

PERBANDINGAN *HOT ROLLED SHEET* DAN *SAND SHEET* SEBAGAI *WEARING COURSE* DENGAN *FILLER* SEMEN BIMA

Kirana Sekar Pamenang¹, Sri Sunarjono²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Perkerasan jalan memerlukan *wearing course* dengan stabilitas, fleksibilitas, dan durabilitas yang baik untuk menahan beban lalu lintas. *Hot Rolled Sheet* (HRS) dan *Sand Sheet* memiliki karakteristik berbeda sehingga perlu dibandingkan kinerjanya. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik Marshall HRS dan *Sand Sheet* dengan Semen Bima sebagai substitusi filler abu batu. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta menggunakan metode *Marshall Test*. Kadar aspal yang digunakan sebesar 5%; 5,5%; 6%; 6,5%; dan 7%, dengan variasi substitusi Semen Bima sebesar 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%. Parameter yang dianalisis meliputi stabilitas, flow, *Marshall Quotient* (MQ), VIM, VMA, dan VFWA. Hasil penelitian menunjukkan KAO sebesar 6,5% pada HRS dan 6,53% pada *Sand Sheet*. Pada HRS, nilai optimum stabilitas sebesar 1258,292 kg pada substitusi 75%, flow 4,70 mm pada 100%, MQ 274,245 kg/mm pada 25%, VIM 5,54%, VMA 18,15%, dan VFWA 69,51% pada 25%. Seluruh parameter HRS memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2025. Pada *Sand Sheet*, stabilitas optimum sebesar 1024,184 kg dan flow 3,00 mm pada 100%, MQ 358,991 kg/mm pada 50%, VIM 3,58% dan VFWA 78,38% pada 75%, sedangkan VMA belum memenuhi spesifikasi. HRS dengan substitusi Semen Bima 75% memberikan kinerja Marshall paling baik sebagai lapis permukaan jalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa HRS memiliki stabilitas lebih tinggi, sedangkan *Sand Sheet* memiliki nilai MQ dan VFWA lebih tinggi. Namun, VMA *Sandsheet* belum memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2025. HRS dengan substitusi filler Semen Bima 75% memberikan kinerja *Marshall* terbaik sebagai lapis permukaan jalan.

Kata kunci: HRS, *Sandsheet*, Semen Bima, KAO, Karakteristik Marshall.

Abstract

Road pavements require a *wearing course* with good stability, flexibility, and durability to withstand traffic loads. *Hot Rolled Sheet* (HRS) and *Sand Sheet* have different characteristics so it is necessary to compare their performance. This study aims to analyze the characteristics of Marshall HRS and *Sand Sheet* with Bima Cement as a substitute for rock ash filler. The research was conducted at the Civil Engineering Laboratory, University of Muhammadiyah Surakarta using the *Marshall Test* method. The level of asphalt used is 5%; 5,5%; 6%; 6,5%; and 7%, with a variation of Semen Bima substitution of 0%, 25%, 50%, 75%, and 100%. The parameters analyzed included stability, flow, *Marshall Quotient* (MQ), VIM, VMA, and VFWA. The results showed that the KAO was 6.5% in HRS and 6.53% in the *Sand Sheet*. In HRS, the optimum stability value was 1258.292 kg at 75% substitution, flow 4.70 mm at 100%, MQ 274.245 kg/mm at 25%, VIM 5.54%, VMA 18.15%, and VFWA 69.51% at 25%. All HRS parameters meet the 2025 General Specifications of Highways. In *Sand Sheet*, the optimum stability is 1024.184 kg and flow is 3.00 mm at 100%, MQ is 358.991 kg/mm at 50%, VIM is 3.58%

and VFWA is 78.38% at 75%, while VMA has not met the specifications. HRS with 75% Bima cement substitution provides the best Marshall performance as a road surface layer. The results showed that HRS had higher stability, while Sand Sheet had higher MQ and VFWA values. However, the VMA Sandsheet has not yet met the 2025 General Specifications of the Highway. HRS with 75% Semen Bima filler substitution provides the best Marshall performance as a road surface layer.

Keywords: HRS, Sandsheet, Semen Bima, KAO, Marshall Characteristics.

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan salah satu prasarana transportasi yang berperan penting dalam menunjang aktivitas masyarakat dan mendukung kesejahteraan umum (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004). Seiring meningkatnya volume lalu lintas dan beban kendaraan, lapisan permukaan perkerasan dituntut memiliki kinerja yang baik agar mampu memberikan kenyamanan, keamanan, dan umur layan yang panjang. Kualitas infrastruktur jalan merupakan faktor yang sangat penting untuk kelancaran mobilitas Masyarakat (Hilmi et al., 2023). Untuk meningkatkan kualitas perkerasan jalan menggunakan campuran aspal, pemilihan jenis material seperti aspal, agregat, dan pengisi dapat mempengaruhi kesesuaian perkerasan jalan (Kumari & Kumar, 2019). Lapisan permukaan merupakan lapisan paling atas pada konstruksi jalan yang berfungsi menahan beban roda dan menyalurkannya ke lapisan di bawahnya, melindungi badan jalan dari pengaruh cuaca khususnya air, serta menerima gaya gesekan langsung dari kendaraan sehingga disebut sebagai lapisan aus (wearing course) (Afriansyah, 2023).

