

Tersedia online di [www.journal.unesa.ac.id](http://www.journal.unesa.ac.id)Halaman jurnal di [www.journal.unesa.ac.id/index.php/mitrans](http://www.journal.unesa.ac.id/index.php/mitrans)

## Karakteristik *Recycled Concrete Aggregates* (RCA) dan Material Lainnya Pada Lapisan *Asphalt Concrete Base Course* (AC-BASE)

Bagas Adzan Putra Sukaryo <sup>a</sup>, Ari Widayanti <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Program Studi D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

<sup>b</sup> Program Studi D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

email: <sup>a</sup>[bagasadzan.200013@unesa.ac.id](mailto:bagasadzan.200013@unesa.ac.id), <sup>b</sup>[ariwidayanti@unesa.ac.id](mailto:ariwidayanti@unesa.ac.id)

### INFO ARTIKEL

**Sejarah artikel:**

Menerima 31 Januari 2025

Revisi 18 Februari 2025

Diterima 24 Februari 2025

Online 28 April 2025

**Kata kunci:**

RCA

AC-BASE

Material

Perkerasan

Karakteristik

### ABSTRAK

Penelitian ini mengevaluasi karakteristik *Recycled Concrete Aggregates* (RCA) dan material lainnya pada campuran *Asphalt Concrete Base Course* (AC-BASE). Pengujian dilakukan untuk menentukan berat jenis dan penyerapan air. RCA memiliki berat jenis *bulk* 2,055 gr/cm<sup>3</sup> dan penyerapan air 4,60%. Agregat kasar (15-20mm) memiliki berat jenis *bulk* 2,383 gr/cm<sup>3</sup> dan penyerapan air 2,83%, agregat kasar (10-15mm) memiliki berat jenis *bulk* 2,552 gr/cm<sup>3</sup> dan penyerapan air 1,96%, agregat sedang (5-10mm) memiliki berat jenis *bulk* 2,727 gr/cm<sup>3</sup> dan penyerapan air 0,2%, agregat halus (0-5mm) memiliki berat jenis *bulk* 2,329 gr/cm<sup>3</sup> dan penyerapan air 0,8%. *Fly Ash* memiliki berat jenis 1,871 gr/cm<sup>3</sup> dan aspal memiliki penetrasi 65 pada 25°C. RCA memiliki penyerapan air yang besar, diperlukan penggunaan bahan pengikat tambahan untuk mengurangi efek dari penyerapan air. Penggunaan RCA dapat memberikan daya ikat aspal, meningkatkan kekuatan dan stabilitas dalam perkerasan jalan. RCA layak digunakan dalam campuran AC-BASE karena memberikan dampak yang ramah lingkungan dan mengurangi ketergantungan pada agregat alam.

## Characteristics of *Recycled Concrete Aggregates* (RCA) and Other Materials in *Asphalt Concrete Base Course* (AC-BASE) Layer

### ARTICLE INFO

**Keywords:**

RCA

AC-BASE

Material

Pavement

Characteristics

### ABSTRACT

This study evaluate the characteristics of *Recycled Concrete Aggregates* (RCA) and other materials in *Asphalt Concrete Base Course* (AC-BASE) mixtures. Tests were conducted to determine the specific gravity and water absorption. RCA has bulk specific gravity of 2.055 gr/cm<sup>3</sup> and water absorption of 4.60%. coarse aggregate (15-20mm) has a average bulk specific gravity of 2.383 gr/cm<sup>3</sup> and water absorption of 2.83%, coarse aggregate (10-15mm) has bulk specific gravity of 2.552 gr/cm<sup>3</sup> and water absorption of 1.96%, medium aggregate (5-10mm) has a bulk specific gravity of 2.727 gr/cm<sup>3</sup> and water absorption of 0.2%, fine aggregate (0-5mm) has a bulk specific gravity 2.329 gr/cm<sup>3</sup> and water absorption of 0.8%. *Fly Ash* has a specific gravity of 1.871 gr/cm<sup>3</sup> and asphalt has a penetration of 65 at 25°C. although RCA has high water absorption, The impact of water absorption can be minimized through the application of additional binders. Utilizing RCA enchances asphalt adhesion, improves strength, and increases pavement

Sukaryo, B. A. P., & Widayanti, A. (2025). Karakteristik *Recycled Concrete Aggregates (RCA)* dan Material Lainnya Pada Lapisan *Asphalt Concrete Base Course (AC-BASE)*. MITRANS: *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*, v3(n1), 70 -7.

