

Tersedia online di www.journal.unesa.ac.idHalaman jurnal di www.journal.unesa.ac.id/index.php/mitrans

Kajian dan Analisa Material Limbah Keramik dan Agregat Alam dalam Campuran Perkerasan *Asphalt Concrete Base (AC-BASE)*

Muhammad Faiz Al Akbar ^a, Ari Widayanti ^b

^a Program Studi Sarjana Terapan Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Kota Surabaya, Negara Indonesia

^b Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Negeri Surabaya, Kota Surabaya, Negara Indonesia

email: ^amuhammadfaiz.20033@mhs.unesa.ac.id, ^bariwidayanti@unesa.ac.id

INFO ARTIKEL

Sejarah artikel:

Menerima 11 Maret 2025

Revisi 19 Mei 2025

Diterima 22 Juli 2025

Online 28 Agustus 2025

Kata kunci:

Pembangunan
Jalan, Infrastruktur, *Asphalt Concrete Base (AC-BASE)*, Limbah Keramik, dan *Filler Flyash*

ABSTRAK

Pembangunan jalan di Indonesia telah mengalami kemajuan signifikan, berperan penting dalam mendukung perekonomian nasional dan regional. Dengan peningkatan beban lalu lintas, diperlukan pelapisan ulang menggunakan perkerasan baru, seperti lapis aspal beton (*laston*). Eksploitasi agregat alam yang berlebihan dapat mengakibatkan penipisan sumber daya. Oleh karena itu, inovasi material alternatif menjadi sangat mendesak untuk menjaga keberlanjutan pembangunan infrastruktur. Penelitian ini mengkaji karakteristik limbah keramik sebagai substitusi agregat halus dengan variasi 20% 30%, dan 40% dan material lainnya. Penelitian ini dilakukan secara langsung dengan menguji agregat alam, *filler flyash*, aspal dan substitusi keramik sebagai agregat halus. Penelitian ini menghasilkan limbah keramik yang digunakan sebagai substitusi agregat halus dapat dimanfaatkan dalam campuran *Asphalt Concrete Base (AC-BASE)*. Limbah keramik memiliki nilai *bulk* 2,128 gr/cm³, semu 2,187 gr/cm³, dan penyerapan 1,3%, Fraksi agregat alam (15–20 mm) memiliki nilai *bulk* 2,47 gr/cm³, semu 2,58 gr/cm³, dan penyerapan air 1,8%. Fraksi agregat alam (10–15 mm) memiliki nilai *bulk* 2,58 gr/cm³, semu 2,68 gr/cm³, dan penyerapan air 1,54%. Fraksi agregat medium (5–10 mm) memiliki nilai *bulk* 2,38 gr/cm³, semu 2,53 gr/cm³, dan penyerapan air 2,51%. Fraksi agregat halus (0–5 mm) memiliki nilai *bulk* 2,33 gr/cm³, semu 2,36 gr/cm³, dan penyerapan air 2,7%. Semua memenuhi spesifikasi. *Filler flyash* memiliki nilai 1,854 gr/cm³. Aspal memiliki penetrasi 64 mm, nilai titik nyala 274°C, Nilai titik bakar 276°C, dan nilai daktilitas 100 cm; menunjukkan kualitas baik sebagai bahan pengikat.

Study and Analysis of Ceramic and Aggregate Waste Materials in Asphalt Concrete Base (AC-BASE) Pavement Mixtures

ARTICLE INFO

Keywords:

Road Construction,
Infrastructure, Asphalt
Concrete Base (AC-BASE),
Ceramic Waste, Flyash Filler

ABSTRACT

Road development in Indonesia has progressed significantly, playing an important role in supporting the national and regional economy. With increased traffic loads, resurfacing using new pavements, such as asphalt concrete (*laston*), is required. Over-exploitation of natural aggregates can result in resource depletion. This study examines the characteristics of ceramic waste as a fine aggregate substitute with variations of 20% 30%, and 40% and other materials. This research was conducted directly by testing natural aggregates, flyash filler, asphalt and ceramic substitution as fine aggregate. Ceramic waste has a bulk value of 2.128 gr/cm³, apparent 2.187 gr/cm³, and absorption of 1.3%, Natural aggregate fraction (15-20 mm) has a bulk value of 2.47 gr/cm³,

