

Analisis Karakteristik *Marshall* Campuran Aspal HRS-WC Menggunakan Serbuk Bata Merah Sebagai Filler

¹Wahyuda Mulya Hidayat, ¹Fithriyah Patriotika, ¹Fitra Rifwan, ¹Windry Novalia Jufri

¹Program Studi S1 Teknik Sipil, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Indonesia

*Corresponding Author e-mail: wahyudamulya@gmail.com

Received: May 2026; Revised: June 2026; Published: July 2026

Abstrak

Perkerasan jalan memerlukan campuran beraspal yang memiliki stabilitas dan durabilitas tinggi agar mampu menahan beban lalu lintas. Salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas campuran sekaligus memanfaatkan limbah adalah penggunaan serbuk bata merah sebagai *filler*. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi kadar serbuk bata merah terhadap karakteristik *Marshall* campuran *Hot Rolled Sheet--Wearing Course* (HRS-WC) serta menentukan kadar *filler* yang memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Penelitian menggunakan metode eksperimen di laboratorium dengan kadar aspal tetap sebesar 6% dan variasi kadar serbuk bata merah sebagai *filler* sebesar 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, dan 7%. Parameter yang dianalisis meliputi *Void in Mix* (VIM), *Void in Mineral Aggregate* (VMA), *Void Filled with Bitumen* (VFB), stabilitas, *flow*, dan *Marshall Quotient* (MQ). Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh variasi kadar *filler* memenuhi persyaratan spesifikasi untuk parameter VMA, stabilitas, *flow*, dan MQ. Parameter VFB memenuhi persyaratan pada kadar *filler* 5%--7%, sedangkan parameter VIM belum memenuhi persyaratan pada seluruh variasi kadar *filler* yang diuji. Peningkatan kadar serbuk bata merah menyebabkan nilai VIM, VFB, stabilitas, dan MQ cenderung meningkat, sedangkan nilai VMA dan *flow* cenderung menurun. Berdasarkan hasil tersebut, serbuk bata merah berpotensi dimanfaatkan sebagai *filler* alternatif pada campuran HRS-WC karena mampu meningkatkan kekakuan dan stabilitas campuran, meskipun diperlukan pengendalian kadar *filler* agar karakteristik rongga campuran tetap memenuhi spesifikasi.

Kata kunci: HRS-WC, serbuk bata merah, *filler*, karakteristik *Marshall*, campuran beraspal.

Marshall Characteristics Analysis of HRS-WC Asphalt Mixtures Using Red Brick Powder as Filler

Abstract

Road pavement requires asphalt mixtures with high stability and durability to withstand traffic loads. One approach to improving the quality of asphalt mixtures while utilizing waste materials is the use of red brick powder as a filler. This study aims to analyze the effect of varying red brick powder contents on the *Marshall* characteristics of *Hot Rolled Sheet--Wearing Course* (HRS-WC) asphalt mixtures and to determine the filler content that complies with the 2018 General Specifications for Highways (Bina Marga), Revision 2. The research employed an experimental laboratory method using a fixed asphalt content of 6% and red brick powder filler contents of 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, and 7%. The results showed that all filler content variations satisfied the specifications for VMA, stability, *flow*, and MQ. VFB met the specification at filler contents of 5%--7%, whereas VIM did not satisfy the specification at any of the filler contents tested. Increasing the red brick powder content tended to increase the values of VIM, VFB, stability, and MQ, while the values of VMA and *flow* tended to decrease. Based on these findings, red brick powder has the potential to be used as an alternative filler in HRS-WC asphalt mixtures because it can improve the stiffness and stability of the mixture. However, careful control of the filler content is required to ensure that the air void characteristics of the mixture comply with the specified standards.

Keywords: HRS-WC, red brick powder, *filler*, *Marshall* characteristics, asphalt mixture

How to Cite: Hidayat, W. M., Patriotika, F., Rifwan, F. & Jufri, W. N. (2026). Analisis Karakteristik *Marshall* Campuran Aspal HRS-WC Menggunakan Serbuk Bata Merah Sebagai Filler. *Journal of Authentic Research*, 5(3), 5597-5605. <https://doi.org/10.36312/jar.v5i3.6293>



<https://doi.org/10.36312/jar.v5i3.6293>

Copyright© 2026, Hidayat et al.