*stability. RCA is feasible to use in AC-BASE mixes as it provides an environmentally friendly impact and reduces dependence on natural aggregates.*

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

## 1. Pendahuluan

Infrastruktur jalan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan semakin penting dalam penggunaan modern. Pendekatan yang sedang diteliti untuk mencapai tujuan ini adalah material daur ulang, khususnya *Recycled Concrete Aggregates (RCA)*. *RCA* merupakan agregat yang diperoleh dari beton hasil pembongkaran bangunan atau hasil uji coba beton yang tidak digunakan. Karakteristik *RCA* pada lapisan *Asphalt Concrete Base Course (AC-BASE)* dapat mengurangi penggunaan agregat alam dan dampak negatif terhadap lingkungan. Penggunaan *RCA* dalam campuran aspal dapat meningkatkan stabilitas dan durabilitas perkerasan jalan (Subagyo & Indramaha, 2019).

Karakteristik material yang digunakan campuran aspal akan mempengaruhi kinerja perkerasan jalan. Kualitas material yang baik penting untuk memastikan performa optimal dari campuran aspal (Hardiyatmo H. C, 2015). Pada hal ini *RCA* memiliki permukaan yang lebih kasar dibandingkan agregat alam, yang meningkatkan ikatan dengan aspal (Adiestia, 2023). *RCA* memiliki kelemahan berupa berat jenis yang lebih rendah serta kemampuan peyerapannya lebih tinggi. Nilai berat jenis rendah dan penyerapan air yang tinggi dapat mempengaruhi durabilitas dan stabilitas pada campuran.

Material pendukung lain yang digunakan dalam campuran *AC-BASE* meliputi agregat (kasar, sedang, halus), *Fly Ash*, dan aspal. Agregat kasar dan sedang berfungsi sebagai tulangan utama yang memberikan kekuatan struktur pada campuran. Agregat halus berperan dalam mengisi celah di antara butiran agregat kasar dan halus. *Filler Fly Ash* digunakan untuk meningkatkan kepadatan dan stabilitas campuran (Sadillah, dkk., 2018). Aspal berfungsi sebagai bahan pengikat dan memberikan ketahanan terhadap air.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik dari setiap material penyusun campuran *AC-BASE*. penelitian ini diharapkan dapat mengetahui komposisi optimal yang menghasilkan kinerja perkerasan yang baik dan stabil.

## 2. State of the Art

Penggunaan *Recycled Concrete Aggregates (RCA)* dalam campuran aspal menjadi topik penelitian yang menarik dalam beberapa terakhir ini. Studi dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik *RCA* sebagai substitusi agregat kasar dalam berbagai jenis lapisan perkerasan jalan. Berikut beberapa penelitian yang membahas tentang studi kasus ini:

1. (Andhikhatama, dkk., 2013) meneliti karakteristik campuran *AC-WC* dengan penambahan *RCA* pada berbagai persentase, yaitu 0%, 20%, 40%, 60%, 80%. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan pada Stabilitas, *Marshall Quotient*, dan *VMA*, sementara *VIM* mengalami kenaikan yang signifikan, dan *Flow* mengalami penurunan seiring dengan peningkatan kadar *RCA*. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan *RCA* dapat meningkatkan dan mempengaruhi beberapa aspek kinerja campuran beraspal.
2. (Subagyo & Indramaha, 2019) melakukan penelitian terhadap kinerja Marshall campuran *AC-BC* variasi *RCA* 0%, 5%, 10%, 15%. Hasil ini menunjukkan bahwa parameter Stabilitas, *VMA*, *VIM*, dan *Marshall Quotient* meningkat. Nilai parameter *Flow* dan *VFA* terjadi penurunan dengan penambahan *RCA*. Hal ini menunjukkan bahwa *RCA* berpotensi menggantikan

agregat kasar dalam campuran tetapi tetap mempertimbangkan penyesuaian untuk mengoptimalkan kinerjanya.

3. (Imannurohman, dkk., 2021) melakukan penelitian bahwa *RCA* memiliki potensi untuk memberikan kinerja yang lebih baik daripada agregat alam dalam hal daya tahan dan kekuatan. *RCA* memiliki kadar pori lebih tinggi yang mempengaruhi stabilitas dan daya tahan campuran.
4. (Sutrisno, dkk., 2021) melakukan penelitian bahwa pentingnya pemilihan kualitas *RCA* untuk memastikan kinerja campuran. Penggunaan *RCA* berkontribusi mengurangi pemakaian sumber daya alam.
5. (Raffles & Umar, 2023) menyatakan bahwa *RCA* memiliki permukaan kasar daripada agregat alam yang dapat meningkatkan daya ikat dengan aspal. Pengendalian kualitas material *RCA* penting untuk memastikan kinerja campuran memenuhi standar yang ditetapkan.

