

Karakteristik Limbah Keramik dan Material Agregat Alam Untuk Campuran Perkerasan *Lapis Antara Asphalt Concrete - Binder Course*(AC-BC)

Mahendra Ade Andriansyah ^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: ^amahendra.20009@mhs.unesa.ac.id, ^bariwidayanti@unesa.ac.id

INFO ARTIKEL

Sejarah artikel:

Menerima 30 Januari 2025

Revisi 13 Februari 2025

Diterima 24 Februari 2025

Online 28 April 2025

Kata kunci:

Limbah Keramik
Agregat Alam
Karakteristik Agregat
AC-BC

ABSTRAK

Pertumbuhan industri dan konstruksi yang pesat akibat peningkatan jumlah penduduk dan kebutuhan infrastruktur telah menyebabkan keterbatasan agregat alam. Di sisi lain, meningkatnya produksi keramik menghasilkan limbah keramik yang signifikan dan berpotensi mencemari lingkungan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi karakteristik limbah keramik dan agregat alam dalam berbagai fraksi sebagai percampuran *Asphalt Concrete-Binder Course*(AC-BC), untuk menggantikan sebagian material alam menggunakan limbah. Metode yang digunakan merujuk pada Spesifikasi Bina Marga 2018. Hasil uji terhadap limbah keramik menunjukkan nilai penyerapan 1,2%, berat jenis curah kering 2,129 gr/cm³, berat jenis pada curah jenuh kering permukaan (SSD) sebesar 2,155 gr/cm³, dan berat jenis semu sebesar 2,186 gr/cm³. Sementara itu, penyerapan agregat alam pada fraksi 15-20 mm tercatat 2%, penyerapan agregat alam pada fraksi 10-15 mm (agregat kasar) sebesar 2,8%, penyerapan agregat alam pada fraksi 5-10 mm (agregat medium) 2,6%, dan penyerapan agregat alam pada fraksi 0-5 mm (agregat halus) 2,9%. Hasil pengujian limbah keramik dan agregat alam dari setiap fraksi dinyatakan memenuhi spesifikasi yang disyaratkan dan dapat digunakan dalam pencampuran perkerasan *Asphalt Concrete-Binder Course*(AC-BC).

Characteristics Of Ceramic Waste and Natural Aggregate Materials for Asphalt Concrete - Binder Course(AC-BC)

ARTICLE INFO

Keywords

Ceramic Waste
Natural Aggregate
Aggregate Characteristics
AC-BC

ABSTRACT

The rapid growth of industry and construction due to increasing population and infrastructure needs has led to the limitation of natural aggregates. On the other hand, the increasing production of ceramics generates significant ceramic waste that has the potential to pollute the environment. This research aims to evaluate the characteristics of ceramic waste and natural aggregates in various fractions for Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC) mixtures, by partially replacing natural materials using waste. The research method in this study refers to the 2018 Bina Marga Specification. The test results of ceramic waste showed an absorption value of 1.2%, dry bulk specific gravity of 2.129 gr/cm³, surface dry saturated bulk specific gravity (SSD) of 2.155 gr/cm³, and apparent specific gravity of 2.186 gr/cm³. Meanwhile, the absorption rates for natural aggregates were recorded as 2% for the 15–20mm fraction, 2.8% for the 10–15 mm fraction (coarse aggregate), 2.6% for the 5–10mm fraction (medium aggregate), and 2.9% for the 0–5 mm fraction (fine aggregate). The test results of ceramic waste and natural aggregates of each fraction were found to meet the required specifications and can be used in mixing Asphalt Concrete-Binder Course(AC-BC) pavement.

