

Pengaruh Filler Abu Cangkang Kerang Terhadap Campuran Aspal Daerah Pesisir Pantai

Ida Farida ¹⁾, Padia Rachmadiba ²⁾

^{1,2)}Jurusan Teknik Sipil, Prodi Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Garut
email: idadfarida@itg.ac.id, ¹⁾1811059@itg.ac.id ²⁾

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v13i2.896>

(Received: 31 January 2023 / Revised: 17 July 2023 / Accepted: 08 August 2023)

Abstrak

Penyebab utama jalan rusak di Indonesia karena genangan air, proses oksidasi, tanah yang tidak stabil dan kendaraan yang melampaui kapasitas. Air yang dimaksud umumnya air tawar, namun bagaimana pengaruhnya apabila air yang dimaksud adalah air laut. Tujuan penelitian untuk mengetahui upaya peningkatan stabilitas campuran AC-WC dengan penggantian sebagian *filler* menggunakan abu cangkang kerang dengan perendaman air laut. Penelitian dilakukan beberapa tahapan diantaranya pengujian mutu bahan, penentuan KAO variasi abu cangkang kerang 4%, 6% dan 8% dari berat *filler*, dilanjutkan perendaman air laut selama 24 jam dengan metode pengujian Marshall, terakhir melakukan analisis pembahasan penarikan kesimpulan. Nilai stabilitas pada persentase 4% sebesar 1337.2 kg, persentase 6% nilai stabilitasnya sebesar 1497.2 kg, dan nilai stabilitas tertinggi pada persentase 8% sebesar 1531.3 kg. Peningkatan terjadi karena cangkang kerang mengandung CaCO_3 , memberikan pengaruh positif pada rongga di dalam aspal semakin kecil, dan campuran semakin padat. Nilai *flow* mengalami penurunan dengan bertambahnya persentase abu cangkang kerang, dikarenakan abu cangkang kerang memiliki berat jenis lebih tinggi dari agregat halus sehingga aspal yang menyelimuti agregat semakin tipis dan membuat kelelahan semakin menurun. Untuk *flow* pada campuran abu cangkang kerang persentase 4% dan 6% nilainya sebesar 2,3 mm, nilai terendah ada pada persentase 8% sebesar 2 mm.

Kata kunci: *Abu cangkang kerang; air laut; filler; Marshall, stabilitas*

Abstract

The main causes of damaged road conditions in Indonesia are stagnant water, oxidation processes, unstable soil and vehicles that exceed capacity. The water in question is generally fresh water, but how does it affect if the water in question is seawater. The aim of the study was to determine the efforts to increase the stability of the AC-WC mixture by partially replacing the filler using shell ash with seawater immersion. The research was carried out in several stages including testing the quality of the material, determining the KAO variations of shell ash 4%, 6% and 8% of the filler weight, followed by immersion in seawater for 24 hours, using the Marshall test method, finally conducting an analysis discussing drawing conclusions. The stability value at a percentage of 4% is 1337.2 kg, for a percentage of 6% the stability value is 1497.2 kg, and the highest stability value is at an 8% percentage of 1531.3 kg. The increase occurs because the shells contain CaCO_3 which has a positive effect on the voids in the asphalt getting smaller and the mixture getting denser. The flow value decreased with increasing percentage of shell ash, this is because the shell ash has a higher specific gravity than fine aggregate so that the asphalt covering the aggregate is thinner and causes melting to decrease. For flow in the mixture of shell ash, the percentage of 4% and 6% is 2.3 mm, the lowest value is in the percentage of 8%, which is 2 mm.

Keywords: *Shell Ash; Sea water; Fillers; Marshall, stability*

1. Latar Belakang

Secara keseluruhan kerusakan jalan di Indonesia disebabkan karena adanya genangan air, proses oksidasi, sifat tanah yang tidak stabil, dan beban kendaraan yang berlebih. Struktur perkerasan jalan sangat dipengaruhi kondisi iklim pada lokasi karena merupakan struktur yang tidak terlindungi (Yamin and Herman 2005). Kelembaban dan temperatur berpengaruh terhadap kinerja struktur dalam jangka panjang terutama dalam menahan beban kendaraan. Ruas jalan yang terletak di daerah pantai mengalami permasalahan dengan genangan air laut, umumnya disebabkan oleh cuaca ekstrim sehingga berpotensi terjadinya kegagalan pada campuran aspal dikarenakan jalan tergenang air laut (Pangemanan, Kaseke, and Manoppo 2015). Upaya peningkatan stabilitas lapisan perkerasan dapat dikurangi dengan salah satu alternatif penambahan atau penggantian sebagian bahan material jalan beraspal dengan bahan lain, diantaranya dengan mengganti material bahan pengisi (*filler*) dengan material yang diharapkan akan mampu menambah durabilitas dan stabilitas aspal.

Limbah cangkang kerang sering dibiarkan terbuang di pesisir pantai. Berdasarkan penelitian terdahulu cangkang kerang mengandung senyawa kapur CaO dengan presentase 66,70%. Senyawa CaO merupakan salah satu senyawa kimia utama sebagai penyusun semen (Siregar et al. 2009). Tumbukan Cangkang kerang yang dibakar menghasilkan bubuk kapur yang mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) menjadi CaO yang mengandung *hydrated lime* atau kalsium hidroksida. Kapur cangkang kerang termasuk jenis kapur terhidrasi (*hydrated lime*) dalam siklus kapur. Dengan batuan kapur tersebut mampu memperlambat kerusakan aspal akibat kelembaban, mereduksi penuaan aspal dan oksidasi, serta mencegah *rutting* (Temuan and Kelelahan 1999). Kalsium hidroksida berpengaruh terhadap campuran beton aspal sebagai mineral pengisi yang mampu meningkatkan kekakuan campuran beraspal sehingga membantu mendistribusikan dan mereduksi tegangan dan tekanan akibat beban kendaraan untuk mencegah deformasi. Berdasarkan permasalahan kerusakan jalan yang ada di Indonesia serta beberapa inovasi dengan pemanfaatan cangkang kerang dalam campuran aspal, maka dilakukan penelitian ini dengan tujuan untuk mendapatkan nilai stabilitas serta kelelahan dari penggunaan sebagian *filler* abu cangkang kerang dalam campuran AC-WC daerah pesisir pantai yang terendam air laut selama 24 jam.

