

Pengaruh Penambahan *Anti Stripping Agent* terhadap Karakteristik Marshall Aspal PG 70

Muhammad Ghifari Fazrie Nur *¹
Reza Maulana Rahadian ²

^{1,2} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran"
Jawa Timur, Indonesia

*e-mail : 21035010056@student.upnjatim.ac.id ¹, 21035010061@student.upnjatim.ac.id ²

Abstrak

Meningkatnya volume lalu lintas dan kondisi lingkungan yang menantang, seperti kelembapan tinggi, dapat menyebabkan penurunan kualitas dan umur layanan perkerasan jalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan anti stripping agent (ASA) terhadap karakteristik Marshall pada campuran aspal PG 70. Pengujian dilakukan dengan menggunakan metode laboratorium berdasarkan Spesifikasi Umum Binamarga 2018, mencakup pengujian stabilitas, kelelahan (flow), Void in Mix (VIM), Void in Mineral Aggregate (VMA), dan Void Filled with Bitumen (VFB).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan ASA meningkatkan nilai stabilitas Marshall sisa dari 89,86% menjadi 91,72%, yang mencerminkan peningkatan ketahanan terhadap kerusakan akibat air. Nilai flow rata-rata juga menunjukkan deformasi yang lebih terkontrol, dengan flow lebih rendah pada perendaman 30 menit dan sedikit meningkat setelah perendaman 24 jam. Selain itu, parameter VIM, VMA, dan VFB pada campuran memenuhi spesifikasi teknis yang ditetapkan.

Kata kunci: *Anti pengelupasan, stabilitas marshall, aspal PG 70*

Abstract

The increasing traffic volume and challenging environmental conditions, such as high moisture levels, can lead to a decline in the quality and service life of road pavements. This study aims to examine the effect of adding an anti-stripping agent (ASA) on the Marshall characteristics of PG 70 asphalt. Laboratory testing was conducted following the 2018 Binamarga General Specifications, focusing on parameters such as stability, flow, Void in Mix (VIM), Void in Mineral Aggregate (VMA), and Void Filled with Bitumen (VFB).

The results indicate that the addition of ASA improves the retained Marshall stability from 89.86% to 91.72%, reflecting enhanced resistance to water-induced damage. The average flow values also exhibited more controlled deformation, with lower flow after 30 minutes of immersion and a slight increase after 24 hours. Furthermore, the VIM, VMA, and VFB parameters of the mixture met the specified technical standards.

Keywords: *Anti-stripping agent, marshall stability, PG 70 asphalt*

PENDAHULUAN

Dengan meningkatnya volume dan kepadatan lalu lintas yang melintasi jalan tersebut, daya tahan perkerasan jalan secara bertahap akan menurun. Kondisi ini dapat berdampak pada penurunan umur layanan jalan, yang akhirnya mengurangi kenyamanan, keamanan, dan kelancaran perjalanan bagi pengguna jalan (Simajuntak and Radan 2021). Salah satu tipe perkerasan yang sering digunakan adalah perkerasan lentur, yang sebagian besar terbuat dari beton aspal atau *asphalt concrete*. Lapisan Beton Aspal (LASTON) adalah lapisan dalam konstruksi jalan yang terbuat dari campuran aspal dan agregat dengan gradasi menerus, yang dicampur, dihampar, dan dipadatkan pada suhu tertentu. Kekuatan utama lapisan ini berasal dari ikatan antara butiran agregat, ditambah dengan kekuatan yang diberikan oleh pasir, bahan pengisi, dan aspal. Campuran LASTON memiliki proporsi agregat kasar yang lebih banyak dibandingkan agregat halus dan bahan pengisi. Desain campuran LASTON menggunakan aspal yang cukup keras dengan jumlah yang memadai untuk menutupi permukaan agregat dan mengisi rongga dalam campuran sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan (Arifin, Djakfar and Mrtina 2012).

Aspal PG 70 adalah jenis aspal yang menggunakan sistem *Performance Grade* (PG) untuk mengukur kinerjanya berdasarkan kemampuannya bertahan pada suhu tinggi dan rendah.

Penamaan "70" menunjukkan suhu maksimum yang dapat ditahan oleh aspal ini, yaitu sekitar 70°C. Klasifikasi ini memastikan aspal tersebut cocok digunakan di daerah dengan suhu sedang hingga tinggi, di mana aspal mampu menahan beban lalu lintas yang berat dan mencegah terjadinya deformasi.