### 2.1. *Recycled Concrete Aggregates (RCA)*

*Recycled Concrete aggregates (RCA)* adalah material daur ulang yang diperoleh dari limbah beton hasil pembongkaran bangunan atau sisa produksi uji beton. *RCA* memiliki beberapa karakteristik yang mempengaruhi kinerja campuran aspal termasuk berat jenis, penyerapan air, dan permukaan *RCA*. Massa jenis *RCA* lebih rendah daripada agregat lainnya, sementara porositas dan penyerapan air *RCA* lebih besar mengakibatkan agregat menahan banyak air di dalam pori-porinya daripada agregat alam (Mcneil & Kang, 2013).

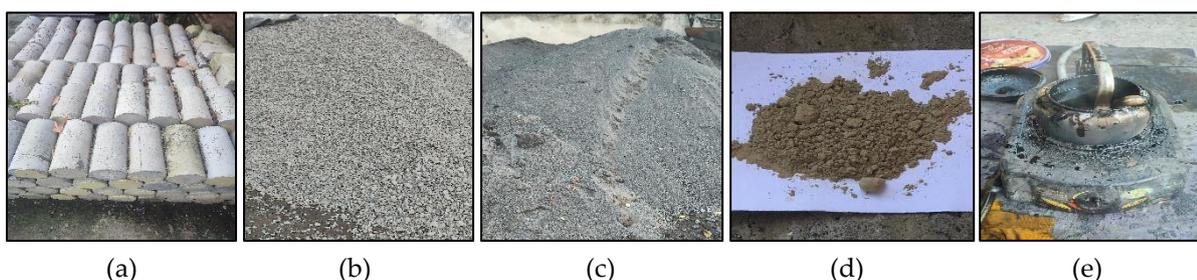
### 2.2. Material Lainnya

Material penyusun lain yang digunakan dalam campuran *AC-BASE* meliputi agregat kasar, agregat halus, *Filler Fly Ash*, Aspal. Setiap material memiliki karakteristik dalam menentukan kualitas campuran aspal.

Agregat kasar berfungsi sebagai tulangan yang memberikan struktural pada campuran aspal. Agregat kasar harus memiliki kekuatan tekan tinggi dan ketahanan terhadap abrasi. Agregat halus membantu mengisi ruang antar partikel agregat kasar. Agregat halus harus mempertimbangkan kualitas fisik seperti kehalusan, kebersihan, dan gradasi yang sesuai. *Filler Fly Ash* adalah bahan pengisi yang digunakan untuk meningkatkan kepadatan dan stabilitas campuran aspal. Penggunaan *Fly Ash* sebagai *Filler* dapat meningkatkan kepadatan dan kekuatan campuran aspal (Sadillah, dkk., 2018). Aspal berfungsi sebagai bahan pengikat utama dalam campuran aspal beton. Aspal memiliki sifat viskoelastis yang cocok digunakan dalam kondisi cuaca dan beban lalu lintas.

## 3. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik *Recycled Concrete Aggregates (RCA)* sebagai substitusi agregat kasar dalam lapisan *Asphalt Concrete Base Course (AC-BASE)*. Penggunaan material dalam penelitian meliputi *RCA* diperoleh dari limbah beton sisa pengujian beton, agregat didapatkan dari PT. Bumindo Sakti, *Fly Ash* dari limbah *PLTU* Suralaya, dan aspal dengan penetrasi 60/70 dari Pertamina. Data yang dikumpulkan dari pengujian meliputi berat jenis (*bulk*, kering permukaan, semu) dan uji tingkat penyerapan air. Studi dilaksanakan di Laboratorium Perkerasan Jalan Transportasi Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.



