

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

Karakteristik Limbah Keramik, Agregat Alam, dan Filler *Fly Ash* untuk campuran Lapis Aus *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*

Annisa Rosida ^a, Ari Widayanti ^b

^a Program Studi D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

^b Program Studi D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

email: ^aannisarosida.20002@mhs.unesa.ac.id, ^bariwidayanti@unesa.ac.id

INFO ARTIKEL

Sejarah artikel:

Menerima 31 Januari 2025

Revisi 13 Februari 2025

Diterima 24 Februari 2025

Online 28 April 2025

Kata kunci: *Limbah*

Keramik,

Agregat Alam,

Fly Ash,

AC-WC,

Bina Marga 2018

ABSTRAK

Pembangunan bidang infrastruktur jalan raya semakin berkembang. Penggunaan agregat alam sebagai material utama semakin masif namun keberadaannya juga semakin menipis. Disamping itu, pembangunan di bidang lain khususnya pembangunan rumah tinggal menghasilkan banyak limbah seperti limbah keramik yang mengganggu ekosistem lingkungan. Ditambah, terdapat bahan sisa peleburan batu bara yakni fly ash yang masih kurang upaya pemanfaatannya sehingga turut menyumbang polusi. Tujuan penelitian ini yakni untuk mengetahui karakteristik limbah keramik, material agregat alam, dan filler *fly ash* untuk campuran perkerasan pada Lapis Aus *Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)*. Hal ini dapat menjadi langkah awal usaha mengurangi penggunaan agregat alam dan upaya daur ulang limbah. Metode yang dipakai untuk penelitian ini berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Agregat yang diteliti antara lain limbah keramik, agregat alam fraksi 0-5, agregat medium fraksi 5-10, agregat kasar fraksi 10-15 dan *fly ash*. Hasil yang diperoleh adalah limbah keramik yang digunakan memiliki kadar penyerapan 1,21%, berat jenis curah kering 2,131 gr/cm³, berat jenis SSD 2,157 gr/cm³; dan berat jenis semu 2,188 gr/cm³. Hasil pengujian absorpsi agregat alam fraksi 10-15 mm yaitu sebesar 2,8%, agregat alam fraksi 5-10 mm sebesar 2,6%, dan agregat alam fraksi 0-5 mm sebesar 2,9%. Lalu hasil uji berat jenis *fly ash* yakni 1,854 gr/cm³ dan dinyatakan memenuhi untuk digunakan sebagai filler campuran benda uji lapis aspal beton AC-WC.

Characteristics of Ceramic Waste, Natural Aggregate, and Fly Ash Filler for Mixed Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)

ARTICLE INFO

Keywords:

Ceramic Waste, Natural Aggregate,

Fly Ash, AC-WC, Bina Marga 2018

ABSTRACT

The development of road infrastructure is increasingly developing. The use of natural aggregates as the main material is increasingly massive but its presence is also decreasing. Besides that, development in other fields, especially residential construction, produces a lot of waste such as ceramic waste which disrupts the environmental

Rosida, A., & Widayanti, A. (2025). Karakteristik Limbah Keramik, Agregat Alam, dan Filler Fly Ash untuk campuran Lapis Aus Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC). MITRANS: Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi, v3(n1), 61-69.

ecosystem. In addition, there is material left over from burning coal in the form of fly ash, which is still lacking in its utilization, thus contributing to pollution. This research aims to determine the characteristics of ceramic waste, natural aggregate materials, and fly ash filler for pavement mixtures on the Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC). This can be the first step in efforts to reduce the use of natural aggregates and waste recycling efforts. The method used for this research is based on the 2018 General Specifications for Bina Marga. The aggregates studied include ceramic waste, natural aggregate fraction 0-5, medium aggregate fraction 5-10, coarse aggregate fraction 10-15 and fly ash. The results obtained were that the ceramic waste used had an absorption rate of 1.21%, a dry bulk density of 2.131 gr/cm³, a surface dry saturated bulk density (SSD) of 2.157 gr/cm³; and an apparent specific gravity of 2.188 gr/cm³. The absorption test results for natural aggregates in the 10-15 mm fraction were 2.8%, natural aggregates in the 5-10 mm fraction were 2.6%, and natural aggregates in the 0-5 mm fraction were 2.9%. Then the test results for the specific gravity of fly ash were 1.854 gr/cm³ and it was declared suitable for use as a filler for AC-WC asphalt concrete (laston) test specimens.

