

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

Karakteristik Limbah Cangkang Kerang Bulu dan Material Alam sebagai Campuran Perkerasan pada Lapis Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)

Naufal Gilang Pratama ^a, Ari Widayanti ^b^a Program Studi Sarjana Terapan Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Kota Surabaya, Indonesia^b Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Negeri Surabaya, Kota Surabaya, Indonesiaemail: ^anaufalgilang.21051@mhs.unesa.ac.id, ^bariwidayanti@unesa.ac.id

INFO ARTIKEL

Sejarah artikel:

Menerima 22 Juli 2025

Revisi 21 September 2025

Diterima 10 Oktober 2025

Online 25 Desember 2025

Kata kunci:

Cangkang Kerang Bulu
Aspal Pertamina Pen 60/70
Karakteristik Agregat
Berat Jenis
Penyerapan

ABSTRAK

Pemanfaatan sumber daya alam secara berlebihan, khususnya dalam sektor infrastruktur, telah menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan seperti peningkatan jumlah limbah, keterbatasan material alam, dan kerusakan ekosistem. Upaya penyelesaian masalah tersebut dapat dilakukan dengan menjadikan limbah sebagai bahan alternatif yang berguna dalam pembangunan jalan. Limbah cangkang kerang bulu, yang umumnya diabaikan dan menumpuk di sekitar tambak, memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai substitusi agregat halus dan filler dalam campuran perkerasan jalan. Studi ini memiliki tujuan untuk mengevaluasi potensi pemanfaatan limbah cangkang kerang bulu yang berfungsi sebagai material alternatif agregat halus dan pengisi dalam campuran aspal. Pengujian dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat cangkang kerang, seperti nilai berat jenis dan kemampuan menyerap air. Berdasarkan hasil yang diperoleh, cangkang kerang memiliki berat jenis lebih dari 2,5 gr/cm³ dan penyerapan air sebesar 2,9%, yang memenuhi spesifikasi teknis untuk agregat halus dan filler, yaitu penyerapan maksimum 3%. Selain itu, agregat alam fraksi 10–15 mm dan 5–10 mm masing-masing memiliki nilai penyerapan 2,9% dan 2,1%, serta berat jenis rata-rata di atas 2,5 gr/cm³. Temuan ini menunjukkan bahwa cangkang kerang bulu dinyatakan memenuhi spesifikasi.

Characteristics of Shellfish Waste and Natural Materials for Pavement Mixtures on Asphalt Concrete - Wearing Course (AC - WC) Layers

ARTICLE INFO

Keywords:

Shells of Feather Clams
Asphalt Pertamina Pen 60/70
Aggregate Characteristics
Specific Gravity
Absorption

Pratama, N. G., & Widayanti, A. (2025). Studi Characteristics of Shellfish Waste and Natural Materials for Pavement Mixtures on Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) Layers. MITRANS: Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi, v3 (n3), 240-246.

ABSTRACT

Excessive use of natural resources, particularly in the infrastructure sector, has led to various environmental problems such as increased waste, limited natural materials, and ecosystem damage. Efforts to solve these problems can be done by utilizing waste as an alternative material that is useful in road construction. Shellfish shell waste, which is generally neglected and accumulates around fishponds, has the potential to be used as a substitute for fine aggregate and filler in road pavement mixtures. This study aims to evaluate the potential use of shellfish shell waste as an alternative material for fine aggregate and filler in asphalt mixtures. Tests were conducted to determine the properties of shellfish shells, such as their specific gravity and water absorption capacity. Based on the results obtained, shellfish shells have a specific gravity of more than 2.5 gr/cm³ and water absorption of 2.9%, which meets the technical specifications for fine aggregate and filler, namely a maximum absorption of 3%. In addition, natural aggregate fractions of 10–15 mm and 5–10 mm have absorption values of 2.9% and 2.1%, respectively, and an average specific gravity above 2.5 gr/cm³. These findings indicate that the feather clam shells meet the specifications.

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

1. Pendahuluan

Perkerasan jalan merupakan struktur yang berada di antara tanah dasar dan permukaan yang langsung dilalui oleh roda kendaraan. Fungsi utamanya adalah memberikan pelayanan yang optimal bagi kendaraan yang melintas. Selama masa operasionalnya, perkerasan ini diharapkan tetap dalam kondisi baik tanpa mengalami kerusakan yang signifikan (Sulianti Ika dkk., 2021).

