur lainnya.

Limbah kain *polyester* merupakan salah satu bahan yang potensial dimanfaatkan. *Polyester* memiliki sifat fisik dan kimia yang kuat, tahan lama, serta sulit terurai secara alami, sehingga sering menjadi masalah lingkungan. Sementara itu, resin *polyester* memiliki daya rekat tinggi dan ketahanan yang baik terhadap cuaca, sehingga berpotensi meningkatkan ikatan antar partikel pada campuran aspal [1].

Pemanfaatan limbah kain *polyester* yang dipadukan dengan resin *polyester* dalam campuran AC-WC diharapkan mampu meningkatkan stabilitas, ketahanan aus, dan durabilitas perkerasan jalan, sekaligus memberikan strategi pengelolaan limbah berbasis ekologis. Riset ini diharapkan mampu berkontribusi terhadap kemajuan teknologi perkerasan jalan berbasis material ramah lingkungan yang mendukung konsep pembangunan berkelanjutan [2].

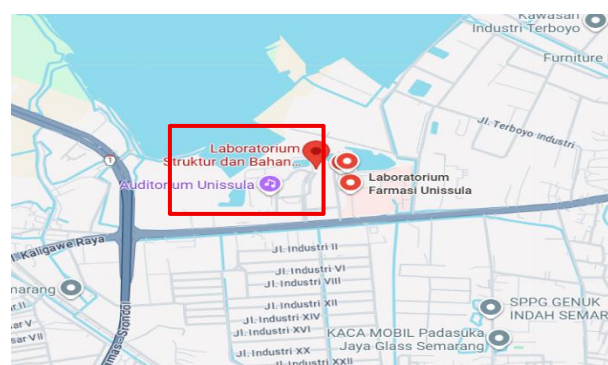
Berpotensi dimanfaatkan sebagai substitusi abu batu pada filler campuran perkerasan lapis aus *Hot Rolls Sheet – Wearing Course*), dengan demikian mampu meningkatkan stabilitas, pelelehan, stabilitas sisa, daya tahan, fleksibilitas, serta ketahanan terhadap keausan roda dibandingkan campuran beraspal lapis aus konvensional [3].

2 METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dengan menggunakan metode hipotesis untuk melalui observasi dan pengukuran secara sistematis. Fokus utama dari penelitian ini adalah menganalisis dampak penambahan serbuk lelehan dari kain limbah *polyester* dan resin *polyester* terhadap karakteristik mekanik dan fisik campuran *asphalt concrete-wearing course* (AC-WC), serta membandingkan hasil parameter *Marshall* dengan standar yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia dan Bina Marga 2010

2.1 Lokasi Penelitian

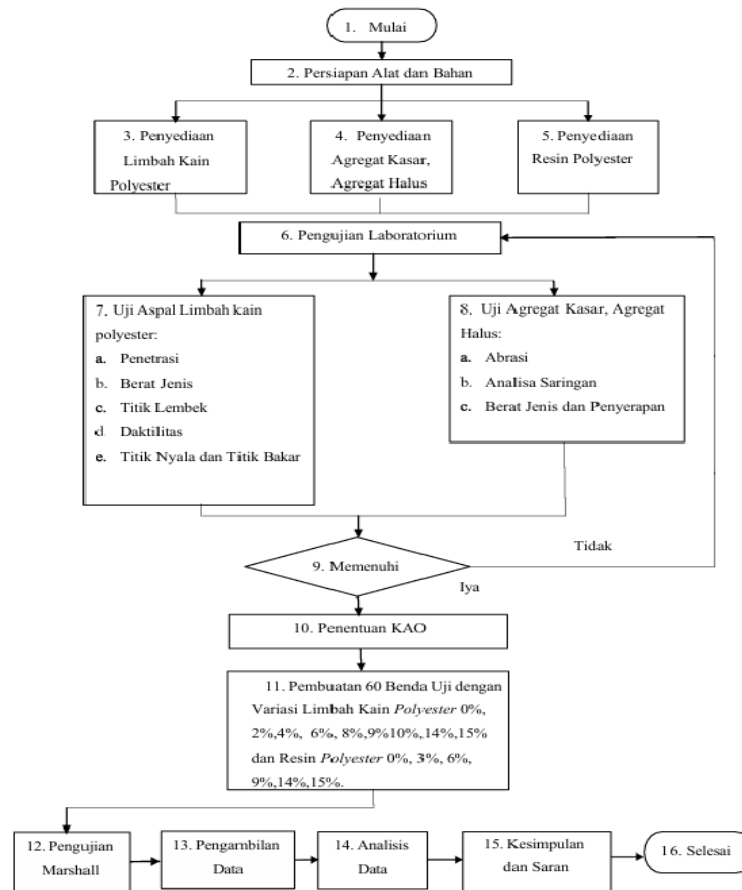
Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang berlokasi di Terboyo Kulon, Kecamatan Genuk, Kota Semarang, Jawa Tengah 50112.