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

Jalan merupakan infrastruktur transportasi yang memiliki peranan penting dalam menunjang mobilitas masyarakat, distribusi barang, serta pertumbuhan ekonomi (Aulia et al., 2024). Kualitas perkerasan jalan sangat dipengaruhi oleh mutu material penyusunnya, sehingga diperlukan campuran beraspal yang memiliki stabilitas, durabilitas, dan ketahanan terhadap beban lalu lintas maupun perubahan kondisi lingkungan (Maulana & Muhlis, 2024). Salah satu jenis campuran beraspal yang banyak digunakan sebagai lapis permukaan adalah *Hot Rolled Sheet-Wearing Course* (HRS-WC) karena memiliki fleksibilitas yang baik, permukaan yang nyaman, serta mampu memberikan ketahanan terhadap retak dan deformasi apabila dirancang sesuai spesifikasi yang berlaku (Farhansyah et al., 2026). Salah satu komponen penting dalam campuran HRS-WC adalah *filler*, yaitu material berukuran sangat halus yang berfungsi mengisi rongga antar agregat, meningkatkan kepadatan campuran, memperbaiki ikatan antara agregat dan aspal, serta meningkatkan karakteristik *Marshall*, seperti stabilitas, VMA, VIM, VFB, *flow*, dan MQ (Yudhistira & Oktaviani, 2026). Penggunaan *filler* yang tepat sangat berpengaruh terhadap kinerja campuran beraspal sehingga diperlukan material alternatif yang mampu memenuhi persyaratan teknis sekaligus mudah diperoleh (Wuwur et al., 2025).

Serbuk bata merah merupakan salah satu material yang berpotensi dimanfaatkan sebagai *filler* alternatif pada campuran beraspal. Material ini berasal dari limbah produksi maupun pecahan bata merah yang belum dimanfaatkan secara optimal (Azitama, 2025). Ketersediaan bahan baku bata merah yang melimpah di berbagai daerah di Indonesia, termasuk Sumatera Barat, menjadikan serbuk bata merah memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan pengisi pada campuran aspal (Aminsyah & Aryanti, 2022). Selain mengurangi limbah padat, pemanfaatan serbuk bata merah juga mendukung penggunaan material lokal serta konsep pembangunan berkelanjutan dalam bidang konstruksi jalan (Nurhadi et al., 2024; Adnan et al., 2025). Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa serbuk bata merah memiliki potensi sebagai *filler* pada campuran beraspal. Haurissa et al. (2025) melaporkan bahwa penggunaan serbuk bata merah pada campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC) mampu meningkatkan nilai stabilitas dibandingkan campuran konvensional. Penelitian Aminsyah dan Aryanti (2022) menunjukkan bahwa meskipun parameter *Marshall* campuran dengan serbuk bata merah lebih rendah dibandingkan campuran pembanding, material tersebut tetap berpotensi digunakan sebagai *filler* alternatif pada perkerasan lentur (Nisumanti et al., 2025). Poerwodihardjo dan Hudoyo (2024) juga menyimpulkan bahwa penggunaan serbuk bata merah sebesar 4% menghasilkan karakteristik *Marshall* yang mendekati *filler* semen dan memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

Meskipun demikian, penelitian mengenai penggunaan serbuk bata merah sebagai *filler* masih didominasi pada campuran AC-WC, sedangkan kajian pada campuran HRS-WC masih relatif terbatas. Selain itu, penelitian sebelumnya umumnya menggunakan variasi kadar *filler* yang sempit sehingga belum memberikan informasi mengenai pengaruh variasi kadar *filler* yang lebih luas terhadap karakteristik *Marshall* campuran HRS-WC. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan serbuk bata merah sebagai *filler* pada berbagai variasi kadar terhadap karakteristik *Marshall* campuran HRS-WC sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan serbuk bata merah sebagai *filler* terhadap karakteristik *Marshall* campuran HRS-WC pada variasi kadar *filler* sebesar 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, dan 7% dengan kadar aspal tetap sebesar 6%, serta menentukan kadar *filler* yang menghasilkan karakteristik campuran sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2.