Salah satu penyebab utama kerusakan aspal adalah air (Alam and Aggarwal 2020). Dalam campuran beraspal, aspal berfungsi untuk merekatkan agregat melalui gaya kohesi dan adhesi. Adhesi yang baik antara lapisan aspal dan permukaan agregat sangat penting untuk menciptakan perkerasan beraspal yang tahan lama. Hilangnya lapisan aspal dari permukaan agregat yang bersifat hidrofilik akibat keberadaan kelembapan dikenal sebagai *stripping*. *Stripping* pada perkerasan aspal merupakan salah satu masalah utama yang dapat mengurangi umur layanan perkerasan. Faktor-faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya *stripping* meliputi sifat hidrofilik agregat, keberadaan kelembapan atau air berlebih dari infiltrasi air hujan atau kenaikan muka air tanah, kualitas aspal yang tidak memadai, dan tekanan lalu lintas yang terus-menerus. Penambahan *anti stripping agent* adalah cara yang sederhana dan efektif untuk meningkatkan daya rekat antara aspal dan agregat. Dalam spesifikasi umum untuk pekerjaan konstruksi jalan dan jembatan Binamarga tahun 2018, kuantitas pemakaian aditif *anti stripping* dalam rentang 0,2% - 0,4% terhadap berat aspal.

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode studi literatur, yaitu mengkaji karya ilmiah atau jurnal sebelumnya yang relevan dengan karakteristik Marshall pada beton aspal. Penelitian ini juga mengacu pada Spesifikasi Umum 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Kementerian PUPR, 2018) terkait pengujian Marshall dan benda uji. Data penelitian diperoleh melalui pengujian langsung di laboratorium aspal milik *Asphalt Mixing Plant* (AMP) yang digunakan dalam proyek pembangunan Jalan Tol Probolinggo-Banyuwangi Paket 1.

Pengujian dilakukan dengan membuat beberapa benda uji beton aspal menggunakan agregat yang sama, baik dengan maupun tanpa *anti stripping agent*. Material yang digunakan meliputi agregat kasar, agregat halus, filler, *anti stripping agent*, dan aspal beton AC-WC PG 70. Alat-alat yang digunakan mencakup saringan, alat uji agregat, dan peralatan untuk mengukur karakteristik campuran aspal, seperti alat tekan Marshall.

Proses penelitian terdiri dari beberapa tahapan, yaitu persiapan material, pengujian material (misalnya analisis saringan dan pengukuran berat jenis), perencanaan campuran, pembuatan dan pengujian benda uji, pengujian menggunakan alat Marshall, serta analisis dan pembahasan hasil. Pengujian ini menghasilkan nilai-nilai seperti VIM, VMA, VFA, stabilitas, *index of retained strength*, dan *flow*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Beton aspal yang digunakan sebagai benda uji dalam penelitian ini merupakan *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC-WC), dengan desain campuran agregat (job mix design) yang seragam dan kadar aspal sebesar 5,7%. Setiap jenis aspal memiliki 6 benda uji.

Material beton aspal diperoleh dari *Asphalt Mixing Plant* (AMP), kemudian dicetak dan dipadatkan sebanyak 75 kali pada masing-masing sisi. Sampel uji dengan kadar air optimum kemudian direndam. Enam sampel uji untuk setiap kadar air direndam dalam water bath pada suhu 60°C selama 30 menit (stabilitas standar), sementara enam sampel lainnya direndam pada suhu yang sama selama 24 jam (stabilitas rendaman). Dari hasil pengujian yang dilakukan, diperoleh data sebagai berikut:

Analisa Saringan Agregat Hot-Bin

Agregat yang digunakan merupakan kombinasi dari tiga hot-bin yang ada pada AMP

dengan hasil kombinasi pada tabel berikut:

Tabel 1. Hot-bin grading

Sieve Size	Hot Bin I			Hot Bin II			Hot Bin III			
	Berat Tertahan (Gram)	Persentase Tertahan (%)	Persentase Pass (%)	Berat Tertahan (Gram)	Persentase Tertahan (%)	Persentase Pass (%)	Berat Tertahan (Gram)	Persentase Tertahan (%)	Persentase Pass (%)	
1"										
¾"									100%	
½"						100,0%		182,2	12,9%	87,1%
⅜"				11,1	1,0%	99,0%		864	61,2%	38,8%
#4			100,0%	326,4	29,0%	71,0%		1382	97,9%	2,1%
#8	25,6	2,7%	97,3%	967	85,9%	14,1%		1399	99,1%	0,9%
#16	254,4	26,8%	73,2%	1116,6	99,2%	0,8%		1403,2	99,4%	0,6%
#30	510,8	53,8%	46,2%	1117,8	99,3%	0,7%		1406	99,6%	0,4%
#50	624,8	65,8%	34,2%	1118,8	99,4%	0,6%				
#100	739,6	77,9%	22,1%	1121,2	99,6%	0,4%				
#200	823,2	86,7%	13,3%	1123,4	99,8%	0,2%				