2. Metode Penelitian

Penelitian pemanfaatan serbuk kulit kerang dara sebagai material *filler* pengganti atau alternatif untuk campuran beton aspal dengan variasi *filler* serbuk kulit kerang 4%, 6%, 8%. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan *filler* 4% memiliki nilai stabilitas 1313,79 kg (serbuk kulit kerang), dan 1522,30 kg (batu abu). Untuk penggunaan *filler* serbuk kulit kerang 6% dan 8% mempunyai nilai stabilitas sebesar 1616,21 kg dan 1688,56 kg. Dengan demikian nilai stabilitas penggunaan *filler* serbuk kulit kerang secara teknis dapat dipertimbangkan sebagai bahan material *filler* pengganti/alternatif (Cahyadi, Sylviana, dan Yulius 2015).

Tujuan penelitian yaitu Peningkatan stabilitas dan durabilitas dari campuran beton aspal dengan *filler* kapur cangkang kerang pada campuran beton aspal lapis permukaan (AC-BC). Dari analisis hasil uji tersebut didapatkan peningkatan nilai stabilitas pada peningkatan persentase *filler* kapur cangkang dan penurunan nilai

Marshall yang lebih kecil akibat perendaman berulang dibandingkan dengan penggunaan abu batu (Simanjuntak dan Abugau 2020). Penelitian ini dilakukan dengan 5 variasi campuran, hasil pengujian variasi 1, 2, 3, 4 dan 5 secara berurutan dengan nilai KAO: 5,7%; 6,3%; 6,6%; 6,8%; dan 7,2%. Nilai karakteristik Marshall meliputi stabilitas, flow dan MQ yaitu variasi 1 (1221 kg, 4,7 mm, 263 kg/mm), variasi 2 (1346 kg, 4,2 mm, 320 kg/mm), variasi 3 (1361 kg, 3,7 mm, 373 kg/mm), variasi 4 (1434 kg, 3,4 mm, 417 kg/mm) dan variasi 5 (1533 kg, 3,2 mm, 479 kg/mm)

2.1 Pemeriksaan Sifat Fisis Materiall

2.1.1 Pengujian karakteristik aspal

Aspal merupakan hasil produksi dari bahan-bahan alam, sehingga sifat-sifat aspal harus selalu diperiksa di laboratorium dan aspal yang memenuhi syarat yang telah ditetapkan dapat dipergunakan sebagai bahan pengikat perkerasan lentur menurut (RSNI S-01 2003).

- a. Pemeriksaan Penetrasi Aspal dimaksudkan untuk menunjukkan tingkat kekerasan aspal yang diukur dari kedalaman jarum penetrasi yang diberi beban 100 gram selama 5 detik pada suhu ruang 25°C. Nilai penetrasi ini ditentukan oleh suhu, apabila suatu konstruksi yang kondisi lingkungannya bersuhu tinggi maka sebaiknya digunakan aspal dengan nilai penetrasi yang rendah. Nilai penetrasi diperoleh dari nilai rata-rata pengujian penetrasi oleh alat penetrometer:

$$H = H_2 - H_1 \quad (1)$$

di mana

H adalah nilai penetrasi

H_1 adalah nilai awal jarum penetrator sebelum ditekan

H_2 adalah nilai setelah jarum penetrator ditekan selama 5 detik

- b. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal merupakan angka yang menunjukkan perbandingan berat aspal dengan berat air pada volume yang sama pada suhu ruang. Semakin besar nilai berat jenis aspal, maka semakin kecil kandungan mineral minyak dan partikel lain didalam aspal. Semakin tinggi nilai berat jenis aspal, maka semakin baik kualitas aspal. Berat jenis aspal diperoleh dari persamaan rumus :

$$\text{Berat Jenis gr/ml} = \frac{(C-A)}{(B-A)-(D-C)} \quad (2)$$

di mana:

A adalah berat piknometer + tutup (gr)

B adalah berat piknometer + tutup + air (gr)

C adalah berat piknometer + tutup + aspal (gr)

D adalah berat piknometer + tutup + aspal + air (gr)

- c. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal dapat mengindikasikan suhu di mana aspal mulai lembek dengan menggunakan alat *ring and ball* di mana suhu ini akan menjadi acuan di lapangan atas kemampuan aspal menahan suhu yang terjadi untuk tidak lembek sehingga dapat mengurangi daya lekat. Nilai titik lembek dilihat dari bola baja yang menyentuh pelat alat *ring and ball* dengan mencatat waktu dan suhunya saat menyentuh pelat baja.

- d. Pemeriksaan titik nyala bertujuan untuk menentukan suhu di mana aspal terlihat menyala singkat di permukaan aspal (titik nyala) dan suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya lima detik. Nilai titik nyala diketahui dengan mengatur pemanasan gas sehingga mencapai 200°C di bawah titik nyala yang diperkirakan lalu hitung waktu yang diperoleh tiap kenaikan suhu 5°C/menit, pemanasan dilakukan sampai terlihat nyala api singkat pada permukaan aspal.