Hot Rolled Sheet (HRS) dan *Sand Sheet* (Latasir) merupakan jenis lapisan permukaan yang memiliki karakteristik dan komposisi agregat yang berbeda. HRS atau Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) merupakan campuran yang terdiri atas aspal keras, agregat bergradasi timpang, dan bahan pengisi (*filler*) yang dicampur, dihamparkan, dan dipadatkan pada kondisi tertentu (Sukirman, 1999). Sementara itu, *Sand Sheet* atau Lapis Tipis Aspal Pasir (Latasir) merupakan lapis penutup permukaan yang terdiri atas agregat halus atau pasir dan aspal keras yang dicampur, dihamparkan, serta dipadatkan dalam keadaan panas (Hamkah et al., 2022). Perbedaan komposisi tersebut menyebabkan kedua campuran memiliki karakteristik dan kinerja Marshall yang berbeda.

Filler merupakan material pengisi dalam campuran beraspal. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2025, bahan pengisi harus dalam kondisi kering dan lolos ayakan No. 200. Pada penelitian ini, filler konvensional abu batu disubstitusi menggunakan Semen Bima. Penggunaan semen sebagai bahan pengganti abu batu/filler telah diteliti oleh Ma'ulva et al. (2024) dan menunjukkan bahwa penggunaan semen sebagai filler dapat memengaruhi karakteristik Marshall campuran aspal. Semen Bima dipilih karena memiliki partikel yang halus sehingga diharapkan dapat mengisi rongga agregat secara maksimal serta meningkatkan kepadatan dan kekuatan campuran, sebagaimana penggunaan semen Portland sebagai *filler* dilaporkan dapat meningkatkan kinerja campuran aspal (Rahmawati et al., 2025).

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan dan variasi filler dapat memengaruhi karakteristik campuran beraspal. Azizah dan Rahardjo (2017) meneliti penggunaan filler abu ampas tebu pada HRS-WC dan memperoleh nilai stabilitas sebesar 1.244,43 kg dengan karakteristik volumetrik yang memenuhi persyaratan. Wenur et al. (2023) menunjukkan bahwa variasi filler fly ash pada campuran HRS-WC menyebabkan perubahan pada karakteristik Marshall, meliputi stabilitas, flow, VMA, VIM, dan VFB. Almira et al. (2022) juga menunjukkan bahwa penggunaan serbuk

kaca sebagai substitusi sebagian filler pada HRS-WC memengaruhi nilai stabilitas, flow, MQ, VMA, VIM, dan VFB. Sementara itu, Laras et al. (2022) menunjukkan bahwa penggunaan arang kayu tumbuk sebagai bahan pengisi pada HRS-WC dapat memengaruhi karakteristik Marshall campuran. Pada campuran Latasir, Trisianto dan Abadi (2013) menunjukkan bahwa penggunaan limbah karet ban dapat memengaruhi karakteristik Marshall serta meningkatkan kelenturan dan durabilitas campuran, sedangkan Amal dan Saputra (2019) menunjukkan bahwa penggunaan abu marmer sebagai filler pada Latasir memengaruhi karakteristik Marshall dan menghasilkan kadar filler optimum tertentu. Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut, jenis dan variasi filler dapat memberikan pengaruh terhadap karakteristik Marshall dan volumetrik campuran HRS maupun Latasir. Namun, penelitian yang secara langsung membandingkan karakteristik Marshall HRS dan Sand Sheet dengan menggunakan filler yang sama, yaitu Semen Bima, masih terbatas.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis karakteristik Marshall HRS dan *Sand Sheet* dengan substitusi *filler* Semen Bima serta membandingkan kinerja kedua campuran sebagai lapisan *wearing course*. Parameter Marshall yang dianalisis meliputi stabilitas, *flow*, *Marshall Quotient* (MQ), *Void in Mix* (VIM), *Void in Mineral Aggregate* (VMA), dan *Void Filled with Asphalt* (VFWA).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium untuk mengetahui karakteristik *Marshall* pada campuran HRS dan *Sand Sheet* dengan substitusi *filler* Semen Bima. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Bahan yang digunakan meliputi aspal penetrasi 60/70, agregat dari PT. Selo Progo Sakti, abu batu sebagai *filler* konvensional, dan Semen Bima sebagai bahan substitusi *filler*.

Variasi kadar aspal yang digunakan untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) adalah 5%; 5,5%; 6%; 6,5%; dan 7%. Pada setiap kadar aspal dibuat tiga benda uji untuk masing-masing campuran HRS dan *Sand Sheet*. Setelah diperoleh KAO, dilakukan substitusi *filler* abu batu dengan Semen Bima sebesar 0%; 25%; 50%; 75%; dan 100%, dengan masing-masing variasi dibuat tiga benda uji untuk HRS dan *Sand Sheet*.

Benda uji dibuat sesuai komposisi campuran yang telah ditentukan, kemudian dilakukan pemeriksaan volumetrik dan pengujian *Marshall*. Sebelum pengujian, benda uji direndam dalam *water bath* selama 30 menit pada suhu 60°C.

Data hasil pengujian dianalisis untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) dan mengetahui pengaruh substitusi *filler* Semen Bima terhadap karakteristik *Marshall* campuran HRS dan *Sand Sheet*. Selanjutnya, dilakukan perbandingan nilai stabilitas, *flow*, MQ, VIM, VMA, dan VFWA pada kedua jenis campuran untuk mengetahui kinerja masing-masing sebagai lapisan *wearing course*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pemeriksaan Material

Pemeriksaan mutu material dilakukan untuk mengetahui kesesuaian material yang digunakan terhadap persyaratan yang berlaku. Hasil pemeriksaan material primer dan data sekunder yang digunakan dalam penelitian disajikan secara berurutan selanjutnya dibawah ini.

