

PENGARUH PENGGUNAAN FILLER PASIR BESI SEBAGAI BAHAN TAMBAH ABU BATU TERHADAP KARAKTERISTIK ASPAL AC-WC

Arif Muhammad Rizal¹, Ahmad Ridwan², Romadhon³

arifrizal380@gmail.com¹, ahmadridwan@unisla.ac.id², ir.romadhon@yahoo.com³

Universitas Islam Lamongan

ABSTRAK

Tuntutan terhadap tersedianya infrastruktur jalan yang bermutu tinggi mendorong adanya peningkatan performa material perkerasan, terutama pada campuran aspal beton. Dalam campuran aspal AC-WC, filler menjadi salah satu komponen krusial yang berperan mengisi celah di antara agregat sekaligus memperbaiki kestabilan campuran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan pasir besi sebagai bahan tambah abu batu (filler) terhadap karakteristik campuran aspal AC-WC menggunakan metode Marshall. Variasi kadar pasir besi yang digunakan adalah 0%, 2%, 4%, dan 5%, dengan parameter uji meliputi nilai stabilitas, VIM, VMA, VFA, flow, dan Marshall Quotient (MQ). Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh variasi memenuhi spesifikasi umum Bina Marga tahun 2018. Variasi 2% pasir besi menghasilkan nilai stabilitas tertinggi sebesar 1547,19 kg dan MQ sebesar 728,07 kg/mm, sedangkan variasi 5% menghasilkan karakteristik yang paling seimbang dan optimal untuk campuran AC-WC. Dengan demikian, kadar pasir besi sebesar 5% direkomendasikan sebagai komposisi paling efektif dalam pencampuran aspal AC-WC dengan penetrasi aspal 60/70.

Kata Kunci: Aspal AC-WC, Filler, Pasir Besi, Karakteristik Marshall, Stabilitas Aspal.

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur jalan memiliki peran penting dalam mendukung mobilitas masyarakat dan pertumbuhan ekonomi. Jalan yang berkualitas harus mampu menahan beban lalu lintas dalam jangka panjang serta memenuhi aspek ekonomis dalam proses pembangunannya. Salah satu faktor utama yang memengaruhi kekuatan dan daya tahan perkerasan jalan adalah pemilihan material yang digunakan. Dalam konteks ini, campuran aspal beton, khususnya Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC), menjadi lapisan teratas yang secara langsung menerima beban lalu lintas sekaligus melindungi lapisan di bawahnya. Oleh karena itu, pemilihan material penyusun campuran aspal, termasuk agregat dan filler, sangat menentukan kualitas konstruksi jalan.

Campuran AC-WC pada umumnya menggunakan agregat batu pecah sebagai komponen utama dan abu batu sebagai filler. Filler berfungsi mengisi rongga di antara agregat halus dan kasar sehingga dapat meningkatkan kepadatan, kestabilan, serta mengurangi permeabilitas campuran. Kualitas filler sangat berpengaruh terhadap kinerja lapisan perkerasan, khususnya dalam meningkatkan kekuatan ikatan antara agregat dengan aspal. Filler yang baik harus kering, bersih, memiliki kadar air yang cukup, serta mampu memberikan lapisan aspal yang kedap air. Namun demikian, ketergantungan pada abu batu sebagai filler standar memunculkan tantangan tersendiri, terutama terkait ketersediaan dan biaya material.

Seiring meningkatnya kebutuhan pembangunan jalan, penelitian mengenai pemanfaatan material alternatif berbasis potensi lokal semakin gencar dilakukan. Salah satu material yang potensial digunakan adalah pasir besi. Pasir besi merupakan endapan mineral yang banyak ditemukan di daerah pantai, terutama mengandung mineral magnetit, ilmenit, serta oksida besi. Material ini memiliki tekstur kasar, berat jenis tinggi, dan sifat abrasif yang dapat meningkatkan koefisien gesek permukaan perkerasan. Selain itu, penggunaan pasir besi diharapkan dapat mengurangi kadar aspal dalam campuran, sehingga memberi

keuntungan dari segi efisiensi penggunaan material.