Akbar, M. F. A., & Widayanti, A. (2025). Kajian Material Limbah Keramik dan Agregat Alam dalam campuran perkerasan *Asphalt Concrete Base (AC-BASE)*. MITRANS: Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi, v3(n2), 110 - 118.

apparent 2.58 gr/cm³, and water absorption of 1.8%. The natural aggregate fraction (10-15 mm) has a bulk value of 2.58 gr/cm³, apparent 2.68 gr/cm³, and water absorption of 1.54%. The medium aggregate fraction (5-10 mm) has a bulk value of 2.38 gr/cm³, apparent 2.53 gr/cm³, and water absorption of 2.51%. The fine aggregate fraction (0-5 mm) has a bulk value of 2.33 gr/cm³, apparent 2.36 gr/cm³, and water absorption of 2.7%. All met the specifications. The flyash filler had a value of 1.854 gr/cm³. The bitumen has a penetration of 64 mm, a flash point value of 274°C, a burn point value of 276°C, and a ductility value of 100 cm; indicating good quality as a binder.

© 2023 MITRANS : Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi. Semua hak cipta dilindungi undang-undang.

1. Pendahuluan

Perkembangan pembangunan jalan di Indonesia semakin meningkat mengingat Jalan adalah infrastruktur vital yang berperan penting dalam mendorong perekonomian baik di tingkat nasional maupun regional. (Astuti, 2018). Seiring berjalannya waktu, berbagai faktor seperti usia perkerasan jalan, kondisi cuaca dan lingkungan, serta evolusi beban lalu lintas secara signifikan memengaruhi karakteristik dan performa jalan. Maka tindakan pelapisan ulang dengan material perkerasan baru menjadi krusial. Namun, perlu dicatat bahwa aplikasi pelapisan berulang dapat mengakibatkan akumulasi peningkatan elevasi permukaan jalan, yang berpotensi menimbulkan implikasi teknis dan lingkungan yang perlu dipertimbangkan secara saksama. (Widayanti, dkk, 2018).

Peningkatan pembangunan jalan berdampak pada ketersediaan material alam, seperti *filler* abu batu yang hanya dapat diperoleh dari *stone crusher* dengan jumlah terbatas. Selain itu, penggunaan agregat alam seperti pasir sungai dapat mengganggu ekosistem, di mana penambangan yang terus menerus menyebabkan longsor di pinggir sungai, peningkatan erosi dan sedimentasi, serta penurunan kualitas air dan dasar sungai (Isra'din, 2023). Oleh karena itu, penting untuk mengurangi penggunaan material alam dengan memanfaatkan limbah yang memiliki sifat kimia dan fisik mirip Agregat Alam, salah satunya adalah limbah keramik. Produksi keramik di Indonesia saat ini mencapai 551 juta m² dan direncanakan meningkat menjadi 625 juta m², serta 810 juta m² di masa mendatang (Putra & Wahdana, 2019). Meningkatnya produksi industri keramik, limbah yang dihasilkan dari penyortiran kualitas keramik yang layak pakai juga akan meningkat.