2.1.2 Pengujian Karakteristik Agregat

Pengujian karakteristik agregat merupakan pengujian yang harus dilakukan sebelum membuat suatu sampel benda uji. Sifat-sifat dalam agregat sangat berpengaruh terhadap kekuatan atau kemampuan dari suatu campuran beraspal terutama perkerasan lentur.

- a. Pemeriksaan abrasi menggunakan alat Los angles pengujian abrasi menentukan kelayakan mutu agregat yang digunakan sebagai bahan campuran perkerasan yang mendapatkan tekanan dan gesekan secara terus menerus akibat adanya beban kendaraan yang melalui perkerasan tersebut (Bina Marga 2010). Jika persentase agregat yang hancur dari hasil pemutaran lolos ayakan no 12 (1,7 mm) dibandingkan dengan berat agregat awal semakin besar, berarti agregat tersebut mutu ketahanan terhadap abrasinya rendah, sebaliknya jika kecil, maka agregat tersebut mutu ketahanan terhadap abrasinya tinggi (Departemen Pekerjaan Umum, Revisi 3 Konstruksi Jalan dan Jembatan, 2010).
- b. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat adalah perbandingan berat dari suatu volume yang sama pada temperatur tertentu. Berat jenis diperoleh dengan rumus persamaan :

$$\text{berat jenis semu} = C / (C - B) \quad (3)$$

$$\text{berat jenis kering} = C / (A - B) \quad (4)$$

$$\text{berat jenis SSD} = A / (A - B) \quad (5)$$

di mana:

A adalah berat agregat SSD

B adalah berat agregat dalam air

C adalah berat agregat kering udara

Penyerapan air (*Water Absorption*), adalah perbandingan air yang dapat diserap terhadap berat agregat kering. Pemilihan macam berat jenis untuk suatu agregat yang digunakan dalam rancangan campuran beraspal, dapat berpengaruh besar terhadap jumlah rongga udara yang diperhitungkan. Bila digunakan berat jenis semua maka aspal dianggap dapat terhisap oleh semua pori yang dapat menyerap air (Badan Standarisasi Nasional 1990). Penyerapan agregat diperoleh persamaan:

$$\text{penyerapan \%} = (A - C) / (C \times 100\%) \quad (6)$$

- c. Pemeriksaan Analisa Saringan gradasi agregat adalah pembagian ukuran butiran yang dinyatakan dalam persen dari berat total. Tujuan utama pekerjaan analisis ukuran butir agregat adalah untuk pengontrolan gradasi agar diperoleh konstruksi campuran yang bermutu tinggi. Untuk memperoleh modulus kehalusannya yaitu dengan membagi jumlah persentase tertahan kumulatif /100

- d. Pemeriksaan berat volume bertujuan untuk menentukan berat isi agregat halus dan kasar atau campuran yang didefinisikan sebagai perbandingan antara berat material kering dan volumenya. Diperoleh dengan persamaan:

$$\text{Berat Volume} = D/A \quad (7)$$

di mana:

A adalah volume wadah

B adalah berat wadah

C adalah berat wadah + benda uji

D Berat benda uji (B-C)

- e. Pemeriksaan kadar air pada agregat adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dibandingkan dengan berat agregat dalam keadaan kering. Nilai kadar air ini digunakan untuk koreksi takaran air untuk adukan beton yang disesuaikan dengan kondisi agregat di lapangan. nilai kadar air diperoleh dari persamaan :

$$\text{kadar air} = C - D/D \quad (8)$$

- f. Pengujian Berat jenis Abu Cangkang Kerang, Abu cangkang kerang ini menjadi bahan pengganti sebagian *filler* abu batu dalam campuran beraspal. sebelumnya dilakukan pengujian berat jenis abu cangkang kerang, dengan melakukan pengolahan cangkang kerang menjadi abu terlebih dahulu dimulai dari pembersihan cangkang kerang, kemudian dibakar dalam api menggunakan wadah selama 60 menit. Setelah dibakar cangkang kerang tersebut dihancurkan menggunakan mesin los angeles kemudian ditumbuk manual dengan alat tumbuk dan disaring menggunakan saringan no 200 atau setara dengan PAN.
- g. Pengujian Marshall Prinsip dasar metode Marshall adalah pemeriksaan stabilitas dan kelelahan (*flow*), serta analisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk. Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *proving ring* (cincin penguji) berkapasitas 22,2 KN (5000 lbs) dan *flowmeter*. *Proving ring* digunakan untuk mengukur nilai stabilitas, dan *flow* meter untuk mengukur kelelahan plastis atau *flow*. Benda uji Marshall berbentuk silinder berdiameter 4 inchi (10,2 cm) dan tinggi 2,5 inchi (7,26 cm). Prosedur pengujian Marshall mengikuti SNI 06-2489-1991, atau AASHTO T 245-90, atau ASTM D 1559-76.

2.2 Pengumpulan Data

Data berdasarkan hasil penelitian tentang pemeriksaan karakteristik aspal dan pemeriksaan karakteristik material bahan yang digunakan dalam campuran beraspal yakni agregat. Marshall test menghasilkan nilai stabilitas dan *flow* pada campuran beraspal dengan campuran abu cangkang sebagai *filler* yang direndam air laut. Metode pengumpulan data, terdiri dari:

1. Studi literatur untuk mendapatkan referensi.
2. Bahan pengganti dengan cangkang kerang dan air laut yang berasal dari pantai Ranca buaya Garut Selatan.
3. Eksperimen terhadap berbagai kondisi perlakuan pada beberapa benda uji di laboratorium. Pengujian bahan keausan agregat kasar, berat isi agregat, berat jenis dan penyerapan agregat, kadar air agregat, analisa saringan, data penetrasi aspal, berat jenis aspal, titik lembek aspal, dan titik nyala aspal.

