



ANALISIS KARAKTERISTIK CAMPURAN AC-WC MENGGUNAKAN ASPAL POLIMER DENGAN PENAMBAHAN WETFIX BXE SEBAGAI ANTI STRIPPING AGENT

Mochamad Aldinata Pradana^{1*}, Nurani Hartatik²

^{1*,2} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jalan Semolowaru No. 45, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur
Alamat E-mail: aldinata.pradana20@gmail.com

Info Artikel

Abstrak

Sejarah Artikel:

Diterima: Nov 2022
Disetujui: April 2024
Dipublikasikan: Juni 2024

Keywords: Aspal Polimer, Anti Stripping Agent, Wetfix Bxe, Marshall Test

Penelitian ini diteliti oleh penulis untuk mengetahui karakteristik campuran AC-WC menggunakan aspal polimer dengan penambahan wetfix bxe sebagai anti stripping agent. Dari hasil pengujian marshall test dengan kadar aspal polimer optimum tanpa zat aditif wetfix muncul nilai nilai karakteristik dari pengujian marshall test tersebut seperti di kadar aspal polimer optimum 5,5% dengan waktu perendaman 30 mnt: VIM = 4,67%, VMA = 15,15%, VFA = 69,18, Stabilitas = 1366 kg, Flow = 3,65 mm, Rasio passing #200 aspal efektif = 0,798 %. Sedangkan di kadar aspal polimer optimum 5,5% dengan waktu perendaman 24 jam: VIM = 4,52%, VMA = 15,02%, VFA = 69,91%, Stabilitas = 1244 kg, Flow = 4,15 mm, Rasio passing #200 aspal efektif = 0,798%. Untuk Stabilitas sisanya senilai 91,06%. telah memenuhi syarat Spesifikasi Umum Bina Marga 2020 (Revisi 2).

Kata kunci: Backpropagation, Kerusakan Jalan, Simulasi

Abstract

This research was investigated by the author to determine the characteristics of the AC-WC mixture using polymer asphalt with the addition of wetfix bxe as an anti-stripping agent. From the results of the marshall test with optimum polymer asphalt content without wetfix additives, the characteristic values of the marshall test emerged such as the optimum polymer asphalt content of 5.5% with a soaking time of 30 minutes: VIM = 4.67%, VMA = 15, 15%, VFA = 69.18, Stability = 1366 kg, Flow = 3.65 mm, Effective #200 asphalt passing ratio = 0.798 %. Meanwhile, the optimum polymer asphalt content is 5.5% with a soaking time of 24 hours: VIM = 4.52%, VMA = 15.02%, VFA = 69.91%, Stability = 1244 kg, Flow = 4.15 mm, Ratio passing #200 effective asphalt = 0.798%. For stability, the remaining value is 91.06%. has fulfilled the requirements of the 2020 General Bina Marga Specifications (Revision 2).

©2024

Universitas Abdurrab

PENDAHULUAN

Jalan darat merupakan prasarana untuk lalu lintas transportasi darat yang berada di atas permukaan tanah. Salah satu faktor penyebab kerusakan jalan yaitu disebabkan oleh kendaraan darat yang mempunyai kapasitas beban lebih dari perencanaan atau biasa yang disebut Over Dimension dan Over Load (ODOL), turunnya kondisi atau kualitas jalan dan juga akan terjadi stripping aspal. Hal ini dapat berpengaruh pada kinerja perkerasan jalan aspal beton, khususnya masalah ketahanan atau keawetan jalan. Masalah yang sering dihadapi dalam pembangunan jalan, yaitu stripping atau pelepasan antara aspal dan agregat dalam campuran aspal beton. Stripping dapat menyebabkan berbagai masalah, seperti penurunan daya tahan campuran, retak-retak, dan kerusakan struktural pada jalan. Contoh jalan yang mengalami stripping di Surabaya yaitu di jalan margomulyo, kalianak dan darmo.

Penggunaan zat aditif Wetfix Anti stripping agent dapat membantu mengurangi potensi masalah stripping dalam campuran aspal, terutama pada daerah dengan curah hujan tinggi atau kondisi lingkungan yang lembab. Penggunaan zat aditif seperti Wetfix dalam campuran aspal beton dapat mengakibatkan peningkatan biaya produksi. Namun, biaya tambahan ini dapat dipertimbangkan dalam konteks manfaat jangka panjang yang mungkin diberikan oleh zat aditif tersebut. Oleh karena itu, penggunaan zat aditif seperti Wetfix dapat menjadi solusi potensial untuk mengatasi masalah ini.