Tabel 1 Pemeriksaan Aspal (Sumber : PT. Selo Progo Sakti)				
Jenis Pengujian	Hasil Uji	Spesifikasi		Keterangan
		Min	Maks	
Penetrasi pada 25° (0,1 mm)	63,8	60	70	Memenuhi
Titik Lembek (°C)	50,7	48	-	Memenuhi
Titik Nyala (°C)	268,3	232	-	Memenuhi
Titik Bakar (°C)	282	232	-	Memenuhi
Daktilitas pada (mm)	1183,3	1000	-	Memenuhi
Berat Jenis	1,042	1	-	Memenuhi

Tabel 2 Pemeriksaan Agregat (Sumber : PT. Selo Progo Sakti)					
No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat	Satuan	Keterangan
Agregat Kasar					
1	Penyerapan (<i>absorpsi</i>)	2,56	≤ 3	%	Memenuhi
2	Berat jenis <i>bulk</i>	2,32	-	-	-
3	Berat jenis SSD	2,38	-	-	-
4	Berat jenis semu	2,47	-	-	-
5	Keausan agregat kasar	29,14	≤ 40	%	Memenuhi
6	Pelapukan agregat (Soundness)	3,11	≤ 12	%	Memenuhi
Agregat Halus					
1	Penyerapan (<i>absorpsi</i>)	4,38	≤ 5	%	Memenuhi
2	Berat jenis <i>bulk</i>	2,28	-	-	-
3	Berat jenis SSD	2,38	-	-	-
4	Berat jenis semu	2,54	-	-	-
5	Nilai setara pasir (<i>Sand Equivalent</i>)	71,74	≥ 60	%	Memenuhi

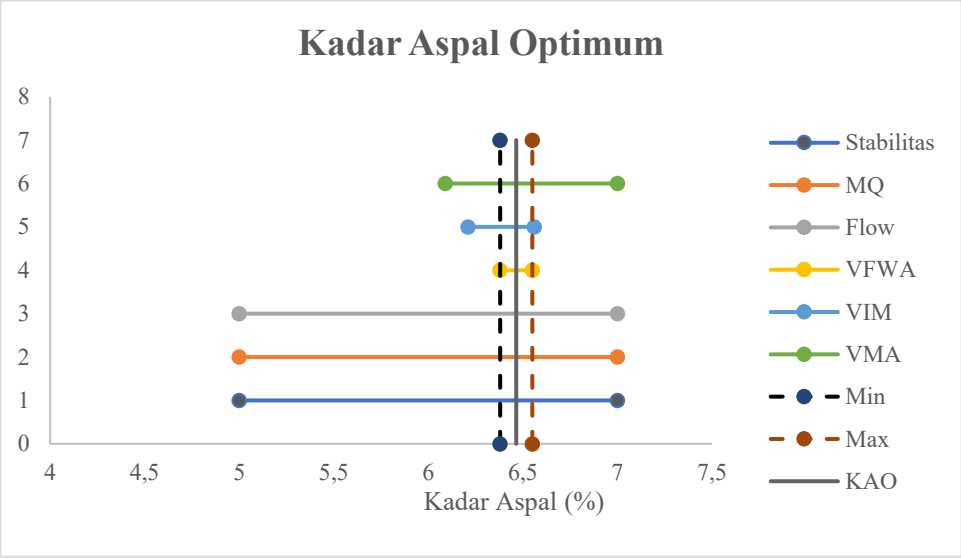
Tabel 3. Pemeriksaan Berat Jenis Filler (Sumber : Hasil Penelitian)				
No	Jenis Filler	Hasil	Syarat	Keterangan
1	Abu Batu	2,733	>2,5	Memenuhi
2	Semen Bima	2,724	>2,5	Memenuhi

3.2 Hasil Penentuan Kadar Aspal Optimum

Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) dilakukan untuk memperoleh kadar aspal yang menghasilkan karakteristik campuran sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan. Penentuan KAO dilakukan pada campuran HRS dan *Sand Sheet* dengan variasi kadar aspal sebesar 5%; 5,5%; 6%; 6,5%; dan 7%. Penentuan KAO didasarkan pada hasil pengujian karakteristik *Marshall* dan parameter volumetrik campuran. Hasil pengujian campuran HRS dengan berbagai kadar aspal dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4. Hasil Pengujian Kadar Aspal Optimum HRS						
Kadar Aspal	<i>Properties Marshall</i>					
VIM	VMA	VFWA	Stabilitas	Flow	MQ	
%	%	%	kg	mm	kg/mm	
5	9,29	18,97	51,01	933,268	3,08	303,502
5,5	6,38	17,23	62,97	1259,694	4,00	314,923
6	6,24	17,94	65,23	1310,253	4,38	299,486
6,5	5,67	18,28	68,96	1188,140	4,94	240,514
7	8,31	21,50	60,53	1094,628	5,065	216,116

Berdasarkan Tabel 4, selanjutnya akan dibuat grafik kaar aspal yang memenuhi Bina Marga 2025. Dari Tabel 4 kadar aspal yang memenuhi semua spesifikasi berada di antara 6,38% dan 6,55%, sehingga diperoleh KAO senilai 6,5%.