METODE

Desain Penelitian dan Lokasi

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium dengan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis pengaruh penggunaan serbuk bata merah sebagai *filler* terhadap karakteristik *Marshall* campuran HRS-WC (Poewodihardjo & Hudoyo, 2024). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Transportasi dan Perkerasan Jalan, Program Studi Teknik Sipil Universitas Negeri Padang dan Laboratorium Dinas Bina Marga Cipta Karya dan Tata Ruang Provinsi Sumatera Barat. Material yang digunakan meliputi agregat kasar, agregat halus, aspal penetrasi 60/70, dan serbuk bata merah yang telah lolos saringan No. 200 sebagai bahan pengisi (*filler*). Campuran dirancang menggunakan kadar aspal tetap sebesar 6% yang mengacu pada penelitian sebelumnya, sedangkan variasi kadar serbuk bata merah yang digunakan sebagai *filler* adalah 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, dan 7%. Setiap variasi campuran dibuat menjadi benda uji *Marshall* sesuai prosedur pengujian yang mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Selanjutnya, benda uji diuji menggunakan alat *Marshall* untuk memperoleh parameter VIM, VMA, VFB, stabilitas *Marshall*, *flow*, dan MQ. Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan setiap parameter *Marshall* terhadap persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Analisis dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi kadar serbuk bata merah terhadap karakteristik *Marshall* campuran HRS-WC serta menentukan kadar *filler* yang menghasilkan karakteristik campuran paling sesuai dengan spesifikasi yang berlaku.

Material dan Rancangan Benda Uji

Subjek Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas agregat kasar, agregat halus (abu batu), aspal penetrasi 60/70, dan serbuk bata merah sebagai *filler*. Agregat yang digunakan telah memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, sedangkan serbuk bata merah berasal dari limbah pecahan bata merah yang dihaluskan hingga lolos saringan No. 200 (0,075 mm). Aspal penetrasi 60/70 digunakan sebagai bahan pengikat dengan kadar tetap sebesar 6% pada seluruh variasi campuran. Rancangan campuran menggunakan variasi kadar serbuk bata merah sebagai *filler* sebesar 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, dan 7%, sedangkan kadar aspal dipertahankan tetap sebesar 6%. Setiap variasi campuran dibuat menjadi benda uji *Marshall* dengan berat total campuran 1.200 gram. Proses pencampuran dilakukan hingga material tercampur secara homogen, kemudian dipadatkan menggunakan alat pemadat *Marshall* sebanyak 75 tumbukan pada masing-masing sisi sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Setelah proses pemadatan, benda uji didiamkan selama ± 24 jam sebelum dilakukan pengujian *Marshall* (Amandari et al., 2025). Pengujian dilakukan untuk memperoleh parameter VIM, VMA, VFB, Stabilitas *Marshall*, *Flow*, dan MQ.