TINJAUAN PUSTAKA

Lapis Aspal Beton (Laston) adalah merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, Filler dan aspal keras, yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Material agregatnya terdiri dari campuran agregat kasar, agregat halus, dan Filler yang bergradasi baik yang dicampur dengan penetration grade aspal [1].

Lapisan beton aspal campuran panas terdiri dari tiga jenis, yaitu:

1. Laston yang berfungsi sebagai lapisan aus, disebut juga AC-WC (Asphalt Concrete - Wearing Course) dengan ketebalan minimum AC- WC adalah 4 cm. Lapisan ini bersentuhan langsung dengan ban kendaraan dan dirancang untuk kuat terhadap perubahan cuaca, gaya geser, tekanan ban dan memberikan lapisan kedap air untuk lapisan yang lebih bawah.

2. Laston yang berfungsi sebagai lapisan pengikat, disebut juga AC-BC (Asphalt Concrete Binder Course) dengan ketebalan minimum AC-BC adalah 5 cm. Lapisan ini menjadi lapisan pondasi jika digunakan untuk pekerjaan peningkatan atau pemeliharaan jalan.
3. Laston yang berfungsi sebagai lapisan dasar, disebut juga AC-Base (Asphalt Concrete - Base) dengan ketebalan minimum AC-Base adalah 6 cm. Lapisan ini tidak terpengaruh oleh cuaca tetapi memerlukan stabilitas untuk menahan beban lalu lintas yang ditransfer melalui roda kendaraan.

Anti-stripping agent, dalam konteks campuran aspal beton, adalah bahan kimia atau aditif yang ditambahkan ke campuran aspal untuk mengurangi risiko terlepasnya (*stripping*) agregat dari aspal. *Stripping* adalah kondisi di mana agregat dalam campuran aspal kehilangan daya rekat dengan aspal, yang dapat mengakibatkan gagalnya campuran aspal beton. Fungsi dari anti-stripping agent adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan daya rekat: *Anti stripping agent* membantu meningkatkan daya rekat antara aspal dan agregat, sehingga campuran aspal lebih tahan terhadap udara dan beban lalu lintas.
2. Mengurangi kerapuhan: *Anti-stripping agent* juga dapat membantu mengurangi kerapuhan campuran aspal beton, sehingga campuran lebih tahan terhadap perubahan suhu dan beban berat.
3. Meningkatkan umur pakai: Dengan mencegah terlepasnya agregat, *anti-stripping agent* dapat membantu memperpanjang umur pakai campuran aspal beton.

Zat aditif Wetfix adalah bahan tambahan yang digunakan pada campuran aspal untuk mencegah pengelupasan atau stripping. Wetfix dapat meningkatkan ikatan antar campuran, sehingga rongga campuran menjadi lebih kecil dan udara sulit menembus aspal beton. Wetfix digunakan dalam dosis pemakaian yang kecil, yaitu sekitar 0,20% - 0,40% dari berat aspal. Wetfix-Be adalah salah satu jenis anti stripping agent yang memiliki sensitivitas yang cukup tinggi [2].

<i>Anti Stripping Agent</i>	Kandungan	
WETFIX BXE	Nilai Asam (mgKOH/g)	< 10
	Nilai Amine (mgHCl/g)	160 - 185

Volumetrik campuran beraspal adalah hubungan antara volume rongga dalam campuran, rongga dalam agregat, rongga terisi aspal, volume agregat dan volume aspal serta kepadatan campuran beraspal yang menggambarkan sifat-sifat atau kinerja campuran beraspal. Sehingga dalam spesifikasi terdapat batasan-batasan dalam analisis volumetrik dalam upaya memenuhi kriteria campuran yang awet, kukuh dan mudah dilaksanakan. Campuran beton aspal terdiri dari komponen-komponen volumetrik berikut: volume rongga antara agregat mineral (VMA), volume bulk campuran padat, volume campuran padat tanpa rongga, volume rongga yang terisi oleh aspal (VFB), volume rongga dalam campuran (VIM), volume aspal yang diserap oleh agregat, volume agregat berdasarkan berat jenis bulk dan volume agregat berdasarkan berat jenis efektif [3].