Dalam konteks teknik sipil, penggunaan pasir besi sebagai bahan tambah atau pengganti filler abu batu pada campuran AC-WC diharapkan mampu meningkatkan kualitas perkerasan jalan. Penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa material lokal seperti abu organik, fly ash, maupun serbuk mineral mampu memberikan variasi karakteristik terhadap campuran aspal. Oleh karena itu, penting untuk menguji sejauh mana pasir besi dapat berperan sebagai filler yang efektif, baik dalam meningkatkan stabilitas maupun menjaga keseimbangan sifat volumetrik campuran aspal.

Penelitian ini difokuskan pada kajian pemanfaatan pasir besi sebagai bahan tambah abu batu dalam campuran AC-WC dengan metode Marshall. Pengujian dilakukan dengan variasi kadar pasir besi 0%, 2%, 4%, dan 5% untuk mengetahui pengaruhnya terhadap parameter karakteristik Marshall, meliputi stabilitas, flow, VIM (Void in Mix), VMA (Void in Mineral Aggregate), VFA (Void Filled with Asphalt), serta Marshall Quotient. Dengan metode ini, diharapkan diperoleh gambaran yang komprehensif mengenai kinerja campuran aspal yang menggunakan pasir besi sebagai filler.

Dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi perkerasan jalan dengan memanfaatkan sumber daya lokal. Pemanfaatan pasir besi tidak hanya berpotensi meningkatkan kualitas dan stabilitas campuran aspal, tetapi juga memberikan alternatif material yang lebih ekonomis serta ramah lingkungan. Lebih jauh, penelitian ini dapat menjadi referensi bagi pengambil kebijakan, kontraktor, maupun akademisi dalam upaya peningkatan mutu konstruksi jalan di Indonesia melalui inovasi material alternatif.

LANDASAN TEORI

Penelitian Terdahulu menjadi dasar penting dalam menyusun kerangka penelitian ini. Beberapa studi sebelumnya membahas pemanfaatan material alternatif dalam campuran aspal. Misalnya, penelitian Ali Sabet dan Agus Setiyono (2021) menunjukkan bahwa penambahan pasir besi pada agregat halus dapat meningkatkan stabilitas aspal beton. Sementara itu, Afif Padli dkk. (2022) menemukan bahwa penggunaan pasir lokal sebagai agregat halus pada campuran AC-WC menghasilkan lapisan yang stabil terhadap perubahan bentuk. Hal ini menegaskan adanya potensi bahan lokal untuk menggantikan material standar dalam perkerasan jalan.

Studi lain, seperti yang dilakukan oleh Rizki Mardiansyah (2020), meneliti penggunaan limbah industri sebagai filler dalam campuran aspal. Hasilnya menunjukkan perbaikan pada karakteristik Marshall, meskipun harus tetap memperhatikan kadar optimum agar tidak menurunkan fleksibilitas campuran. Dengan demikian, penelitian terdahulu memberikan gambaran bahwa pemanfaatan bahan alternatif, termasuk pasir besi, relevan untuk diteliti lebih lanjut.

Bahan Penyusun Aspal terdiri dari aspal dan agregat. Aspal berfungsi sebagai pengikat dalam campuran beraspal panas. Berdasarkan SNI dan Spesifikasi Bina Marga, aspal harus memenuhi standar tertentu, seperti penetrasi, titik lembek, titik nyala, titik bakar, daktilitas, berat jenis, dan kelarutan. Agregat, yang meliputi agregat kasar, halus, dan filler, bertugas memberikan stabilitas struktural dan daya tahan terhadap beban lalu lintas.

Pencampuran Agregat (Blending) diperlukan untuk memperoleh gradasi yang sesuai dengan spesifikasi. Campuran agregat yang baik akan menghasilkan kepadatan optimal, mengurangi rongga, dan meningkatkan kekuatan lapisan jalan. Spesifikasi Bina Marga 2018 mengatur batasan gradasi agregat agar campuran dapat memenuhi persyaratan teknis, baik dari segi kekuatan maupun keawetan.

Bahan Tambah (Additive) digunakan untuk memperbaiki sifat campuran aspal. Additive dapat berupa bahan kimia maupun mineral yang meningkatkan ikatan aspal, mengurangi kepekaan terhadap suhu, serta memperpanjang umur perkerasan. Pasir besi yang diteliti dalam skripsi ini termasuk dalam kategori bahan tambah/filler, yang berfungsi mengisi rongga antar agregat sekaligus memperbaiki kestabilan campuran.