Instrumen dan Prosedur Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi cetakan *Marshall*, alat pemadat *Marshall*, alat uji *Marshall*, oven, timbangan digital, *water bath*, dan peralatan pendukung lainnya yang digunakan dalam proses pencampuran, pemadatan, serta pengujian benda uji. Seluruh pengujian dilakukan sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Tahapan penelitian diawali dengan persiapan material berupa agregat, aspal penetrasi 60/70, dan serbuk bata merah sebagai *filler*. Selanjutnya dilakukan penimbangan material sesuai komposisi campuran, kemudian agregat dipanaskan dan dicampur dengan aspal serta serbuk bata merah hingga homogen. Campuran yang telah homogen dimasukkan ke dalam cetakan *Marshall* dan dipadatkan sebanyak 75 tumbukan pada masing-masing sisi. Setelah benda uji didinginkan dan didiamkan selama ± 24 jam, dilakukan penimbangan untuk memperoleh berat kering, berat jenuh kering permukaan (*Saturated Surface Dry/SSD*), dan berat dalam air sebagai dasar perhitungan parameter volumetrik. Benda uji kemudian direndam di dalam *water bath* pada suhu $60 \pm 1^\circ\text{C}$ selama 30–40 menit sebelum dilakukan pengujian menggunakan alat *Marshall*. Pengujian ini menghasilkan nilai stabilitas dan *flow*, sedangkan parameter VIM, VMA, VFB, dan MQ dihitung berdasarkan hasil pengujian dan persamaan yang mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Seluruh data yang diperoleh dianalisis untuk mengetahui pengaruh variasi kadar serbuk bata merah terhadap karakteristik *Marshall* campuran HRS-WC.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengujian *Marshall* dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk mengetahui pengaruh variasi kadar serbuk bata merah sebagai *filler* terhadap karakteristik campuran HRS-WC. Parameter yang dianalisis meliputi *Void in Mix* (VIM), *Void in Mineral Aggregate* (VMA), *Void Filled with Bitumen* (VFB), Stabilitas *Marshall*, *Flow*, dan *Marshall Quotient* (MQ). Nilai setiap parameter dihitung berdasarkan hasil pengujian *Marshall* menggunakan persamaan yang mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Selanjutnya, hasil perhitungan dibandingkan dengan persyaratan spesifikasi untuk mengevaluasi kesesuaian karakteristik campuran pada masing-masing variasi kadar serbuk bata merah. Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi kecenderungan perubahan setiap parameter *Marshall* akibat penambahan kadar *filler* serta menentukan kadar serbuk bata merah yang memberikan karakteristik campuran HRS-WC terbaik sesuai spesifikasi.

Tabel 1. Rancangan Variasi *Filler* dan Kriteria Evaluasi *Marshall* HRS-WC

Aspek	Rincian	Jumlah/Standar	Sumber
Variasi filler	Serbuk Bata Merah	2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%	Hasil pengujian, 2026
Replikasi Halaban	Tiga benda uji per kadar	18 benda uji	Hasil pengujian, 2026
Stabilitas	Kemampuan menahan beban	≥ 600 kg	Bina Marga 2018 Rev. 2
Flow	Deformasi saat beban maksimum	2-5 mm	Bina Marga 2018 Rev. 2
VIM	Rongga udara campuran	3%-6%	Bina Marga 2018 Rev. 2
VMA	Rongga mineral agregat	$\geq 18\%$	Bina Marga 2018 Rev. 2

VFB	Rongga terisi aspal	60%-80%	Bina Marga 2018 Rev. 2
MQ	Stabilitas/ <i>flow</i>	≥ 150 kg/mm	Bina Marga 2018 Rev. 2

Sebelum hasil pengujian dipaparkan, rancangan variasi kadar *filler* serta kriteria evaluasi karakteristik *Marshall* disajikan pada Tabel 1. Tabel tersebut memuat variasi kadar serbuk bata merah yang digunakan, jumlah benda uji pada setiap variasi, serta persyaratan spesifikasi untuk parameter stabilitas, *flow*, VIM, VMA, VFB, dan MQ.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Volumetric Campuran

Berdasarkan rekapitulasi pengujian, Nilai VIM pada campuran HRS-WC yang menggunakan serbuk bata merah sebagai *filler* dengan variasi kadar 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, dan 7% berturut-turut sebesar 8,4%, 9,3%, 8,3%, 8,0%, 7,3%, dan 7,2%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa seluruh variasi kadar *filler* menghasilkan nilai VIM yang masih berada di atas batas persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, yaitu 3%--6%, sehingga belum memenuhi kriteria yang ditetapkan. Tingginya nilai VIM mengindikasikan bahwa rongga udara di dalam campuran masih relatif besar, sehingga berpotensi meningkatkan masuknya air dan udara ke dalam lapisan perkerasan. Kondisi ini dapat mempercepat proses oksidasi aspal, menurunkan daya lekat antara aspal dan agregat, serta mengurangi durabilitas campuran apabila digunakan pada perkerasan jalan (Widayanti et al., 2020). Tingginya nilai VIM pada penelitian ini disebabkan oleh kadar aspal tetap yang digunakan sebesar 6%, yang mungkin belum cukup untuk mengisi seluruh rongga udara yang tersedia, terutama dengan penambahan serbuk bata merah yang memiliki luas permukaan spesifik tinggi. *Filler* yang halus membutuhkan lebih banyak aspal untuk membungkus partikel dan mengisi rongga antar agregat, sehingga kadar aspal 6% belum optimal untuk seluruh variasi kadar *filler* (Yuniarti et al., 2020; Wangsa et al., 2025). Oleh karena itu, diperlukan penyesuaian komposisi campuran, khususnya terhadap kadar aspal atau proporsi *filler*, agar nilai VIM yang dihasilkan dapat memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 tanpa mengurangi karakteristik *Marshall* lainnya. Berikut parameter volumetrik campuran HRS-WC dengan *filler* serbuk bata merah pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Volumetrik Campuran HRS-WC dengan *Filler* Indarung dan