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Untuk benda uji sendiri sebanyak 27 benda uji. Data tersebut diolah untuk mendapatkan suatu hasil perbandingan dengan syarat-syarat yang ada. Penyelidikan eksperimental dapat dilaksanakan di dalam ataupun di luar laboratorium. Penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan membandingkan penggunaan aspal polimer adanya zat tambahan aditif Wetfix dengan aspal polimer tidak menggunakan zat tambahan aditif Wetfix di lapisan AC-WC. Kadar zat aditif Wetfix yang dipakai dalam penelitian ini yaitu 0,30% terhadap berat aspal sesuai dengan peraturan Bina Marga 2018 dan untuk kadar optimal aspal tersebut sesuai dengan rumus yang sudah diatur oleh aturan yang ada. Hasil pengujian ini adalah nilai *Marshall test*. Pengujian marshall memiliki beberapa parameter yang dihitung setelah melakukan pengujian, diantaranya sebagai berikut [4]:

1. Kepadatan rongga dalam agregat (VMA)

Rongga yang berada pada campuran agregat merupakan rongga antar butiran agregat dalam campuran perkerasan yang telah diipadatkan.

2. Rongga terisi bitumen (VFB)

Rongga terisi bitumen merupakan persen rongga yang terdapat diantara butiran agregat VMA yang terisimoleh bitumen tetapi tidak termasuk bitumen atau aspal yang diserap oleh agregat.

3. Rongga dalam campuran (VIM)

Rongga pada campuran yang digunakan untuk mengetahui besarnya rongga dalam campuran dalam persen. Rongga yang dihasilkan ditentukan oleh susunan butiran agregat dalam campuran dan sedikit seragaman pada bentuk agregat.

4. Stabilitas

Stabilitas merupakan kemampuan campuran aspal dalam menahan deformasi akibat beban tanpa mengalami gelombang alur ataupun *bleeding*. Nilai pada stabilitas yang tinggi akan menghasilkan perkerasan yang terlalu kaku.

5. Kelelahan

Campuran dengan nilai flow yang rendah akan lebih kaku dan akan mengalami retak dini. Sedangkan campuran dengan nilai flow yang tinggi menunjukkan bahwa campuran tersebut bersifat plastis.

STUDI LITERATUR

Di dalam proses studi literatur, dari hasil penelitian ini dapat mengetahui berbagai macam dasar teori yang digunakan dalam pengerjaan, meliputi pengetahuan campuran aspal beton dengan aspal polimer menggunakan tambahan zat adiktif *Wetfix Anti stripping agent*. Studi literatur didapatkan juga dari berbagai sumber seperti buku diktat kuliah, jurnal, peraturan – peraturan terkait, internet, serta buku penunjang lainnya yang berhubungan dengan penelitian menggunakan zat adiktif tambahan.

PENGUMPULAN DATA

Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan metode eksperimen terhadap beberapa benda uji dari berbagai kondisi perlakuan yang diuji di laboratorium. Untuk beberapa hal pada pengujian bahan, digunakan data sekunder karena adanya penggunaan bahan dan sumber yang sama. Jenis data pada penelitian ini dikelompokkan menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung melalui serangkaian kegiatan percobaan yang dilakukan sendiri dengan mengacu pada petunjuk manual yang ada, misalnya dengan mengadakan penelitian atau pengujian secara langsung. Data primer dalam penelitian ini adalah pengolahan data hasil uji perbandingan karakteristik maupun biaya produksi campuran aspal dari pengujian di Laboratorium Aspal PT. Multi Bangun Indonesia, sedangkan data sekunder yaitu data yang diambil dari hasil penelitian sebelumnya atau yang dilaksanakan yang masih berhubungan dengan penelitian tersebut. Data sekunder dalam penelitian ini adalah data pengujian material dari laboratorium independen yang meliputi data spesifikasi zat aditif *Wetfix*, data penelitian zat aditif *Wetfix* dan data hasil pengujian aspal polimer.