2.3 Tahapan dan Prosedur Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini diawali dengan melakukan studi literature dari jurnal penelitian sebelumnya, mempersiapkan alat dan memilah bahan penyusun campuran beraspal yang akan dipakai. Melakukan pengujian terhadap material yaitu agregat serta aspal. Dilaksanakan beberapa percobaan untuk menentukan karakteristik dan kelayakan dari material atau bahan yang digunakan, terdiri dari pengujian penetrasi, berat jenis, titik lembek, titik nyala, berat jenis, abrasi *los angeles*, analisa saringan, dan kadar air. Melakukan pengolahan cangkang kerang menjadi abu dimulai dari pembersihan cangkang kerang, kemudian dibakar dalam api menggunakan wadah selama 30 menit. Setelah dibakar cangkang kerang tersebut dihancurkan menggunakan alat tumbuk dan disaring menggunakan saringan no 200 atau setara dengan PAN.

Langkah selanjutnya *Job mix design* berdasarkan perhitungan dan penetapan rancang campuran kadar aspal. Tahapan pembuatan sampel benda uji dari mulai pemanasan agregat dan aspal dengan berat sampel berdasarkan job mix design pada suhu pencampuran 140°C dan selanjutnya pemadatan dengan *compactor asphalt* sebanyak 75 kali bagian atas dan 75 kali bagian bawah (SNI 06-2489 1991). Tahapan perawatan yaitu perendaman benda uji dalam air laut selama 24 jam, dilanjutkan dengan perendaman benda uji dalam waterbath sebagai rangkaian dari pengujian Marshall pada suhu 60°C selama 30 menit. Kemudian sample tersebut diuji menggunakan Marshall test. Tahapan analisis hasil dan pengolahan data yang telah diperoleh untuk mendapatkan nilai stabilitas serta kelelehannya.

2.4 Perencanaan Campuran (*Job Mix Design*)

Kekuatan campuran beraspal harus dijaga dengan suhu tertentu pada saat pencampuran bahan dan pemadatan. Suhu berpengaruh terhadap nilai dari karakteristik Marshall. Presentase pergantian abu batu dengan abu cangkang kerang terdiri dari 3 variasi 4%, 6%, dan 8% per 3 sampel dengan total benda uji sebanyak 9 buah. *Job mix formula* campuran beraspal berdasarkan variasi kadar aspal yang menggunakan kadar aspal optimum rencana berdasarkan Pedoman Teknik Nomor: 028/T/BM/1999 (Direktur Jendral Bina Marga 1999). Untuk perhitungan kadar aspal optimum rencana (P_b) dengan Persamaan 1.

$$P_b = 0,035(CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + konstanta \quad (9)$$

di mana:

P_b adalah kadar aspal tengah/ideal, persen terhadap berat campuran

CA adalah persen agregat tertahan saringan no.8 (2,36 mm)

FA adalah persen agregat tertahan saringan no. 8 (2,36 mm) dan tertahan saringan mo. 200 (0,075 mm)

Filler adalah persen agregat minimal 75% lolos no.200 (0,075 mm)

K adalah nilai konstanta untuk besar nilai konstanta diperkirakan antara 0,5 sampai 1,0 untuk laston 33

Hasil kadar aspal untuk konstanta campuran beraspal AC-WC terdapat dan direntang 0,5-1, dalam penelitian ini nilai konstanta yang digunakan adalah pada rentang 0,75. Hasil perhitungan kadar aspal adalah kadar aspal optimum rencana dengan persentase 6% yang digunakan untuk semua sampel benda uji yang dibuat

dengan berat rencana 1200 gr. Setelah mengetahui persentase kebutuhan aspal maka dilakukan perhitungan kebutuhan aspal dengan rumus:

$$\text{Kebutuhan aspal } 6\% = \text{Berat rencana} \times \text{Persentase aspal} \quad (10)$$

untuk mengetahui berat kebutuhan agregat yaitu dilakukan perhitungannya:

$$\text{Berat agregat} = \text{Berat rencana} - \text{berat aspal} \quad (11)$$

Tabel 1 Gradasi rencana

No Saringan		Gradasi Rencana	
ASTM	(mm)	Lolos (%)	Tahan (%)
¾"	19.00	100.00	0
½"	12,5	95.00	5.00
3/8"	9,5	83.50	11.50
No.4	4,75	61.00	22.50
No.8	2,36	43.00	18.00
No.16	1,18	30.50	12.50
No.30	0,600	22.00	8.50
No.50	0,300	15.50	6.50
No.100	0,150	10.50	5.00
No.200	0,075	8.00	2.50
Pan		0.00	8.00

Menghitung berat tiap nomor saringan dengan gradasi rencana AC-WC dapat dihitung dengan persamaan :

$$\text{Kebutuhan berat agregat/no.saringan} = \text{Berat agregat} \times (\% \text{ berat tertahan no.}/100)$$

Tabel 2 *Job mix design* dengan variasi *filler* abu cangkang kerang

No Saringan	Gradasi Rencana	Berat per Saringan (gram) 3 sampel/ masing-masing variasi dengan KAO						Total Kebutuhan
		Lolos (%)	Tahan (%)	Aspal 6%	Abu Kerang 4%	Abu Kerang 6%	Abu Kerang 8%	
ASTM	(mm)							9 Sampel
¾"	19.00	100.00	0	0	0	0	0	0
½"	12,5	95.00	5.00	56.4	169.2	169.2	169.2	1522.8
3/8"	9,5	83.50	11.50	129.72	389.16	389.16	389.16	3502.44
No.4	4,75	61.00	22.50	253.8	761.4	761.4	761.4	6852.6
No.8	2,36	43.00	18.00	203.04	609.12	609.12	609.12	5482.08
No.16	1,18	30.50	12.50	141	423	423	423	3807
No.30	0,600	22.00	8.50	95.88	287.64	287.64	287.64	2588.76
No.50	0,300	15.50	6.50	73.32	219.96	219.96	219.96	1979.64
No.100	0,150	10.50	5.00	56.4	169.2	169.2	169.2	1522.8
No.200	0,075	8.00	2.50	28.2	84.6	84.6	84.6	761.4
Pan		0.00	8.00	90.24	270.72	270.72	270.72	2436.48
Abu kerang			0.00	0	10.8288	862.92	659.88	7766.28
Berat Aspal				72	216	216	216	1944
Berat Agregat				1128	3384	3384	3384	30456
Berat Rencana				1200	3600	3600	3600	32400