Gambar1. (a) *RCA*; (b) Agregat Kasar; (c) Agregat Halus, (d) *Fly Ash*, dan (e) Aspal (Penulis, 2025)

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Gambar 1 Berat Jenis Penyerapan RCA (Penulis, 2025)

RCA	Rumus	Pengujian
Berat benda uji kering oven (gr)	$B_k$	1453,2
Berat benda uji kering permukaan (SSD) (gr)	$B_j$	1520,1
Berat benda uji dalam air (gr)	$B_a$	813,0
Berat jenis bulk (gr/cm <sup>3</sup> )	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2,055
Berat jenis kering permukaan (gr/cm <sup>3</sup> )	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2,150
Berat jenis semu (gr/cm <sup>3</sup> )	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2,270
Penyerapan (%)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	4,60%

Hasil pengujian RCA memiliki nilai berat *bulk* 2,055 gr/cm<sup>3</sup>, berat kering permukaan 2,150 gr/cm<sup>3</sup>, berat semu 2,270 gr/cm<sup>3</sup>, serta nilai penyerapan air 4,60%. Nilai penyerapan air yang tinggi menunjukkan bahwa RCA memiliki potensi peningkatan daya serap dalam campuran aspal. Permukaan RCA lebih kasar dibandingkan agregat alam dapat meningkatkan daya ikat dengan aspal. Penyerapan air yang tinggi pada RCA harus diperhatikan untuk memastikan campuran memiliki durabilitas baik untuk jangka panjang. Penggunaan RCA dalam campuran aspal dapat mengurangi limbah konstruksi dan mengurangi ketergantungan pada agregat alam (Sukirman S, 2003).

Gambar 2 Berat Jenis Penyerapan Agregat Kasar 15-20mm (Penulis, 2025)

Agregat Kasar(15-20mm)	Rumus	Pengujian
Berat benda uji kering oven (gr)	$B_k$	1496,0
Berat benda uji kering permukaan (SSD) (gr)	$B_j$	1538,4
Berat benda uji dalam air (gr)	$B_a$	910,5
Berat jenis bulk (gr/cm <sup>3</sup> )	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2,383
Berat jenis kering permukaan (gr/cm <sup>3</sup> )	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2,450
Berat jenis semu (gr/cm <sup>3</sup> )	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2,555
Penyerapan (%)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	2,83%

Hasil pengujian agregat kasar (15-20mm) memiliki berat *bulk* 2,383 gr/cm<sup>3</sup>, berat kering permukaan 2,450 gr/cm<sup>3</sup>, berat semu 2,555 gr/cm<sup>3</sup>, dan penyerapan air 2,83%. Hal ini menunjukkan agregat kasar (15-20mm) tidak banyak menyerap air dan sesuai spesifikasi Bina Marga 2018 untuk penyerapan air maksimum 3%. Nilai penyerapan air yang rendah penting untuk menjaga kestabilan dan durabilitas campuran aspal. Agregat dengan penyerapan air yang rendah cenderung menghasilkan campuran aspal dengan stabilitas baik dan tahan terhadap deformasi (Andhikutama,

---

dkk., 2013). Pada dasarnya jika agregat menyerap air terlalu banyak dapat melemahkan ikatan agregat dan aspal, berpotensi menyebabkan kerusakan akibat perubahan cuaca.

**Gambar 3** Berat Jenis Penyerapan Agregat Kasar 10-15mm (Penulis, 2025)

<i>Agregat Kasar(10-15mm)</i>	<i>Rumus</i>	<i>Pengujian</i>
Berat benda uji kering oven (gr)	$B_k$	1491,2
Berat benda uji kering permukaan (SSD) (gr)	$B_j$	1520,4
Berat benda uji dalam air (gr)	$B_a$	936,0
Berat jenis bulk (gr/cm <sup>3</sup> )	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2,552
Berat jenis kering permukaan (gr/cm <sup>3</sup> )	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2,602
Berat jenis semu (gr/cm <sup>3</sup> )	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2,686
Penyerapan (%)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	1,96%

Hasil pengujian agregat kasar (10-15mm) memiliki berat jenis *bulk* rata-rata 2,552 gr/cm<sup>3</sup>, berat kering permukaan rata-rata 2,602 gr/cm<sup>3</sup>, berat semu 2,686 gr/cm<sup>3</sup>, dan penyerapan 1,96%. Agregat ini memiliki berat jenis lebih besar serta daya serap air yang lebih kecil dibandingkan agregat kasar (15-20mm). Hasil menunjukkan bahwa agregat kasar (10-15mm) memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018. Agregat kasar (10-15mm) cocok digunakan pada campuran aspal karena memberikan stabilitas baik dan tidak menyerap banyak air.