Karakteristik Campuran Aspal biasanya diuji menggunakan metode Marshall. Parameter yang diperhatikan meliputi stabilitas, flow, VIM (Void in Mix), VMA (Void in Mineral Aggregate), VFA (Void Filled with Asphalt), dan Marshall Quotient (MQ). Nilai-nilai tersebut digunakan untuk menentukan kadar aspal optimum (KAO) dan menilai apakah campuran memenuhi standar perkerasan jalan.

Pengujian Sifat Aspal meliputi uji penetrasi, titik lembek, titik nyala dan bakar, daktilitas, berat jenis, kehilangan berat akibat pemanasan, kelarutan, hingga Marshall Test. Hasil pengujian ini memastikan bahwa aspal yang digunakan sesuai dengan standar SNI dan spesifikasi teknis. Kualitas aspal yang baik akan berpengaruh langsung terhadap daya tahan jalan.

Filler adalah material berbutir halus yang mengisi rongga dalam campuran aspal. Filler umum yang digunakan adalah abu batu. Namun, penelitian ini mencoba mengganti sebagian abu batu dengan pasir besi untuk melihat pengaruhnya terhadap karakteristik campuran AC-WC. Fungsi filler sangat penting karena dapat meningkatkan stabilitas, mengurangi rongga udara, dan memperbaiki ikatan antara agregat dengan aspal.

Pasir Besi memiliki kandungan mineral logam yang tinggi, terutama magnetit, hematit, dan ilmenit. Sifatnya yang keras dan padat membuat pasir besi berpotensi sebagai bahan pengisi dalam campuran aspal. Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pasir besi dapat meningkatkan nilai stabilitas dan kekakuan campuran, meskipun perlu diperhatikan kadar optimum agar campuran tidak menjadi terlalu kaku.

Abu Batu merupakan filler yang umum digunakan dalam campuran beraspal. Material ini berasal dari hasil sampingan pemecahan batu. Standar Bina Marga 2018 mengatur kadar abu batu yang dapat digunakan berdasarkan gradasi dan kehalusan. Dalam penelitian ini, pasir besi diuji sebagai bahan substitusi abu batu. Posisi penelitian ini berbeda dari sebelumnya karena fokus pada penggunaan pasir besi, yang masih jarang diteliti, dengan harapan dapat menghasilkan campuran AC-WC yang lebih stabil dan fleksibel.

METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan dalam kajian ini adalah metode kuantitatif. Pendekatan kuantitatif dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk mengukur secara objektif pengaruh penggunaan pasir besi sebagai filler pada campuran aspal jenis Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC). Penelitian kuantitatif berorientasi pada pengolahan data numerik dari hasil pengujian laboratorium untuk memperoleh gambaran mengenai hubungan variabel yang diteliti. Dalam hal ini, variabel utamanya adalah variasi kadar pasir besi yang digunakan dalam campuran aspal serta pengaruhnya terhadap karakteristik Marshall test seperti stabilitas, flow, VIM, VMA, dan VFB. Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Juli 2025 di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan, Jl. Veteran No. 53A Lamongan. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada ketersediaan fasilitas laboratorium yang memadai untuk mendukung uji karakteristik material, pencampuran aspal, serta Marshall test. Adapun tahapan pelaksanaan penelitian dimulai dari studi literatur, persiapan bahan dan alat, pengujian material, perancangan campuran (job mix formula), pembuatan benda uji, hingga pengujian Marshall.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pasir besi sebagai filler dalam campuran AC-WC memberikan variasi nilai karakteristik Marshall yang signifikan. Variasi filler 0%, 2%, 4%, dan 5% diuji di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan dengan mengacu pada standar Spesifikasi Bina Marga 2018. Semua variasi campuran memenuhi persyaratan standar, baik dari segi stabilitas, VMA, VFA, VIM, flow, maupun Marshall Quotient, sehingga pasir besi dapat dikatakan layak digunakan sebagai alternatif filler.