Komposisi campuran beraspal menunjukan kebutuhan bahan untuk 9 sampel benda uji berdasarkan Pedoman Teknik Nomor: 028/T/BM/1999 (Direktur Jendral Bina Marga 1999). yang terdiri dari agregat kasar yang tertahan saringan nomor 4

sebanyak 5,279 kg, agregat halus yang tertahan saringan nomor 200 sebanyak 7,174 kg, *filler* abu batu sebanyak 1,083 kg, abu cangkang kerang sebanyak 0.049 kg dan aspal yang digunakan dalam 12 sampel benda uji sebanyak 0,864 kg. Komposisi berat aspal dan agregat untuk pembuatan 12 sampel dapat dilihat pada Tabel 2.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian Material

Hasil pengujian material yang dilakukan dalam penelitian telah memenuhi syarat spesifikasi yang ditentukan, hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6.

Tabel 3 Hasil Pengujian Aspal

No	Jenis Pengujian Aspal Keras	Standar	Ketentuan	Hasil Uji
1	Pengujian Penetrasi	(SNI 2432 2011)	Min 60 mm	61
2	Pengujian Titik Nyala	(Nasional 2011)	Min 200 °C	285
3	Pengujian Titik Lembek	(SNI 2434-2011)	48 - 58 °C	51
4	Berat Jenis Aspal	(SNI 2441 2011)	Min 1 Kg/m ²	1.066

Berdasarkan Tabel 3 hasil pengujian karakteristik aspal menunjukkan bahwa aspal yang telah diuji sebagai bahan campuran beraspal telah memenuhi persyaratan untuk dijadikan bahan dalam campuran beraspal.

Tabel 4 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
1	Kadar Air	1,4 %
2	Berat Isi Padat	1,463 %
	Berat Isi Gembur	1,459 %
3	Berat Jenis :(gr/cm)	
	a. Berat Jenis (<i>bulk</i>)	2,35
	b. Berat Jenis SSD	2,33
	c. Berat Jenis <i>Apparent</i>	2,29
4	Penyerapan Agregat Terhadap Air (%)	1,07 %
5	Modulus Kehalusan	1,18
6	Keausan dengan mesin Los Angeles (%)	32,7 %

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan bahwa karakteristik atau sifat yang dimiliki agregat kasar telah memenuhi untuk dijadikan bahan untuk campuran beraspal.

Tabel 5 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
1	Kadar Air	9,65%
2	Berat Isi Padat	1,455 kg/lt
	Berat Isi Gembur	1,459 kg/lt
3	Berat Jenis :(gr/cm)	
	a. Berat Jenis (<i>bulk</i>)	2,45
	b. Berat Jenis SSD	2,5
	c. Berat Jenis <i>Apparent</i>	2,58
4	Penyerapan Agregat Terhadap Air (%)	2,04 %
5	Modulus Kehalusan	5,14%

Berdasarkan Tabel 5 pengujian menunjukkan bahwa karakteristik atau sifat yang dimiliki agregat halus telah memenuhi untuk dijadikan bahan untuk campuran beraspal.

Tabel 6 Hasil Pengujian Abu Cangkang Kerang

Pengukuran		Data
A	Berat piknometer + Tutup (gr)	2629
B	Berat piknometer + Tutup + Air (gr)	5010
C	Berat piknometer + Tutup + Abu Cangkang Kerang (gr)	3346
D	Berat piknometer + Tutup + Abu Cangkang Kerang + Air (gr)	5420
Berat Jenis (gram/ml)		$\frac{(C - A)}{(B - A) - (D - C)}$ 2.3355049

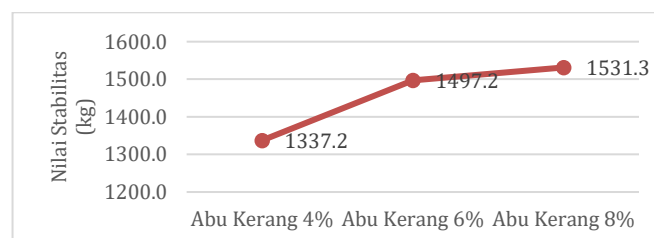
Berdasarkan Tabel 6 pengujian menunjukkan bahwa karakteristik atau sifat yang dimiliki oleh abu cangkang kerang sebagai *filler* yang berasal dari pantai Rancabuaya telah memenuhi untuk dijadikan bahan untuk campuran beraspal.

Air laut sebagai media perendaman sampel benda uji berasal dari Pantai Rancabuaya Garut Selatan. Penangan air laut disimpan dalam kompartemen dan ditutup rapat-rapat untuk mencegah penguapan yang dapat meningkatkan kadar garam dalam air laut. kandungan pH air laut diuji di Laboratorium Teknik Sipil Institut Teknologi Garut, didapatkan pH air laut untuk perendaman mempunyai pH 5 maka kandungan air laut tersebut asam.

Sebelum dilakukan pengujian dengan menggunakan alat Marshall, dilakukan pengukuran fisik terhadap sampel untuk masing-masing persentase kadar *filler* abu cangkang kerang. Langkah selanjutnya sampel direndam dalam *waterbath* suhu 60°C selama 30 menit dan sampel diuji menggunakan alat marshall.