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

1. Pendahuluan

Pembangunan konstruksi jalan di Indonesia setiap tahunnya senantiasa mengalami peningkatan jumlah dan volume. Pembangunan konstruksi jalan disesuaikan seiring dengan peningkatan banyaknya penduduk sehingga, hal ini berpengaruh pada peningkatan volume kendaraan untuk tiap akses jalan dan kawasan padat penduduk (A'yuni & Widayanti, 2023). Praktiknya, dalam pembangunan proyek konstruksi jalan tentunya banyak memerlukan eksploitasi agregat alam berupa batuan pecah sebagai material utama campuran perkerasan. Padahal jumlah agregat alam jumlahnya semakin terbatas. Keterbatasan terkait kuantitas agregat alam ini menimbulkan masalah yang perlu ditemukan solusi alternatif penanganannya.

Disisi lain, pada bidang konstruksi rumah huni menyisakan banyak limbah salah satunya limbah keramik. Limbah keramik yang didapatkan dari sisa proyek pembangunan rumah dan tingginya produksi industri keramik perlu dimanfaatkan. Tidak menutup kemungkinan limbah keramik berpotensi dipakai sebagai bahan pengganti agregat alam untuk campuran perkerasan. Limbah keramik memiliki potensi sebagai bahan campuran karena kandungan primer ketika penciptaan keramik ialah lempung tanah liat (*clay*), dimana *clay* mempunyai sifat elastisitas serta nilai plastis relatif besar, kekuatannya dapat stabil pada temperatur tinggi saat proses pencampuran agregat (Putra & Wahdana, 2019). Karena sifatnya, limbah keramik berpotensi untuk diteliti terkait penggunaannya sebagai bahan substitusi agregat halus dalam lapis aus (AC-WC). Keramik memiliki kandungan feldspar, kuarsa, dan kaolin. Feldspar yakni batuan penyusun pada keramik yang mengandung silica, sodium, potasium, dan alumina serta bersifat menurunkan titik bakar keramik. (Arliningtyas & Nadia, 2016). Kandungan tersebut dapat memudahkan pengolahan keramik sebagai campuran perkerasan.

Sementara itu, selain limbah keramik terdapat limbah lain yang perlu diteliti dan dimanfaatkan secara tepat yaitu *fly ash* dari sisa peleburan batu bara. *Fly ash* perlu dimanfaatkan dikarenakan limbah hasil pengolahan dan peleburan batu bara apabila dibiarkan secara menerus akan menyumbang polusi bagi lingkungan. Fly ash kelas F lazim digunakan untuk campuran dikarenakan sifatnya rendah kalsium dan bersifat pozzolan perlu ditambahkan batu kapur terhidrasi untuk menambah sifat semen pada fly ash (Widayanti dkk., 2018). *Fly ash* yang telah diberi perlakuan yang memiliki sifat fisis setara semen memungkinkan untuk dijadikan sebagai bahan pengisi campuran beraspal panas.

Paduan pemanfaatan limbah keramik dan fly ash tersebut menerapkan prinsip daur ulang limbah untuk mendukung program konstruksi hijau. Kedua bahan tersebut dijadikan sebagai bahan alternatif pengganti agregat alam untuk lapis AC-WC. Sehingga karakteristik materialnya harus sesuai dengan spesifikasi agar bisa memberikan daya dukung terbaik dalam lapis aus perkerasan

jalan. Karakteristik limbah keramik harus diuji kelayakannya untuk menggantikan agregat halus yg berasal dari alam dan menilai apakah cocok untuk menaikkan kualitas pada parameter marshall campuran lapis aspal.

Oleh karena itu berpijak pada permasalahan diatas maka penelitian mengenai “Karakteristik Limbah Keramik sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus untuk campuran Lapis Aus *Asphalt Concrete* – *Wearing Course* (AC-WC)” penting dilakukan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Lapis Aus atau *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC)

Lapis Aus atau *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC) diartikan sebagai lapis permukaan yang diperlukan sebagai penahan beban lalu lintas selain fungsi nya sebagai lapis penahan air, tahan iklim cuaca dan kekesatan pada konstruksi jalan (Ing & Sebastian, 2020). Tata letak lapis aus (AC-WC) berada di posisi teratas maka kedekatan terhadap air memegang peran penting agar air tidak banyak masuk ke celah atau pori sehingga mengganggu kinerja Laston AC-WC. Lapis AC-WC juga harus memenuhi syarat minimum stabilitas agar perkerasannya mampu menahan beban utama lalu lintas untuk diteruskan pada lapis jalan dibawahnya.