Keramik memiliki kekuatan tekan yang lebih baik dari pada kekuatan tarik (Alfatari, dkk, 2021). Serta mempunyai struktur berpori dan daya serap air yang tinggi, sehingga nilai kinerjanya semakin baik dibandingkan dengan benda uji kontrol yang jumlah aspalnya lebih banyak dan nilai dalam campurannya meningkat (Karacasulu, 2023). *Filler* sebagai *flyash*, dimana fungsi *filler* sebagai pengisi rongga-rongga campuran aspal, meningkatkan kepadatan, dan mengurangi kerutan halus pada campuran aspal (Nofrianto, dkk, 2021). Kandungan unsur kimia pada *Flyash* seperti SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO, TiO₂, Na₂O, K₂O, SO₃, P₂O₅, dan karbon. Komposisi dan sifat fisiknya, seperti warna, ukuran partikel, densitas, dan kelembaban, dipengaruhi oleh jenis dan kemurnian batubara, tingkat penghancuran, metode pemanasan, serta cara penyimpanan (Widayanti, dkk, 2018). Berdasarkan hal ini, dilakukan penelitian mengenai substitusi Agregat Alam halus dengan limbah keramik dalam campuran aspal lapis AC-BASE (*Asphalt Concrete – Base*) untuk menganalisis pengaruhnya terhadap stabilitas dan kelelahan (*flow*) menggunakan metode Marshall sebagai metode pengujian utama.

2. Studi Literatur

Penelitian mengenai pemanfaatan limbah keramik sebagai pengganti agregat alam halus, serta penggunaan *flyash* sebagai *filler* dalam campuran perkerasan jalan, telah dilakukan sebelumnya. Beberapa aspek terkait, beberapa peneliti sebelumnya yang digunakan penulis sebagai acuan dalam penelitian dijelaskan dalam rincian di bawah ini:

2.1. Penelitian oleh (Widiyanti, dkk, 2023) dengan judul "Pemanfaatan limbah keramik sebagai pengganti agregat alam halus pada campuran laston AC-BC" meneliti tentang pemanfaatan limbah

keramik untuk mengganti agregat halus yang digunakan dalam campuran beraspal menggunakan variasi 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%.

2.2. Penelitian oleh (Gutama, dkk, 2023) dengan judul "Studi ini mengeksplorasi penggunaan limbah serbuk keramik sebagai substitusi untuk abu batu dalam campuran perkerasan jalan *Hot Rolled Sheet - Wearing Course* (HRS-WC)". Enam tingkat kandungan serbuk keramik yang diuji meliputi 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%, dengan kadar aspal tetap tidak berubah.

2.3. Penelitian oleh (Abzari, 2024) dengan judul "Studi Eksperimental sifat marshall AC-WC menggunakan tegel sebagai pengganti sebagian agregat alam halus" komposisi agregat alam yang terintegrasi ditentukan dengan menggabungkan tiga fraksi, yaitu agregat alam kasar, agregat alam halus, dan debu batu, dalam proporsi tertentu. Untuk menentukan kandungan aspal, digunakan 6% aspal dan penggunaan limbah keramik untuk substitusi dari agregat halus pada campuran beraspal. Variasi penggantian limbah keramik yang digunakan dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% berdasarkan bobot total agregat alam halus.

2.4. Penelitian oleh (Arliningtyas & Nadia, 2017) dengan judul " Analisis kelayakan penggunaan limbah keramik sebagai substitusi agregat halus alami dalam campuran aspal beton berdasarkan nilai stabilitas marshall". Penelitian ini menggunakan variasi agregat alam halus keramik sebesar 100% dan 50%.

2.5. Penelitian oleh (Isra'din, 2023) dengan judul "Penelitian ini menganalisis dampak penggantian agregat halus alami dan filler dengan limbah keramik terhadap karakteristik Marshall dari campuran AC-BC." Dalam penelitian ini, menggunakan presentase kadar aspal yaitu 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7%. Setelah melakukan pemeriksaan didapatkan nilai KAO sebesar 6%. Benda uji yang dibuat memiliki variasi antara agregat alam halus dan limbah keramik dalam campuran sebesar 0%:100%, 25%:75%, 50%:50%, 75%:25%, dan 100%:0%. Selain itu, bahan pengisi yang digunakan terdiri dari 5% limbah keramik serta 95% abu batu.

3. Metode Penelitian

Metode pengumpulan data dilakukan melalui eksperimen pada sejumlah benda uji yang akan diuji di laboratorium. menggunakan data yang diperoleh secara langsung dari pengujian bahan pada sampel di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Surabaya.