3.2 Nilai Stabilitas

Nilai stabilitas menunjukkan besarnya kemampuan perkerasan menahan beban tanpa terjadinya deformasi. Perkerasan yang memiliki nilai stabilitas yang tinggi akan mampu menahan beban lalu lintas yang besar, stabilitas yang terlalu tinggi menyebabkan campuran terlalu kaku sehingga akan mudah terjadi retak-retak pada waktu menerima beban. Jika nilai stabilitas rendah, maka akan mudah mengalami *rutting* karena beban lalu lintas atau oleh perubahan subgrade. Penelitian terdahulu diketahui variasi kadar cangkang kerang yang sama tetapi tidak menggunakan perendaman air laut dapat dilihat pada Gambar 1.



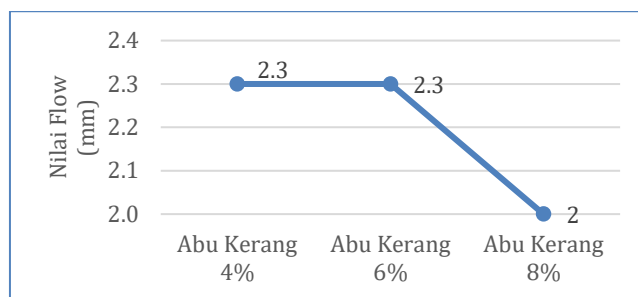
Gambar 1 Nilai Stabilitas Abu Cangkang Kerang Rendaman Air Laut

Berdasarkan Gambar 1 nilai stabilitas untuk campuran *filler* abu cangkang kerang dengan perendaman air laut yang mengandung unsur-unsur merugikan

terhadap campuran beraspal, dihasilkan proporsi terkecil pada 4%. Nilai stabilitas mengalami kenaikan dengan bertambahnya jumlah persentase *filler* abu cangkang kerang, hal ini terjadi karena dengan bertambahnya abu cangkang kerang yang mengandung kalsium hidroksida memberikan pengaruh positif pada campuran beraspal yang mampu membuat rongga dalam aspal semakin kecil dan campuran semakin padat. Nilai stabilitas paling besar setelah perendaman air laut ada pada campuran beraspal dengan persentase abu cangkang kerang 8% sebesar 1531,3 kg.

3.2.1 Flow (Kelelehan)

Flow atau kelelehan merupakan besarnya penurunan deformasi campuran aspal saat terjadi pembebanan akibat penambahan beban, sehingga menyebabkan nilai stabilitas menjadi semakin menurun. Nilai *flow* dari semua sampel benda uji dilihat juga pada Gambar 2.

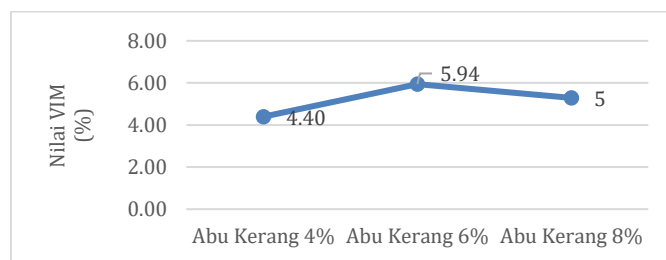


Gambar 2 Nilai *Flow* Abu Cangkang Kerang Rendaman Air Laut

Berdasarkan Gambar 2 nilai *flow* untuk campuran *filler* abu cangkang kerang dengan perendaman air laut mengalami penurunan dengan bertambahnya jumlah prosentase *filler* abu cangkang kerang, hal ini terjadi karena abu cangkang kerang memiliki berat jenis yang lebih tinggi dari agregat halus yang digunakan, sehingga aspal yang menyelimuti agregat semakin tipis dan membuat kelelehan semakin menurun. Penurunan dapat terjadi akibat pengaruh rendaman air laut selama 24 jam. Hal ini menunjukkan bahwa air laut mengandung unsur-unsur yang merugikan terhadap campuran beraspal. Nilai *flow* terendah terjadi pada presentase abu cangkang kerang 8%.

3.2.2 VIM

Rongga udara dalam campuran atau VIM merujuk pada spesifikasi umum Bina Marga 2018 (Bina Marga 2010) adalah minimal 3% dan maksimal 5%. Untuk nilai VIM hasil dari pengujian benda uji dapat dilihat pada Gambar 3.

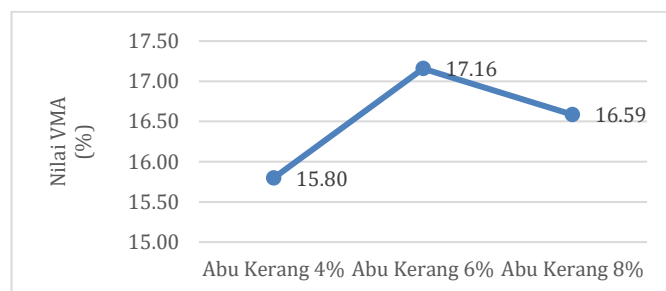


Gambar 3 Nilai VIM Abu Cangkang Kerang Rendaman Air Laut

Nilai VIM didapatkan berdasarkan data tinggi, berat kering, berat jenuh, dan berat benda uji dalam air. Pada Gambar 3 terlihat bahwa tidak semua benda uji memiliki nilai VIM yang sama, di mana pada benda uji campuran aspal abu cangkang kerang dengan perendaman air laut terjadi kenaikan dan penurunan. Benda uji dengan kadar abu cangkang kerang 6% dihasilkan nilai VIM tidak memenuhi spesifikasi dengan nilai 5,94%. Kenaikan nilai VIM terjadi karena abu cangkang kerang sebagai *filler* tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai VIM maka semakin besar rongga dalam campuran sehingga campuran bersifat berpori. Dengan demikian campuran menjadi kurang rapat berdampak pada air dan udara mudah memasuki rongga-rongga dalam campuran sehingga aspal kurang mengikat agregat. Selain itu kenaikan nilai VIM pada benda uji dengan persentase 6% diindikasikan karena suhu pada saat pencampuran yang terlalu tinggi, sehingga aspal yang terserap lebih banyak dibandingkan yang menyelimuti agregat. Nilai VIM kadar abu cangkang kerang mengalami penurunan pada prosentase 8% dengan nilai VIM sebesar 5%.