PENGUJIAN PENELITIAN

Dalam langkah pengujian penelitian ini memiliki beberapa tahapan pengujian yang dilaksanakan sebelum melakukan Pengujian *Marshall* yaitu diantaranya : 1. Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar, 2. Pengujian *Sand Equivalent*, 3. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus dan Agregat Kasar, 4. Pengujian Keausan Agregat, 5. Pengujian Daktilitas, 6. Pengujian Penetrasi Aspal, 7. Berat Jenis Aspal Keras, 8. Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar, 9. Pengujian Titik Lembek, 10. Pengujian Kelekatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar 5-10 mm & 10-15 mm

Jenis Material : Agregat Kasar 5 - 10 mm							
Weight : 1130.2 Gram				Weight : 1159.4 Gram			RATA-RATA
SIEVE	CUMULATIVE			CUMULATIVE			
SIZE	J. TRTHN	% TRTHN	% LLS	J. TRTHN	% TRTHN	% LLS	
zsw1½"							100
1 "							100
¾"							100
½"			100.0			100	100.0
⅜"			100.0			100.0	100.0
# 4.	289.6	25.6	74.4	334.8	28.9	71.1	72.7
# 8.	919.6	81.4	18.6	974.8	84.1	15.9	17.3
# 16.	1100.2	97.3	2.7	1134.2	97.8	2.2	2.4
# 30.	1126.2	99.6	0.4	1134.8	97.9	2.1	1.2
# 50.	1128.4	99.8	0.2	1157	99.8	0.2	0.2
# 100.	1128.6	99.9	0.1	1157	99.8	0.2	0.2
# 200.	1129	99.9	0.1	1157.2	99.8	0.2	0.1

Jenis Material : Agregat Kasar 10 - 15 mm							
Weight : 1449.4 Gram				Weight : 1493.8 Gram			RATA-RATA
SIEVE	CUMULATIVE			CUMULATIVE			
SIZE	J. TRTHN	% TRTHN	% LLS	J. TRTHN	% TRTHN	% LLS	
½"							
1 "			100			100	100
¾"			100			100	100.0
½"	226.6	15.6	84.4	190.2	12.7	87.3	85.8
⅜"	792.8	54.7	45.3	864.6	57.9	42.1	43.7
# 4.	1438.6	99.3	0.7	1482	99.2	0.8	0.8
# 8.	1449.4	100.0	0.0	1492.2	99.9	0.1	0.1
# 16.	1449.4	100.0	0.0	1492.3	99.9	0.1	0.1
# 30.				1492.4	99.9	0.1	0.1
# 50.							
# 100.							
# 200.							

2. Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar dan Penyerapan

Jenis Material : Agregat Kasar 5 - 10 mm				
NO.OF SAMPLE			I	II
Berat Benda Uji Kering Oven	A		4416	4393
Berat Benda Uji Kering Jenuh Permukaan di Udara	B		4485	4463
Berat Benda Uji Dalam Air	C		2798	2781
Berat Jenis Curah Kering (Sd)	A		2.617	2.612
	B - C	Rata"	2.615	
Berat Jenis Curah Jenuh Kering Permukaan (Ss)	B		2.658	2.654
	B - C	Rata"	2.656	
Berat Jenis Semu (Sa)	A		2.729	2.725
	A - C	Rata"	2.727	
Penyerapan Air (Sw) (%)	(B - A) / 100		1.567	1.584
	A	Rata"	1.576	

Jenis Material : Agregat Kasar 10 - 15 mm				
NO.OF SAMPLE			I	II
Berat Benda Uji Kering Oven	A		4510	4441.6
Berat Benda Uji Kering Jenuh Permukaan di Udara	B		4569	4499
Berat Benda Uji Dalam Air	C		2850	2804.8
Berat Jenis Curah Kering (Sd)	A		2.624	2.622
	B - C	Rata"	2.623	
Berat Jenis Curah Jenuh Kering Permukaan (Ss)	B		2.658	2.656
	B - C	Rata"	2.657	
Berat Jenis Semu (Sa)	A		2.717	2.714
	A - C	Rata"	2.715	
Penyerapan Air (Sw) (%)	(B - A) / 100		1.304	1.292
	A	Rata"	1.298	

3. Pengujian Keausan Agregat Kasar

Gradasi Pemeriksaan		Jumlah Putaran = 500 Putaran	
Ukuran Saringan		I	I
Lolo	Tertahan	Berat (a)	Berat (a)
76,2 mm (3")	63,5 mm (2 1/2")		
36,5 mm (2 1/2")	50,8 mm (2")		
50,8 mm (2")	37,5 mm (1 1/2")		
37,5 mm (1 1/2")	25,4 mm (1")		
25,4 mm (1")	19,1 mm (3/4")		
19,1 mm (3/4")	12,7 mm (1/2")	2500	2500
12,7 mm (1/2")	9,5 mm (3/8")	2500	2500
9,5 mm (3/8")	6,3 mm (1/4")		
6,3 mm (1/4")	4,75 mm (No.4)		
4,75 mm (No.4)	2,36 mm (No.8)		
Jumlah berat		5000	5000
Berat tertahan saringan No. 12 sesudah pengujian		3839.7	3841.8
Berat (a)	gram	5000	5000

	gram	3839.7	3841.8
(a) - (b)	gram	1160.3	1158.2
Keausan = (a - b) / a	%	23.21	23.16
Keausan Rata-Rata	%	23.19	