3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian mengenai pengujian campuran, lapis dasar, dan metode Marshall serta pembuatan benda uji di Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya, Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya. Untuk mendukung penyelesaian penelitian ini sesuai dengan waktu yang ditentukan, jadwal kegiatan telah disusun. Rincian jadwal kegiatan penelitian dapat dilihat pada tabel yang menyertainya.

3.2. Populasi dan sampel

Penelitian ini menggunakan limbah keramik sebagai campuran Agregat Alam halus dalam pembuatan benda uji aspal pada lapisan AC BASE (Asphalt Concrete - Base). Limbah keramik yang digunakan diperoleh dari toko keramik di Jalan Arjuna, Kota Surabaya. Untuk tujuan penelitian ini, sebanyak 33 sampel benda uji campuran aspal diambil dengan variasi proporsi limbah keramik yang berbeda, yaitu 20%, 30%, dan 40%, yang kemudian diuji untuk menentukan karakteristik Marshall

1. Studi Literatur

Refrensi yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan buku, jurnal, dan laporan penelitian sebelumnya yang relevan dengan topik tugas akhir.

2. Penetapan Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian berfungsi sebagai panduan untuk menentukan metode yang tepat serta membantu dalam menganalisis data dan menyusun kesimpulan.

3. Persiapan Bahan dan Alat

Persiapan ini membantu menghindari keterlambatan dan kesalahan selama proses penelitian, serta memastikan bahwa metode yang digunakan dapat dilaksanakan secara efektif.

4. Pengujian Material



Gambar 1. (a) Limbah Keramik; (b) Agregat Alam (c) Aspal ; dan (d) *Filler Flyash*
(Dokumentasi Penulis, 2025)

Persiapan material dalam penelitian ini dapat dijelaskan dalam poin-poin berikut:

a. Limbah Keramik

Limbah keramik diperoleh dari penjual keramik di Jalan Tidar No.272 - 274, Tembok Dukuh, Kec. Bubutan, Surabaya, Jawa Timur.

b. Agregat Alam

Agregat alam dalam penelitian ini di dapatkan dari PT Bumindo, terdiri dari beberapa ukuran yaitu fraksi 0-5 mm, 5-10 mm, 10-15 mm, dan 15-20 mm .

c. *Filler Flyash*

Menggunakan *Flyash* tipe F adalah jenis yang dihasilkan dari pembakaran batubara jenis anthracite atau bitumen.