3.2.3 VMA

Ruang rongga diantara butiran agregat pada suatu perkerasan termasuk rongga udara dan volume aspal efektif atau VMA. VMA yang merupakan rongga udara antar agregat akan berpengaruh terhadap campuran aspal, hasil analisis nilai VMA dapat dilihat pada Gambar 4.

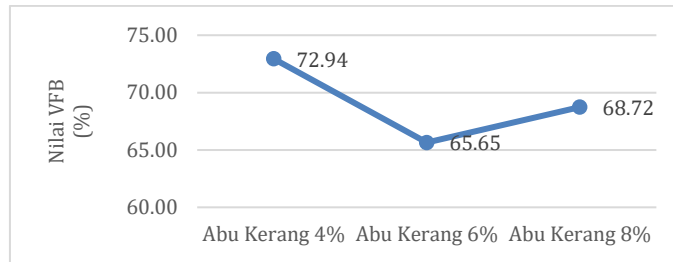


Gambar 4 Nilai VMA Abu Cangkang Kerang Rendaman Air Laut

Berdasarkan Gambar 4 benda uji setelah perendaman dengan air laut selama 24 jam pada benda uji dengan abu cangkang kerang 4% memiliki nilai lebih kecil sebesar 15,80%. Hal ini terjadi karena abu cangkang kerang pada campuran kurang mengisi rongga antar agregat sehingga menghasilkan *film* aspal yang tipis. Tetapi dengan bertambahnya jumlah prosentase abu cangkang kerang pada variasi abu cangkang kerang 6%, nilai VMA mengalami peningkatan karena abu cangkang kerang mampu mengisi rongga antar agregat. Pada prosentase abu cangkang kerang 8% mengalami penurunan dari nilai VMA dan nilai VMA yang optimum terdapat pada prosentase 6% sebesar 17,16%.

3.2.4 VFB

Prosentase rongga yang terisi aspal pada campuran setelah dipadatkan adalah *Void Filled Bitumen* (VFB). Hasil analisis nilai VFB dapat dilihat pada Gambar 5.

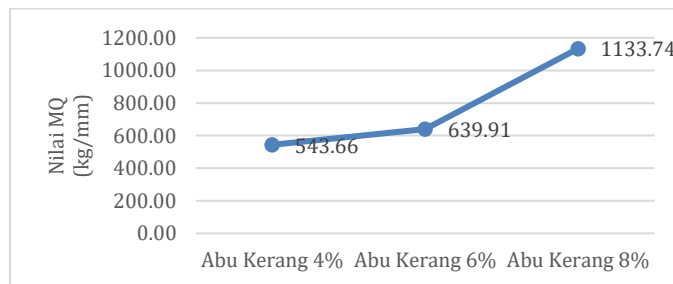


Gambar 5 Nilai VFB Abu Cangkang Kerang dengan Rendaman Air Laut

Nilai VFB pada campuran benda uji abu cangkang kerang dengan perendaman air laut pada prosentase 4% memiliki nilai lebih besar dari pada prosentase 6% dan 8%. Penurunan nilai VFB karena suhu air laut yang lebih panas atau pada suhu saat campuran aspal dipadatkan. Peningkatan nilai VFB terjadi pada benda uji dengan abu cangkang kerang 8% sebesar 68,72% dampak dari rongga udara pada campuran aspal terisi penuh. Nilai VFB tertinggi terdapat pada prosentase 4% dengan stabilitas 72,94%.

3.2.5 Marshall Quotient

Marshall *Quotient* merupakan hasil bagi antara nilai stabilitas dengan nilai *flow*. Nilai Marshall *Quotient* memberikan nilai fleksibilitas atau kelenturan pada campuran aspal, hasil analisis nilai Marshall *Quotient* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Pengaruh Abu Cangkang Kerang Terhadap Marshall *Quotient*

Pada Gambar 6 nilai Marshall *Quotient* (MQ) campuran dengan abu cangkang kerang mengalami kenaikan untuk penambahan prosentase kadar abu cangkang kerang pada titik optimal dengan kadar aspal 8% sebesar 1133,74 kg/mm, dan untuk nilai MQ terendah terjadi pada prosentase 4% dengan nilai sebesar 543,66 kg/mm.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasar pada hasil penelitian pengujian abu cangkang kerang dan perendaman dengan air laut selama 24 jam pada campuran aspal, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai stabilitas mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya prosentase abu cangkang kerang. Untuk nilai stabilitas pada prosentase 4 % sebesar 1337.2 kg, untuk prosentase 6% nilai stabilitasnya sebesar 1497.2 kg, dan prosentase 8% sebesar 1531.3 kg merupakan stabilitas tertinggi. Dengan demikian bertambahnya abu cangkang kerang yang mengandung kalsium hidroksida

memberikan pengaruh positif pada campuran beraspal karena membuat rongga dalam aspal semakin kecil dan campuran semakin padat.

