

PENGARUH PENGGUNAAN KULIT KERANG SEBAGAI PENGANTI *FILLER* TERHADAP KARAKTERISTIK *MARSHALL* PADA CAMPURAN ASPAL AC-WC

M.Fatih Al madani¹, Kusumadi², Yulfalentino³

Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan^{1,2,3}, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Medan
mfatih@students.polmed.ac.id¹, kusumadi@polmed.ac.id², yulfalentino19592304@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Desa Sialang Buah merupakan daerah yang menghasilkan banyak limbah kulit kerang. Sebagian besar penduduk desa tersebut berprofesi sebagai nelayan. Sedangkan kulit kerang itu sendiri tidak dimanfaatkan oleh penduduk sekitar sehingga limbah kulit kerang tidak bernilai guna dan tidak bernilai jual. Hal ini menjadi inspirasi bagi penulis untuk melakukan penelitian terhadap limbah kulit kerang sebagai filler untuk campuran aspal AC-WC. Dari penelitian ini penulis ingin mengetahui pengaruh penggunaan kulit kerang sebagai pengganti filler terhadap karakteristik marshall pada campuran aspal AC-WC. Penelitian yang dilakukan mengacu pada spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2018 revisi 2. Variasi campuran filler yang digunakan pada penelitian ini adalah sebesar 0%, 5%, 10%, 15%. Kadar aspal yang digunakan pada penelitian ini adalah 6%. Berdasarkan pengujian marshall terhadap setiap variasi campuran abu kulit kerang 0%, 5%, 10%, dan 15% seluruhnya memenuhi spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2018 revisi 2 yaitu nilai stabilitas minimal adalah 800 kg. Adapun diperoleh Nilai stabilitas 2007,80 kg, 1412,31 kg, 1486,38 kg, dan 1627,38 kg. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai maksimum pada variasi 15% dengan nilai stabilitas sebesar 1627,29 kg, nilai flow sebesar 2,7 mm, nilai VIM sebesar 4,681%, dan nilai VFA sebesar 74,318 %. Nilai optimum campuran abu kulit kerang yaitu 12,5%.

Kata Kunci : *AC-WC, Filler, Karakteristik Marshall*

PENDAHULUAN

Aspal merupakan bahan primer pada perkerasan jalan. Terdapat beberapa jenis aspal yaitu aspal alam, aspal keras, aspal cair, dan aspal modifikasi. Aspal bersifat viskoelastis yaitu sifat untuk mencair pada suhu tinggi dan memadat pada suhu rendah. Sifat yang dimiliki aspal tersebut merupakan hal utama yang menjadikan aspal sebagai bahan utama dalam perkerasan jalan karena dapat mengikat bahan-bahan pencampur perkerasan jalan. Perkerasan jalan yang baik adalah perkerasan jalan yang mampu menahan beban lalu lintas. Perkerasan jalan yang digunakan di Indonesia terdiri dari beberapa jenis. Perkerasan jalan yang paling banyak digunakan di Indonesia adalah lapisan aspal beton atau Laston (*AC/Asphalt Concrete*). Aspal beton dikenal dalam 3 macam campuran yaitu AC-WC, AC-BC, dan AC-Base. Lapisan aspal beton banyak digunakan karena jenis perkerasan ini memiliki nilai stabilitas dan fleksibilitas yang baik.

Bahan yang digunakan pada campuran beton aspal terdiri dari agregat kasar, agregat medium, agregat halus, bahan pengisi (*filler*) dengan gradasi tertentu, serta bahan pengikat aspal. Agregat yang umumnya digunakan untuk perkerasan jalan adalah batu pecah dan pasir dengan persentase yang besar. Bahan pengisi (*filler*) dengan ukuran butir lolos saringan nomor 200 memiliki persentase paling kecil dibandingkan dengan agregat kasar dan halus, namun mempunyai pengaruh yang signifikan pada campuran beton aspal. *Filler* berfungsi mengisi rongga udara pada campuran aspal serta meningkatkan kerapatan dan kekakuan. *Filler* yang biasa digunakan yaitu semen Portland, kapur, debu sisa pemecahan batuan, serta abu terbang. Salah satu limbah yang cukup mudah didapat dan dapat dimanfaatkan sebagai *filler* yaitu kulit kerang. Kulit kerang merupakan limbah dari restoran *seafood*. Selain itu, limbah kulit kerang keberadaannya sangatlah melimpah dan banyak dijumpai di daerah pesisir pantai. Namun limbah kulit kerang belum dimanfaatkan dengan baik, sehingga bernilai guna rendah. Oleh karena itu sebagai alternatif pengganti bahan pengisi pada campuran aspal digunakan abu kulit kerang yang mudah didapat dan memiliki harga yang ekonomis.