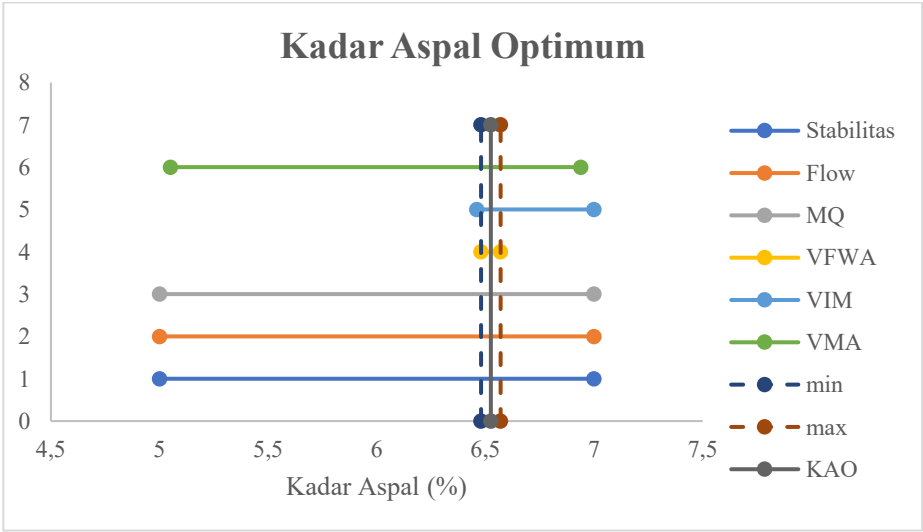
Gambar 1. Kadar Aspal Optimum HRS

. Hasil pengujian campuran HRS dengan berbagai kadar aspal dapat dilihat pada Tabel.5

Tabel 5. Hasil Pengujian Kadar Aspal Optimum *Sand Sheet*

Kadar Aspal %	<i>Properties Marshall</i>					
	VIM	VMA	VFWA	Stabilitas	Flow	MQ
	%	%	%	kg	mm	kg/mm
5	10,20	19,77	48,44	794,846	2,68	297,139
5,5	11,99	22,23	46,06	807,336	2,75	293,577
6	8,97	20,43	56,09	841,030	2,85	295,098
6,5	5,77	23,82	75,79	881,418	2,925	301,340
7	5,84	19,45	69,97	837,771	3,00	279,257

Berdasarkan Tabel 5, selanjutnya akan dibuat grafik kadar aspal yang memenuhi Bina Marga 2025. Dari Tabel 5 kadar aspal yang memenuhi semua spesifikasi berada di antara 6,48% dan 6,57%, sehingga diperoleh KAO senilai 6,53%.



Gambar 2. Kadar Aspal Optimum *Sand Sheet*

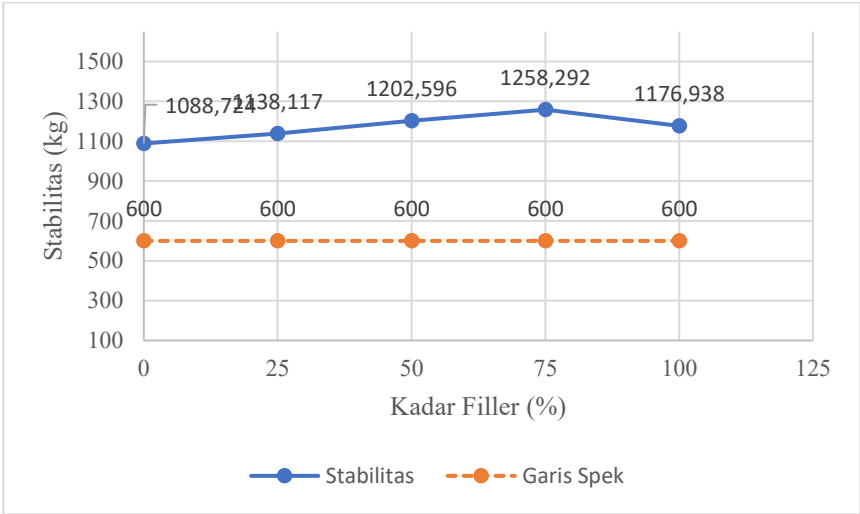
3.3 Karakteristik Marshall Campuran HRS dengan Substitusi Filler Semen Bima

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik *Marshall* pada campuran HRS dengan KAO sebesar 6,5%, diperoleh nilai stabilitas, *flow*, MQ, VIM, VMA, dan VFWA pada variasi substitusi *filler* Semen Bima sebesar 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%. Hasil pengujian tersebut disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Volumetrik HRS dengan Substitusi Filler Semen Bima

Substitusi Semen Bima	<i>Properties Marshall</i>					
	VIM	VMA	VFWA	Stabilitas	Flow	MQ
	%	%	%	Kg	mm	kg/mm
0	5,68	18,28	68,91	1088,724	4,17	261,294
25	5,54	18,15	69,51	1138,117	4,15	274,245
50	5,58	18,19	69,35	1202,596	4,58	262,285
75	5,56	18,17	69,43	1258,292	4,67	269,634
100	5,59	18,20	69,29	1176,938	4,70	250,412

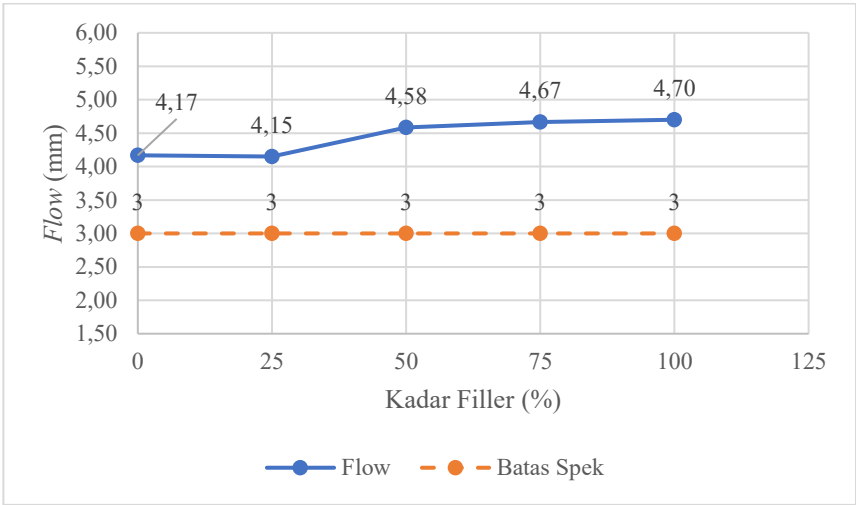
Hubungan antara variasi substitusi filler Semen Bima terhadap nilai stabilitas campuran HRS ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Substitusi Kadar Filler dengan Stabilitas HRS

Berdasarkan Gambar 3, nilai stabilitas mengalami peningkatan dari substitusi 0% hingga 75%, kemudian mengalami penurunan pada substitusi 100%. Nilai stabilitas tertinggi diperoleh pada substitusi 75%, yaitu sebesar 1.258,292 kg yang berarti substitusi semen bima mampu meningkatkan kemampuan campuran dalam menahan beban.