2.2. Agregat Kasar

Agregat kasar yang dipilih merupakan tipe agregat yang wajib bersifat bersih, keras, awet, bebas dari lempung atau bahan yang tidak diinginkan sejenisnya, serta wajib memenuhi spesifikasi SNI (Sukirman, 2016). Agregat kasar yang tertahan atau tidak dapat lolos di saringan 4,75 mm harus meliputi partikel material batu pecah yang sesuai standarisasi dalam tabel gradasi SNI (PUPR, 2018).

2.3. Agregat Halus

Agregat halus yang berhasil lolos saringan 4,75 mm harus meliputi batu pecah gradasi halus dan partikel pasir alami dan partikel lembut lainnya yang memenuhi persyaratan dalam tabel gradasi SNI (PUPR, 2018). Agregat halus selayaknya terhindar dari material pengganggu seperti dedaunan kering dan tanah.

2.4. Limbah Keramik

Limbah diartikan sebagai buangan yang disisakan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumahan) yang umum disebut sampah, serta keberadaannya pada saat dan lokasi tertentu tidak diinginkan lingkungan karena tidak bernilai jual (Faizah, dkk., 2022). Sedangkan keramik ialah sekumpulan benda yang terbentuk dari pengolahan tanah lempung lalu dimodifikasi dengan teknik tertentu sehingga dihasilkanlah produk sesuai dengan kehendak pengrajin yang memproduksinya (Yustana, 2018). Limbah keramik berpotensi digunakan sebagai bahan campuran karena kandungan primer dalam penciptaan keramik yaitu lempung (*clay*), dimana *clay* memiliki sifat *flexibility* dan elastisitas yang besar dan daya kekuatannya mampu stabil pada temperatur tinggi saat proses pencampuran agregat (Putra & Wahdana, 2019). Bahan penyusun lain yang ada di dalam keramik juga terbukti menjaga suhu keramik agar tetap stabil saat berada pada titik bakar.

2.5. Filler Fly Ash

Filler ialah material penutup yang mengisi rongga pada campuran (*Void in The Mix*) yang memiliki butiran halus serta memiliki fungsi sebagai pengurang rongga udara dan peningkatan stabilitas campuran (Saleh, 2018). Limbah padat *fly ash* memiliki arti lain yakni *pozzolonic material* dikarenakan memiliki kandungan silika oksida (SiO_2), alumina oksida (Al_2O_3) dan besi oksida (Fe_2O_3) (Haspiadi, dkk., 2021). Dapat dilakukan penelitian lanjutan terkait kesesuaian karakteristik *fly ash* untuk dilibatkan dalam proses pembuatan campuran beraspal panas.

2.6. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang secara khusus menguji karakteristik limbah keramik sebagai bahan substitusi agregat halus masih jarang ditemukan. Kumpulan kajian penelitian terdahulu diperlukan

guna bahan perbandingan dan acuan penelitian. Berikut rangkuman dari studi literatur penelitian terdahulu yang terkumpul tertera dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Himpunan Studi Literatur Terdahulu Mengenai Karakteristik Agregat (Analisis Data Penelitian Penulis, 2024)