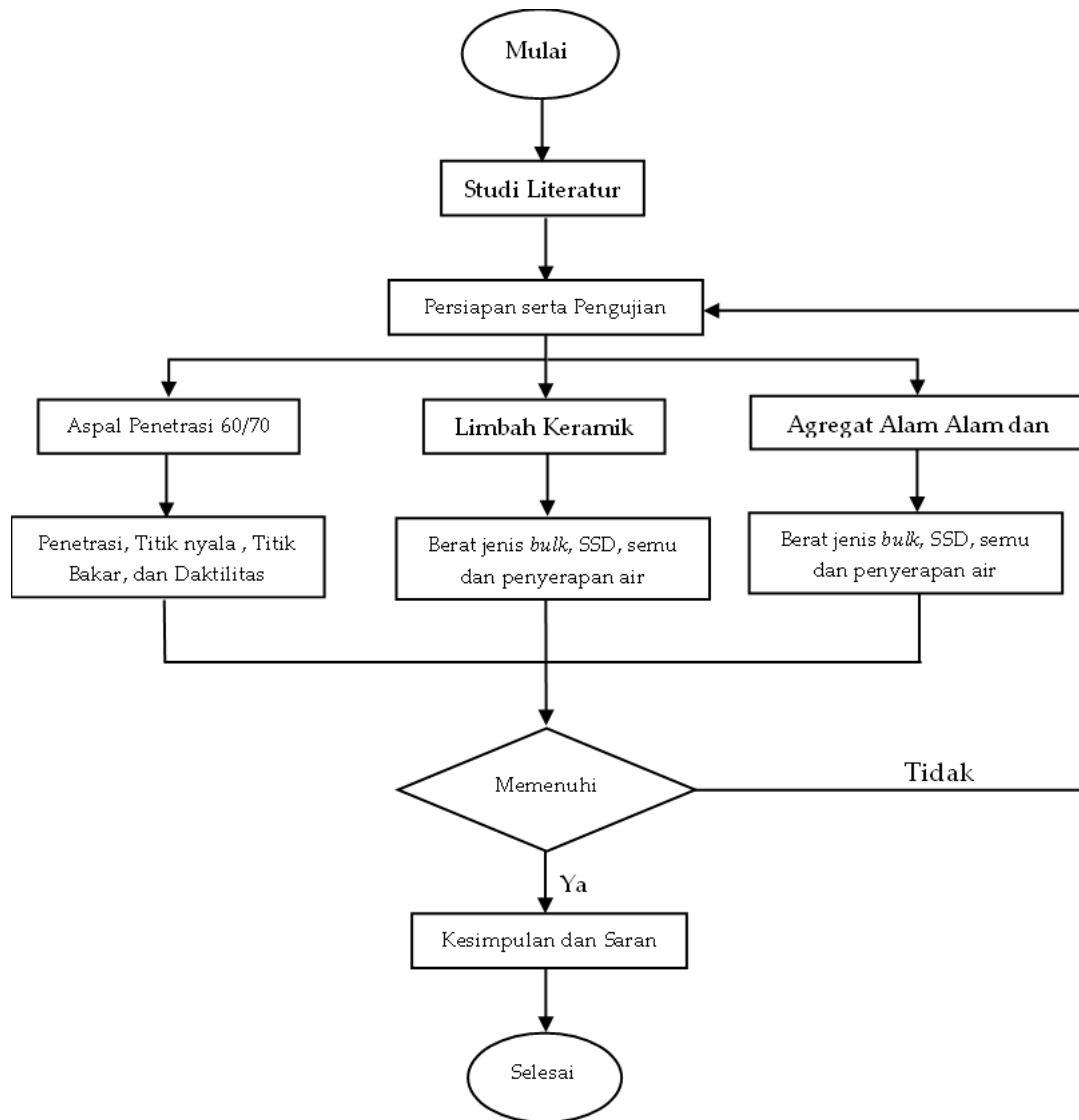
d. Aspal

Dalam penelitian ini, jenis aspal yang digunakan adalah penetrasi 60/70, yang diakui karena kemampuannya untuk memberikan kinerja yang optimal pada campuran aspal beton, serta memiliki sifat viskoelastis yang sesuai untuk berbagai kondisi lalu lintas dan iklim.

5. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini didapatkan dari hasil pengolahan data. Diharapkan pada kesimpulan ini dapat memberikan jawaban dari tujuan penelitian.

3.3. Diagram alir



Gambar 2 Flowchart

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Pengujian Limbah Keramik

Tabel 1 Pengujian Limbah Keramik (Penulis, 2025)

Pengujian Keramik	Hasil	Spesifikasi		Satuan
		Min.	Maks.	
Berat curah kering (<i>Bulk</i>)	2,119	2,50	-	Gram
Berat kering permukaan (SSD)	2,243	2,50	-	Gram
Berat semu	2,423	2,50	-	Gram
Penyerapan air	5,85		3,0	%

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa sifat kramik yang digunakan sebagai substitusi agregat alam halus telah memenuhi spesifikasi umum bina marga tahun 2018 dengan nilai maksimum 3%.Penyerapan air pada keramik yang digunakan sebagai substitusi agregar halus memiliki nilai sebesar 1,3%.