Tabel 2. Kombinasi agregat hot-bin

Sieve Size	1"	¾"	½"	⅜"	#4	#8	#16	#30	#50	#100	#200
Hot Bin I 34%	-	34%	34,0%	34,0%	34,0%	33,1%	24,9%	15,7%	11,6%	7,5%	4,5%
Hot Bin II 46%	-	46%	46,0%	45,5%	32,7%	6,5%	0,4%	0,3%	0,3%	0,2%	0,1%
Hot Bin III 20%	-	20%	17,4%	7,8%	0,4%	0,2%	0,1%	0,1%	-	-	-

Persentase agregat lolos dan tertahan hasil kombinasi ketiga hot-bin tersebut dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Analisis saringan agregat

Sieve Size	1"	¾"	½"	⅜"	#4	#8	#16	#30	#50	#100	#200
Percent Retained	-	-	2,60%	12,70%	32,90%	60,30%	74,60%	83,90%	88,10%	92,30%	95,40%
Percent Passing	-	100%	97,40%	87,30%	67,10%	39,70%	25,40%	16,10%	11,90%	7,70%	4,60%

Ekstraksi Aspal dan Hasil Analisa Saringannya

Proses ekstraksi aspal bertujuan untuk menentukan kadar aspal dalam campuran dengan mengukur persentase aspal yang terkandung. Hal ini dilakukan untuk memastikan campuran memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan dalam *Job Mix Formula* (JMF). Selain itu, analisis terhadap agregat yang tersisa setelah proses ekstraksi dilakukan untuk menilai gradasi agregat, memastikan distribusi ukuran butir sesuai dengan spesifikasi, dan mengidentifikasi kemungkinan terjadinya degradasi agregat selama proses pencampuran. Hasil ekstraksi aspal dapat dilihat pada tabel 4 dan tabel 5 di bawah.

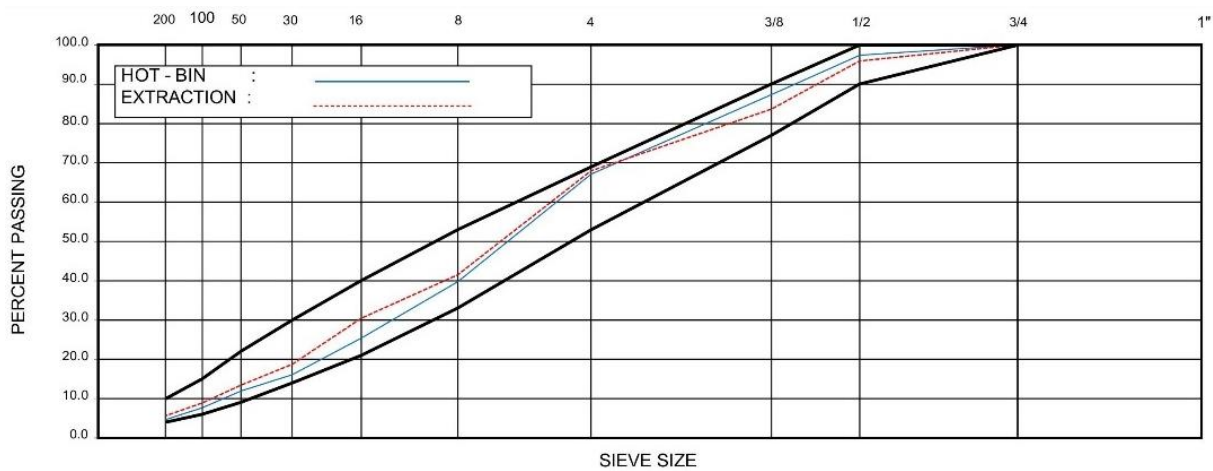
Tabel 4. Analisis saringan agregat hasil ekstraksi

Sieve Size	1"	¾"	½"	⅜"	#4	#8	#16	#30	#50	#100	#200
------------	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	------	------

Weight Retained	-	-	34	134,6	264,2	483	574,6	671,2	715	734,8	779,4
Percent Retained	-	-	4,10%	16,30%	32,00%	58,50%	69,60%	81,30%	86,60%	89,00%	94,40%
Percent Passing	-	100%	95,90%	83,70%	68,00%	41,50%	30,40%	18,70%	13,40%	11,00%	5,60%