2. Nilai *flow* untuk campuran *filler* abu cangkang kerang dengan perendaman air laut mengalami penurunan dengan bertambahnya jumlah persentase *filler* abu cangkang kerang karena abu cangkang kerang memiliki berat jenis yang lebih tinggi dari agregat halus, sehingga aspal yang menyelimuti agregat semakin tipis dan membuat kelelahan semakin menurun. Dengan demikian air laut mengandung unsur-unsur yang merugikan terhadap campuran beraspal. Nilai *flow* campuran abu cangkang kerang prosentase 4% dan 6% sebesar 2,3 mm, sedangkan pada prosentase abu cangkang kerang 8% sebesar 2 mm merupakan nilai terendah.

4.2 Saran

Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat diperlukan penambahan benda uji pada campuran aspal (AC-WC) dengan abu cangkang kerang. Pada penelitian selanjutnya, lebih baik dilakukan pemeriksaan durabilitas dari campuran untuk mengetahui keawetan dari campuran aspal AC-WC dengan variasi abu cangkang kerang pada kondisi perendaman air laut.

Daftar Kepustakaan

- Badan Standarisasi Nasional. 2011. "SNI 2441:2011 Tentang Cara Uji Berat Jenis Aspal Keras." *Badan Standar Nasional Indonesia*.
<https://binamarga.pu.go.id/uploads/files/648/sni-24412011-cara-uji-berat-jenis-aspal-keras.pdf>.
- Bina Marga. 2010. "Spesifikasi Umum 2010." *Direktorat Jendral Bina Marga* 2010(Revisi 3): 1–6.
- Direktur Jendral Bina Marga. 1999. "Pedoman Teknik Persyaratan Aksesibilitas Pada Jalan Umum." (No.74/KPTS/Db/1999).
- Nasional, Badan Standarisasi. 2011. "Cara Uji Titik Nyala Dan Titik Bakar." *Sni* 2433-2011.
- Pangemanan, Vonne Carla, Oscar H Kaseke, and Mecky R E Manoppo. 2015. "Beraspal Panas Terhadap Stabilitas Dan Kelelahan (Flow)." *Sipil Statik* 3(2): 85–90.
- RSNI S-01. 2003. "Spesifikasi Aspal Keras Berdasarkan Penetrasi." *Spesifikasi aspal keras berdasarkan penetrasi: 2*.
- Siregar, Shinta Marito et al. 2009. "Pemanfaatan Kulit Kerang dan Resin Epoksi Tesis oleh Shinta Marito Siregar Sekolah Pasca SarjanaA."
- SNI 06-2489. 1991. "Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall." *Badan Standardisasi Nasional* (1): 7.
- SNI 2432. 2011. "Cara Uji Penetrasi Aspal." *Badan Standar Nasional Indonesia*: 9–17.
- SNI 2434-2011. 2011. "Cara Uji Titik Lembek Aspal Dengan Alat Cincin Dan Bola (Ring and Ball)." *Badan Standardisasi Nasional*: 1–17.
<http://sni.litbang.pu.go.id/image/sni/isi/sni-24342011.pdf>.

- Temuan, Volume Ringkasan, and Sifat-sifat Fraktur D A N Kelelahan. 1999. "Dari Tanah dan Agregat Stabilisasi Kapur Dipersiapkan Untuk Asosiasi Kapur Nasional Oleh Dallas N . Little Machine Translated by Google." 1.
- Yamin, R. Anwar, and Herman. 2005. "Pengaruh Lingkungan Tropis Indonesia Pada Penuaan Aspal Dan Modulus Kekakuan Resilien Campuran Beraspal." *Jurnal Transportasi* 5(2): 100.
- 03-1969-1990, S. (1969-1990). Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar.
- Abugau, R. M. (2020). Pemanfaatan Filler Kapur Cangkang Kerang Sebagai Pengganti Filler Abu Batu Untuk Meningkatkan Durabilitas Beton Aspal Terhadap Perendaman.
- Arief Maulana, K. E. (2014). Karakteristik Kekuatan Campuran Beraspal Akibat Air Laut.
- Haris. (2019). Analisis Pengujian Stabilitas Dan Durabilitas Campuran Aspal Dengan Tes Perendaman.
- Mentari. (2018). Pengaruh Rendaman Air Laut Terhadap Penurunan Kinerja Campuran Superpave Yang Menggunakan Limbah Ban Karet Sebagai Additive .
- Napitupulu, F. (2009). Karakteristik Campuran Aspal Beton Dalam Kondisi Terendam Air Hujan Dan Beban Statis Dengan Variasi Waktu Rendaman.
- Nunung Widyaningsih, F. F. (2019). Pengaruh Variasi Kadar Filler Abu Cangkang Kerang Terhadap Parameter Marshall Di Lapisan Laston .
- Prabowo, A. H. (2003). Pengaruh Rendaman Air Laut Pasang (Rob) Terhadap Kinerja Laston (Hrs-Wc) Berdasarkan Uji Marshall Dan Uji Durabilitas Modifikasi.
- Rakyat, K. P. (2019). Perancangan Dan Pelaksanaan Campuran Beraspal Panas Bergradasi Menerus (Laston) Menggunakan.
- Rizki Cahyadi, R. S. (2015). Perbandingan Nilai Stabilitas Penggunaan Filler Serbuk Kulit Kerang Dengan Abu Batu Pada Campuran Beton Aspal .
- Sari, K. I. (2021). Pengaruh Serbuk Abu Cangkang Kerang Sebagai Bahan Pengganti Filler Pada Campuran Aspal.
- Sudarman. (2020). Uji Parameter Marshall Dengan Variasi Penambahan Plastik Poliamida Pada Aspal Beton Ac-Wc .
- Vonne Carla Pangemanan Oscar H. Kaseke, M. R. (2015). Pengaruh Suhu Dan Durasi Terendamnya Perkerasan Beraspal Panas Terhadap Stabilitas Dan Kelelahan (Flow) .