4.2. Pengujian Agregat Alam Fraksi 15-20

Pengujian agregat alam fraksi 15-20 mm dilakukan untuk mengevaluasi dua parameter penting, yaitu berat jenis dan penyerapan air, yang keduanya merupakan indikator kunci dalam menentukan kualitas agregat alam untuk digunakan dalam campuran aspal. Hasil dari penelitian mengenai agregat alam fraksi 15-20 mm ini disajikan secara rinci dalam Tabel 2, yang mencakup nilai-nilai yang diperoleh dari pengujian tersebut serta analisis yang mendukung pemilihan agregat alam ini dalam aplikasi konstruksi.

Tabel 2 Pengujian Agregat Alam 15-20 mm (Penulis, 2025)

Pengujian	Hasil	Spesifikasi		Satuan
		Min.	Maks.	
Berat curah kering (<i>Bulk</i>)	2,383	2,50	-	Gram
Berat kering permukaan (SSD)	2,450	2,50	-	Gram
Berat semu	2,552	2,50	-	Gram
Penyerapan air	2,78		3,0	%

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, pada penyerapan air oleh agregat alam kasar fraksi 15-20 mm sebesar 2,78% yang sesuai dengan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018.

4.3. Pengujian Agregat Alam Fraksi 10-15

Pengujian agregat alam fraksi 10-15 mm dilakukan untuk mengevaluasi dua parameter penting, yaitu berat jenis dan penyerapan air, yang keduanya merupakan indikator kunci dalam menentukan kualitas agregat alam untuk digunakan dalam campuran aspal. Hasil dari penelitian mengenai agregat alam fraksi 10-15 mm ini disajikan secara rinci dalam Tabel 3, yang mencakup nilai-nilai yang diperoleh dari pengujian tersebut serta analisis yang mendukung pemilihan Agregat Alam ini dalam aplikasi konstruksi.

Tabel 3 Pengujian Agregat Alam 10-15 mm (Penulis, 2025)

Pengujian	Hasil	Spesifikasi		Satuan
		Min.	Maks.	
Berat curah kering (<i>Bulk</i>)	2,503	2,50	-	Gram
Berat kering permukaan (SSD)	2,554	2,50	-	Gram
Berat semu	2,638	2,50	-	Gram
Penyerapan air	2,05		3,0	%

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, pada penyerapan air oleh agregat alam kasar fraksi 10-15 mm sebesar 2,05% yang sesuai dengan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018.

4.4. Pengujian Agregat Alam Fraksi 5-10

Pengujian agregat alam fraksi 5-10 mm dilakukan untuk mengevaluasi dua parameter penting, yaitu berat jenis dan penyerapan air, yang keduanya merupakan indikator kunci dalam menentukan kualitas Agregat Alam untuk digunakan dalam campuran aspal. Hasil dari penelitian mengenai Agregat Alam alam fraksi 5-10 mm ini disajikan secara rinci dalam Tabel 4, yang mencakup nilai-nilai yang diperoleh dari pengujian tersebut serta analisis yang mendukung pemilihan Agregat Alam ini dalam aplikasi konstruksi.

Tabel 4 Pengujian Agregat Alam 5-10 mm (Penulis, 2025)

Pengujian	Hasil	Spesifikasi		Satuan
		Min.	Maks.	
Berat curah kering (<i>Bulk</i>)	2,686	2,50	-	Gram
Berat kering permukaan (SSD)	2,704	2,50	-	Gram
Berat semu	2,735	2,50	-	Gram
Penyerapan air	0,67		3,0	%

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, pada penyerapan air oleh agregat alam sedang fraksi 5-10 mm sebesar 0,67% yang sesuai dengan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018.

4.5. Pengujian Agregat Alam Fraksi 0-5

Pengujian agregat alam fraksi 5-10 mm dilakukan untuk mengevaluasi dua parameter penting, yaitu berat jenis dan penyerapan air, yang keduanya merupakan indikator kunci dalam menentukan kualitas agregat alam untuk digunakan dalam campuran aspal. Hasil dari penelitian mengenai agregat alam fraksi 5-10 mm ini disajikan secara rinci dalam Tabel 5, yang mencakup nilai-nilai yang diperoleh dari pengujian tersebut serta analisis yang mendukung pemilihan Agregat Alam ini dalam aplikasi konstruksi.

