



KARAKTERISTIK MARSHALL AC-WC MENGGUNAKAN SUBSTITUSI ABU TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI FILLER

Kumita¹, Deni Iqbal^{2*}, Aris Munandar³

¹Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Almuslim

²Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe

³Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Malikussaleh

**Corresponding author, email address: iqbal_ptg@pnl.ac.id*

ARTICLE INFO

Article History:

Received 18 Juni 2025

Accepted 27 Juni 2025

Online 30 Juni 2025

ABSTRAK

Jalan dibangun bertujuan sebagai penghubung antara satu wilayah dengan wilayah lainnya. Banyak kerusakan jalan yang disebabkan oleh kurang baiknya mutu material yang digunakan. Berdasarkan permasalahan tersebut, sekarang banyak diteliti bahan tambah dari material-material lokal untuk memodifikasi sifat-sifat aspal dalam campuran laston sehingga dapat meningkatkan stabilitas perkerasan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui seberapa besar nilai karakteristik *Marshall* jika digunakan bahan tambah lokal yang diambil dari limbah. Bahan yang digunakan pada penelitian sebagai bahan substitusi pada campuran laston AC-WC adalah abu tempurung kelapa sebagai *filler*. Material lokal seperti tempurung kelapa diharapkan dapat dimanfaatkan secara maksimal salah satunya sebagai filler pada perkerasan jalan berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 2 (2018). Penelitian menggunakan tempurung kelapa dengan variasi kadar abu tempurung kelapa sebesar 0%, 15%, 30%, 45%, 60% dari berat *filler* lolos saringan nomor 200. Berdasarkan evaluasi terhadap karakteristik Marshall AC-WC menggunakan substitusi abu tempurung kelapa sebagai *filler* dengan kadar aspal optimum 5,76%, maka dapat diketahui persentase terbaik terdapat pada substitusi 15% abu tempurung kelapa dengan nilai stabilitas 1410 kg, nilai MQ 400,49 kg/mm, VIM 4,3 %, VMA 15,9% , *flow* 3,58, *density* 2,313, dan nilai VFB 73%. Nilai Parameter Marshall dengan menggunakan substitusi abu tempurung kelapa sebagai *filler* semuanya masih memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga tahun 2018.

Kata Kunci: *Abu Tempurung Kelapa, Karakteristik Marshall, Filler, Laston AC-WC, Bina Marga Revisi 2 (2018)*

ABSTRACT

Roads are built to connect one region to another. Many road failures are caused by the poor quality of the materials used. Based on these problems, there are now many studies of added

materials from local materials to modify the properties of asphalt in the laston mixture so as to increase pavement stability. The study aims to determine how much the value of Marshall characteristics if local additives taken from waste are used. The material used in the research as a substitute material in the AC-WC laston mixture is coconut shell ash as filler. Local materials such as coconut shells are expected to be maximally utilized, one of which is as a filler in road pavements based on the General Specifications of Bina Marga Revision 2 (2018) The research used coconut shells with variations in coconut shell ash content of 0%, 15%, 30%, 45%, 60% of the weight of the filler passing sieve number 200. Based on the evaluation of Marshall characteristics of AC-WC using coconut shell ash substitution as filler with optimum asphalt content of 5.76%, it can be seen that the best percentage is found in 15% coconut shell ash substitution with stability value of 1410 kg, MQ value of 400.49 kg/mm, VIM 4.3%, VMA 15.9%, flow 3.58, density 2.313, and VFB value of 73%. The Marshall Parameter values using coconut shell ash substitution as filler all still meet the requirements of the 2018 Bina Marga specifications.

Keywords: Coconut Shell Ash, Marshall Characteristics, Filler, AC-WC Laston, Bina Marga Revision 2 (2018)

1. PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya kebutuhan akan jalan, memacu manusia untuk meningkatkan kualitas jalan. Semakin bagus perkerasan jalan semakin mudah pergerakan kendaraan. Dalam meningkatkan struktur perkerasan jalan berbagai alternatif pun mulai dikembangkan sebagai bahan campur dalam aspal ataupun agregat. Campuran aspal masih merupakan lapis penutup perkerasan jalan yang dominan di Indonesia, walaupun dibeberapa ruas jalan telah dilakukan dengan lapis perkerasan kaku dengan beton. Campuran beraspal panas merupakan campuran antara agregat dengan aspal sebagai pengikat pada komposisi dan suhu tertentu. Banyak jenisnya campuran beraspal dan umumnya ditentukan oleh tipe gradasi agregat yang digunakan, jenis aspal dan suhu pencampuran/pemadatan (Saleh, Anggraini, & Aquina, 2014). Banyak konstruksi jalan yang mengalami kerusakan dalam masa pelayanan, padahal tujuan akhir adalah tersedianya jalan dengan standar baik sesuai fungsinya. Salah satu upaya yang dilakukan untuk mencapai tujuan tersebut yaitu meningkatkan fungsi aspal sebagai bahan pengikat dengan menggunakan bahan tambah.