Gambar 1. Lokasi Penelitian TPI Ujung Batu, Kabupaten Jepara (Sumber: Google Maps).

2.2 Alur Penelitian

Alur penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini



Gambar 2. Alur Penelitian

2.3 Pengumpulan Data

Dalam penyusunan penelitian ini, metode pengumpulan data yang dilakukan ada 2 yaitu data sekunder dan data primer. Data Primer, yaitu data yang dikumpulkan setelah dilakukannya penelitian, penelitian yang kami lakukan di Laboratorium Universitas Islam Sultan Agung Semarang menghasilkan data primer berupa berat jenis agregat, analisa saringan, dan karakteristik *marshall*. Sedangkan data sekunder yaitu data yang sudah dilakukan oleh Perusahaan uji balai pengujian material. Data sekunder yang kami gunakan merupakan aspal pertamina dengan nilai penetrasi 60/70.

2.4 Pengolahan Data

Prosedur penelitian dalam teknik pengolahan data memuat beberapa tahap, yaitu :

- 1) Persiapan penyediaan alat-alat dan bahan yang dipakai.
- 2) Pengujian agregat dari sifat mekanis dan fisik.
- 3) Membuat rancangan campuran AC-WC sesuai dengan Spesifikasi Bina Marga 2010
- 4) Mencari kadas aspal optimum dan variasi komposisi kain *polyester* yang digunakan 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%.

- 5) Pengujian benda uji dengan *Marshall Test* untuk mengetahui nilai Stabilitas, *Flow*, VIM, VMA, VFA, MQ dari benda uji yang telah dibuat.
- 6) Melakukan analisa dan pembahasan mengenai benda uji dari campuran *fly ash* dengan pengujian *Marshall Test* dan mendapatkan parameter nilai (*Stability*, *Flow*, VIM, VMA, VFA, MQ).
- 7) Setelah semua pengujian telah dilakukan, kemudian hasil analisa dan pembahasan dapat diuraikan oleh peneliti sehingga dapat ditarik kesimpulan dan saran. Nilai dari percobaan di laboratorium baik dari uji material hingga dengan pengujian sampel yang telah dibuat, kemudian nilai yang didapat tersebut dianalisa dan ditunjukkan dalam bentuk grafik dan tabel terhadap tiap parameter nilai karakteristik *marshall* (*Stability*, *Flow*, VIM, VMA, VFA, MQ).

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pembuatan Benda Uji Kadar Aspal Normal

Komposisi aspal normal yang digunakan terdiri dari kadar 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, dan 6%. Pembuatan sampel uji aspal normal ini bertujuan untuk menentukan kadar aspal optimum, yang selanjutnya akan diaplikasikan pada campuran aspal modifikasi. Pada campuran normal tanpa tambahan Kain *Polyester* dan Resin *Polyester*, masing-masing dibuat 4 sampel, sehingga total seluruh benda uji berjumlah 15. Rincian komposisi dapat dilihat pada Tabel 1 . – Tabel 5. berikut :

Tabel 1. Rancangan Campuran Aspal (*Job Mix Design*) Normal Kadar Aspal 4%

No	Komposisi	%	Hasil (gr)
1	Abu Batu	44	506.88
2	Agregat Batu $\frac{3}{4}$	12	138.24
3	Agregat Batu $\frac{1}{2}$	40	460.8
4	Pasir	3	34.56
5	<i>Filler</i>	1	11.52
Total		100	1152
Keterangan Aspal			
Aspal		4	48