4. Pengujian Kelekatan Aagreggat Terhadap Aspal

Benda Uji	100 gram		
Oven agregat	1 jam		
	140±5 °C		
Kadar aspal	5,5 %		
SNI 2439:2011		Kelekatan agregat trhdp aspal	
Pengujian contoh 1		>95 %	Memenuhi
Pengujian contoh 2		>95 %	Memenuhi

5. Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

Jenis Material : Agregat Halus 0 - 5 mm							
Weight : 1012.1 Gram				Weight : 974 Gram			Average
SIEVE SIZE	CUMULATIVE			CUMULATIVE			
	JMLH. TRTHN	% TRTHN	% LLS	JMLH. TRTHN	% TRTHN	% LLS	
1½"							
1 "							
¾"							
½"							
3/8"			100.0			100.0	100.0
# 4.			100.0			100.0	100.0
# 8.	83.4	8.2	91.8	82.1	8.4	91.6	91.7
# 16.	297.8	29.4	70.6	270.6	27.8	72.2	71.4
# 30.	517.2	51.1	48.9	494.6	50.8	49.2	49.1
# 50.	676.8	66.9	33.1	708	72.7	27.3	30.2
# 100.	810	80.0	20.0	745	76.5	23.5	21.7
# 200.	913.8	90.3	9.7	877	90.0	10.0	9.8

6. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

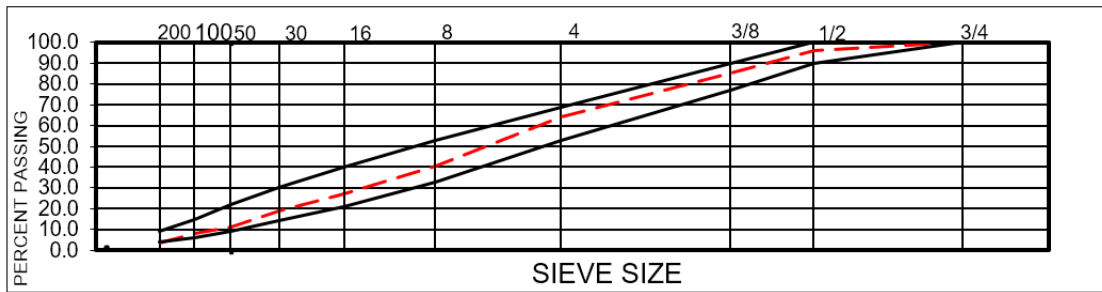
Kind Of Material : Fine agg 0 - 5 mm				
NO.OF SAMPLE			I	II
Weight of sample SSD	500		500	500
Weight of sample oven - dry in air	A		491.6	492.0
Weight of flask + water to calibratn	B		654.9	657.1
Weight of sample + flask + calibratn	C		964.1	966
Bulk Specific Gravity (dry)	A		2.577	2.575
	(B+500-C)	Average	2.576	
Bulk Specific Gravity (SSD)	500		2.621	2.616
	(B+500-C)	Average	2.618	
Apparent Specific Gravity	A		2.695	2.687
	(B+A-C)	Average	2.691	
Absorption (%)	(500-A)100		1.709	1.626
	A	Average	1.667	

7. Pengujian Sand Equivalent

No.	Uraian	Percobaan Ke-		
		I	II	III
1	Skala Pembacaan Lumpur (A)	4.1	4	4.3
2	Skala Pembacaan Pasir (B)	3	3.1	3.2
3	Nilai SP = $\frac{B}{A} \times 100\%$	73.71	77.5	74.42
		Rata-rata 75.03		