Aspal merupakan bahan yang berwujud pada hingga setengah padat pada suhu ruang dan memiliki karakteristik termoplastik. Saat dipanaskan hingga mencapai suhu tertentu, aspal akan melebur, lalu kembali mengeras ketika didinginkan. Dalam konstruksi lapisan permukaan jalan, aspal digunakan bersama agregat sebagai komponen utama campuran material (Sukirman, 2016). Aspal digunakan dalam konstruksi jalan untuk membentuk lapisan yang mampu menahan beban kendaraan serta tahan terhadap pengaruh lingkungan. Terdapat berbagai jenis aspal yang diklasifikasikan berdasarkan viskositas, komposisi, sifat reologi, dan asal usulnya. Salah satu aspal yang sering digunakan di Indonesia adalah Aspal Pertamina Pen 60/70, karena karakteristiknya dianggap cocok untuk kondisi iklim tropis di wilayah tersebut.

Eksplorasi sumber daya alam yang berlebihan di berbagai sektor, termasuk sektor infrastruktur, telah memicu berbagai permasalahan lingkungan seperti peningkatan volume limbah, keterbatasan bahan alami, dan degradasi ekosistem. Pendekatan yang dapat mengatasi permasalahan ini adalah dengan memanfaatkan limbah sebagai material alternatif dalam bidang konstruksi. Pemanfaatan limbah cangkang kerang bulu sebagai material pengganti dalam campuran perkerasan jalan menjadi salah satu inovasi yang mendukung konsep pembangunan berkelanjutan. Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Sarifah dkk., 2023), menunjukkan bahwa penggunaan cangkang kerang sebagai agregat tambahan dalam campuran aspal masih memenuhi persyaratan karakteristik Marshall.

Cangkang kerang memiliki kandungan utama berupa kalsium karbonat (CaCO_3) sebesar 98,7%, yang berperan penting dalam proses pengikatan seperti pada material semen. Di samping itu, cangkang kerang juga mengandung sejumlah kecil unsur lain, yaitu magnesium (Mg) sebesar 0,05%, natrium (Na) sebesar 0,9%, dan silikon (Si) sebesar 0,03% (Awang-Hazmi dkk., 2007). Dengan komposisi kimia tersebut, cangkang kerang tidak hanya bernilai tinggi sebagai sumber kalsium alami, tetapi juga berperan dalam mendukung prinsip keberlanjutan melalui pemanfaatan limbah organik menjadi material konstruksi yang ramah lingkungan.



Gambar 1 Penumpukan Limbah Cangkang Kerang Bulu
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025

Penggunaan limbah cangkang kerang bulu pada campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC) diharapkan mampu mendukung prinsip pembangunan berkelanjutan dengan memanfaatkan sumber daya lokal yang ramah lingkungan dan ekonomis. Meski demikian, diperlukan analisis terhadap sifat fisik dan kimia dari limbah tersebut, serta perbandingannya dengan material konvensional, guna memastikan kelayakannya sebagai komponen dalam lapisan perkerasan jalan AC-WC.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah struktur lapisan yang dibangun di atas tanah dasar dengan tujuan mendukung kelancaran lalu lintas dan mencegah kerusakan tanah dasar akibat beban kendaraan. Tujuan dari penambahan lapisan ini adalah untuk mendistribusikan beban kendaraan secara merata ke tanah dasar agar tidak melebihi daya dukungnya (Sukirman, 1999). Perkerasan jalan dibedakan menjadi tiga jenis berdasarkan jenis bahan pengikatnya, yaitu: (1) perkerasan lentur, yang memanfaatkan aspal sebagai bahan pengikat utama dengan struktur berlapis yang bersifat fleksibel; (2) perkerasan kaku, yang terdiri dari beton bertulang dengan kekuatan tinggi dan ketahanan yang baik; dan (3) perkerasan komposit, yakni kombinasi dari perkerasan lentur dan kaku yang menggabungkan kekuatan beton dan kelenturan aspal secara bersamaan.