Tabel 2. Rancangan Campuran Aspal (*Job Mix Design*) Normal Kadar Aspal 4,5%

No	Komposisi	%	Hasil (gr)
1	Abu Batu	44	504.24
2	Agregat Batu $\frac{3}{4}$	12	137.52
3	Agregat Batu $\frac{1}{2}$	40	458.4
4	Pasir	3	34.38
5	<i>Filler</i>	1	11.46
Total		100	1146
Keterangan Aspal			
Aspal		4.5	54

Tabel 3. Rancangan Campuran Aspal (*Job Mix Design*) Normal Kadar Aspal 5%

No	Komposisi	%	Hasil (gr)
1	Abu Batu	44	501.6
2	Agregat Batu $\frac{3}{4}$	12	136.8
3	Agregat Batu $\frac{1}{2}$	40	456
4	Pasir	3	34.2
5	<i>Filler</i>	1	11.4
Total		100	1140
Keterangan Aspal			
Aspal		5	60

Tabel 4. Rancangan Campuran Aspal (*Job Mix Design*) Normal Kadar Aspal 5,5%

No	Komposisi	%	Hasil (gr)
1	Abu Batu	44	498.96
2	Agregat Batu $\frac{3}{4}$	12	136.08
3	Agregat Batu $\frac{1}{2}$	40	453.6
4	Pasir	3	34.02
5	<i>Filler</i>	1	11.34
Total		100	1134
Keterangan Aspal			
Aspal		5.5	66

Tabel 5. Rancangan Campuran Aspal (*Job Mix Design*) Normal Kadar Aspal 6%

No	Komposisi	%	Hasil (gr)
1	Abu Batu	44	496.32
2	Agregat Batu $\frac{3}{4}$	12	135.36
3	Agregat Batu $\frac{1}{2}$	40	451.2
4	Pasir	3	33.84
5	<i>Filler</i>	1	11.28
Total		100	1128
Keterangan Aspal			
Aspal		6	72

3.2 Pengujian Material

Terdapat beberapa pengujian material yang dilakukan, yaitu abrasi, analisa saringan, pengujian berat jenis, dan pengujian kelekatan agregat. Pengujian tersebut dilakukan terhadap agregat kasar maupun agregat halus dan didapatkan hasil seperti pada tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Penelitian Fisik dan Mekanis 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	Kelekatatan agregat terhadap aspal karet alam padat	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 $\frac{3}{4}$ b. Agregat kasar $\frac{1}{2}$	SNI-03-1969-1990	Maks. 3%	1,725% 1,250%	Memenuhi
5	Berat jenis (<i>Bulk Specific Gravity</i>) a. Agregat kasar $\frac{3}{4}$ b. Agregat kasar $\frac{1}{2}$	SNI-03-1969-1990	Min. 2,5%	2,625% 2,560%	Memenuhi
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% 2,628%	Memenuhi
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% 2,634%	Memenuhi

3.3 Pengujian Aspal

Pengujian aspal yang dilakukan yaitu pengujian titik nyala dan titik bakar aspal menggunakan alat *Cleveland Open Cup* dan pengujian daktilitas. Hasil pengujian aspal tersebut sebagai berikut :

Tabel 7. Hasil Pengujian Aspal Pen 60/70

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

3.4 Hasil Pengujian Kadar Aspal Variasi Kain *Polyester* dan Resin *Polyester*

Untuk campuran variasi Kain *Polyester* dan Resin *Polyester* dengan menggunakan kadar aspal 5,8%. Komposisi yang digunakan yaitu Kain *Polyester* dengan kadar 0%, 2%, 4%, 6% , 8%,9%,10%,14%,15% dan bahan tambahan. Resin *Polyester* 0%, 3% , 6%, 9%, 14%, 15%. Masing-masing komposisi dibuat 4 benda uji dengan total benda uji yaitu 48. Setelah didapatkan nilai Kadar Aspal Optimum, selanjutnya benda uji akan dilakukan uji Berat Jenis Maksimum Campuran dan pengujian Marshall. Hasil rekapitulasi parameter *marshall* sebagai berikut:

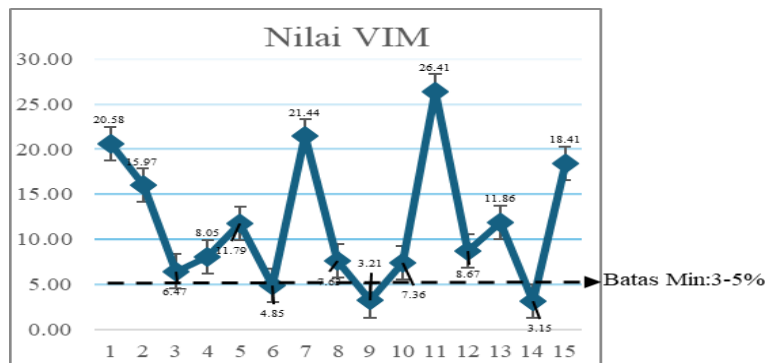
1) Nilai *Void in the Mix* (VIM)

Menurut Spesifikasi Bina Marga Divisi 6, Nilai VIM campuran aspal normal ideal berada di antara 3,5 - 5,5%. Sedangkan untuk campuran aspal modifikasi Nilai VIM ideal berada di antara 3 - 5%. Pada Tabel 8. menyajikan rekapitulasi nilai VIM variasi.

Tabel 8. Rekapitulasi Nilai *Void in the Mix* (VIM)

Nama Sample	Nilai VIM	Nama Sample	Nilai VIM
KROP1	20.58	KROP8	7.63
KROP2	15.97	KROP9	0.14
KROP3	6.21	KROP10	7.36
KROP4	14.57	KROP11	26.41
KROP5	11.79	KROP12	8.67
KROP6	8.68	KROP13	11.86
KROP7	63.62	KROP14	3.15
KROP8	7.63	KROP15	18.41

Berdasarkan rekapitulasi yang tertera pada Tabel 8., maka selanjutnya dibuat grafik perhitungan Nilai VIM yang tertera pada Gambar 3. berikut :



Gambar 3. Grafik Nilai VIM

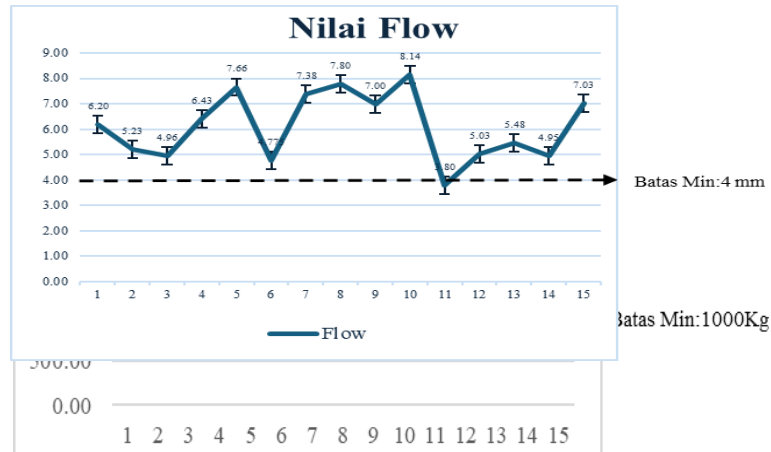
Berdasarkan syarat spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 6 terkait dengan campuran aspal modifikasi, Nilai VIM harus berada di antara 3 – 5% sehingga hasil perhitungan VIM yang tertera pada grafik di atas dianggap telah memenuhi syarat.

2) Nilai Stabilitas

Menurut Spesifikasi Bina Marga Divisi 6, Nilai Stabilitas campuran aspal normal ideal tidak boleh kurang dari 800 kg. Sedangkan untuk campuran aspal modifikasi Nilai Stabilitas ideal tidak boleh kurang dari 1000 gram. Pada Tabel 9. menyajikan rekapitulasi nilai stabilitas.

Tabel 9. Rekapitulasi Nilai Stabilitas

Nama Sample	Nilai Stabilitas	Nama Sample	Nilai Stabilitas
KROP1	1843.00	KROP9	1864.4
KROP2	1733.88	KROP10	1579.4
KROP3	1621.72	KROP11	1816.9
KROP4	1867.25	KROP12	1615.0
KROP5	1515.63	KROP13	2066.3
KROP6	1591.3	KROP14	2493.8
KROP7	1151.9	KROP15	1472.5
KROP8	1757.5	Rata-Rata	1732.68



Berdasarkan hasil rekapitulasi yang tertera pada Tabel 9., maka selanjutnya dibuat grafik perhitungan Nilai Stabilitas yang tertera pada Gambar 4. berikut :

Gambar 4. Grafik Nilai Stabilitas

Berdasarkan syarat spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 6 terkait dengan campuran aspal modifikasi, Nilai Stabilitas berada pada minimal 1000 kg sehingga hasil perhitungan Stabilitas yang tertera pada grafik di atas dianggap telah memenuhi syarat tersebut dengan Nilai Stabilitas tertinggi berada pada Sedangkan Nilai Stabilitas terendah.