Tabel 5 Pengujian Agregat Alam 0-5 mm (Penulis, 2025)

Pengujian	Hasil	Spesifikasi		Satuan
		Min.	Maks.	
Berat curah kering (<i>Bulk</i>)	2,287	2,50	-	Gram
Berat kering permukaan (SSD)	2,308	2,50	-	Gram
Berat semu	2,337	2,50	-	Gram
Penyerapan air	0,9		3,0	%

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, pada penyerapan air oleh agregat alam halus fraksi 0-5 mm sebesar 0,9% yang sesuai dengan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018.

4.6. Pengujian Filler Flyash

Pengujian *filler flyash* sebagai bahan pengisi dilakukan dengan menganalisis dua parameter utama, yaitu berat jenis dan hasil ayakan, untuk memastikan kualitas dan kesesuaiannya dalam campuran aspal dalam tabel 6.

Tabel 6 Pengujian Berat Jenis Filler Flyash (Penulis, 2025)

Flyash	Satuan	Hasil
Berat benda uji (gr)	Gram	250
Berat piknometer (gr)	Gram	165,0
Berat piknometer yang berisi minyak tanah (gr)	Gram	586,4
Berat piknometer dengan benda uji dan minyak tanah (gr)	Gram	728,5
Berat jenis minyak tanah (gr/cm ³)	gr/cm ³	0,8
Berat jenis benda uji (gr/cm ³)	gr/cm ³	1,854

Nilai dari berat jenis *filler* menggunakan *Flyash* mendapatkan hasil 1,854 gr/cm³.

4.7. Pengujian Aspal

Pengujian aspal dilakukan di Laboratorium Transportasi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, mencakup berbagai parameter penting seperti titik nyala, titik bakar, penetrasi, berat jenis, dan titik lembek. Hasil dari pengujian ini dapat dijelaskan secara rinci dalam Tabel 7.

Tabel 7 Pengujian Aspal (Penulis, 2025)

Pengujian	Sat	Spesifikasi		Hasil
		Min.	Maks.	
Penetrasi	mm	60	70	64
Titik Nyala	°C	232	-	274
Titik Bakar	°C	232	-	276
Daktilitas	Cm	>100	-	100

Hasil pengujian aspal menunjukkan bahwa semua parameter yang diuji telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

5. Kesimpulan

Berdasarkan analisis karakteristik material dalam campuran AC-BASE yang menggunakan agregat alam, limbah keramik, *filler flyash*, dan aspal, kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Karakteristik limbah keramik yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa berat jenis bulk-nya adalah 2,128 gr/cm³, berat jenis kering permukaan sebesar 2,155 gr/cm³, dan berat jenis semu mencapai 2,187 gr/cm³. Selain itu, nilai penyerapan limbah keramik tercatat sebesar 1,3%. Nilai penyerapan air tersebut memenuhi persyaratan spesifikasi karena tidak melebihi batas maksimum yang ditetapkan sebesar 3%.
2. Hasil karakteristik Agregat Alam, *filler*, dan aspal adalah Agregat Alam Kasar (15–20 mm): nilai *bulk* 2,47 gr/cm³, kering permukaan 2,51 gr/cm³, semu 2,58 gr/cm³, dan penyerapan air 1,8%, Agregat Alam Kasar (10–15 mm): nilai *bulk* 2,58 gr/cm³, kering permukaan 2,62 gr/cm³, semu 2,68 gr/cm³, dan penyerapan air 1,54%, Agregat Alam Medium (5–10 mm): nilai *bulk* 2,38 gr/cm³, kering permukaan 2,44 gr/cm³, semu 2,53 gr/cm³, dan penyerapan air 2,51%, Agregat Alam Halus (0-5 mm): nilai curah kering 2,33 gr/cm³, curah jenuh kering permukaan 2,34 gr/cm³, semu 2,36 gr/cm³, dan penyerapan air 2,7%, memenuhi spesifikasi di bawah 3%. *Filler flyash*: Berat jenis 1,854 gr/cm³ yang memenuhi spesifikasi untuk bahan tambahan dalam campuran beraspal.