Dalam pengujian ini, peneliti mencoba alternatif “tempurung kelapa” sebagai bahan campuran aspal beton. Tempurung Kelapa termasuk kedalam salah satu limbah keras organik karena tempurung memiliki kandungan air yang sedikit dan tekstur yang keras. Kandungan lignin dalam tempurung kelapa membuatnya tak mudah terurai begitu saja di tanah akibatnya batok kelapa menggunung dan meninggalkan pemandangan tidak indah bagi kawasan pemukiman. Bahan Tempurung kelapa itu sendiri diambil dari Desa Meunasah Mamplam Kecamatan Simpang Mamplam Kabupaten Bireuen. Keuntungan penggunaan bahan sub standard (bahan yang selain bahan utama penyusun perkerasan jalan) adalah membantu mengatasi problem tentang kebutuhan bahan , menekan biaya konstruksi pada suatu daerah yang kekurangan bahan standar, mengatasi problem lingkungan khususnya dalam pemanfaatan bahan limbah.

Tujuan Penelitian:

1. Mengetahui penggunaan abu tempurung kelapa sebagai bahan tambah dapat meningkatkan kinerja campuran beton aspal AC-WC;
2. Mengetahui parameter Marshall penggunaan abu tempurung kelapa sebagai bahan tambah dalam filler pada campuran laston AC-WC.

Aspal Beton adalah campuran agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi (Filler) dengan bahan pengikat dalam kondisi suhu 145 – 155°C dengan komposisi yang diteliti dan diatur oleh spesifikasi teknis. Campuran aspal panas adalah suatu campuran perkerasan jalan lentur yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler, dan bahan pengikat dengan perbandingan-perbandingan tertentu dan dicampurkan dalam kondisi panas. Berdasarkan fungsi dan kebutuhan desain konstruksi jalan, aspal beton mempunyai beberapa jenis antara Lain:

1. *Binder Course* (BC) dengan tebal minimum 4 cm biasanya digunakan sebagai lapis kedua sebelum *wearing course*.
2. *Asphalt Traeted Base* (ATB) dengan tebal minimum 5 cm digunakan sebagai lapis pondasi atas konstruksi jalan dengan lalu lintas berat / Tinggi.
3. *Hot Roller Sheet* (HRS) / Laston / laston 3 dengan tebal penggelaran minimum 3 s/d 4 cm digunakan sebagai lapis permukaan konstruksi jalan dengan lalu lintas sedang.
4. Fine Grade (FG) dengan tebal minimum 2.8 cm maks 3 cm biasanya digunakan untuk jalan perumahan dengan beban rendah.
5. Sand Sheet dengan tebal Maximum 2.8 cm biasanya digunakan untuk jalan perumahan dan perparkiran.
6. *Wearing Course* (AC) / Laston dengan tebal penggelaran minimum 4 cm digunakan sebagai lapis permukaan jalan dengan lalu lintas berat.

Laston juga dikenal dengan nama AC (Aspal Concrete). Di dalam penelitian ini, penulis memfokuskan daspal sebagai bahan pengikat pada laston. Laston sendiri umum digunakan di Indonesia dengan gradasi menerus yang digunakan untuk beban lalu lintas berat. Karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh campuran aspal beton campuran panas adalah:

1. Stabilitas lapisan pekerjaan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur ataupun bleeding.
2. Durabilitas diperlukan pada lapisan permukaan sehingga lapisan dapat mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan kendaraan.
3. Fleksibilitas pada lapisan perkerasan adalah kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume.
4. Tahanan geser adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan sehingga kendaraan tidak mengalami slip baik di waktu hujan atau basah maupun diwaktu kering. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien geser antar permukaan jalan dan ban kendaraan.
5. Lapisan permukaan perkerasan harus bersifat kedap air agar melindungi lapisan pondasi dari rembesan air.
6. Kemudahan pelaksanaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode uji laboratorium dengan benda uji dibuat 5 (lima) sampel dengan kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7% dan menggunakan kadar filler 6,5% (abu batu) yang sudah ditentukan dengan tabel kombinasi. untuk mendapatkan kadar aspal optimum. Untuk mendapatkan nilai tengah kadar aspal dilakukan berdasarkan pemeriksaan gradasi agregat. Rancangan benda uji disajikan dibawah ini :

Tabel 1. Komposisi dan jumlah pembuatan benda uji

No	Kadar Aspal	Jumlah Benda Uji Kadar Aspal Optimum
1	(Pb+1)	3
2	(Pb+0,5)	3
3	Pb	3
4	(Pb-0,5)	3
5	(Pb-1)	3

Setelah mendapatkan kadar aspal optimum dilakukan pengujian *filler* arang tempurung kelapa sebagai bahan tambah untuk mendapatkan kadar *filler* tempurung kelapa optimum. Benda uji dibuat 5 (lima) sampel, 1 sampel dibuat (3 benda uji) total benda uji *filler* tempurung kelapa 15 benda uji.

Tabel 2. Rekapitulasi rancangan jumlah benda uji keseluruhan

No	Uraian	Jumlah
1.	Benda uji untuk penentuan kadar aspal optimum(KAO)	15 buah
2.	Benda uji yang di substitusi abu tempurung kelapa	15 buah
Jumlah Total		30 Buah

Perhitungan Benda Uji Aspal Pada pengujian ini dilakukan pembuatan sampel benda uji aspal dengan masing-masing kadar sebagai berikut:

1. Jumlah benda uji untuk pengujian kadar aspal optimum dengan 75 kali tumbukan berdasarkan kadar aspal 5%; 5,5%; 6%; 6,5%.
2. Melakukan pengujian agregat kasar (batu pecah), agregat halus (pasir), filler (semen), styrofoam dan aspal untuk mendapatkan hasil pengujian dari agregat yang diuji.
3. Berikut adalah pengujian yang dilakukan dalam kegiatan penelitian:
 - a. Pengujian agregat kasar (analisa saringan, kadar air dan kadar lumpur agregat, berat jenis dan penyerapan air, bobot isi agregat, keausan agregat dengan alat los angeles)
 - b. Pengujian agregat halus (analisa saringan, kadar air dan kadar lumpur, berat jenis dan penyerapan air, serta bobot isi agregat)
 - c. Pengujian filler (berat jenis, konsistensi semen, waktu ikat semen)
 - d. Pengujian aspal (berat jenis, penetrasi, daktilitas, titik lembek dan titik nyala api)
 - e. Setelah semua pengujian dilakukan, dicek apakah hasil dari pengujian tersebut sudah memenuhi standar atau tidak.
 - f. Perencanaan campuran aspal dengan komposisi yang sudah ditentukan dan dilanjutkan dengan membuat benda uji campuran aspal untuk mencari kadar aspal optimum, dengan persentase aspal 5%, 5,5%, 6% dan 6,5% dan dilanjutkan dengan pengujian Marshall untuk mendapatkan nilai kadar aspal optimum.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

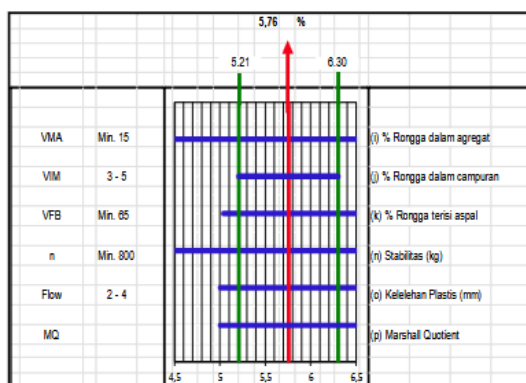
3.1. Pengujian Marshall

Pada pengujian Kadar Aspal Optimum (KAO) dilakukan terhadap parameter *density*, *Void in Mineral Aggregate* (VMA), *Void In The Mix* (VIM), *Void Filled With Asphalt* (VFA), *Stability*, *Flow* dan *Marshall Quotient* (MQ) sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan. Hasil pengujian harus memenuhi syarat spesifikasi masing-masing parameter dan yang diperoleh adalah hasil pengujian KAO, hasil pengujian Marshall diperlihatkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Nilai Parameter Marshall AC-WC Dengan filler abu batu/semen.