2.2. Cangkang Kerang Bulu

Kerang adalah jenis moluska bercangkang dua dari famili Cardidae yang menjadi salah satu komoditas unggulan bagi masyarakat di wilayah pesisir. Secara biologis, kerang termasuk moluska tanpa segmen tubuh, dilengkapi dengan kelenjar penghasil cangkang, dan dilindungi oleh mantel yang terbentuk dari jaringan khusus (Vilpa, 2021).

Kandungan utama cangkang kerang meliputi kalsium karbonat (CaCO_3) sebesar 98,7%, yang merupakan komponen penting dalam proses pengikatan pada semen. Selain kalsium karbonat, cangkang kerang juga mengandung unsur minor lainnya, yaitu magnesium (Mg) sebesar 0,05%, natrium (Na) sebesar 0,9%, dan silikon (Si) sebesar 0,03% (Awang-Hazmi dkk., 2007). Dengan komposisi kimia tersebut, cangkang kerang tidak hanya bernilai tinggi sebagai sumber kalsium alami, tetapi juga berperan dalam mendukung prinsip keberlanjutan melalui pemanfaatan limbah organik menjadi material konstruksi yang ramah lingkungan.

2.3. Agregat Kasar

Agregat kasar dalam perencanaan campuran perkerasan merupakan material tertahan ayakan No. 4 (4,75 mm) saat diuji dengan metode pencucian. Material ini harus bersih, kokoh, tahan lama, serta tidak mengandung tanah liat atau zat pengotor lainnya, dan harus memenuhi persyaratan standar yang berlaku sesuai Direktorat Jenderal Bina Marga Spesifikasi Umum 2018. Ketentuan teknis mengenai agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Ketentuan Agregat Kasar (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018)

Uji	Metode Pengujian	Ketentuan
Berat jenis curah kering (bulk)	SNI 196;2016	$\geq 2,5 \text{ gr/cm}^3$
Berat jenis curah kering permukaan	SNI 196;2016	$\geq 2,5 \text{ gr/cm}^3$
Berat jenis semu	SNI 196;2016	$\geq 2,5 \text{ gr/cm}^3$
Penyerapan air	SNI 1969;2016	$\leq 3\%$

2.4. Agregat Halus

Agregat halus adalah hasil dari proses pemecahan batuan kemudian disaring, di mana material tersebut lolos dari saringan No. 4 (4,75 mm) namun tertahan pada saringan No. 200 (0,075 mm). Agregat ini harus bersih, memiliki kekuatan yang baik, serta bebas dari kandungan tanah liat atau zat-zat pengotor lainnya. Batu pecah halus yang digunakan harus berasal dari jenis batuan yang memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan (Direktorat Jenderal Bina Marga Spesifikasi Umum 2018). Persyaratan teknis agregat halus dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Ketentuan Agregat Halus (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018)

Uji	Metode Pengujian	Ketentuan
Berat jenis curah kering (bulk)	SNI 1970;2016	$\geq 2,5 \text{ gr/cm}^3$
Berat jenis curah kering permukaan	SNI 1970;2016	$\geq 2,5 \text{ gr/cm}^3$
Berat jenis semu	SNI 1970;2016	$\geq 2,5 \text{ gr/cm}^3$

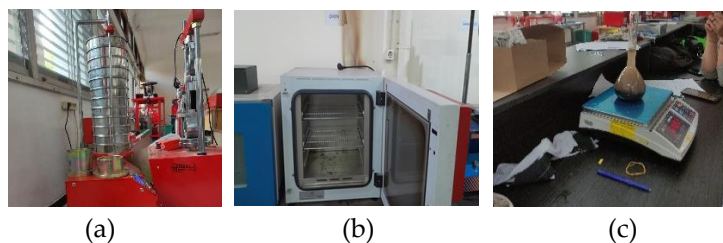
Uji	Metode Pengujian	Ketentuan
Penyerapan air	SNI 1970;2016	$\leq 3\%$

3. Metode Penelitian

Penelitian yang digunakan adalah dengan pendekatan eksperimen, yakni metode dengan melibatkan pengujian langsung guna memperoleh dan menganalisis data. Data yang diperoleh kemudian diolah kemudian dibandingkan dengan standar atau spesifikasi yang telah ditetapkan. Prosedur dan persyaratan dalam penelitian ini mengacu pada ketentuan Standar Nasional Indonesia (SNI) serta Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (revisi 2).