8. Pengujian Campuran Agregat

SIEVE SIZE	CA 10 - 15		MA 5 - 10		FA 0 - 5		TOTAL	BATASAN
		26%		37%		37%		
2 "	100	26	100	37	100	37	100	
1½"	100	26	100	37	100	37	100	
1 "	100	26	100	37	100	37	100	
¾"	100	26	100	37	100	37	100	100
½"	85.8	22.3	100.0	37	100	37	96.3	90 ~ 100
⅜"	43.7	11.4	100.0	37.0	100.0	37	85.4	77 ~ 90
# 4.	0.8	0.2	72.7	26.9	100.0	37	64.1	53 ~ 69
# 8.	0.1	0.0	17.3	6.4	91.7	33.9	40.3	33 ~ 53
# 16.	0.1	0.0	2.4	0.9	71.4	26.4	27.3	21 ~ 40
# 30.	0.1	0.0	1.2	0.5	49.1	18.2	18.6	14 ~ 30
# 50.	0	0.0	0.2	0.1	30.2	11.2	11.2	9 ~ 22
# 100.			0.2	0.1	21.7	8.0	8.1	6 ~ 15
# 200.			0.1	0.1	9.8	3.6	3.7	4 ~ 9



9. Jumlah Benda Uji

Keterangan	Jumlah Benda Uji / Kadar Aspal					Total Benda Uji
	4,5	5,0	5,5	6,0	6,6	
Benda Uji Tanpa Wetfix	3	3	3	3	3	15
Benda Uji Tanpa Wetfix Direndam 30 mnt			3			3
Benda Uji Tanpa Wetfix Direndam 24 Jam			3			3
Benda Uji Dengan Wetfix Direndam 30 mnt			3			3
Benda Uji Dengan Wetfix Direndam 24 Jam			3			3
					Jumlah	27

10. Pengujian Berat Jenis Aspal

Berat picnometer + aspal Berat picnometer kosong Berat aspal	(a)	53,970 gram	56,643 gram
		36,904 gram	37,205 gram
		17.066 gram	19.438 gram
Berat picnometer + air Berat picnometer kosong Berat air	(b)	63,064 gram	65,206 gram
		36,904 gram	37,205 gram
		26.160 gram	28.001 gram
Berat picnometer + aspal + air Berat picnometer + aspal Berat air	(c)	63,594 gram	65,800 gram
		53,970 gram	56,643 gram
		9.624 gram	9.157 gram
Berat Air	(b-c)	16.536 gram	18.844 gram
Berat jenis I = Berat Aspal / Berat Air		1.032	
Berat jenis II = Berat Aspal / Berat Air		1.032	
Rata - rata		1.032	

11. Pengujian Penetrasi Aspal

Pemeriksaan penetrasi pada 25°C 100 gram, 5 detik	Hasil Pengujian (0,1 mm)				Rata-rata			
		I	II					
Pengamatan 1	34	35						
2	35	35						
3	35	35						
4	34	34						
5	34	34						
Rata-rata	34.40	34.60						34.50

12. Pengujian Titik Nyala & Titik Bakar

Pembacaan waktu	Pembacaan Suhu		Keterangan
pk 08.30	293	°C	
pk . 08.31	298	°C	
pk : 08.32	303	°C	
pk : 08.33	308	°C	
pk : 08.34	313	°C	
pk : 08.35	318	°C	
pk : 08.36	323	°C	
pk : 08.37	328	°C	Titik Nyala 324 °C
pk : 08.38	330	°C	Titik Bakar 330 °C
Hasil Uji Rata-Rata Titik Nyala 1 dan 2			322,00 °C

Pembacaan waktu	Pembacaan Suhu		Titik Nyala
pk : 10.15	293	°C	
pk : 10.16	298	°C	
pk . 0.17	303	°C	
pk : 10.18	308	°C	
pk : 10.19	313	°C	
pk : 10.20	314	°C	
pk : 10.21	319	°C	
pk : 10.22	324	°C	Titik Nyala 320 °C
pk : 10.23	329	°C	Titik Bakar 328 °C
Hasil Uji Rata-Rata Titik Nyala 1 dan 2			322,00 °C

13. Pengujian Titik Lembek

N	Suhu yang diamati		Waktu (detik)		Titik lembek	
	°C	°F				
1	5	41				
2	10	50	60	60		
3	15	59	120	120		
4	20	68	180	180		
5	25	77	240	240		
6	30	86	300	305		
7	35	95	360	360		
8	40	104	420	420		
9	45	113	480	480		
10	50	122	540	540		
11	55	131	600	600		
12	56	133	612	612		
					56.00	56.00
					Rata-Rata	56.00 °C