Parameter Marshall	Variasi Kadar Aspal					Syarat Marshall
	4,5%	5%	5,5%	6%	6,5%	
Stabilitas	1182	1396	1415	1404	1474	>800
Flow	3,97	3,67	3,57	3,5	3,33	2-4
Density	2,29	2,31	2,31	2,32	2,32	-
VIM	6,7	5,4	4,5	3,4	2,8	3-5
VFA	56,5	64,4	70,9	78,8	82,8	≥65
VMA	15,4	15,3	15,5	15,6	16,1	≥15
MQ	301	384	398	404	459	≥200

Gambar 1. Kadar rentang aspal optimum campuran AC-WC dengan *Filler* semen. Berdasarkan hasil analisis untuk semua parameter Marshall maka didapat nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) pada kadar aspal 5,75%.

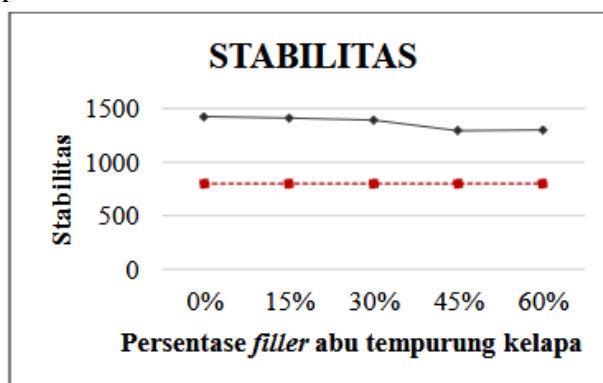


Gambar 1. Kadar rentang aspal optimum campuran AC-WC

Tabel 4. Nilai Parameter Marshall Pada Tiap Persentase Filler Abu Tempurung Kelapa.

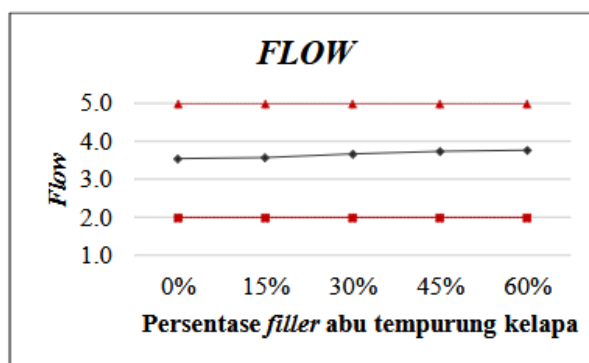
Parameter Marshall	Variasi Kadar Aspal					Syarat Marshall
	0%	15%	30%	45%	60%	
Stabilitas	1425	1410	1391	1293	1298	>800
Flow	3,55	3,58	3,69	3,74	3,77	2-4
Density	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	-
VIM	4,4	4,3	4,2	4,2	4,2	3-5
VFA	72,6	73	73,3	73,2	73,6	≥65
VMA	16	15,9	15,8	15,8	15,8	≥15
MQ	404,9	400,4	378,2	347,2	346	≥200

Berdasarkan tabel 4 di atas dapat disimpulkan persentase terbaik terdapat pada substitusi 15% abu tempurung kelapa. Dengan nilai stabilitas tertinggi dibandingkan persentase lainnya nilai stabilitasnya yaitu 1410 kg. Pengujian benda uji menggunakan filler abu tempurung kelapa ini merupakan hasil dari pengujian langsung terhadap benda uji dengan menggunakan kadar aspal 5,75% yang didapat dari pencarian nilai KAO.



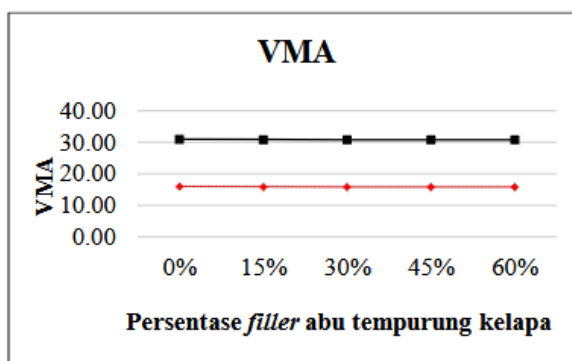
Gambar 2. Pengaruh Kadar Filler Terhadap Stabilitas

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa penggunaan filler abu tempurung kelapa dapat meningkatkan nilai stabilitas. Nilai stabilitas tertinggi adalah pada variasi 15%.