3) Nilai *Flow*

Menurut Spesifikasi Bina Marga Divisi 6, Nilai *Flow* campuran aspal normal ideal berada di antara 3-5 mm. Sedangkan untuk campuran aspal modifikasi Nilai *Flow* ideal berada di antara 2 - 4 mm. Pada Tabel 10. menyajikan rekapitulasi Nilai *Flow*.

Tabel 10. Rekapitulasi Nilai *Flow*

Nama Sample	Nilai FLOW	Nama Sample	Nilai FLOW
KROP1	6.20	KROP9	7
KROP2	5.23	KROP10	8.1375
KROP3	4.96	KROP11	3.8
KROP4	6.43	KROP12	5.025
KROP5	7.66	KROP13	5.475
KROP6	4.775	KROP14	4.95
KROP7	7.375	KROP15	7.025
KROP8	7.8	Rata-Rata	6.12

Berdasarkan hasil rekapitulasi yang tertera pada Tabel 10., maka selanjutnya dibuat grafik perhitungan Nilai *Flow* yang tertera pada Gambar 5.

Gambar 5. Grafik Nilai *Flow*

Berdasarkan syarat spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 6 terkait dengan campuran aspal modifikasi, Nilai *Flow* harus berada di antara 2 - 4 mm sehingga hasil perhitungan *Flow* yang tertera pada grafik di atas dianggap telah memenuhi syarat tersebut dengan Nilai *Flow* tertinggi. Sedangkan Nilai *Flow* terendah.

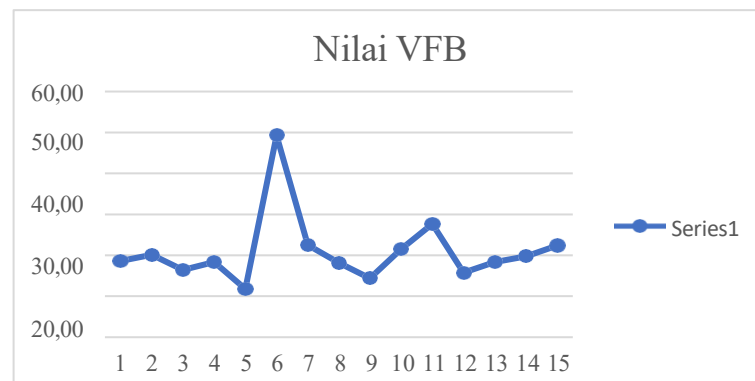
4) Nilai VFB

Menurut spesifikasi Bina Marga Divisi 6, Nilai VFB campuran aspal normal ideal berada di antara 60-65%. Sedangkan untuk campuran aspal modifikasi Nilai VFB ideal berada di antara 67-75%. Pada Tabel 11. Menyajikan rekapitulasi Nilai VFB.

Tabel 11. Rekapitulasi Nilai VFB

Nama Sample	Nilai VFB	Nama Sample	Nilai VFB
KROP1	10.92	KROP9	99.62
KROP2	20.65	KROP10	65.68
KROP3	72.63	KROP11	86.70
KROP4	19.85	KROP12	42.91
KROP5	40.57	KROP13	35.65
KROP6	72.54	KROP14	84.59
KROP7	119.34	KROP15	17.77
KROP8	58.19	Rata-Rata	56.51

Berdasarkan rekapitulasi nilai VFB pada Tabel 11., maka grafik nilai VFB dapat dilihat pada Gambar 6. berikut :



Gambar 6. Grafik Nilai VFB

Berdasarkan syarat spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 6 terkait dengan campuran aspal modifikasi, Nilai VFB harus berada di antara 65-75%, sehingga hasil perhitungan VFB yang tertera pada grafik di atas dianggap telah memenuhi syarat tersebut dengan Nilai VFB tertinggi sedangkan nilai VFB terendah.