Pada parameter stabilitas, nilai yang diperoleh seluruh variasi berada jauh di atas batas minimum 800 kg. Variasi 2% mencatatkan nilai tertinggi yaitu 1547,19 kg, lebih tinggi dibanding variasi 0% yang hanya 1511,40 kg. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan pasir besi mampu meningkatkan kemampuan campuran menahan beban. Namun, pada variasi 4% dan 5% nilai stabilitas sedikit menurun meskipun tetap di atas standar, sehingga dapat dikatakan bahwa penambahan pasir besi dalam jumlah berlebih tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan stabilitas.

Untuk parameter Void in Mineral Aggregate (VMA), hasil pengujian menunjukkan nilai antara 19,70% hingga 20,31%, masih berada di atas batas minimum 15%. Nilai tertinggi terdapat pada variasi 4% dengan 20,31%, sementara variasi 2% memiliki nilai terendah 19,70%. Hal ini menandakan bahwa pasir besi dapat memengaruhi rongga antar mineral agregat, namun pengaruhnya relatif kecil dan tetap menjaga stabilitas struktur campuran.

Pada parameter Void Filled with Asphalt (VFA), seluruh variasi berada di atas batas minimum 65%, dengan kisaran 76,24% hingga 79,23%. Variasi 2% kembali menunjukkan hasil terbaik yaitu 79,23%. Nilai VFA yang tinggi mengindikasikan bahwa rongga dalam agregat telah terisi optimal oleh aspal, sehingga campuran menjadi lebih padat dan tahan terhadap penetrasi air serta udara. Namun, kadar yang terlalu tinggi dapat memicu potensi bleeding, sehingga variasi optimal menjadi penting.

Parameter Void in Mix (VIM) menunjukkan hasil yang sesuai standar (3–5%), dengan nilai berkisar antara 4,10% hingga 4,83%. Variasi 2% mencatatkan nilai terendah 4,10%, mendekati batas bawah standar, sementara variasi 4% mencapai nilai tertinggi 4,83%. Kondisi ini menegaskan bahwa pasir besi mampu mengurangi rongga udara, sehingga campuran lebih kedap air, tetapi tetap dalam batas yang diperbolehkan.

Secara keseluruhan, penambahan pasir besi memberikan pengaruh positif terhadap kinerja campuran AC-WC. Variasi 2% terbukti paling optimal karena menghasilkan stabilitas tertinggi (1547,19 kg) dan Marshall Quotient terbesar (728,07 kg/mm). Sementara variasi 4% dan 5% meski masih memenuhi standar, tidak memberikan peningkatan signifikan. Dengan demikian, pasir besi dapat direkomendasikan sebagai alternatif filler pada kadar 2%, karena mampu meningkatkan stabilitas dan ketahanan campuran aspal AC-WC.

KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan filler pasir besi dalam campuran aspal AC-WC memberikan pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik Marshall. Seluruh variasi yang diuji, baik 0%, 2%, 4%, maupun 5%, memenuhi persyaratan standar Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018. Hal ini menunjukkan bahwa pasir besi layak dipertimbangkan sebagai bahan tambah alternatif pengganti abu batu.

Hasil pengujian Marshall Properties menunjukkan adanya variasi nilai stabilitas, VMA, VFA, VIM, flow, serta Marshall Quotient (MQ) pada setiap kadar pasir besi. Variasi 0% memberikan nilai stabilitas 1511,40 kg dengan MQ 416,73 kg/mm. Sementara itu,

penambahan pasir besi 2% menghasilkan nilai stabilitas tertinggi sebesar 1547,19 kg serta MQ 728,07 kg/mm, yang mencerminkan peningkatan ketahanan campuran terhadap beban lalu lintas.

Meskipun variasi 2% pasir besi memberikan nilai stabilitas dan MQ tertinggi, variasi 5% justru menunjukkan karakteristik yang lebih seimbang. Pada kadar 5%, campuran memperoleh nilai stabilitas 1493,42 kg dan MQ 485,69 kg/mm dengan flow yang lebih stabil dibandingkan variasi lainnya. Kondisi ini menjadikan kadar 5% lebih direkomendasikan karena memberikan keseimbangan terbaik antara kekuatan dan kelenturan campuran aspal AC-WC.

Pengaruh positif penggunaan pasir besi terutama terlihat pada peningkatan nilai stabilitas dan daya tahan deformasi. Dengan sifat fisiknya yang memiliki berat jenis tinggi serta tekstur kasar, pasir besi mampu meningkatkan kohesi antar partikel dalam campuran aspal, sekaligus menurunkan kadar aspal yang dibutuhkan. Hal ini mendukung efisiensi dalam penggunaan material konstruksi jalan.