**Gambar 4** Berat Jenis Penyerapan Agregat Sedang 5-10mm (Penulis, 2025)

<i>Agregat Sedang(5-10mm)</i>	<i>Rumus</i>	<i>Pengujian</i>
Berat benda uji kering oven (gr)	$B_k$	1497
Berat benda uji kering permukaan (SSD) (gr)	$B_j$	1500
Berat benda uji dalam air (gr)	$B_a$	951,0
Berat jenis bulk (gr/cm <sup>3</sup> )	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2,727
Berat jenis kering permukaan (gr/cm <sup>3</sup> )	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2,732
Berat jenis semu (gr/cm <sup>3</sup> )	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2,742
Penyerapan (%)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	0,20%

Hasil pengujian agregat sedang (5-10) memiliki berat jenis *bulk* 2,727 gr/cm<sup>3</sup>, berat jenis kering permukaan 2,732 gr/cm<sup>3</sup>, berat jenis semu 2,742 gr/cm<sup>3</sup>, serta penyerapan air 0,2%. Hasil menunjukkan bahwa agregat sedang (5-10mm) memiliki kualitas yang baik dan memenuhi persyaratan sesuai spesifikasi Bina Marga 2018 untuk campuran aspal. Nilai berat jenis dan penyerapan air yang rendah menunjukkan bahwa agregat (5-10mm) dapat mengurangi risiko kerusakan oleh cuaca dan beban lalu

lintas. Agregat dengan berat jenis tinggi dan penyerapan air rendah dapat meningkatkan kinerja campuran aspal (Subagyo & Indramaha, 2019).

Gambar 5 Berat Jenis Penyerapan Agregat Halus 0-5mm (Penulis, 2025)

<i>Agregat Halus(0-5mm)</i>	<i>Rumus</i>	<i>Pengujian</i>
Berat benda uji kondisi kering permukaan	S	500
Berat benda uji kering oven (gr)	A	496,1
Berat piknometer yang berisi air penuh	B	690,9
Berat piknometer berisi benda uji dan air sampai batas bacaan	C	977,9
Berat jenis curah kering	$\frac{A}{(B + S - C)}$	2,329
Berat jenis curah kering permukaan	$\frac{S}{(B + S - C)}$	2,347
Berat jenis semu	$\frac{A}{(B + A - C)}$	2,373
Penyerapan (%)	$\frac{(S-A)}{A} \times 100\%$	0,8%

Hasil pengujian agregat halus (0-5mm) memiliki nilai berat curah kering 2,329 gr/cm<sup>3</sup>, berat curah kering permukaan 2,347 gr/cm<sup>3</sup>, berat semu 2,373 agr/cm<sup>3</sup>, dan penyerapan 0,8%. Hasil menunjukkan bahwa agregat halus (0-5mm) memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 untuk campuran AC-BASE.

Gambar 6 Berat Jenis *Fly Ash* (Penulis, 2025)

<i>Fly Ash</i>	<i>Rumus</i>	<i>Hasil</i>
Berat benda uji (gr)	A	250
Berat Piknometer(gr)	W	165,0
Berat Piknometer yang berisi minyak tanah (gr)	B	586,3
Berat piknometer dengan benda uji dan minyak tanah (gr)	C	729,4
Berat jenis minyak tanah (gr/cm <sup>3</sup> )	D	0,8
Berat jenis benda uji (gr/cm <sup>3</sup> )	$(D \times A) / (A - C - B)$	1,871

Hasil pengujian *Fly Ash* memiliki berat jenis rata-rata 1,871 gr/cm<sup>3</sup> sesuai standar bahan pengisi pada campuran aspal. *Fly Ash* meningkatkan kepadatan dan stabilitas dengan mengisi antara celah partikel agregat. Nilai *Fly Ash* memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 untuk campuran AC-BASE.

Gambar 7 Pengujian Aspal (Penulis, 2025)

<i>Jenis Pengujian</i>	<i>Metode Pengujian</i>	<i>Hasil Pengujian</i>	<i>Spesifikasi</i>	<i>Keterangan</i>
Titik Nyala	SNI 2433:2011	274	≥232	OK
Titik Bakar	SNI 2433:2012	276	≥232	OK
Daktilitas	SNI 2432:2011	100	≥100	OK
Viskositas	ASTM D2170-10	990,8	≥300	OK
Penetrasi pada 25°C (0,1mm)	SNI 2456:2011	65	60-79	OK

---

Hasil pengujian aspal memiliki nilai titik nyala 274°C, titik bakar 276°C, daktilitas 100 cm, viskositas 990,8 cP, dan penetrasi 65 (0,1 mm) pada 25°C. Nilai aspal memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 yang menunjukkan bahwa aspal yang digunakan cocok untuk campuran AC-BASE.