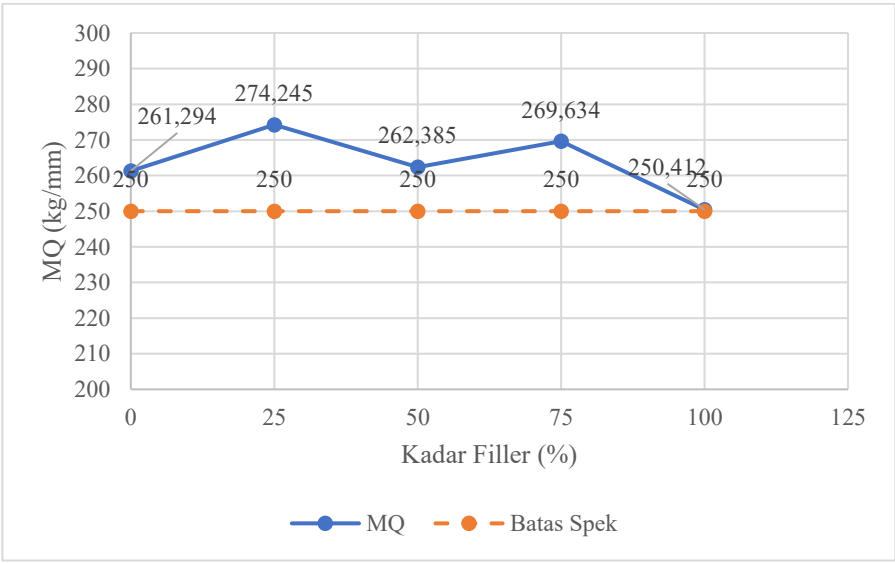
Hubungan antara variasi substitusi filler Semen Bima terhadap nilai flow campuran HRS ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Substitusi Kadar Filler dengan Flow HRS

Berdasarkan Gambar 5, nilai *flow* cenderung meningkat seiring bertambahnya persentase substitusi Semen Bima, dengan nilai tertinggi sebesar 4,70 mm pada substitusi 100%. Meningkatkan *flow* menunjukkan bahwa campuran mengalami deformasi yang lebih besar sebelum mencapai keruntuhan.

Hubungan antara variasi substitusi filler Semen Bima terhadap nilai MQ campuran HRS ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Substitusi Kadar Filler dengan MQ HRS

Nilai MQ mengalami perubahan yang fluktuatif. Nilai tertinggi sebesar 274,245 kg/mm diperoleh pada substitusi 25%, sedangkan nilai terendah sebesar 250,412 kg/mm diperoleh pada substitusi 100%.

Pada parameter volumetrik, nilai VIM, VMA, dan VFWA menunjukkan perubahan yang relatif kecil pada setiap variasi substitusi *filler* Semen Bima. Perubahan nilai VIM, VMA, dan VFWA yang relatif kecil menunjukkan bahwa substitusi *filler* Semen Bima tidak memberikan perubahan yang besar terhadap karakteristik volumetrik campuran HRS.

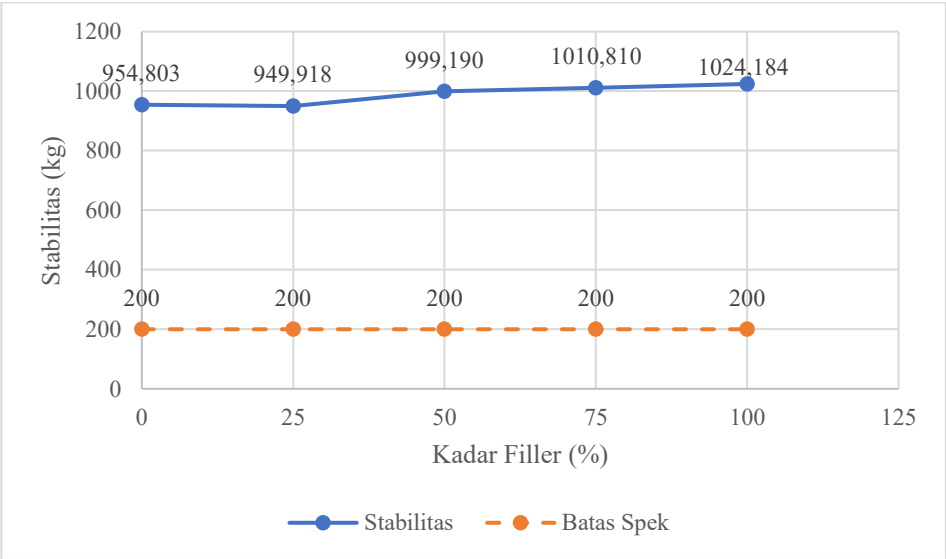
3.4 Karakteristik Marshall Campuran *Sand Sheet* dengan Substitusi Filler Semen Bima

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik *Marshall* pada campuran HRS dengan KAO sebesar 6,5%, diperoleh nilai stabilitas, *flow*, MQ, VIM, VMA, dan VFWA pada variasi substitusi *filler* Semen Bima sebesar 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100%. Hasil pengujian tersebut disajikan pada Tabel 7