Tabel 5. Hasil ekstraksi

Mix Material Extraction (Gram)			Filter (Oven - Dried) (Gram)			Bitumen in Mix		Total Material (Gram)
Sebelum	Sesudah	Selisih	Sebelum	Sesudah	Selisih	Berat (Gram)	% Bitumen in Mix	
875,6	822,8	52,8	9,8	12,6	2,8	50	5,71%	825,6



Gambar 1. Grafik analisa saringan agregat hot-bin dan sesudah ekstraksi

Hasil Pengujian Marshall

Dalam penelitian ini, karakteristik marshall yang ditinjau adalah stabilitas, kelelahan (*flow*). Karakteristik marshall digunakan sebagai acuan dalam menentukan kualitas aspal beton terhadap tingkat kekakuannya. Hasil pengujian *Void in Mix* (VIM), *Void in Mineral Aggregate* (VMA), dan *Void Filled with Bitumen* (VFB) dilihat pada tabel 6 di bawah.

Tabel 6. Hasil VIM, VMA dan VFB berdasarkan pengujian

Material		VIM	VMA	VFB
PG 70 (30 menit)	I	4,33%	15,72%	72,46%
	II	4,62%	15,97%	71,07%
	III	4,70%	16,05%	70,72%
Rata - Rata		4,55%	15,91%	71,41%
PG 70 (24 jam)	IV	4,41%	15,79%	72,07%
	V	4,33%	15,72%	72,46%
	VI	4,58%	15,94%	71,27%
Rata - Rata		4,44%	15,82%	71,93%
PG 70 Anti Stripping Agent (30 menit)	I	4,89%	15,92%	69,28%
	II	4,97%	15,99%	68,92%
	III	4,93%	15,95%	69,09%
Rata - Rata		4,93%	15,95%	69,10%
PG 70 Anti Stripping Agent	IV	5,18%	16,17%	67,97%

(24 jam)	V	4,64%	16,24%	71,43%
	VI	4,89%	15,70%	68,85%
	Rata - Rata	4,90%	16,04%	69,42%
	Spesifikasi:	3% - 5%	> 15%	> 65%

Stabilitas

Stabilitas pada beton aspal mengacu pada kemampuan material untuk mempertahankan bentuknya ketika dibebani kendaraan tanpa mengalami perubahan bentuk atau aliran. Beberapa faktor yang memengaruhi stabilitas ini termasuk komposisi dan gradasi agregat, kadar aspal, serta jenis aspal yang digunakan dalam campuran. Perbandingan antara stabilitas setelah perendaman dan stabilitas standar dihitung dalam persentase yang dikenal sebagai stabilitas Marshall sisa (Index of Retained Strength), yang digunakan untuk mengukur ketahanan material terhadap kerusakan yang disebabkan oleh air.

Dalam Spesifikasi Teknis Umum Paket 1 Sta. -3+881- STA 09+000, stabilitas marshall sisa minimum yang diizinkan yaitu sebesar 90%. Bahan anti pengelupasan (anti stripping agent) harus ditambahkan dalam bentuk cair menggunakan pompa penakar pada timbangan aspal di Asphalt Mixing Plant (AMP), tepat sebelum pencampuran basah di pugmil apabila stabilitas marshall sisa minimum tidak tercapai. Aditif ini digunakan dalam rentang 0,2% - 0,4% dari berat aspal. Untuk penelitian ini, benda uji yang mengandung anti stripping agent menggunakan 0,2% dari berat aspal. Hasil pengujian Marshall pada benda uji dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 7. Stabilitas benda uji

Benda Uji	Stabilitas (kg)	
	PG70	PG70 ASA
30 Menit	I	1500
	II	1620
	III	1590
Rata - Rata	1480	1570
24 Jam	IV	1380
	V	1470
	VI	1470
Rata - Rata	1330	1440
Stabilitas Marshall Sisa	89,86%	91,72%

Kelelahan (flow)

Kelelahan (flow) merujuk pada tingkat deformasi vertikal yang terjadi pada benda uji sebagai akibat dari pembebanan, yang biasanya disertai dengan penurunan stabilitas material. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 8. Flow benda uji

Benda Uji	Flow (mm)	
	PG70	PG70 ASA
30 Menit	I	3,50
	II	3,20
	III	3,00
Rata - Rata	3,52	3,00
24 Jam	IV	4,15

V	3,75	3,90
VI	3,50	3,95
Rata - Rata	3,75	4,00

Berdasarkan tabel tersebut, dapat dilihat bahwa beton aspal yang mengandung *anti stripping agent* memiliki rata-rata *flow* yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton aspal tanpa bahan tersebut. Hal ini disebabkan oleh stabilitas aspal yang lebih tinggi pada campuran dengan *anti stripping agent*, serta kekentalan yang lebih besar, yang memperkuat ikatan antara aspal dan agregat.