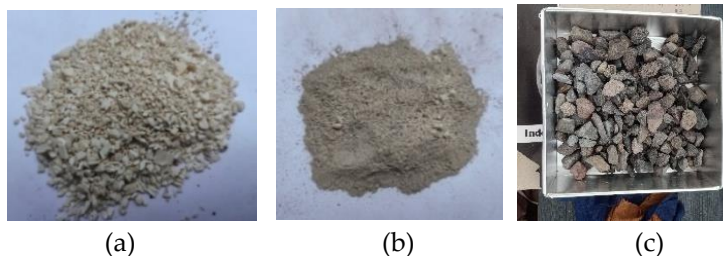
3.1. Alat dan Material

Proses pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan beragam peralatan dan metode yang sesuai dengan kebutuhan pengujian, seperti ayakan untuk menentukan distribusi ukuran dan kelolosan agregat, oven untuk proses pengeringan material, serta timbangan untuk mengukur berat agregat. Adapun bahan yang digunakan meliputi limbah cangkang kerang sebagai substitusi agregat halus dan filler, serta agregat alami yang terdiri dari agregat kasar dan agregat sedang. Rincian lengkap mengenai alat serta bahan yang digunakan dapat dilihat pada penjelasan berikut.



Gambar 2. Alat Penelitian: (a) Satu Set Saringan; (b) Oven; dan (c) Timbangan Digital

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025

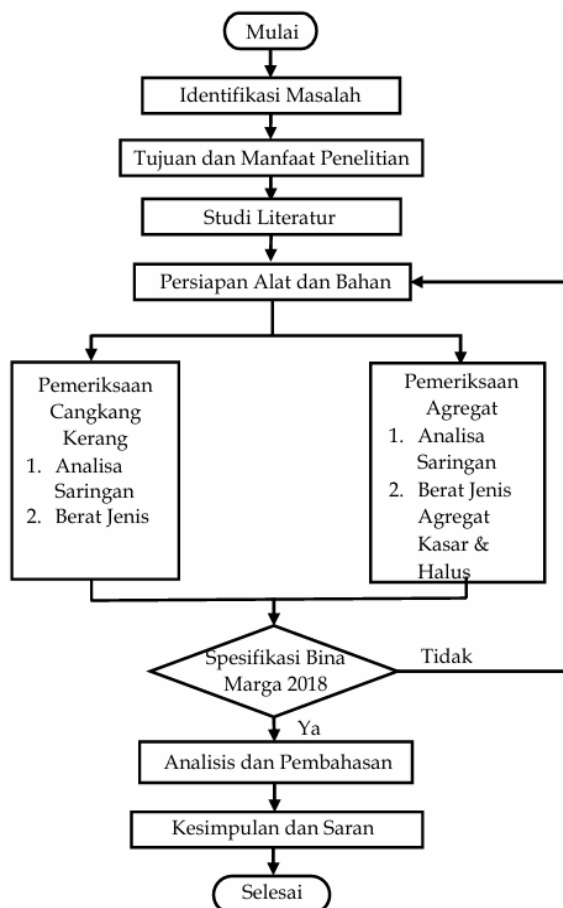


Gambar 3. Material: (a) Cangkang Kerang Bulu sebagai Agregat halus; (b) Cangkang Kerang Bulu sebagai Filler; dan (c) Agregat Kasar

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025

3.2. Diagram Alir

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi limbah cangkang kerang bulu sebagai bahan campuran pada lapisan AC-WC. Proses penelitian mencakup tahap persiapan material, karakterisasi, pencampuran, serta pengujian sifat campuran. Untuk memperjelas alur kegiatan, berikut ditampilkan diagram alir penelitian



Gambar 4. Diagram Alir

Sumber: Penulis, 2025

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Karakteristik Cangkang Kerang Bulu