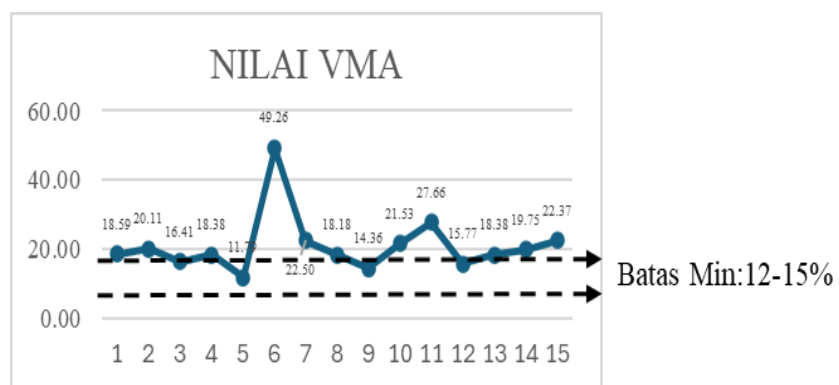
5) Nilai VMA

Menurut Spesifikasi Bina Marga Divisi 6, Nilai VMA campuran aspal normal ideal berada di antara 12,8%-15% Sedangkan untuk campuran aspal modifikasi Nilai VMA ideal berada di antara 12,8%-15%. Pada Tabel 12. menyajikan rekapitulasi Nilai VMA.

Tabel 12. Rekapitulasi Nilai VMA

Nama Sample	Nilai VMA	Nama Sample	Nilai VMA
KROP1	18.59	KROP9	14.36
KROP2	20.11	KROP10	21.53
KROP3	16.41	KROP11	26.41
KROP4	18.38	KROP12	8.67
KROP5	11.79	KROP13	11.86
KROP6	35.96	KROP14	3.15
KROP7	16.57	KROP15	18.41
KROP8	18.18	Rata-Rata	17.36

Berdasarkan rekapitulasi nilai VMA pada Tabel 12., maka grafik nilai VMA dapat dilihat pada Gambar 7. berikut :



Gambar 7. Grafik Nilai VMA

Berdasarkan syarat spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 6 terkait dengan campuran aspal modifikasi, Nilai VMA harus berada di antara 12,8%-15% sehingga hasil perhitungan VMA yang tertera pada grafik di atas dianggap telah memenuhi syarat tersebut dengan Nilai FVB tertinggi. Sedangkan Nilai VMA terendah

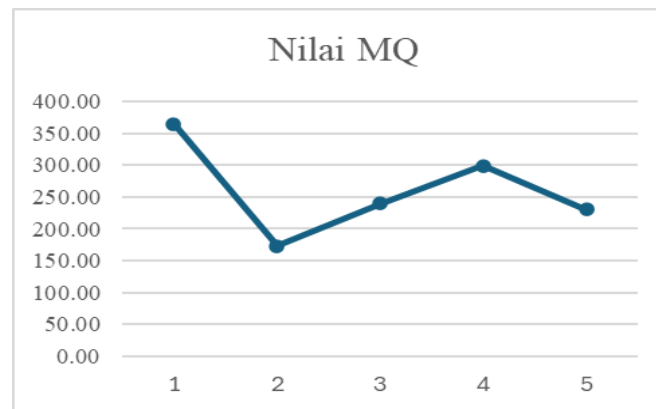
6) Nilai MQ

Menurut Spesifikasi Bina Marga Divisi 6, nilai MQ campuran aspal normal ideal berada di antara 250kg/mm Sedangkan untuk campuran aspal modifikasi nilai MQ ideal berada di antara 400kg/mm-450kg/mm Pada Tabel 13. menyajikan rekapitulasi Nilai MQ.

Tabel 13. Rekapitulasi Nilai MQ

Nama Sample	Nilai MQ	Nama Sample	Nilai MQ
KROP1	306.12	KROP9	298.78
KROP2	340.75	KROP10	230.20
KROP3	334.02	KROP11	509.66
KROP4	310.49	KROP12	337.40
KROP5	227.19	KROP13	440.16
KROP6	364.85	KROP14	545.92
KROP7	172.60	KROP15	235.27
KROP8	240.30	Rata-Rata	326.25

Berdasarkan rekapitulasi nilai MQ pada Tabel 13., maka grafik nilai MQ dapat dilihat pada Gambar 8. berikut:



Gambar 8. Grafik Nilai MQ

Berdasarkan syarat spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 6 terkait dengan campuran aspal modifikasi, Nilai MQ harus berada di antara 400kg/mm-450kg/mm sehingga hasil perhitungan MQ yang tertera pada grafik di atas dianggap telah memenuhi syarat tersebut dengan Nilai MQ tertinggi. Sedangkan Nilai MQ terendah.