Andriansyah, M.A., &
Widayanti, A. (2025).
Characteristics of Ceramic
Waste and Natural Aggregate
Materials for Asphalt Concrete
- Binder Course (AC-BC).
MITRANS: Jurnal Media
Publikasi Terapan
Transportasi, v3 (n1), 46-52

1. Pendahuluan

Perkembangan industri konstruksi mengalami kemajuan yang pesat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan kebutuhan infrastruktur yang semakin meningkat. Salah satu komponen penting konstruksi jalan adalah campuran aspal sebagai lapisan permukaan jalan. Jalan yang terbebani oleh kendaraan berat dan berulang kali menyebabkan terjadinya penurunan kualitas jalan (Inayah & Widayanti, 2023). Agregat halus, yang merupakan salah satu komponen utama campuran aspal memiliki peran penting dalam menentukan kualitas dari campuran tersebut.

Di sisi lain, tingginya permintaan produksi industri keramik untuk kebutuhan material konstruksi bangunan turut meningkatkan jumlah limbah keramik. Limbah keramik memiliki kemungkinan untuk dijadikan pengganti agregat halus pada pencampuran aspal dan menjadi salah satu alternatif menarik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Panjaitan & Ing, 2019), dapat disimpulkan bahwa limbah genteng keramik kurang cocok digunakan sebagai pengganti agregat kasar. Selain memberikan solusi terhadap permasalahan limbah keramik, pemanfaatan limbah ini juga berpotensi memberikan dampak positif terhadap sifat mekanis dan keberlanjutan campuran aspal untuk perkerasan jalan.

Limbah keramik mengandung bahan utama berupa lempung (*clay*) yang memiliki elastisitas tinggi dan kekuatan yang tetap stabil pada suhu tinggi selama pencampuran agregat, sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai pengganti agregat (Putra & Wahdana, 2019). Keramik, yang terdiri dari tanah liat atau batuan silikat, mengalami proses pembakaran pada suhu tinggi. Selain itu, fragmen keramik ini memiliki konsentrasi silika dan kapur yang relatif tinggi (Sagala dkk., 2023). Mengingat karakteristiknya, limbah keramik menghadirkan peluang untuk dieksplorasi menjadi bahan pengganti agregat halus di lapisan *Asphalt Concrete-Binder Course*(AC-BC).

Selain limbah keramik, terdapat jenis limbah lain yang perlu diteliti dan dimanfaatkan dengan baik, yaitu agregat batuan alam. Agregat batuan alam merupakan material yang dapat segera dimanfaatkan dalam pembangunan jalan, dengan ukuran dan bentuk yang diperoleh langsung dari sumbernya atau melalui proses pengolahan yang minim. Pembentukan agregat ini berlangsung akibat proses degradasi dan erosi (Sukirman, 2016). Berdasarkan ukuran butirnya agregat terbagi dua, yaitu agregat kasar dan agregat halus.

Penggunaan limbah keramik dan agregat alam mendukung prinsip pengelolaan limbah serta mengurangi ketergantungan pada agregat alam dalam pembangunan jalan. Dengan demikian, tujuan penelitian yaitu mengeksplorasi potensi limbah keramik menjadi alternatif untuk menggantikan agregat halus dalam pencampuran aspal (AC-BC). Selain itu, penelitian ini juga akan mempelajari dampak penggunaan limbah keramik terhadap sifat mekanis dan aspek keberlanjutan dari campuran tersebut. Diharapkan, penelitian ini dapat memberikan wawasan baru mengenai pemanfaatan limbah keramik, serta memberikan kontribusi positif terhadap pengembangan teknologi campuran aspal yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Lapis Antara

Lapis perkerasan ini terletak di antara lapisan *subbase* dan lapisan permukaan yang dikenal sebagai lapisan pondasi bawah atau lapisan peralihan. Dikenal dengan istilah *Asphalt Concrete-Binder Course*(AC-BC), lapisan ini memiliki ukuran agregat maksimum sebesar 25,4 mm dan memerlukan ketebalan nominal minimum sebesar 5 cm (Sukirman, 2016). Meskipun lapisan ini tidak terpengaruh secara langsung oleh kondisi cuaca, namun penting untuk memiliki kekuatan dan ketebalan yang sesuai untuk mengurangi tekanan atau ketegangan yang disebabkan oleh beban lalu lintas yang diteruskan ke lapisan di bawahnya, seperti *subbase* dan *subgrade*. (Sulianti, 2020).