Limbah cangkang kerang bulu yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari wilayah Desa Tambak Cemandi, Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo. Pengolahan cangkang menjadi agregat halus dan filler dilakukan melalui beberapa tahap. Proses diawali dengan pencucian untuk menghilangkan kotoran, kemudian dilanjutkan dengan pengeringan secara optimal melalui penjemuran. Setelah kering, cangkang ditumbuk hingga pecah dan disaring menggunakan ayakan dengan ukuran tertentu. Material yang lolos ayakan No. 4 namun tertahan pada ayakan No. 200 dikategorikan sebagai agregat halus, sedangkan partikel yang lolos dari ayakan No. 200 digunakan sebagai filler. Data hasil pengujian berat jenis dan daya serap limbah cangkang kerang bulu ditampilkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3 Hasil Pengujian Cangkang Kerang Sebagai Agregat Halus (Penulis, 2025)

Cangkang Kerang Bulu (0-5 mm)		I	II	Hasil
Berat benda uji jenuh kering permukaan	gr	250	250	250
Berat benda uji kering oven	gr	245	241	243
Berat piknometer yang terisi air penuh	gr	694	701	697,5
Berat piknometer terisi benda uji dan air sampai batas pembacaan	gr/cm ³	851,0	849,5	850,3
Berat jenis curah kering	gr/cm ³	2,634	2,374	2,504
Berat jenis curah jenuh kering permukaan	gr/cm ³	2,688	2,463	2,576
Berat jenis semu	gr/cm ³	2,784	2,605	2,605
Penyerapan air	(%)	2%	3,7%	2,9%

Berdasarkan hasil daripada Tabel 3, hasil pengujian menghasilkan cangkang kerang yang digunakan sebagai agregat halus memiliki nilai berat jenis di atas $2,5 \text{ gr/cm}^3$ dan daya serap sebesar 2,9%. Nilai ini dinyatakan memenuhi spesifikasi, yaitu tidak melebihi batas maksimum 3%, serta sejalan dengan SNI 1970:2016.

Tabel 4 Hasil Pengujian Cangkang Kerang Sebagai Filler (Penulis, 2025)

Filler Cangkang Kerang Bulu		
Berat benda uji	gr	250
Berat piknometer	gr	165.0
Berat piknometer berisi minyak tanah	gr	587.5
Berat piknometer dengan benda uji dan minyak tanah	gr	759
Berat jenis minyak tanah	gr/cm^3	0.8
Berat jenis benda uji	gr/cm^3	2.548

Sesuai dengan Tabel 4 tersebut diketahui bahwa hasil pengujian cangkang kerang sebagai filler mendapatkan nilai hasil berat jenis lebih dari $2,5 (\text{gr/cm}^3)$.

4.2. Karakteristik Agregat Alam

Batu pecah yang digunakan sebagai agregat alam dalam penelitian ini perlu melalui serangkaian pengujian untuk mengetahui karakteristik setiap fraksinya. Salah satu variasi pengujian yang dilaksanakan adalah pengukuran berat jenis dan kemampuan penyerapan air, yang bertujuan untuk menilai kualitas serta kecocokan bahan dengan standar campuran aspal. Hasil dari uji ini dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5 Hasil Pengujian Agregat Kasar (Penulis, 2025)

Coarse Aggregate (10 - 15 mm)		I	II	Hasil
Berat benda uji kering oven	gr	1982	1980	1981
Berat benda uji kering permukaan	gr	2037	2040	2038,5
Berat benda uji dalam air	gr	1224	1270	1247
Berat jenis bulk	gr/cm^3	2,438	2,571	2,502
Berat jenis kering permukaan	gr/cm^3	2,506	2,649	2,577
Berat jenis semu	gr/cm^3	2,615	2,789	2,702
Penyerapan	%	2,77%	3,03 %	2,9%

Tabel 6 Hasil Pengujian Agregat Sedang (Penulis, 2025)

Coarse Aggregate (5-10 mm)		I	II	Hasil
Berat benda uji oven	(gr)	1975	1980	1976
Berat benda uji kering permukaan (ssd)	(gr)	2015	2020,5	2017,8
Berat benda uji dalam air	(gr)	1228	1230	1229
Berat jenis bulk	(gr/cm^3)	2,510	2,501	2,505
Berat jenis kering permukaan	(gr/cm^3)	2,560	2,556	2,558
Berat jenis semu	(gr/cm^3)	2,644	2,647	2,645
Penyerapan air	(%)	2,03%	2,20%	2,1%