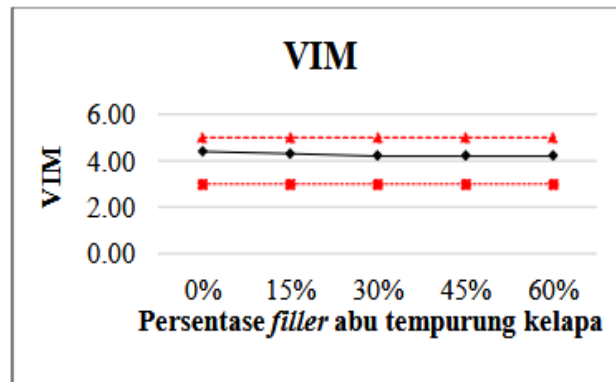
Gambar 3. Pengaruh Kadar Filler Terhadap Flow

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa penggunaan filler abu tempurung kelapa dapat meningkatkan nilai Flow. Nilai flow terendah adalah pada variasi 15% sedangkan nilai flow tertinggi adalah pada variasi 60%.



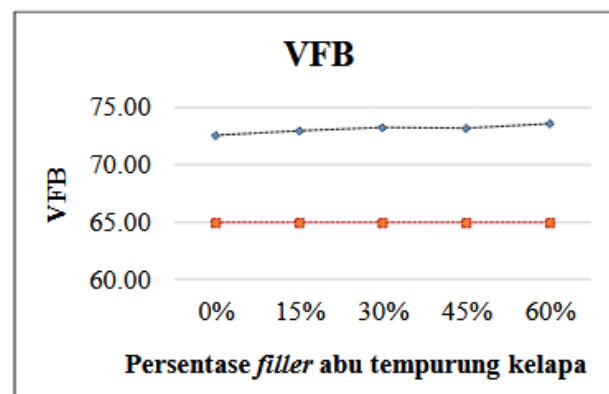
Gambar 4. Pengaruh Kadar Filler Terhadap VMA

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa penggunaan filler abu tempurung kelapa dapat menurunkan nilai VMA. Nilai VMA tertinggi adalah pada variasi 15%.



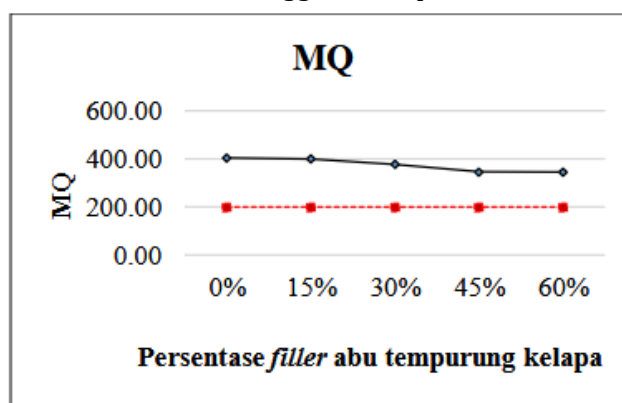
Gambar 5. Pengaruh Kadar *Filler* Terhadap VIM

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa penggunaan filler abu tempurung kelapa dapat menurunkan nilai VIM. Nilai VIM tertinggi adalah pada variasi 15%.



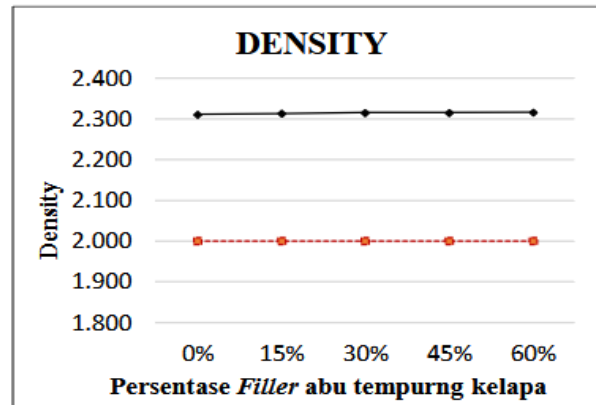
Gambar 6. Pengaruh Kadar *Filler* Terhadap VFB

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa penggunaan filler abu tempurung kelapa dapat meningkatkan nilai VFB. Nilai VFB tertinggi adalah pada variasi 60%.