Judul Jurnal, Nama, dan Tahun	Bahan	Hasil Pengujian Agregat Alam	Hasil Pengujian Limbah Keramik dan Fly Ash
Analisa Karakteristik Campuran Aspal Menggunakan Limbah Keramik (Swardana dkk., 2022)	Agregat Kasar Agregat Halus berupa pasir Filler (Fly Ash) Limbah Keramik (pengganti agregat kasar dan halus)	Agregat Halus (pasir) Penyerapan=2,80% Berat Jenis <i>Bulk</i> = 3,08 Bderat Jenis SSD = 3,28 Berat Jenis <i>Apparent</i> = 2,93 Agregat Kasar Penyerapan= 0,27% Berat Jenis <i>Bulk</i> = 2,9 Bderat Jenis SSD = 2,91 Berat Jenis <i>Apparent</i> = 2,93	-
Waste Not, Want Not: Sustainable Use of Anti-Stripping-Treated Waste Ceramic in Superpave Asphalt Mixtures (Al-Kheetan, 2023)	Aspal Pen 60/70 Agregat batu kapur (agregat kasar dan halus) Limbah keramik (substitusi agregat halus dan filler)	Agregat Kasar Berat Jenis = 2,635 gr/cm ³ Penyerapan = 1,9% Agregat Halus Berat Jenis = 2,557 gr/cm ³ Penyerapan = 2,7%	Limbah Keramik Berat Jenis Keramik = 2,501 gr/cm ³ Penyerapan keramik = 4,9%
Penggunaan bahan pengisi (filler) serbuk keramik, ditinjau dari parameter marshall Pada Lapis Aspal Beton (Laston) (Arif, 2013)	Aspal keras penetrasi 60/70 Agregat kasar Agregat halus Filler (serbuk keramik)	Agregat Kasar (rata-rata) Berat Jenis (<i>Bulk</i>) 2,60 gr/cm ³ Berat Jenis SSD 2,65 gr/cm ³ Berat Jenis Semu 2,74 gr/cm ³ Penyerapan 1,97% Keausan 16,58%	-
Penggunaan Limbah Serbuk Keramik Sebagai Filler Pada Campuran Hot Rolled Sheet - Wearing Course (HRS-WC) (Gutama et al., 2022)	Aspal Pen 60/70 Agregat kasar Agregat halus Filler (Serbuk Keramik)	Coarse Aggregates Berat Jenis (<i>Bulk</i>) 2,54 gr/cm ³ Berat Jenis SSD 2,58 gr/cm ³ Berat Jenis <i>Apparent</i> 2,65 gr/cm ³ Penyerapan 1,68% Medium Aggregates Berat Jenis (<i>Bulk</i>) 2,53 gr/cm ³ Berat Jenis SSD 2,59 gr/cm ³ Berat Jenis <i>Apparent</i> 2,71 gr/cm ³ Penyerapan 2,59% Fine Aggregates Berat Jenis (<i>Bulk</i>) 2,51 gr/cm ³ Berat Jenis SSD 2,59 gr/cm ³ Berat Jenis <i>Apparent</i> 2,79 gr/cm ³ Penyerapan 2,88%	Serbuk Keramik Berat Jenis (<i>Bulk</i>) 2,51 gr/cm ³ Berat Jenis SSD 2,57 gr/cm ³ Berat Jenis <i>Apparent</i> 2,75 gr/cm ³ Penyerapan 2,48%
Pengaruh Penambahan Bahan Pengisi (Filler) Fly Ash Terhadap Campuran Aspal Beton Lapis Aus (Asphalt Concrete Wearing Course/Ac-Wc) (Al Qurny,dkk., 2022)	Aspal Pen 60/70 Agregat Kasar Agregat Halus Filler Fly Ash		Filler Fly Ash Material lolos saringan No.200 = 77,09%

3. Metode Penelitian

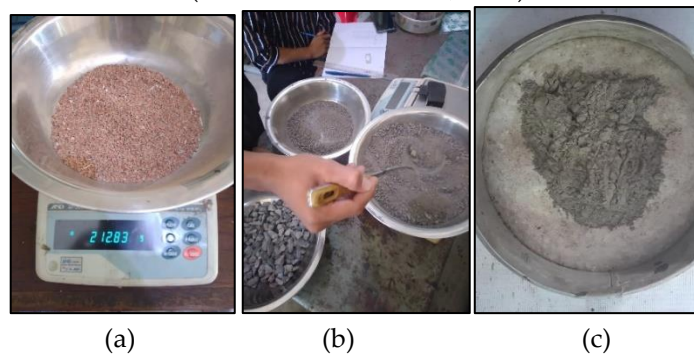
Metode yang dipakai dalam penelitian ini merupakan metode eksperimental berbasis lab. Metode ini melibatkan beberapa tahapan dalam laboratorium untuk ditemukan hasil dan mencocokkan nilai yang didapatkan selama proses pengujian dengan ambang batas nilai persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Peneliti mengumpulkan data primer berupa observasi serta pengujian langsung karakteristik material yang akan digunakan. Peneliti juga mengusung data tambahan berupa studi literatur. Data yang diperoleh berupa data sekunder yang terkait dengan pemanfaatan limbah keramik untuk substitusi agregat halus pada lapis aspal beton. Pengujian dan nilai karakteristik agregat yang dipakai mengacu pada ketentuan atau spesifikasi teknis Bina Marga. Data yang dikumpulkan bervariasi mulai dari pemanfaatan limbah keramik sebagai agregat halus, agregat kasar, serta filler.