3.5 Pengujian Ekstraksi Kadar Aspal

Ekstraksi kadar aspal merupakan proses yang digunakan untuk menentukan jumlah aspal dalam campuran perkerasan jalan atau bahan lain yang mengandung aspal. Tujuan dari pengujian ini adalah menentukan kadar bitumen dalam campuran bitumen dengan menggunakan alat *centrifuge extractor*.

Tabel 14. Hasil Pengujian Ekstraksi Kadar Aspal

No	Pengujian Material	Rumus	Berat		Satuan
			I	II	
A	Berat Cawan		252	260	gr
B	Berat Aspal+Cawan Sebelum		452	460	gr
C	Berat Aspal+Cawan Sesudah		445,4	453,46	gr
D	Berat Sebelum Ekstraksi	(B-A)	200	200	gr
E	Berat Sesudah Ekstraksi	(C-A)	193,4	193,46	gr
F	Berat Kertas		5	5	gr
G	Berat Total Mineral	(C-A-F)	188,4	188,46	gr
H	Berat Aspal dalam Campuran	(D-G)	11,6	11,54	gr
I	Persen Aspal dalam Campuran	(H/D x 100)	5,80	5,77	gr
Rata – Rata			5,80		gr

Berdasarkan Tabel 14. hasil dari pengujian kadar aspal ekstraksi sebesar 5,80% untuk campuran modifikasi Kain *Polyester* dan Resim *Polyester*. Hasil ini dianggap memenuhi karena nilai KAO tersebut telah memenuhi syarat karakteristik *Marshall* sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 6 terkait dengan campuran aspal modifikasi.

4 KESIMPULAN

Pada pengujian aspal yang telah dilakukan, diperoleh hasil penelitian sekaligus analisis data yang mengacu pada tujuan penelitian. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan *Job Mix Design* dengan modifikasi komposisi menghasilkan nilai karakteristik yang memenuhi syarat teknis. Hal ini ditunjukkan oleh nilai VMA yang lebih dari 15% pada seluruh variasi kain *polyester* dengan kadar 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 9%, 10%, 14%, dan 15%, serta resin *polyester* dengan kadar 0%, 3%, 6%, 9%, 14%, dan 15%. Selain itu, nilai VFB juga lebih dari 65% dan VIM berada pada rentang 3,5%–5,5%. Temuan tersebut menegaskan bahwa seluruh hasil penelitian telah sesuai dengan standar yang tercantum dalam Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018 Revisi ke-2, sehingga formulasi campuran tersebut layak diterapkan pada konstruksi perkerasan jalan.

Lebih lanjut, berdasarkan pengujian *Marshall*, diperoleh bahwa parameter *Void in Mineral Aggregate* (VIM), *Void in the Mix* (VMA), dan stabilitas tertinggi terdapat pada kombinasi kain *polyester* sebesar 3,15% dengan resin *polyester* sebesar 3,15%. Nilai yang dihasilkan berturut-turut adalah 3,15% untuk VIM, 35,96% untuk VMA, dan 1151,9 kg untuk stabilitas. Sementara itu, nilai *Void Filled with Bitumen* (VFB) dan *flow* tertinggi ditemukan pada variasi kain *polyester* 9% dengan resin *polyester* 6%, masing-masing sebesar 86,70% dan 3,80 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Haryanto and E. Wahyudi, “Pengaruh Serat Polyester terhadap Sifat Mekanik Campuran AC-WC,” *J. Infrastruktur*, vol. 6, no. 2, pp. 101–110, 2020.
- [2] A. Anwar and M. Mulyadi, “Analisis Pengaruh Penambahan Limbah Plastik terhadap Kinerja Campuran Aspal AC-WC,” *J. Tek. Sipil*, vol. 26, no. 3, pp. 157–164, 2019.
- [3] I. Ahmed and A. I. Al-Hadidy, “The Effect of Waste Plastic on Asphalt Concrete Mixture Properties,” *Int. J. Civ. Environ. Eng.*, vol. 12, no. 10, pp. 1–5, 2012.