Halaban			
Kadar <i>filler</i> (%)	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)
2	8,4	20,3	58,4
3	9,3	21,0	55,9
4	8,3	20,2	58,8
5	8,0	19,9	60,1
6	7,3	19,3	62,4
7	7,2	19,2	62,3

Sumber: Hasil pengujian, 2026.

Nilai VMA pada campuran HRS-WC yang menggunakan serbuk bata merah sebagai *filler* dengan kadar 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, dan 7% berturut-turut sebesar 20,3%, 21,0%, 20,2%, 19,9%, 19,3%, dan 19,2%. Seluruh variasi kadar *filler* memenuhi

persyaratan minimum VMA sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, yaitu $\geq 18\%$, yang menunjukkan bahwa rongga antar butiran agregat masih mencukupi untuk menampung aspal sehingga berpotensi memberikan durabilitas campuran yang baik. Di sisi lain, nilai VFB yang diperoleh berturut-turut sebesar 58,4%, 55,9%, 58,8%, 60,1%, 62,4%, dan 62,7%. Nilai VFB pada kadar *filler* 5%, 6%, dan 7% telah memenuhi persyaratan spesifikasi, yaitu 60%–80%, sedangkan pada kadar 2%, 3%, dan 4% masih berada di bawah batas minimum yang dipersyaratkan. Peningkatan nilai VFB seiring bertambahnya kadar serbuk bata merah menunjukkan bahwa rongga antar agregat semakin banyak terisi oleh aspal, sehingga ikatan antara agregat dan aspal menjadi lebih baik serta berpotensi meningkatkan ketahanan campuran terhadap kerusakan akibat masuknya air. Berdasarkan hasil tersebut, kadar serbuk bata merah sebesar 5%–7% memberikan karakteristik volumetrik yang lebih baik dibandingkan kadar yang lebih rendah, meskipun optimasi komposisi campuran masih diperlukan agar seluruh parameter volumetrik dapat memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 secara bersamaan.

Stabilitas, Flow, dan MQ Campuran HRS-WC

Nilai stabilitas campuran HRS-WC yang menggunakan serbuk bata merah sebagai *filler* pada kadar 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, dan 7% berturut-turut sebesar 885 kg, 901 kg, 946 kg, 1.176 kg, 1.214 kg, dan 1.220 kg. Seluruh variasi campuran telah memenuhi persyaratan minimum stabilitas sebesar ≥ 600 kg sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Nilai stabilitas menunjukkan kecenderungan meningkat seiring dengan bertambahnya kadar serbuk bata merah, yang mengindikasikan bahwa *filler* mampu meningkatkan kepadatan campuran serta memperkuat ikatan antara agregat dan aspal, sehingga campuran memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap beban lalu lintas dan deformasi permanen. Meskipun demikian, peningkatan stabilitas perlu tetap diimbangi dengan karakteristik volumetrik yang sesuai agar campuran tidak menjadi terlalu kaku dan tetap memiliki durabilitas yang baik.