Ukuran penyerapan rata-rata agregat alam fraksi 10-15 mm yaitu sebesar 2,9% dan agregat alam fraksi 5-10 mm sebesar 2,1%. Kedua fraksi agregat alam yang diujikan berdasarkan tabel diatas menunjukkan hasil rata-rata berat jenis lebih dari $2,5 (\text{gr/cm}^3)$ serta penyerapan agregat yang memenuhi syarat yakni tidak lebih besar dari 3% dan selaras dengan SNI 1969:2016.

5. Kesimpulan

Hasil dari pengujian laboratorium dan analisis data menghasilkan sejumlah kesimpulan sebagai berikut:

1. Limbah cangkang kerang bulu yang dimanfaatkan sebagai agregat halus menunjukkan karakteristik berat jenis di atas 2,5 gr/cm³ dan nilai daya serap sebesar 2,9%, yang berada di bawah ambang batas maksimum yaitu 3%, sehingga memenuhi persyaratan teknis. Sementara itu, material yang digunakan sebagai filler juga memiliki berat jenis lebih dari 2,5 gr/cm³. Oleh karena itu, limbah cangkang kerang bulu dinyatakan layak secara teknis untuk dijadikan bahan substitusi agregat halus dan filler dalam campuran aspal.
2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa agregat alam dengan fraksi 10–15 mm memiliki daya serap sebesar 2,9%, sedangkan fraksi 5–10 mm sebesar 2,1%. Kedua nilai tersebut berada di bawah batas maksimum yang ditentukan yaitu 3%, sesuai dengan ketentuan spesifikasi teknis. Selain itu, kedua fraksi agregat memiliki berat jenis rata-rata di atas 2,5 gr/cm³. Oleh karena itu, agregat alam tersebut dinyatakan memenuhi kriteria sebagai material yang sesuai untuk digunakan dalam campuran perkerasan aspal.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan kontribusi dalam menyelesaikan penelitian ini. Rasa terima kasih yang mendalam disampaikan secara khusus kepada dosen pembimbing atas segala arahan dan bantuan yang telah diberikan selama proses penelitian, serta kepada seluruh staf laboratorium yang turut membantu dalam proses pengujian material. Penulis juga mengapresiasi dukungan moral dari keluarga dan rekan-rekan yang senantiasa memberikan semangat selama pelaksanaan penelitian ini. Semoga hasil dari penelitian ini dapat memberikan manfaat serta menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya.

7. Referensi

- Awang-Hazmi, A. J., Zuki, A. B. S., Noordin, M. M., Jalila, A., & Norimah, Y. (2007). *Mineral Composition Of The Cockle (Anadara Granosa) Shells Of West Coast Of Peninsular Malaysia And It's Potential As Biomaterial For Use In Bone Repair*. <https://Www.Researchgate.Net/Publication/26590510>
- Direktorat Jenderal Bina Marga Spesifikasi Umum 2018. (2018).
- Sarifah, J., Hasibuan, M. H. M., & Sahfitri, F. (2023). Pengaruh Limbah Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Sebagai Agregat Tambahan Pada Campuran Aspal Terhadap Karakteristik Marshall. *Jtsip*, 2(1). <https://Jurnal.Uisu.Ac.Id/Index.Php/Jtsip>
- Sni 1969:2016 Metode Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar. (2016). Www.Bsn.Go.Id
- Sni 1970:2016 Metode Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus. (2016).
- Sukirman, S. (1999). Perkerasan Lentur Jalan Raya.
- Sukirman, S. (2016). Beton Aspal Campuran Panas.
- Sulianti Ika, Ayu Wiloka Indah, & Iftitah Sari Reta. (2021). *The Influence Of Anadara Granosa's Shell Waste As A Substitute Of Fine Aggregate In Mixed Asphalt Concrete Wearing Course (Ac-Wc)*.
- Vilpa, A. (2021). Pengaruh Penggunaan Limbah Cangkang Kerang Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Pada Batako.