3.1. Alat dan Material

Alat yang digunakan untuk mendukung kelancaran penelitian antara lain saringan berdasarkan ukuran butir kelolosan, timbangan untuk menentukan berat agregat, dan oven untuk mengeringkan agregat setelah proses pencucian. Kemudian, material yang dipakai dalam penelitian yakni limbah keramik, agregat alam (kasar, medium, halus), dan filler *fly ash*. Adapun material dan alat yang dibutuhkan dalam penelitian ialah sebagai berikut.



Gambar 1. Alat Penelitian: (a) Satu Set Saringan; (b) Oven; dan (c) Timbangan Digital (Dokumentasi Pribadi, 2024)



Gambar 2. Material: (a) Limbah Keramik; (b) Agregat Alam; dan (c) Fly Ash (Dokumentasi Pribadi, 2024)

3.2. Tahap Pengujian

Pengujian Agregat Kasar:

- Agregat kasar ditimbang seberat 1500 gram. Kemudian dibersihkan atau dicuci dengan air mengalir agar terpisah dari kotoran dan debu.
- Rendam agregat kasar 24 Jam pada suhu ruang. Lalu keluarkan.
- Lap agregat kasar hingga air di permukaan hilang. Kemudian ditimbang sebagai berat benda uji kering yang permukaan-jenuh.
- Timbang benda uji dalam air dengan bantuan keranjang yang diikat pada timbangan.
- Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam lalu dikeluarkan.
- Tunggu dingin, lalu timbang sebagai berat benda uji kering oven.

Pengujian Agregat Halus, Limbah Keramik dan Filler Fly Ash:

- Agregat halus ditimbang seberat 500 gram, limbah keramik 500 gram, dan untuk filler 250 gram.
- Masukkan air bersih murni hingga nampak terisi 90% dari tabung piknometer, setelahnya kocok/putarlah sembari diguncangkan hingga tak ditemui gelembung udara di tabung pikno. lalu tambah lagi air sampai pada batas.
- Timbang berat piknometer yang berisi air dan benda uji. Lalu keluarkan dari piknometer.
- Keringkan memakai oven pada temperatur $110^{\circ}\text{C} \pm 5$ selama 24 jam.
- Selanjutnya, keluarkan benda uji dari oven lalu ditunggu hingga suhu turun sehingga tidak merusak atau mempengaruhi timbangan, lalu bahan uji ditimbang
- Timbang berat piknometer berisi air suling penuh.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Karakteristik Limbah Keramik

Limbah keramik yang digunakan untuk pengujian karakteristik material dalam penelitian ini didapatkan dari sekumpulan limbah Industri Keramik dan sisa pembangunan di daerah Bambe, Kecamatan Driyorejo, Gresik. Limbah keramik dihimpun kemudian dipecah menjadi fraksi yang lebih kecil sebelum dilakukan pengujian.

Pengujian keramik (limbah sisa) yang tujuannya digunakan untuk material substitusi agregat halus di campuran AC-WC, maka pengujiannya harus berpedoman pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi Kedua untuk material agregat halus. Hasil uji penyerapan dan berat jenis limbah keramik tertera pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Tabel Pengujian Karakteristik Limbah Keramik (Analisis Data Penelitian Penulis, 2024)

Keramik	Hasil Pengujian I	
Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan	(gr)	500
Berat benda uji kering oven	(gr)	494
Berat piknometer yang berisi air penuh	(gr)	689,1
Berat piknometer berisi benda uji dan air sampai batas pembacaan	(gr/cm ³)	957,3
Berat jenis curah kering	(gr/cm ³)	2,131
Berat jenis curah jenuh kering permukaan	(gr/cm ³)	2,157
Berat jenis semu	(gr/cm ³)	2,188
Penyerapan	(%)	1,21

Hasil pengujian penyerapan yang dilakukan untuk agregat keramik diketahui sebesar 1,21%. Hasil tersebut dinyatakan memenuhi spesifikasi penyerapan agregat SNI 1969:2008, karena ambang batas maksimum penyerapan agregat adalah 3%.