## 5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian serta analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini menghasilkan yaitu:

1. RCA memiliki berat jenis bulk  $2,055 \text{ gr/cm}^3$ , berat jenis kering permukaan  $2,150 \text{ gr/cm}^3$ , berat jenis semu  $2,270 \text{ gr/cm}^3$ , serta penyerapan  $4,60\%$ .
2. Agregat kasar (15-20mm) memiliki berat jenis bulk  $2,383 \text{ gr/cm}^3$ , berat jenis kering permukaan  $2,450 \text{ gr/cm}^3$ , berat jenis semu  $2,555 \text{ gr/cm}^3$ , serta penyerapan air  $2,83\%$ .
3. Agregat kasar (10-15mm) memiliki berat jenis bulk  $2,552 \text{ gr/cm}^3$ , berat jenis kering permukaan  $2,602 \text{ gr/cm}^3$ , berat jenis semu  $2,686 \text{ gr/cm}^3$ , dan penyerapan air  $1,96\%$ .
4. Agregat sedang (5-10mm) memiliki berat jenis bulk  $2,727 \text{ gr/cm}^3$ , berat jenis kering permukaan  $2,732 \text{ gr/cm}^3$ , berat jenis semu  $2,742 \text{ gr/cm}^3$ , dan penyerapan air  $0,2\%$ .
5. Agregat halus (0-5mm) memiliki berat jenis bulk  $2,329 \text{ gr/cm}^3$ , berat jenis kering permukaan  $2,347 \text{ gr/cm}^3$ , berat jenis semu  $2,373 \text{ gr/cm}^3$ , dan penyerapan air  $0,8\%$ .
6. Fly Ash memiliki berat jenis rata-rata  $1,871 \text{ gr/cm}^3$ .
7. Aspal memiliki titik nyala  $274^\circ\text{C}$ , titik bakar  $276^\circ\text{C}$ , daktilitas 100cm, viskositas  $990,8 \text{ cP}$ , dan penetrasi 65 (0,1mm) pada  $25^\circ\text{C}$ .

Penggunaan RCA dapat mengurangi ketergantungan pada agregat alam meskipun RCA memiliki penyerapan air yang tinggi. Penyerapan air ini dapat diatasi dengan penggunaan bahan pengikat tambahan untuk mengurangi tingkat penyerapan air. RCA layak digunakan untuk campuran AC-BASE karena permukaannya lebih kasar dan dapat meningkatkan daya ikat aspal. Agregat (kasar, sedang, halus) yang digunakan memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018. Fly Ash dan Aspal yang digunakan telah sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan oleh Bina Marga 2018. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengevaluasi kinerja campuran aspal dengan RCA dalam kondisi di lapangan.

## 6. Referensi

- Adiestia, 2023. *Pengaruh Penggunaan Recycled Concrete Aggregates (RCA) Terhadap Durabilitas Campuran AC-WC*.
- Andhikhatama, dkk., 2013. *Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar pada Campuran Asphalt Concrete Wearing Course Gradasi Kasar*. 26(4), 1-37.
- Direktorat Jendral Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum. 2020. *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2)*. Oktober, 1036.
- Hardiyatmo H. C, 2015. *Pemeliharaan Jalan Raya – Perkerasan, Drainase, Longsor*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Imannurrohman, dkk., 2021. *Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Perkerasan Laston Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)*. Review in Civil Engineering, 4(1).
- McNeil & Kang, 2013. *Recycled Concrete Aggregates: A review*. International Journal of Concrete Structures and Materials, 7, 61-69.
- Raffles & Umar, 2020. *Analisa Stabilitas Laston AC-WC Penggunaan Limbah Beton Mutu K-250 Sebagai Agregat Kasar* (Doctoral dissertation, Universitas Internasional Batam).
- Sadillah, dkk., 2018. *Fly Ash As Filler Used For Characteristics Of Marshall Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*. Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan, 2(01), 87-98.
- Subagyo & Indramaha, 2019. *Kinerja Marshall Campuran Beraspal Panas Lapis (AC-BC) Menggunakan Limbah Beton*. Indonesian Journal of Construction Engineering and Sustainable Development (Cesd), 2(2), 80-86.
- Sukirman S, 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Penerbit Nova. Bandung.
- Sutrisno, dkk., 2021. *Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar 10/10 Pada Lapisan ATB (Asphalt Treated Base) Terhadap Karakteristik Marshall*. Sondir, 5(2), 55-61.