2.2. Agregat Kasar

Fraaksi agregat kasar dalam desain campuran mengacu pada material yang tersisa dalam saringan No.4(4,75mm) setelah pengujian basah. Penting untuk memastikan bahwa agregat ini dalam keadaan bersih, kuat, tahan lama, dan tidak mengandung tanah liat atau bahan lain yang tidak diinginkan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Berasal dari batu pecah, agregat kasar ini harus

memiliki ukuran yang sesuai dengan jenis campuran dan sesuai dengan kriteria gradasi yang ditetapkan dalam tabel SNI (PUPR, 2018).

Gambar 1. Spesifikasi Agregat Kasar (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018)

Pengujian	Metode Pengujian	Nilai
Ketahanan bentuk agregat terhadap larutan	Natrium Sulfat	$\leq 12\%$
	SNI 3407 - 2008	
Uji abrasi dengan mesin Los Angeles	Magnesium Sulfat	$\leq 18\%$
	Campuran AC Modifikasi dan SMA	100 putaran
		500 putaran
	SNI 2417 : 2008	$\leq 6\%$ $\leq 30\%$
Kelekatan agregat terhadap aspal	Semua jenis campuran	100 putaran
	beraspal bergradasi lainnya	500 putaran
Pecahnya butir pada agregat kasar		$\leq 8\%$ $\leq 40\%$
	SNI 2439 : 2011	$\geq 95\%$
Keberadaan partikel pipih dan lonjong	SMA	SNI 7619 : 2012
	Lainnya	100/ 90 95/90
Material yang lolos pada ayakan No. 200	SMA	ASTM D4791 - 10
	Lainnya	Perbandingan 1 : 5
	SNI ASTM C117 2012	$\leq 1\%$

2.3. Agregat Halus

Agregat halus, terlepas dari mana materialnya berasal, harus mengandung kerikil atau pasir didalamnya yang telah disaring menggunakan saringan No.4(4.75 mm).Bagian dari agregat halus yang berasal dari kerikil atau pasir ini harus terpisahkan dengan jelas dari agregat kasar. (Damanik,2023). Selain itu, agregat halus wajib memenuhi spesifikasi yang tercantum dalam tabel berikut.

Gambar 2. Spesifikasi Agregat Halus (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018)

Pengujian	Metode Pengujian	Nilai
Nilai Kesetaraan Pasir	SNI 03 - 4428 - 1997	$\geq 50\%$
Pengujian Kadar Rongga tanpa Pemasatan	SNI 03 - 6877 - 2002	≥ 45
Gumpalan Lempung dan Partikel Kecil yang Rentan Pecah dalam Agregat	SNI 03 - 4141 - 1996	$\leq 1\%$
Agregat yang Lolos dari Ayakan No.200	SNI ASTM C117:2012	$\leq 10\%$

2.4. Limbah Keramik

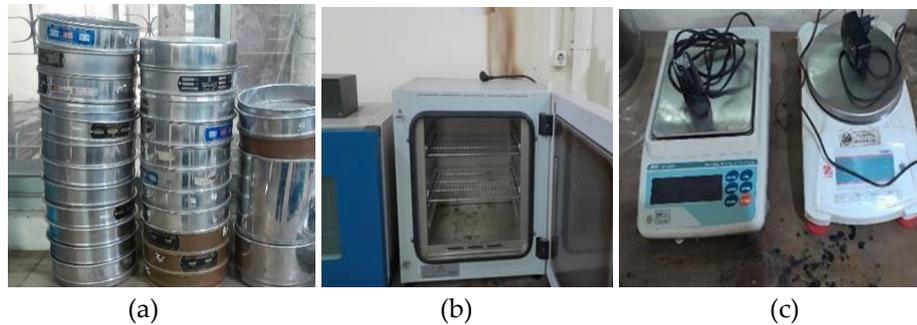
Limbah yaitu produk yang dihasilkan dari proses atau kegiatan usaha yang tidak terpakai dan dibuang. Limbah ini berdampak negatif bagi makhluk hidup dan lingkungan (Saputro & Dwiprigitaningtias, 2022). Keramik adalah produk yang terbuat dari tanah liat dan dibentuk menggunakan teknik tertentu untuk menghasilkan benda sesuai dengan tujuan pembuatnya (Yustana, 2018). Limbah keramik mengandung lempung (clay) sebagai bahan utama dalam pembuatannya, yang memiliki elastisitas tinggi dan kestabilan kekuatan pada suhu tinggi selama proses pencampuran agregat, sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai pengganti agregat (Putra & Wahdana, 2019).