Diketahui disimilaritas hasil antara penelitian ini dengan penelitian milik (Al-Kheetan, 2023) dikarenakan perbedaan perlakuan sebelum proses pengujian. Dalam penelitiannya limbah keramik sebelumnya tidak disortir jenisnya antara keramik murni, granit, atau marmer. Sedangkan penelitian oleh (Gutama et al., 2022) selaras dengan penelitian ini dengan nilai penyerapan 2,48% yang artinya tidak melebihi dari 3% sesuai spesifikasi.

4.2. Karakteristik Agregat Alam

Agregat alam yang diperoleh dari PT. Bumindo Sakti berupa batu pecah yang terdiri atas tiga kelompok ukuran berbeda. Pengujian agregat alam didapati bahwa agregat alam berupa batu pecah terbagi atas tiga fraksi yang digunakan untuk bahan campuran lapis aspal beton AC-WC. Fraksi yang dipakai yakni Coarse Aggregates (CA) 10-15 mm, Medium Aggregates (MA) 5-10 mm, dan Fine Aggregates (FA) 0-5 mm. Dengan pengujian yang telah dilakukan maka

karakteristik dan sifat fisis agregat dapat diketahui. Hasil uji absorpsi/penyerapan beserta berat jenis agregat alam tiap fraksi dapat diketahui dalam Tabel 3 hingga Tabel 5 berikut.

Tabel 3. Nilai Penyerapan dan Berat Jenis Agregat Kasar (Fraksi 10-15mm) (Analisis Data Penelitian Penulis, 2024)

Agregat Kasar (Fraksi 10-15)		Sampel Uji			Rata-rata	Spesifikasi	
Pengujian	Satuan	I	II	III		Min.	Maks.
Berat benda uji kering oven	(gr)	1491,7	1490,8	1489,7	1490,73		
Berat benda uji kering permukaan (SSD)	(gr)	1539,4	1530,8	1525,4	1531,86		
Berat benda uji di dalam air	(gr)	915,0	925	920	920		
Berat jenis <i>bulk</i>	(gr/cm ³)	2,389	2,461	2,461	2,44	2,5	-
Berat jenis kering permukaan	(gr/cm ³)	2,465	2,527	2,520	2,50	2,5	-
Berat jenis semu	(gr/cm ³)	2,587	2,635	2,615	2,61	2,5	-
Penyerapan	(%)	3,20	2,68	2,40	2,8	-	3%

Tabel 4. Nilai Penyerapan dan Berat Jenis *Medium Aggregates* (Fraksi 5-10mm) (Analisis Data Penelitian Penulis, 2024)

Agregat Medium (Fraksi 5-10)		Sampel Uji			Rata-rata	Spesifikasi	
Pengujian	Satuan	I	II	III		Min.	Maks.
Berat benda uji kering oven	(gr)	1484,9	1483,6	1484,9	1484,46		
Berat benda uji kering permukaan (SSD)	(gr)	1549,3	1508,2	1510	1525,83		
Berat benda uji dalam air	(gr)	915,0	941	928,1	928,033		
Berat jenis <i>bulk</i>	(gr/cm ³)	2,341	2,616	2,55	2,50	2,5	-
Berat jenis kering permukaan	(gr/cm ³)	2,443	2,659	2,595	2,57	2,5	-
Berat jenis semu	(gr/cm ³)	2,606	2,734	2,667	2,67	2,5	-
Penyerapan	(%)	4,34	1,66	1,69	2,6	-	3%

Tabel 5. Nilai Penyerapan dan Berat Jenis *Fine Aggregates* (Fraksi 0-5 mm) (Analisis Data Penelitian Penulis, 2024)

Agregat Halus (Fraksi 0-5)		Sampel Uji			Rata-rata	Spesifikasi	
Pengujian	Satuan	I	II	III		Min.	Maks.
Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan	(gr)	500	500	500	500		
Berat benda uji kering oven	(gr)	466,5	495,4	497,5	486,46		
Berat piknometer berisi air penuh	(gr)	691,1	690,8	692,9	691,6		
Berat piknometer berisi benda uji dan air sampai batas pembacaan	(gr/cm ³)	976,9	861,4	982,7	940,33		-
Berat jenis curah kering	(gr/cm ³)	2,178	1,504	2,367	2,02	2,5	-
Berat jenis curah jenuh kering permukaan	(gr/cm ³)	2,334	1,518	2,379	2,08	2,5	-
Berat jenis semu	(gr/cm ³)	2,582	1,525	2,395	2,17	2,5	
Penyerapan	(%)	7,2	0,9	0,5	2,9	-	3%