KESIMPULAN

Penambahan anti stripping agent (ASA) aspal AC-WC PG 70 secara signifikan meningkatkan ketahanan terhadap kerusakan akibat air, dengan peningkatan stabilitas Marshall sisa dari 89,86% menjadi 91,72%. Penggunaan ASA juga memperbaiki deformasi vertikal (*flow*) dan memastikan bahwa parameter Void in Mix (VIM), Void in Mineral Aggregate (VMA), serta Void Filled with Bitumen (VFB) memenuhi spesifikasi teknis yang berlaku. Secara keseluruhan, ASA terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas dan daya tahan campuran aspal, sehingga sesuai untuk diaplikasikan pada kondisi lingkungan dengan kelembapan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, M. N., & Aggarwal, P. (2020). Effectiveness of anti stripping agents on moisture susceptibility of bituminous mix. *Construction and Building Materials* 264, 120274.
- Apteda, P. E., Royyan, M., Yuwanto, H. A., Romadhon, M. H., & Putri, A. M. (2023). Perbandingan Karakteristik Marshall Pada Aspal Modifikasi Polimer PG70 Dengan Aspal Minyak Pen 60-70. *Jurnal Cahaya Mandalika ISSN 2721-4796 (online)* 4, 611-616.
- Arifin, M. Z., Djakfar, L., & Mrtina, G. (2012). Pengaruh Kandungan Air Hujan Terhadap Nilai Karakteristik Marshall dan Indeks Kekuatan Sisa (IKS) Campuran Lapisan Aspal Beton (Laston). *Rekayasa Sipil* 2.1, 39-46.
- Cahyadi, R., Sylviana, R., & Yulius, E. (2015). Perbandingan Nilai Stabilitas Penggunaan Filler Serbuk Kulit Kerang Dengan Abu Batu Pada Campuran Beton Aspal. *RESULTAN: Jurnal Kajian Teknologi* 15.2, 1-12.
- Christopper, Y., Pranoto, B. B., Wijaya, D., Zebua, T. A., & Makmur, A. (2016). Pengaruh Aditif Anti Stripping Agent Terhadap Campuran Aspal. *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer Vol. 05 No. 18*, 157-165.
- Chuanfeng, Z., Yong, Q., Dan, L., Ting, Z., Xingyang, L., & Shi, Z. (2013). Effects of anti-stripping agents on the microscopic strength of mineral aggregate contact surface. *Construction and Building Materials* 49, 627-634.
- Direktorat Jendral Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2020). *Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2) (No. 16.1/SE/Db/2020)*. Diambil kembali dari binamarga.pu.go.id: <https://binamarga.pu.go.id/index.php/nspk/detail/spesifikasi-umum-bina-marga-2018-untuk-pekerjaan-konstruksi-jalan-dan-jembatan-revisi-2-no-161sedb2020>
- Hamedi, G. H., & Tahami, S. A. (2018). The Effect of Using Anti-Stripping Additives on Moisture Damage. *International Journal of Adhesion and Adhesives. Vol 81.,* 90-97.
- Hartanto, A., Sugiharto, I., Wulandari, P. S., & Patmadjaja, H. (2016). Analisa Karakteristik Campuran Aspal Emulsi Dingin dan Perbandingan Stabilitas Aspal Emulsi Dingin Dengan Laston. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil* 5.1.
- Simajuntak, R. A., & Radan, I. F. (2021). Pengaruh Penambahan Bahan Aditif Anti Stripping Terhadap Kinerja Campuran Aspal. *Jurnal Rivet (Riset dan Invesi Teknologi) Program Studi Teknik Sipil-Universitas Dharma Andalas Vol.01 No.02*, 99-108.

Tosi, I., Hadi, Y. M., & Wisman, M. (2023). Eksperimen Durabilitas Aspal Modifikasi PG 70 Menggunakan Limestone (Abu Batu) Sebagai Filler Terhadap Uji Marshall. *Journal Teslink: Teknik Sipil dan Lingkungan Vol 6, No 1*, 31-35.