3. Metode Penelitian

Metode yang diterapkan adalah eksperimental yang terdiri dari beberapa langkah teratur di laboratorium untuk mendapatkan hasil dan membandingkan nilai yang didapatkan selama proses pengujian dengan kriteria dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

3.1. Alat dan Material

Alat yang digunakan untuk mengumpulkan data meliputi berbagai peralatan yang relevan seperti, saringan atau ayakan untuk mengukur ukuran butir dan kelolosan agregat, oven sebagai alat bantu pengeringan agregat, serta timbangan untuk menentukan berat agregat. Material yang digunakan dalam penelitian mencakup limbah keramik serta berbagai jenis agregat alam, yaitu agregat kasar, medium, dan halus. Berikut adalah alat dan material yang digunakan dalam penelitian ini.



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



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

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Karakteristik Limbah Keramik

Studi ini memanfaatkan limbah keramik yang diperoleh dari toko keramik di wilayah Sidoarjo. Limbah keramik tersebut dikumpulkan dan dihancurkan menjadi fraksi-fraksi dengan ukuran yang lebih kecil. Pengujian limbah keramik yang digunakan dalam campuran lapis antara atau AC-BC mengacu pada spesifikasi yang ditetapkan oleh Bina Marga 2018. Temuan dari uji ini mengenai berat jenis serta penyerapan limbah keramik disajikan dalam tabel.

Gambar 3. Pengujian Limbah Keramik (Penulis, 2024)

Keramik		Hasil Pengujian I
Berat benda uji pada kondisi jenuh kering permukaan	(g)	500
Berat benda uji setelah dikeringkan dalam oven	(g)	494
Berat piknometer yang terisi air hingga penuh	(g)	689,1
Berat piknometer yang memuat benda uji dan air sampai batas pembacaan	(g/cm ³)	957,1
Berat jenis curah kering	(g/cm ³)	2,129
Berat jenis curah pada kondisi jenuh kering permukaan	(g/cm ³)	2,155
Berat jenis semu	(g/cm ³)	2,186
Tingkat penyerapan	(%)	1,2

Sesuai dengan Tabel 3 tersebut diketahui bahwa hasil pengujian keramik mendapatkan nilai hasil penyerapan sebesar 1,2% dan dinyatakan memenuhi spesifikasi yakni tidak lebih dari 3%.

4.2. Karakteristik Agregat Alam

Batu pecah yang digunakan sebagai agregat alam dalam penelitian ini, memerlukan pengujian untuk menentukan karakteristik masing-masing fraksi agregat alam yang terlibat. Salah satu pengujian yang

telah dilakukan adalah pengujian berat jenis serta penyerapan agregat alam. Hasil dari proses uji ini dapat dilihat pada tabel.