Hasil pengujian penyerapan agregat alam fraksi 10-15 mm yaitu sebesar 2,8%, agregat alam fraksi 5-10 mm sebesar 2,6%, dan agregat alam fraksi 0-5 mm sebesar 2,9%. Ketiga fraksi agregat alam tersebut berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa hasil rata-rata pengujian kadar penyerapan agregat semuanya memenuhi yang disyaratkan SNI 1969:2008 yakni maksimum 3%.

4.3. Karakteristik Fly Ash

Bahan pengisi yang dipakai dalam penelitian ini yakni filler *fly ash* kelas F. Pengujian filler dilakukan untuk mengetahui berat jenis bahan pengisi. Hasil pengujian fly ash dapat diketahui dalam Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Pengujian Filler Fly Ash (Analisis Data Penelitian Penulis, 2024)

Fly Ash		
Berat benda uji	(gr)	250
Berat piknometer	(gr)	166,5
Berat piknometer yang berisi minyak tanah	(gr)	586,7
Berat piknometer dengan benda uji dan minyak tanah	(gr)	728,8
Berat jenis minyak tanah	(gr/cm ³)	0,8
Berat jenis benda uji	(gr/cm ³)	1,854

Berdasarkan pengujian diatas maka, berat jenis *fly ash* sebesar 1,854 gr/cm³ memenuhi untuk digunakan sebagai bahan pengisi campuran benda uji lapis aspal beton (laston) AC-WC. Berat jenis filler fly ash telah memenuhi standar dari SNI 03-2531-1991.

Sehingga, secara garis besar limbah keramik layak dipakai sebagai bahan alternatif pengganti agregat halus pada perkerasan AC-WC dikarenakan karakteristiknya sesuai dengan persyaratan oleh Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Fly ash juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengisi (filler) karena karakteristik filler fly ash telah memenuhi standar dari SNI 03-2531-1991.

5. Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil dari penelitian yang dikaji, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Karakteristik agregat limbah keramik yang dipakai dalam penelitian ini mempunyai berat jenis curah kering 2,131 gr/cm³ berat jenis SSD 2,157 gr/cm³; dan berat jenis semu 2,188 gr/cm³. Nilai *absorpsi*/penyerapan limbah keramik sebesar 1,2% dan memenuhi spesifikasi yang disyaratkan untuk dapat digunakan dalam campuran yaitu maksimal 3%.
- Karakteristik agregat alam dari agregat kasar hingga halus secara keseluruhan memenuhi spesifikasi yakni dengan rata-rata penyerapan untuk agregat kasar 2,8%; penyerapan agregat medium (sedang) 2,6%; dan penyerapan agregat halus 2,9%. Seluruhnya memenuhi spesifikasi karena tidak melebihi 3%.
- Karakteristik filler *fly ash* yang digunakan memiliki berat jenis sebesar 1,854 gr/cm³. Artinya *fly ash* memenuhi untuk digunakan sebagai bahan pengisi campuran benda uji lapis aspal beton (laston) AC-WC.

6. Ucapan Terima Kasih

Atas segala limpahan berkat dan rahmat Allah SWT, Penulis mengucapkan rasa syukur karena telah berhasil menyelesaikan penulisan jurnal penelitian secara baik. Penulis mengucapkan terima kasih utamanya untuk orang tua penulis yang senantiasa memberikan doa beserta dukungan, dosen pembimbing penulis yaitu Ibu Ari Widayanti yang sabar memberikan masukan, rekan seperjuangan penulis, dan orang-orang terkasih yang senantiasa ada selama proses penelitian yang belum mampu disebutkan satu-persatu. Harapannya penelitian ini bisa menjadi manfaat kepada pembaca sebagai penambah wawasan. Penulis sadar jika tulisan ini belum cukup komplit karenanya kritik serta saran positif sangat diharapkan guna penyempurnaan pengaplikasian kedepannya.