14. Pengujian Daktilitas

Daktilitas pada 25°C, 5 cm per menit	Daktilitas (cm)
	81.4

Pengamatan	1	81.6
Rata - rata	2	81.5

16. Hasil Pengujian Marshall Test Tanpa Zat Aditif Wetfix

Penetration of Bitumen : PG 70 / Suprame 55	Gmm test : 2.451	Bulk Sp.Gr U : 2.602	Temperature : 145 °C
Sp.Gr of Bitumen X : 1.032	Passing # 200. S : 3.694	Effective Sp Gr V : 2.664	Compaction : 75 Blows

No.	Bitumen Content	Eff Sp.Gr Total agg	Absorbed Bitumen	Effective Bitumen	Max Sp.gr Combine Mix	Weight (Gram)			Volume Of Specimen	Bulk SpGr Combine Mix	Air Void (%)	V.M.A (%)	Void Filled (%)	Stability		Flow (mm)	Rasio #200 terhadap Aspal Ef
						In Air	In Water	S.S.D						Meas	Adjust		
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
1	5.5	2.664	0.920	4.631	2.451	1193.6	699.2	1210.4	511.2	2.335			40	1333	3.65		
2						1197.2	702.6	1215.7	513.1	2.333			43	1433	3.50		
3						1193.4	704.0	1213.8	509.8	2.341			40	1333	3.80		
Average										2.336	4.67	15.15	69.18		1366	3.65	0.798
1	5.5	2.664	0.920	4.631	2.451	1194.4	707.8	1218.4	510.6	2.339			35	1166	4.15		
2						1194.8	705.2	1216.2	511.0	2.338			38	1266	4.05		
3						1196.0	707.2	1217.7	510.5	2.343			39	1299	4.25		
Average										2.340	4.52	15.02	69.91		1244	4.15	0.798
Retained strength index 60 °C / 24 hours = (1244 / 1366) x 100 = 91.06%																	

17. Hasil Pengujian Marshall Test Menggunakan Zat Aditif Wetfix

Penetration of Bitumen : PG 70 / Suprame 55	Gmm test : 2.451	Bulk Sp.Gr U : 2.602	Temperature : 145 °C
Sp.Gr of Bitumen X : 1.032	Passing # 200. S : 3.694	Effective Sp Gr V : 2.664	Compaction : 75 Blows

No.	Bitumen Content	Eff Sp.Gr Total agg	Absorbed Bitumen	Effective Bitumen	Max Sp.gr Combine Mix	Weight (Gram)			Volume Of Specimen	Bulk SpGr Combine Mix	Air Void (%)	V.M.A (%)	Void Filled (%)	Stability		Flow (mm)	Rasio #200 terhadap Aspal Ef
						In Air	In Water	S.S.D						Meas	Adjust		
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
1	5.5	2.664	0.920	4.631	2.451	1199.0	691.6	1206.0	514.4	2.331			42	1399	3.25		
2						1199.8	693.2	1207.2	514.0	2.334			45	1499	3.00		
3						1200.2	694.2	1207.8	513.6	2.337			41	1366	3.30		
Average										2.334	4.77	15.24	68.72		1422	3.18	0.798
1	5.5	2.664	0.920	4.631	2.451	1210.0	699.4	1217.8	518.4	2.334			39	1299	3.95		
2						1210.2	701.0	1218.2	517.2	2.340			42	1399	3.75		
3						1208.2	698.6	1215.8	517.2	2.336			40	1333	4.00		
Average										2.337	4.66	15.14	69.25		1344	3.90	0.798
Retained strength index 60 °C / 24 hours = (1344 / 1422) x 100 = 94.531%																	

18. Hasil Rekapitulasi Pengujian Marshall Test

PROPERTIES		TEST RESULT		SPECIFICATION
			LABORATORY	
Marshall Stability	Kg		1366	Min 1000
Rasio pass #200 thd isp effective	%		0.798	0,6 - 1,6
Flow	mm		3.65	2 - 4
Air Void	%		4.67	3 - 5
Void Filled	%		15.15	Min. 15
Void Mineral Aggregate	%		69.18	Min. 65
Density			2.336	
Asphalt Content	%		5.50	
Absorption Bitumen	%		0.920	Max. 1.2
Retained Strength Index	%		91.06	Min. 90
Percent Refusal Density			3.08	Min. 2

MARSHALL PROPERTY

PROPERTIES		TEST RESULT	SPECIFICATION
		LABORATORY	
Marshall Stability	Kg	1422	Min 1000
Rasio pass #200 thd asp effective		0.798	0,6 - 1.6
Flow	mm	3.18	2 - 4
Air Void	%	4.77	3 - 5
Void Filled	%	68.72	Min. 65
Void Mineral Aggregate	%	15.24	Min. 15
Density		2.336	
Asphalt Content	%	5.50	
Absorption Bitumen	%	0.920	Max. 1.2
Retained Strength Index	%	95.53	Min. 90
Percent Refusal Density		3.08	Min. 2