6. Ucapan Terima Kasih

Rasa syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, berkat Rahmatnya penulisan Jurnal MITRANS ini dapat di selesaikan oleh penulis dengan Baik. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Ibu Dr. Ir. Ari Widayanti, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing penulis yang telah meluangkan waktunya dalam memberikan bimbingan serta arahan dalam proses penyusunan Jurnal ini. Tidak lupa juga penulis ucapkan terimakasih kepada Dekan dan kepala Laboratorium, Kasub dan teknisi Laboratorium Perkerasan Jalan dan Transportasi Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya yang membantu penulis dalam memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian sampai penulisan jurnal ini selesai.

7. Referensi

- Abzari, A. W. (2024). *Studi Eksperimental Sifat Marshall Ac-Wc Menggunakan Tegel Sebagai Pengganti Sebagian Agregat.pdf*.
- Alfatari, F., Sari, E. P., & Fathurrahman. (2021). *Pengaruh Kuat Tekan Limbah Pecahan Keramik Sebagai Pengurangan Agregat Kasar dengan Variasi yang Berbeda*.
- Arliningtyas, S., & Nadia, N. (2017). Analisa Kelayakan Limbah Keramik Sebagai Pengganti Agregat Halus Untuk Campuran Aspal Beton Ditinjau Dari Nilai Stabilitas Marshall. *Konstruksia*, 8(1), 47. <https://doi.org/10.24853/jk.8.1.47-59>
- Astuti, N. D. (2018). *Pengelolaan dan Pemanfaatan Limbah Keramik Bayat Sebagai Alternatif Material Produk Kerajinan Tangan*. 1662.
- Gutama, D. S. L. W. (2023). *Jurnal Konstruksi Dan Infrastruktur Teknik Sipil dan Perencanaan*. XI(2), 89–100.
- Isra'din, M. (2023). *Pengaruh Penggantian Agregat Halus Dan Filler Dengan Limbah Keramik Terhadap Karakteristik Limbah Keramik Terhadap Karakteristik Marshall Campuran Ac-Bc*.
- Karacasulu, L. (2023). *Production And Characterization Of Ceramic Components Via Current Sintering TechniqueS A Thesis Submitted to. December*.
- Nofrianto, H., Wahab, W., Syofian, N., & Wardi, S. (2021). Kajian Bahan Pengisi (Filler) Pada Campuran Panas Aspal Agregat (AC-BC). *Menara Ilmu*, XV(01), 56–66. <https://jurnal.umsb.ac.id/index.php/menarailmu/article/view/2381>
- Putra, Kurnia Hadi; Wahdana, J. (2019). *Studi Eksperimental Penambahan Limbah Keramik Sebagai Agregat Halus Pada Campuran Laston (AC-WC) Terhadap Karakteristik Uji Marshall*. 8, 147–155.

- Widayanti, A., Asih, R., Soemitro, A., Ekaputri, J. J., & Suprayitno, H. (2018). Kinerja Campuran Aspal Beton dengan Reclaimed Asphalt Pavement dari Jalan Nasional di Provinsi Jawa Timur
Performances of Asphalt Concrete Contain Reclaimed Asphalt Pavement from National Road in East Java Province. In *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas* (Vol. 2, Issue 1).
- Widayanti, A., Soemitro, R. A. A., Ekaputri, J. J., & Suprayitno, H. (2018). Tinjauan Aspek Gradasi Reclaimed Asphalt Pavement Dari Jalan Nasional Provinsi Jawa Timur. *Seminar Nasional Ilmu Terapan*, 2(1), A09-1.
- Widianti, D. (2023). Pemanfaatan Limbah Keramik sebagai Pengganti Agregat Halus Pada Campuran Laston AC-BC. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Lingkungan*, 4(230), 210–224.
<https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JRSL/index>