Gambar 4. Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar (Penulis, 2024)

Agregat Kasar (Fraksi 15-20)	Satuan	Sampel Uji		Rata-rata	Spesifikasi	
		I	II		Min.	Maks.
Pengujian						
Berat benda uji setelah dikeringkan dalam oven	(gr)	1494,7	1493,1	1493,0		
Berat benda uji pada keadaan permukaan kering dan jenuh (SSD)	(gr)	1525,8	1527,7	1526,75		
Berat benda uji saat terendam dalam air	(gr)	917	931	924		
Berat jenis bulk	(gr/cm ³)	2,454	2,503	2,47	2,5	-
Berat jenis pada permukaan kering	(gr/cm ³)	2,506	2,560	2,53	2,5	-
Berat jenis semu	(gr/cm ³)	2,589	2,666	2,62	2,5	-
Tingkat penyerapan	(%)	2,12	2,29	2,2	-	3%

Gambar 5. Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar (Penulis, 2024)

Agregat Kasar (Fraksi 10-15)	Satuan	Sampel Uji			Rata-rata	Spesifikasi	
		I	II	III		Min.	Maks.
Pengujian							
Berat benda uji setelah dikeringkan dalam oven	(gr)	1491,7	1490,7	1488,9	1490,43		
Berat benda uji pada keadaan permukaan kering dan jenuh (SSD)	(gr)	1539,4	1531,9	1524,5	1531,93		
Berat benda uji saat terendam dalam air	(gr)	915,0	939	919	924,3		
Berat jenis bulk	(gr/cm ³)	2,389	2,514	2,459	2,45	2,5	-
Berat jenis pada permukaan kering	(gr/cm ³)	2,465	2,584	2,518	2,52	2,5	-
Berat jenis semu	(gr/cm ³)	2,587	2,702	2,613	2,63	2,5	-
Tingkat penyerapan	(%)	3,20	2,76	2,39	2,78	-	3%

Gambar 6. Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Medium (Penulis, 2024)

Agregat Medium (Fraksi 5-10)	Satuan	Sampel Uji			Rata-rata	Spesifikasi	
		I	II	III		Min.	Maks.
Pengujian							
Berat benda uji setelah dikeringkan dalam oven	(gr)	1484,9	1483,9	1484,9	1484,56		
Berat benda uji pada keadaan permukaan kering dan jenuh (SSD)	(gr)	1559,3	1509,2	1511,2	1526,56		
Berat benda uji saat terendam dalam air	(gr)	915,0	940	940	931,66		
Berat jenis bulk	(gr/cm ³)	2,305	2,607	2,598	2,50	2,5	-
Berat jenis pada permukaan kering	(gr/cm ³)	2,420	2,651	2,646	2,57	2,5	-
Berat jenis semu	(gr/cm ³)	2,606	2,728	2,728	2,68	2,5	-
Tingkat penyerapan	(%)	5,01	1,70	1,84	2,8	-	3%

Gambar 7. Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus (Penulis, 2024)

Agregat Halus (Fraksi 0-5)	Satuan	Sampel Uji			Rata-rata	Spesifikasi	
		I	II	III		Min.	Maks.
Pengujian							
Berat benda uji dalam kondisi jenuh kering permukaan	(gr)	500	500	500	500		
Berat benda uji setelah dikeringkan dalam oven	(gr)	466,5	495,3	497,3	486,36		
Berat piknometer yang terisi penuh dengan air	(gr)	691,1	690,6	692,9	691,5		
Berat piknometer yang berisi benda uji dan air hingga sampai batas pembacaan	(gr/cm ³)	976,9	861,2	982,6	940,23		-
Berat jenis curah kering	(gr/cm ³)	2,178	1,504	2,366	2,01	2,5	-
Berat jenis curah pada kondisi jenuh kering permukaan	(gr/cm ³)	2,334	1,518	2,379	2,07	2,5	-
Berat jenis semu	(gr/cm ³)	2,582	1,525	2,397	2,16	2,5	
Tingkat penyerapan	(%)	7,2	0,9	0,5	2,8	-	3%