Rekapitulasi hasil pengujian parameter *Marshall*, yaitu stabilitas, *flow*, dan MQ untuk masing-masing variasi kadar *filler* serbuk bata merah disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Stabilitas, *Flow*, dan MQ Campuran HRS-WC

Kadar <i>filler</i> (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
2	885	3,50	253
3	901	4,06	223
4	946	4,79	194
5	1176	4,22	280
6	1214	4,12	301
7	1220	4,58	266

Sumber: Hasil pengujian, 2026.

Nilai *flow* campuran HRS-WC yang menggunakan serbuk bata merah sebagai *filler* pada kadar 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, dan 7% berturut-turut sebesar 3,50 mm, 4,06 mm, 4,79 mm, 4,22 mm, 4,12 mm, dan 4,58 mm. Seluruh nilai *flow* tersebut masih berada dalam rentang persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, yaitu 2–5 mm, sehingga seluruh variasi kadar *filler* memenuhi standar yang ditetapkan. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan serbuk bata merah memberikan pengaruh terhadap nilai *flow*, namun campuran tetap memiliki tingkat kelenturan yang memadai untuk menerima beban tanpa mengalami deformasi maupun retak.

Sementara itu, peningkatan kadar serbuk bata merah juga menyebabkan nilai MQ cenderung meningkat, yang mengindikasikan bahwa campuran menjadi lebih kaku seiring bertambahnya kadar *filler*. Seluruh nilai MQ yang diperoleh berada di atas batas minimum sebesar 150 kg/mm, sehingga telah memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa campuran memiliki keseimbangan antara kekakuan dan fleksibilitas, sehingga mampu menahan beban lalu lintas tanpa mengalami deformasi berlebihan. Secara keseluruhan, penggunaan serbuk bata merah sebagai *filler* memberikan pengaruh positif terhadap karakteristik *Marshall* campuran HRS-WC, terutama dalam meningkatkan kekakuan campuran tanpa mengurangi kemampuan deformasinya, sehingga berpotensi digunakan sebagai material *filler* alternatif pada campuran beraspal.

Tingginya nilai VIM yang belum memenuhi spesifikasi pada seluruh variasi kadar *filler* merupakan temuan penting dalam penelitian ini. Hal ini diduga disebabkan oleh kadar aspal tetap sebesar 6% yang digunakan pada seluruh variasi campuran. Penambahan serbuk bata merah sebagai *filler* meningkatkan luas permukaan spesifik campuran karena partikel *filler* yang sangat halus membutuhkan lebih banyak aspal untuk membungkus permukaannya. Akibatnya, jumlah aspal yang tersedia untuk mengisi rongga udara menjadi berkurang, sehingga VIM yang dihasilkan cenderung tinggi. Penelitian Rahmi et al. (2026) dan Syafariatuljannah & Oktaviani (2025) juga melaporkan hal serupa, di mana penggunaan *filler* halus dengan kadar aspal tetap menghasilkan VIM yang relatif tinggi. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan penambahan kadar aspal yang lebih tinggi seiring dengan peningkatan kadar *filler* guna memastikan seluruh rongga udara terisi dengan optimal. Dengan demikian, karakteristik VIM dapat memenuhi spesifikasi yang ditetapkan.

Keterbatasan utama penelitian ini adalah penggunaan kadar aspal tetap tanpa variasi, sehingga tidak dapat diketahui kadar aspal optimum untuk setiap variasi *filler*. Selain itu, penelitian ini hanya berfokus pada parameter *Marshall* tanpa menguji kinerja jangka panjang campuran seperti ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue*), deformasi permanen (*rutting*), dan durabilitas terhadap pengaruh cuaca dan air. Oleh karena itu, hasil penelitian ini masih bersifat awal dan perlu dikaji lebih lanjut melalui penelitian lanjutan yang lebih komprehensif.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan serbuk bata merah sebagai *filler* pada campuran aspal HRS-WC memberikan pengaruh terhadap karakteristik *Marshall* campuran. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh variasi kadar *filler* (2%–7%) telah memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 untuk parameter VMA, Stabilitas, *Flow*, dan MQ, sedangkan parameter VFB hanya memenuhi persyaratan pada kadar *filler* 5%–7%. Sementara itu, nilai VIM pada seluruh variasi kadar *filler* masih berada di atas batas spesifikasi sehingga belum memenuhi persyaratan yang ditetapkan. Secara keseluruhan, penggunaan serbuk bata merah berpotensi dimanfaatkan sebagai material *filler* alternatif pada campuran HRS-WC, dengan kadar *filler* 5%–7% memberikan karakteristik *Marshall* yang lebih baik dibandingkan kadar yang lebih rendah. Namun, optimasi komposisi campuran, khususnya melalui penyesuaian kadar aspal atau variasi kadar *filler*, masih