.Tabel 7. Hasil Perhitungan Volumetrik HRS dengan Substitusi Filler Semen Bima

Substitusi Semen Bima	<i>Properties Marshall</i>					
	VIM	VMA	VFWA	Stabilitas	Flow	MQ
%	%	%	%	Kg	mm	kg/mm
0	5,68	18,28	68,91	794,846	2,68	297,139
25	5,54	18,15	69,51	807,336	2,75	293,557
50	5,58	18,19	69,35	841,030	2,85	295,098
75	5,56	18,17	69,43	881,418	2,925	301,340
100	5,59	18,20	69,29	837,771	3,00	279,257

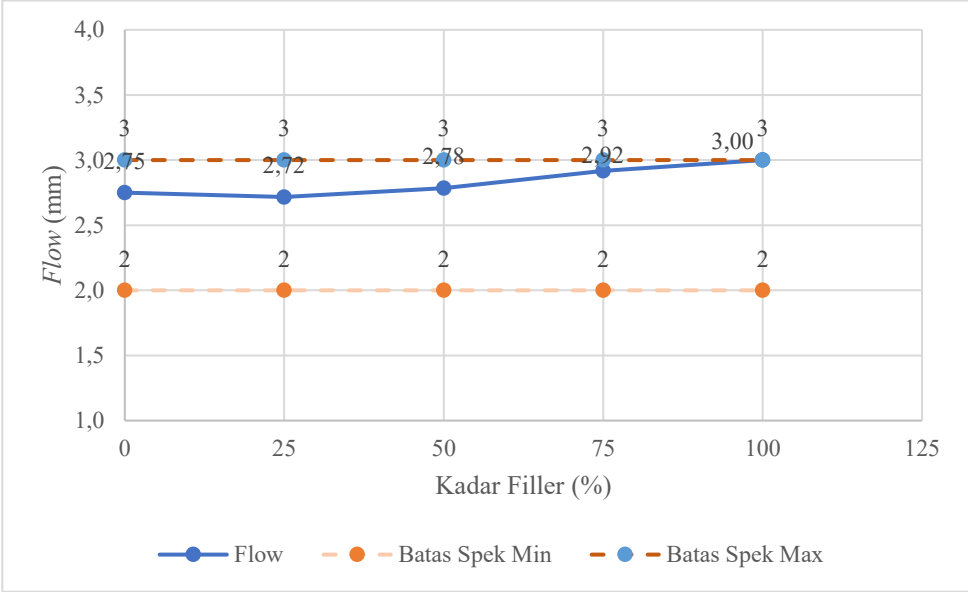
Hubungan antara variasi substitusi filler Semen Bima terhadap nilai stabilitas campuran *Sand Sheet* ditunjukkan pada Gambar.5.



Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Substitusi Kadar Filler dengan Stabilitas *Sand Sheet*

Berdasarkan Gambar 5, Nilai stabilitas tertinggi diperoleh pada substitusi 100%, yang menunjukkan bahwa peningkatan substitusi Semen Bima hingga 100% memberikan peningkatan kemampuan campuran dalam menahan beban.

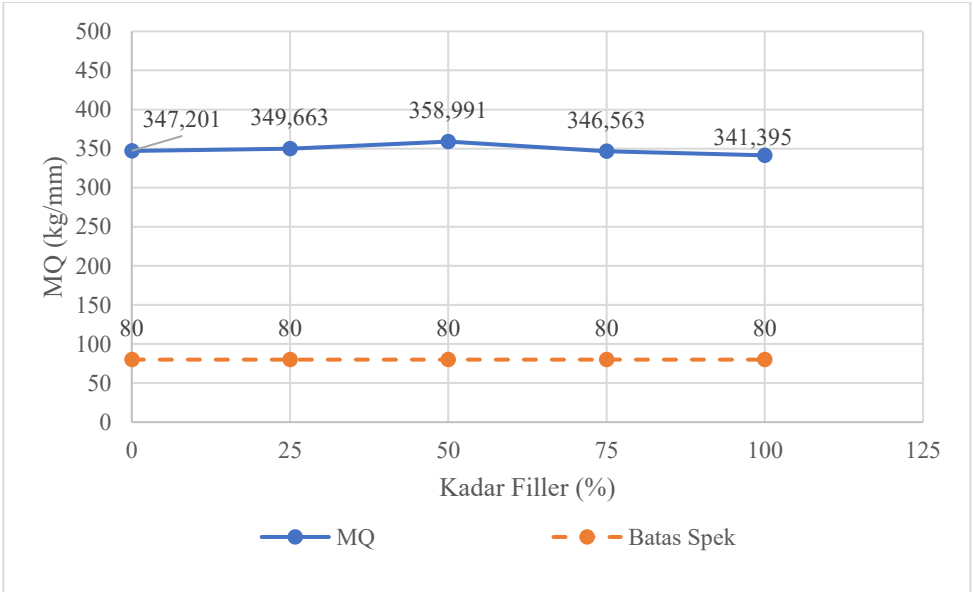
Hubungan antara variasi substitusi filler Semen Bima terhadap nilai flow campuran *Sand Sheet* ditunjukkan pada Gambar.6.



Gambar 6. Grafik Hubungan Antara Substitusi Kadar Filler dengan Flow *Sand Sheet*

Berdasarkan Gambar 6, peningkatan *flow* menunjukkan adanya peningkatan kemampuan campuran mengalami deformasi sebelum mengalami keruntuhan.