Ukuran penyerapan rata-rata agregat alam fraksi 15-20 mm yaitu sebesar 2%, agregat alam fraksi 10-15 mm sebesar 2,8%, agregat alam fraksi 5-10 mm sebesar 2,6%, dan agregat alam fraksi 0-5 mm sebesar 2,9%. Keempat fraksi agregat alam yang diujikan berdasarkan tabel diatas menunjukkan hasil rata-rata penyerapan agregat yang memenuhi syarat yakni tidak lebih besar dari 3% dan selaras dengan SNI 1969:2008.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilaksanakan dalam penelitian ini, beberapa kesimpulan dapat diambil, yaitu :

- Karakteristik agregat limbah keramik yang telah diuji menunjukkan hasil-hasil yang signifikan. Berat jenis material curah kering tercatat mencapai 2,129 gr/cm³, sedangkan berat jenis curah jenuh kering pada permukaan (SSD) adalah 2,155 gr/cm³, dan berat jenis semu mencapai 2,186 gr/cm³. Selain itu, nilai serapan limbah keramik juga tercatat sebesar 1,2%, yang memenuhi spesifikasi yang ditetapkan, yaitu maksimum 3%.
- Karakteristik agregat alam baik agregat kasar dan halus yang diterapkan dalam penelitian ini menunjukkan hasil pengujian penyerapan rata-rata untuk agregat alam fraksi 15-20 mm sebesar 2%, agregat alam fraksi 10-15 mm sebesar 2,8%, agregat alam fraksi 5-10 mm sebesar 2,6%, dan agregat alam fraksi 0-5 mm sebesar 2,9%. Semua nilai tersebut sesuai dengan spesifikasi karena tidak melebihi batas maksimum yang ditetapkan, yaitu 3%.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis berterima kasih terhadap Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan rahmat-Nya yang senantiasa menyertai selama penulisan jurnal penelitian ini. Penulis juga ingin mengungkapkan rasa syukur yang mendalam kepada orang tua yang telah memberikan dukungan tanpa henti, baik dalam bentuk moril, materi, maupun doa yang selalu mengalir. Keberhasilan dalam menyusun jurnal ini tidak lepas dari kontribusi berharga dari berbagai pihak, meskipun tidak semua dapat disebutkan satu per satu.

7. Referensi

- Damanik, K. (2023). *Karakteristik Marshall Asphalt Concrete- Binder Course (AC-BC) dengan Menggunakan Limbah Beton Sebagai Substitusi Agregat Kasar*.
- Inayah, I. R., & Widayanti, A. (2023). Analisis kerusakan jalan dan penyebabnya di kawasan wisata Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*, 1(3), 305–315. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/mitrans/article/view/27467>

- Panjaitan, K. D., & Ing, T. L. (2019). Penggunaan Genteng Keramik sebagai Pengganti Agregat Kasar dan Abu Terbang sebagai Pengisi pada Laston AC-BC. *Jurnal Teknik Sipil*, 13(2), 95–113. <https://doi.org/10.28932/jts.v13i2.1439>
- 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.
- Sagala, K. D., Batubara, H., & Sibuea, D. T. (2023). Analisis Penggantian Sebagian Filler (Abu Batu) Dengan Kombinasi 50% Pecahan Keramik Dan 50% Cangkang Kerang Pada Campuran Asphalt *Prosiding Seminar Nasional ...*, 107–113.
- Saputro, H. D., & Dwiprigitaningtias, I. (2022). Penanganan Pada Limbah Infeksius (Sampah Medis) Akibat Covid 19 Untuk Kelestarian Lingkungan Hidup. *Jurnal Dialektika Hukum*, 4(1), 1–18. <https://doi.org/10.36859/jdh.v4i1.1068>
- Sukirman, S. (2016). Beton Aspal Campuran Panas. In *Institut Teknologi Nasional* (Vol. 53, Issue 9).
- Sulianti, I. (2020). Studi Pemanfaatan Limbah Beton Mutu Tinggi pada Campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC). *Cantilever: Jurnal Penelitian Dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 9(1), 7–14. <https://doi.org/10.35139/cantilever.v9i1.34>
- Yustana, P. (2018). *Mengenal Keramik* (pp. 1–82). Isi Press.