Gambar 7. Pengaruh Kadar *Filler* Terhadap MQ

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa penggunaan filler abu tempurung kelapa dapat menurunkan nilai MQ. Nilai flow terendah adalah pada variasi 60% senilai 346.01kg/mm sedangkan nilai MQ tertinggi adalah pada variasi 15% dengan nilai 400,49 kg/mm. Penambahan abu tempurung kelapa sebagai filler dalam campuran aspal ac-wc dapat menurunkan nilai MQ secara signifikan.



Gambar 8. Pengaruh Kadar Filler Terhadap Density

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa penggunaan filler abu tempurung kelapa dapat meningkatkan nilai density. Nilai density terendah adalah pada variasi 15% senilai 2.313 gr/cm³ sedangkan nilai density tertinggi adalah pada variasi 15% dengan nilai 2.316 gr/cm³.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan abu tempurung kelapa sebagai bahan tambah dalam beton aspal AC-WC dapat menurunkan nilai stabilitas akan tetapi tetap memenuhi spesifikasi disyaratkan >800 yang kg, kinerja campuran laston AC-WC semakin banyak persentase penambahan filler abu tempurung kelapa maka semakin menurunkan nilai stabilitas aspal.
2. Berdasarkan karakteristik menggunakan evaluasi Marshall substitusi terhadap AC-WC abu tempurung kelapa sebagai filler dengan kadar aspal optimum 5.76%, maka dapat diketahui persentase terbaik penggunaan filler abu tempurung kelapa terdapat pada substitusi 15% abu tempurung kelapa dengan nilai stabilitas 1410 kg, nilai MQ 400.49 kg/mm, nilai VIM 4.3 %, nilai VMA 15.9% , nilai flow 3.58, nilai density 2.313, dan nilai VFB 73%.

DAFTAR PUSTAKA

1. Saleh, S. M., Anggraini, R., & Aquina, H. 2014. *Karakteristik Campuran Aspal Porus dengan Substitusi Styrofoam pada Aspal Penetrasi 60/70*. Jurnal Teknik Sipil ITB 21: 241-250..
2. Tumbel et al., 2019. *Coconut Shell Charcoal Processing Process Using A Modified Combustion Furnace*. Balai Riset dan Standardisasi Industri Manado.
3. Andi Aqsha dkk., 2019. *Deformasi Permanen Terhadap Penggunaan Abu Arang Tempurung Kelapa Sebagai Filler pada Campuran Beton Aspal*. Universitas Muslim Indonesia.
4. Amsuri, N. 2019. *Pemanfaatan Crumb Rubber dan Limbah Bongkaran Laston Untuk*

- Daur Ulang Campuran AC-WC*. Jurnal Teknik Sipil. Lhokseumawe: Politeknik Negeri Lhokseumawe..
5. Bukhari, dkk.2007. *Rekayasa Bahan dan Tebal Perkerasan*. Fakultas Teknik Banda Aceh : Universitas Syiah Kuala.
 6. Direktorat Jenderal Bina marga.2018. *Spesifikasi Umum 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*. Jakarta : kementrian Pekerjaan umum dan Perumahan rakyat.
 7. Elvira Hermaliana dkk,. 2023,*The Impact of Utilization Coconut Shell Ash As Filler In Asphalt Mixture AC-WC (Asphalt Concrete-WearingCourse)*. Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi: Universitas Negeri Surabaya.
 8. Fitria Baiq, 2021,. *Pengaruh Penggunaan Limbah Serbuk Arang Batok Kelapa Sebagai Bahan Pengganti Filler Pada Lapisan AUS (AC-WC)*. Universitas Muhammadiyah Matarram.
 9. Husna, N. 2021,.*Karakteristik Marshall AC WC Dengan Substitusi Serbuk Sabut dan Arang Tempurung Kelapa Menggunakan Bahan Pengikat Aspal Shell*. Jurnal Teknik Sipil. Lhokseumawe: Politeknik Negeri Lhokseumawe .
 10. Sukirman, S., 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Penerbit Nova, Bandung.
 11. Sukirman, S., 2003, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Penerbit Nova, Bandung