Hubungan antara variasi substitusi filler Semen Bima terhadap nilai MQ campuran *Sand Sheet* ditunjukkan pada Gambar.7



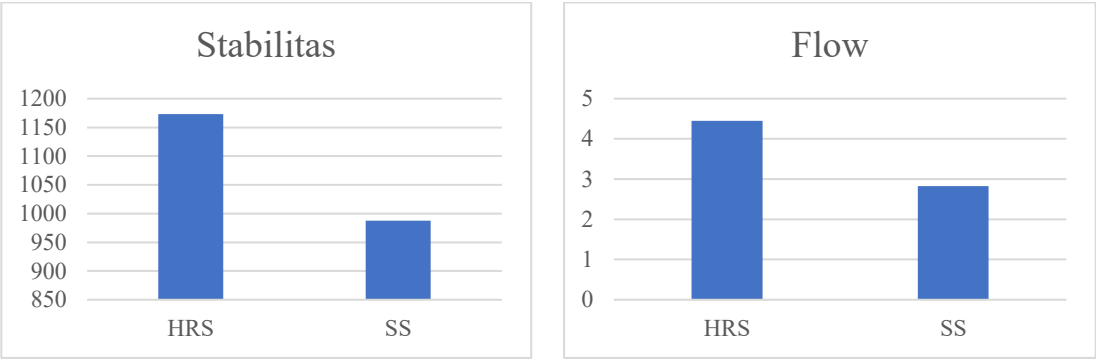
Gambar 7. Grafik Hubungan Antara Substitusi Kadar Filler dengan MQ *Sand Sheet*

Gambar 7 menyatakan bahwa nilai MQ mengalami perubahan yang fluktuatif yang menunjukkan bahwa peningkatan stabilitas tidak selalu diikuti oleh peningkatan MQ karena MQ dipengaruhi oleh hubungan antara stabilitas dan *flow*.

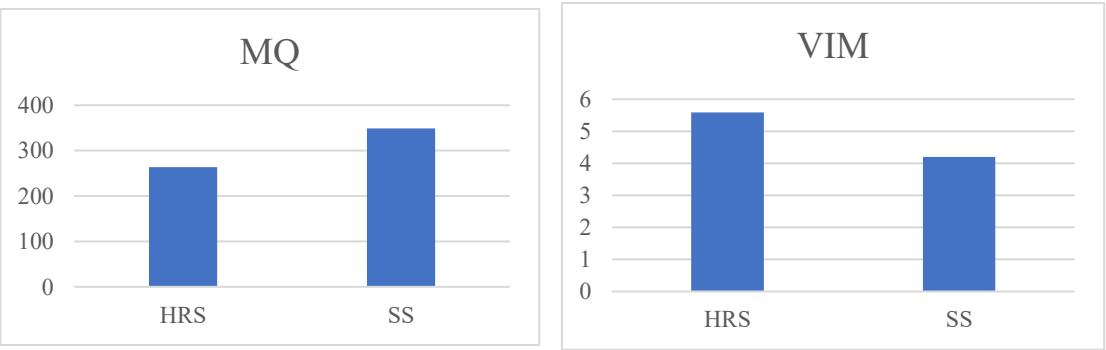
Pada parameter volumetrik VIM, VMA, dan VFWA menunjukkan perubahan pada setiap variasi substitusi *filler* Semen Bima. Nilai VIM cenderung menurun hingga substitusi 75%, sedangkan VMA mengalami perubahan yang relatif kecil. Sementara itu, VFWA meningkat hingga substitusi 75% dan mencapai nilai tertinggi sebesar 78,38%. Seluruh variasi *Sand Sheet* memiliki nilai VMA yang belum memenuhi persyaratan minimum 20%, sehingga belum memenuhi spesifikasi yang ditetapkan.

3.5 Perbandingan HRS dan Sand Sheet pada Karakteristik Marshall

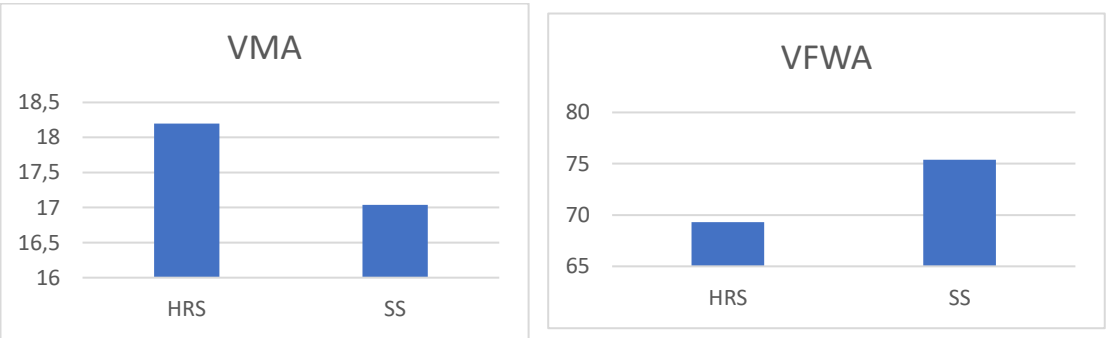
Perbandingan karakteristik Marshall antara campuran *Hot Rolled Sheet* (HRS) dan *Sand Sheet* dilakukan untuk mengetahui perbedaan karakteristik kedua jenis campuran berdasarkan parameter Marshall dan volumetrik. Hasil perbandingan masing-masing parameter ditunjukkan pada Gambar 8 sampai Gambar 10.



a. Stabilitas
b. Flow
Gambar 8. Perbandingan Stabilitas dan Flow Campuran HRS dan *Sand Sheet*



c. MQ
d. VIM
Gambar 9. Perbandingan MQ dan VIM Campuran HRS dan *Sand Sheet*



e. VMA
f. VFWA
Gambar 10. Perbandingan VMA dan VFWA Campuran HRS dan *Sand Sheet*

Berdasarkan grafik perbandingan, campuran HRS memiliki nilai stabilitas dan flow yang lebih tinggi dibandingkan Sand Sheet, sedangkan *Sand Sheet* memiliki nilai *Marshall Quotient* (MQ) yang lebih tinggi. Pada karakteristik volumetrik, *Sand Sheet* memiliki nilai VIM yang lebih rendah dan VFWA yang lebih tinggi dibandingkan HRS. Sementara itu, nilai VMA Sand Sheet lebih rendah dibandingkan HRS dan belum memenuhi persyaratan spesifikasi yang digunakan dalam penelitian. Secara keseluruhan, HRS menunjukkan kemampuan menahan beban dan deformasi yang lebih tinggi,

sedangkan Sand Sheet cenderung memiliki karakteristik campuran yang lebih kaku dan padat.