7. Referensi

- A'yuni, H. E. P., & Widayanti, A. (2023). Pengaruh Pemanfaatan Abu Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Pengisi (Filler) pada Campuran Aspal Lapis AC-WC (Asphalt Concrete-Wearing Course). *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*, 1(1), 107–119.

- Al-Kheetan, M. J. (2023). Waste Not, Want Not: Sustainable Use of Anti-Stripping-Treated Waste Ceramic in Superpave Asphalt Mixtures. *Sustainability (Switzerland)*, 15(9). <https://doi.org/10.3390/su15097579>
- Al Qurny, A. U., Hagni Puspito, I., & Tinumbia, N. (2022). Pengaruh Penambahan Bahan Pengisi (Filler) Fly Ash Terhadap Campuran Aspal Beton Lapis Aus (Asphalt Concrete Wearing Course/Ac-Wc). *Jurnal ARTESIS*, 2(1), 87–97. <https://doi.org/10.35814/artesis.v2i1.3766>
- Arif, M. S. (2013). Penggunaan bahan pengisi (filler) serbuk keramik, ditinjau dari parameter marshall Pada Lapis Aspal Beton (Laston). *Jurnal Rekaya Sipil*, 1(1), 27–35.
- Arliningtyas, S., & Nadia. (2016). Analisa Kelayakan Limbah Keramik Sebagai Pengganti Agregat Halus Untuk Campuran Aspal Beton Ditinjau Dari Nilai Stabilitas Marshall. *Konstruksia*, 47–60.
- Faizah, M., Rizky, A., Zamroni, A., & Khasan, U. (2022). Pembuatan Briket sebagai Salah Satu Upaya Pemanfaatan Limbah Pertanian Bonggol Jagung di Desa Tampingmojo. *Jumat Pertanian: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(2), 65–68. <https://doi.org/10.32764/abdimasper.v3i2.2863>
- Gutama, D. S. L., Galuh, D. L. C., & Permana, D. I. (2022). Penggunaan Limbah Serbuk Keramik Sebagai Filler Pada Campuran Hot Rolled Sheet - Wearing Course (HRS-WC). *Jurnal Konstruksi Dan Infrastruktur*, X(1), 1–6. <https://jurnal.ugj.ac.id/index.php/Konstruksi/article/view/6586/2754>
- Haspiadi, Fitriani, & Budiarja, Y. (2021). Pengaruh Aktivasi Kimia Terhadap Adsorben Fly Ash Batubara untuk Penyerap Polutan Emisi Gas Buang. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 15(1), 65. <https://doi.org/10.26578/jrti.v15i1.6880>
- Ing, T. L., & Sebastian, Y. (2020). *Studi Penggunaan Pecahan Dinding Bangunan Pada Beton Lapis Aus*. 4247(65), 75–81.
- PUPR, K. (2018). Spesifikasi Umum Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan Revisi 1. In *Edaran Dirjen Bina Marga Nomor 02/SE/Db/2018* (Issue September, pp. 1–199).
- Putra, K. H., & Wahdana, J. (2019). Studi Eksperimental Penambahan Limbah Keramik Sebagai Agregat Halus Pada Campuran Laston (AC-WC) Terhadap Karakteristik Uji Marshall. *Paduraksa*, 8(2), 147–155.
- Saleh, A. (2018). Pengaruh Penggunaan Zeolit Alam Sebagai Filler Pada Campuran AC-BC Ditinjau Dari Nilai Vitm. *SIKLUS: Jurnal Teknik Sipil*, 4(1), 36–42. <https://doi.org/10.31849/siklus.v4i1.997>
- Sukirman, S. (2016). Beton Aspal Campuran Panas. In *Institut Teknologi Nasional* (Vol. 53, Issue 9).
- Swardana, R., Sari, Y. A., & Pamadi, M. (2022). Analisa Karakteristik Campuran Aspal Menggunakan Limbah Keramik. *Pilar Jurnal Teknik Sipil*, 17(02), 67–73.
- Widayanti, A., Asih Aryani Soemitro, R., Suprayitno, H., & Jaya Ekaputri, J. (2018). Characterization and compressive strength of fly ash based-geopolymer paste. *MATEC Web of Conferences*, 195, 1–11. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819501023>
- Yustana, P. (2018). *Mengenal Keramik* (pp. 1–82). Isi Press.