diperlukan agar seluruh parameter *Marshall* dapat memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 secara bersamaan.

REKOMENDASI

Rekomendasi yang dapat di rumuskan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, serbuk bata merah memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai material *filler* alternatif pada campuran aspal HRS-WC, terutama karena mampu memenuhi sebagian besar parameter *Marshall*, seperti VMA, stabilitas, *flow*, dan MQ. Namun, nilai VIM pada seluruh variasi kadar *filler* masih belum memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan optimasi komposisi campuran melalui penyesuaian kadar aspal maupun variasi kadar serbuk bata merah sehingga seluruh karakteristik *Marshall* dapat memenuhi spesifikasi yang berlaku secara bersamaan. Selain itu, diperlukan pengujian lanjutan terhadap karakteristik kinerja campuran, seperti ketahanan terhadap rendaman (*Marshall Immersion*), deformasi permanen (*rutting*), kelelahan (*fatigue*), dan durabilitas, sehingga penggunaan serbuk bata merah sebagai *filler* dapat dievaluasi secara lebih komprehensif sebelum diterapkan pada konstruksi perkerasan jalan.

REFERENSI

- Adnan, N., Khaerunnisa, U. H., & Hadi, A. K. (2025). *Pengaruh Variasi Suhu Pemadatan Campuran HRS-WC Menggunakan Serbuk Arang Kayu sebagai Filler Terhadap Nilai Kuat Tarik Tidak Langsung Penelitian dilakukan pada Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia Laboratorium*. 7(2), 241–251.
- Amandari, R. N., Efendy, A., & Fariyadin, A. (2025). Pengaruh Limbah Bata Ringan sebagai Pengganti Filler Terhadap Karakteristik Uji Marshall Pada Campuran Aspal AC-BC. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 5(4), 7178-7193. <https://doi.org/10.31004/innovative.v5i4.20873>
- Aminsyah, M., & Aryanti, R. (2022). Studi Penggunaan Serbuk Bata Merah sebagai Substitusi Filler dalam Campuran Aspal. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 18(2), 148-155. <https://doi.org/10.25077/jrs.18.2.148-155.2022>
- Aulia, S., Anisa, S. N., Indah, A., Dipa, M. A. K., & Panorama, M. (2024). Analisis peran infrastruktur dalam pertumbuhan ekonomi pembangunan di Kota Palembang. *Jurnal Publikasi Ekonomi Dan Akuntansi (JUPEA)*, 4(1), 36-54. <https://doi.org/10.51903/jupea.v4i1>
- Azitama, F. D. (2025). Penggunaan Bata Ringan Pecah Sebagai Filler Agregat pada Campuran Asphalt Concrete Wearing Course Terhadap Karakteristik Marshall. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil*, 8(1), 27-31. <https://doi.org/10.25139/jprs.v8i1.9627>
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2024). *Spesifikasi Umum 2018 (Revisi 2)*.
- Farhansyah, F., Rachman, M. T., Pamasi, M. A., Ramadhan, R., & Sari, M. P. (2026). Smart Healthy Box Development Using Biodegradable Materials as an Environmentally Friendly Solution. *Journal of Mechanical and Industrial*, 1(1). <https://doi.org/10.18860/jomi.v1i1.37930>
- Haurissa, P., Guntoro, D., Iqbal, Desembardi, F., & Saputra, A. (2025). Pengaruh Penggunaan Serbuk Bata Merah Sebagai Filler Terhadap Karakteristik Campuran Asphalt Concrete-Wearing Course (AC_WC). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil (JIMATS)*, 04(01), 044–051.