Kesimpulan

1. Dari hasil penelitian yang dilakukan pada pengaruh aspal polimer ditambahkan zat aditif wetfix terhadap karakteristik Marshall dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:
2. Dari hasil rekapitulasi pengujian marshall test dengan kadar aspal polimer optimum tanpa zat aditif wetfix muncul nilai nilai karakteristik dari pengujian marshall test tersebut seperti di kadar aspal polimer optimum 5,5% dengan waktu perendaman 30 mnt: VIM = 4,67%, VMA = 15,15%, VFA = 69,18, Stabilitas = 1366 kg, Flow = 3,65 mm, Rasio passing #200 aspal efektif = 0,798 %. Sedangkan di kadar aspal polimer optimum 5,5% dengan waktu perendaman 24 jam: VIM = 4,52%, VMA = 15,02%, VFA = 69,91%, Stabilitas = 1244 kg, Flow = 4,15 mm, Rasio passing #200 aspal efektif = 0,798%. Untuk Stabilitas sisanya senilai 91,06%. telah memenuhi syarat Spesifikasi Umum Bina Marga 2020 (Revisi 2).
3. Dari hasil pengujian marshall test dengan kadar aspal polimer optimum menggunakan zat aditif wetfix muncul nilai nilai karakteristik dari pengujian marshall test tersebut seperti di kadar aspal polimer optimum 5,5% dengan waktu perendaman 30 mnt : VIM = 4,77%, VMA = 15,24%, VFA = 68,72, Stabilitas = 1422 kg, Flow = 3,18 mm, Rasio passing #200 aspal efektif = 0,798 %. Sedangkan di kadar aspal polimer optimum 5,5% dengan waktu perendaman 24 jam : VIM = 4,66%, VMA = 15,14%, VFA = 69,25%, Stabilitas = 1344 kg, Flow = 3,90 mm, Rasio passing #200 aspal efektif = 0,798%. Untuk Stabilitas sisanya senilai 94,53% telah memenuhi syarat Spesifikasi Umum Bina Marga 2020 (Revisi 2), tetapi di stabilitas sisanya jika memakai zat tambah aditif wetfix terlalu besar sehingga terlalu kaku dan kecil dalam menerima deformasi.

Saran

1. Penelitian terhadap karakteristik campuran beton aspal, dalam penggunaan aspal dapat dicoba dengan aspal polimer plastomer yang bervariasi, misalkan dengan membandingkan aspal polimer plastomer dengan elastomer.

2. Peneliti ini tidak membahas Rencana Anggaran Biaya, diharapkan untuk peneliti selanjutnya bisa membahas Rencana Anggaran Biaya pemakaian aspal polimer dengan zat aditif.
3. Diharapkan untuk peneliti selanjutnya dapat mengembangkan penelitian tentang aspal polimer dan zat aditif pada lapisan AC-BC, lapisan AC-Base dan Lapisan HRS.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, “Perancangan dan Pelaksanaan Campuran Beraspal Panas Bergradasi Menerus (Laston) Menggunakan Slag,” Pedoman Bahan Konstr. Bangunan dan Rekayasa Sipil, no. Pd 05-2018-B SE, pp. 1–42, 2019.
- [2] M. Aminsyah, “Studi Eksperimental Penambahan Zat Aditif Anti Stripping pada Kinerja Campuran Aspal Beton (AC-WC),” *J. Tek. Sipil Dan Lingkung.*, vol. 2, no. 4, pp. 642–647, 2014.
- [3] M. Hadid, A. Ubudiyah, and D. W. Apriyani, “Alternatif Aspal Modifikasi Polimer dengan Menggunakan Sampah Plastik Kemasan Makanan,” *J. Manaj. Aset Infrastruktur Fasilitas*, vol. 4, no. 1, pp. 43–52, 2020, doi: 10.12962/j26151847.v4i1.6832.
- [4] L. Muhammad, L. B. Said, and A. Massara, “Kajian Penambahan Bahan Anti Stripping Wet Fix- Pada Campuran Split Mastic Asphalt Be Terhadap Jumlah Tumbukan,” vol. 3, pp. 8870–8885, 2023.