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian, campuran Hot Rolled Sheet (HRS) dengan substitusi filler Semen Bima menunjukkan karakteristik Marshall yang memenuhi persyaratan yang digunakan dalam penelitian, dengan nilai stabilitas dan flow yang lebih tinggi dibandingkan Sand Sheet. Substitusi filler Semen Bima pada campuran Sand Sheet menghasilkan karakteristik Marshall yang berbeda pada setiap variasi campuran, dengan hasil akhir menunjukkan nilai MQ yang lebih tinggi dibandingkan HRS. Berdasarkan perbandingan kedua campuran, HRS memiliki kemampuan menahan beban dan deformasi yang lebih tinggi, sedangkan Sand Sheet memiliki karakteristik campuran yang relatif lebih kaku, ditunjukkan oleh nilai MQ yang lebih tinggi. Pada karakteristik volumetrik, Sand Sheet memiliki VIM lebih rendah dan VFWA lebih tinggi dibandingkan HRS, sedangkan nilai VMA Sand Sheet lebih rendah dan belum memenuhi persyaratan spesifikasi yang digunakan.

PERSANTUNAN

Terimakasih saya sampaikan kepada Bapak Sri Sunarjono sebagai dosen pembimbing telah memberikan saran dan masukan sepanjang pelaksanaan penelitian. PT. Selo Progo Sakti sebagaimana sudah memberi penulis fasilitas disini (bahan penelitian). Kedua orang tua dan sahabat sabahat saya sebagaimana sudah membantu serta menyemangati saya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriansyah, Y. (2023). *Pelaksanaan Pekerjaan Pembangunan Jalan Dengan Base Course Dan Subbase Course Untuk Mempertahankan Umur Rencana Jalan Implementation Of Road Construction Works With Base*. 01(2), 61–67.
- Almira, D. R., Puspasari, N., Saputra, N. A., Hrs-wc, M. C., Hrs-wc, M., Almira, D. R., Puspasari, N., & Saputra, N. A. (2022). *Media Ilmiah Teknik Sipil , Volume 10 , Nomor 2 , Juni 2022 : 78-84 Media Ilmiah Teknik Sipil , Volume 10 , Nomor 2 , Juni 2022 : 78-84*. 10(1), 78–84.
- Amal, A. S., & Saputra, W. (2019). Pemanfaatan Limbah Abu Marmer Sebagai Filler Terhadap Karakteristik Marshall Pada Campuran Lapis Tipis Aspal Pasir (Latasir) B. *Jurnal Media Teknik Sipil*, 16(2), 67–78. <https://doi.org/10.22219/jmts.v16i2.6744>
- Azizah, N., & Rahardjo, B. (2017). Kinerja Campuran Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC) Dengan Filler Abu Ampas Tebu. *Jurnal Bangunan*, 22(2), 11–20.
- Hamkah, H., & Rohana, R. (2022). *EVALUASI KINERJA PERKERASAN LATASIR PADA*. 27(2), 17–32.
- Hilmi, M. A., Lutfiana, Y., Alfiansyah, A. D., & Kamandang, R. (2023). *Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Jalan Ki Ageng Gribig Malang*. 2, 56–64.
- Indonesia, R. (2004). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan*. 38.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2025). *Spesifikasi Umum 2025 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*. Kementerian Pekerjaan Umum.
- Kumari, T., & Kumar, E. N. (2019). *Improvement in CBR Value of Soil by Adding Lime*

and Fly ash. 399–401.

- Laras, H. P. (2022). *Karakteristik Marshall Pada Campuran Hrs-Wc Dengan Penambahan Arang Kayu Tumbuk Sebagai Bahan Pengisi (Filler)*. 6(1), 1–9.
- Ma'ulva, A. A., Ridwan, A., & Damara, B. (2025). *Jurnal Talenta Sipil Batu / Filler terhadap Karakteristik Aspal AC-WC*. 8(2), 779–785. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v8i2.968>
- Rahmawati, E., Badaron, S. F., & Maricar, M. H. (2025). *Analisis Pengaruh Penggunaan Semen Portland sebagai Filler pada Campuran AC-WC Terhadap Sifat-Sifat Mekanik dan Durabilitas*. 7(1), 12–22.
- Sukirman, S. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Trisianto, A. B., & Abadi, K. (2013). Pengaruh Penambahan ‘Limbah Karet Ban Luar’ Terhadap Karakteristik Marshall Pada Lapis Tipis Aspal Pasir (Latasir) Kelas B. *Jurnal Media Teknik Sipil*, 9(2), 54–63. <https://doi.org/10.22219/jmts.v9i2.1194>
- Wenur, K. R., & Waani, J. E. (2023). *Pengaruh Variasi Kandungan Bahan Pengisi Filler Fly Ash Batu Bara Pada Campuran Beraspal Panas Jenis Lataston Hot Rolled Sheet Wearing Course*. 21(85).