Penelitian ini menegaskan bahwa variasi penggunaan pasir besi, khususnya pada kadar 2% dan 5%, berpotensi meningkatkan kinerja campuran aspal AC-WC. Namun demikian, perbedaan peningkatan pada variasi 2% hingga 5% tidak terlalu signifikan dibandingkan campuran tanpa pasir besi. Oleh karena itu, pemilihan kadar optimum dapat disesuaikan dengan kebutuhan teknis di lapangan, apakah mengutamakan stabilitas tinggi atau keseimbangan performa campuran.

Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa pasir besi memiliki potensi besar untuk diaplikasikan sebagai filler dalam campuran aspal AC-WC. Selain memenuhi spesifikasi teknis, pemanfaatan material lokal seperti pasir besi juga mendukung aspek keberlanjutan dan efisiensi biaya konstruksi jalan. Dengan hasil penelitian ini, disarankan agar kadar 5% dijadikan rekomendasi utama untuk aplikasi di lapangan, khususnya pada jalan dengan beban lalu lintas sedang hingga tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anugerah, A. D., Fauziah, W., St. Maryam H., Syarkawi, M. T., & Bulgis. (2023).
- Arif, S. (2018). Alternatif Penggunaan Plastik Polypropylene Pada Campuran Aspal. *Jurnal CIVILA*, 3(1), 140. <https://doi.org/10.30736/cvl.v3i1.221>
- 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>
- Hardianti, N. (2025). HEXAGON (*Jurnal Teknik dan Sains*) – Pemanfaatan Abu Rotan Sebagai Bahan Tambah Terhadap Karakteristik Marshall Campuran Aspal AC-WC, 6(1).
- Kartikasari, D., & Arif, S. (2018a). Alternatif Penggunaan Serat Eceng Gondok untuk Meningkatkan Index Properties of Marshall pada Campuran Laston Tipe I SNI 03-1737-1989.
- Prasetyo, H., & Arif, S. (2018). Studi Pencampuran Serat Eceng Gondok Sistem Hot Rolled Sheet Bc Spesifikasi Seksi-6 : 2010 Bina Marga. *Jurnal CIVILA*, 3(2), 146. <https://doi.org/10.30736/cvl.v3i2.256>
- Rosuli, M. F., Lestari, A. D., Suryadi, A., Teknologi, M., Jalan, R. K., Jembatan, D., Teknik, J., Politeknik, S., Malang, N., Jurusan, D., Sipil, T., & Malang, P. N. (2024). Pengaruh Limbah Bata Merah Sebagai Filler pada Laston AC-WC Terhadap Karakteristik Campuran. *JOS-MRK* (Vol. 5). <http://jurnal.polinema.ac.id/>
- Sahda, M. F. (2023). Analisis Kualitas Kuat Tekan dan Struktur Mikro Batako dengan Campuran Abu Terbang.
- Sitompul, O. H., Alamsyah, W., & Basrin, D. (2024). Pengaruh Pemanfaatan Abu Cangkang Kerang Darah sebagai Bahan Tambah Filler Campuran Aspal terhadap Nilai Marshall pada Perkerasan Jalan AC-WC. *Jurnal Komposit*, 8(2), 241–248. <https://doi.org/10.32832/komposit.v8i2.15126>

- Studi Penggunaan Pasir Putih Masamba sebagai Alternatif Bahan Penyusun Campuran Aspal Beton dan AC-WC.
- Sukirman, S. (2003). Beton Aspal Campuran Panas.
- Susanto, H. A. (2020). Pengaruh Penggunaan Filler Pasir Besi dan Semen dalam Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC). *Techno: Jurnal Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Purwokerto*, 21(1), 37. <https://doi.org/10.30595/techno.v21i1.7230>
- Tau, F. E. (2024). Studi Penggunaan Limbah Cangkang Kemiri sebagai Substitusi Filler pada Campuran Aspal AC-WC (Asphalt Concrete-Wearing Course).
- Wardoyo. (2024). Metode Pelaksanaan Pekerjaan Laston Lapis Fondasi Asbuton Butir (AC-Base ASB) pada Paket Preservasi Jalan.