- Maulana, F. S. A., & MUHLIS, M. (2024). Efisiensi dan Efektivitas Penggunaan Aspal pada Perkerasan Jalan Raya. *Jurnal Daktilitas*, 4(2), 93-101. <https://doi.org/10.36563/daktilitas.v4i2.1434>
- Nisumanti, S., Putri, Y. E., Desromi, F., Al Qubro, K., Saripudin, S., & Fikri, M. (2025). Inovasi Material Berkelanjutan: Optimasi Penggunaan Abu Sabut Kelapa sebagai Alternatif Filler pada Aspal Beton. *Jurnal Talenta Sipil*, 8(1), 379-386. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v8i1.861>
- Nurhadi, N. A. A., Damayanti, M. K., & Nugroho, D. H. (2024). Penggunaan Material Limbah untuk Pembangunan Berkelanjutan pada Kontruksi Jalan Raya. *Jurnal Daktilitas*, 4(2), 74-82.
- Poerwodihardjo, F. E., & Hudoyo, C. P. (2024). Penggunaan Serbuk Batu Bata Merah Sebagai Filler Campuran Aspal AC-WC, Pengganti Semen dan Abu Batu dengan Marshall Test. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, 9(2), 479-487. <http://dx.doi.org/10.28926/briliant.v9i2.1694>
- Poerwodihardjo, F. E., & Hudoyo, C. P. (2024). Penggunaan Serbuk Batu Bata Merah Sebagai Filler Campuran Aspal AC-WC, Pengganti Semen dan Abu Batu dengan Marshall Test. *Briliant: Jurnal Riset Dan Konseptual*, 9(2), 479-487. <https://doi.org/10.28926/briliant.v9i2.1694>
- Rahmi, I., Oktaviani, Patriotika, F., & Zuwida, N. (2026). Diferensiasi Marshall Quotient Campuran HRS-WC Menggunakan Filler Batu Kapur Indarung dan Halaban. *Journal of Authentic Research*, 5(2), 2322-2333. <https://doi.org/10.36312/0m0j2t44>
- Syafariatuljannah, H., & Oktaviani, O. (2025). Batu Kapur Padang Panjang terhadap Parameter Marshall dalam Campuran Aspal HRS - WC. *Jurnal Konstruksia*, 17, 64-74.
- Wangsa, I. G. A. B. C., Ariawan, I. M. A., & Thanaya, I. N. A. (2025). Pengaruh Durasi Pemanasan Aspal dan Simulasi Penuaan Campuran Aspal terhadap Kinerja Stiffness, Creep, dan Fatigue Perkerasan Jalan. *Jurnal Konstruksi*, 23(2), 16-26. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.23-2.2549>
- Widayanti, A., Soemitro, R. A. A., Ekaputri, J. J., & Suprayitno, H. (2020). Analisis Pemanfaatan Zat Aditif pada Reclaimed Asphalt Pavement untuk Lapisan Beton Aspal. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 4(1). <http://dx.doi.org/10.12962%2Fj26151847.v4i1.6830>
- Wuwur, D. A. I., Pantas, V. B., Sodanango, M. R., & Mbau, R. B. (2025). Kajian Kinerja Kombinasi Filler Tanah Putih dan Abu Sekam Padi pada Campuran Aspal AC-WC. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 8(1), 33-47. <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v8i1.6304>
- Yudhistira, R., & Oktaviani, O. (2026). Komparasi Filler Batu Kapur Padang Panjang dan Indarung pada Campuran Aspal HRS-WC. *Konstruksia*, 17(2), 19-32. <https://doi.org/10.24853/jk.17.2.19-32>
- Yuniarti, R., Widianty, D., Rohani, R., & Hasyim, H. (2020). Tinjauan Durabilitas Campuran Asphalt Concrete Wearing Course Menggunakan Aspal Tua Dengan Berbagai Bahan Peremaja. *Jurnal Sains Teknologi dan Lingkungan*, 6(2), 132-143. <https://doi.org/10.29303/jstl.v6i2.1>