Desa Sialang Buah merupakan daerah yang menghasilkan banyak limbah kulit kerang. Sebagian besar penduduk desa tersebut berprofesi sebagai nelayan. Berdasarkan survei yang dilakukan oleh Balai Karantina Pertanian Kelas II Medan (2019), Penduduk desa Sialang Buah pada umumnya bekerja sebagai nelayan, dan mata pencariannya 95% menangkap ikan, kepiting dan kerang di laut. Dusun I Tali Air masyarakatnya 50% suku batak dan menggunakan perahu sampan menangkap udang dan kepiting, kemudian dusun II kampung Taiwan 2% Tionghoa, menggunakan kapal apung menangkap ikan, dusun II Gang Kerang 48% suku Melayu, menggunakan sampan menangkap udang dan kerang, dan dusun II TPI khusus tempat pelelangan ikan. Dari data dilokasi, terdapat sampan kecil 83 unit, digunakan untuk mencari udang, kepiting dan kerang, kemudian 47 unit sampan sedang digunakan untuk menangkap ikan kerapuh. Abu kulit kerang hasil pembakaran suhu 700°C menghasilkan kandungan CaO (Calsium Oksida) yang tinggi (55,1%), CaO mempunyai manfaat sebagai bahan perekat dalam campuran aspal (Syafpoetri dkk, 2013). Penggunaan abu serbuk kulit kerang pada campuran beton aspal menunjukkan nilai stabilitas marshall pada rentang yang masuk dalam spesifikasi (Cahyadi, 2015). Hasil ini menunjukkan bahwa abu kulit kerang berpotensi dan layak untuk digunakan sebagai bahan pengisi.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Shafari, 2015) yang berjudul kajian parameter marshall dengan bubuk cangkang kerang darah sebagai pengganti sebagian filler dalam campuran lapis aspal beton wearing course menggunakan filler dengan persentase 5%, 7,5%, dan 10%. Hasil nilai optimum pada persentase 7,5% namun menurun pada persentase 10% penggunaan bubuk cangkang kerang darah.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, maka melihat potensi pemanfaatan limbah kulit kerang sebagai bahan pengisi alternatif yang dapat diterapkan penggunaannya pada campuran AC-WC. Dengan penjelasan di atas mendasari penulis untuk melaksanakan penelitian yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Kulit Kerang Sebagai Pengganti *Filler* Terhadap Nilai Stabilitas Pada Campuran Aspal AC-WC”.

TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan jurnal yang ditulis oleh Putra dkk, 2020 yang berjudul Kajian Parameter *Marshall* Dengan Menggunakan Limbah Serbuk Kerang Hijau Sebagai *Filler* Campuran Lapis Aspal Beton. Percobaan serbuk cangkang kerang hijau menghasilkan tingkat *filler* maksimum sebesar 7,5% dengan nilai stabilitas 987.478 kg, nilai aliran 3,70 mm, nilai *Marshall Quotient* 266,738 kg/mm, nilai *Void in Mineral Aggregates* di 17,597%, *Void* di isi dengan nilai Bitumen 71,958% dan nilai *Void In the Mix* 4,709%. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa serbuk cangkang kerang hijau dapat digunakan sebagai bahan pengisi alternatif pada campuran aspal AC-WC untuk jalan raya yang padat dengan persentase *filler* sebesar 7,5%.

Pada jurnal yang tulis oleh (Esentia, 2014) yang berjudul Pengaruh Penggantian Sebagian *Filler* Semen Dengan Kombinasi 40% Serbuk Batu Bata Dan 60% Abu Cangkang Lokan Pada Campuran *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC), penulis melakukan penelitian dengan mengkombinasikan 2 limbah yang kandungannya saling melengkapi dengan komposisi 60% Abu cangkang lokan dan 40% serbuk batu bata sebagai pengganti *filler Semen Portland* pada campuran AC-BC. Persentase yang diambil dari penelitian ini berupa 100:0, 50:50 dan 0:100. Dari hasil pengujian karakteristik Marshall dapat disimpulkan bahwa nilai stabilitas semakin meningkat seiring dengan pergantian filler dan stabilitas terbaik dihasilkan oleh komposisi *filler* 0:100 (yang mengandung kapur dan silika yang tinggi) sebesar 926,545 kg dan kerapatan rongga campuran (VIM) yang kecil sebesar 3,226%. Nilai VIM yang kecil mengindikasikan tingkat kerapatan suatu campuran AC-BC sedangkan semakin besar nilai stabilitas menunjukkan tingkat kekuatan campuran AC-BC terhadap kemampuan menerima beban.

Pada penelitian ini terdapat perbedaan dengan penelitian-penelitian sebelumnya, yaitu perbedaan jenis kulit kerang dan metode penghancuran kulit kerang serta variasi penambahan abu kulit

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

kerang. Jenis kulit kerang yang digunakan pada penelitian ini yaitu kulit kerang bulu. Kerang bulu hampir mirip dengan kerang darah, cangkangnya bergaris dan berbentuk cembung melebar, namun memiliki bulu-bulu hitam kecil. Kulit kerang bulu digunakan pada penelitian ini karena kulit kerang ini lebih keras dari kulit kerang lainnya, dan diharapkan kulit kerang bulu dapat meningkatkan nilai ketahanan untuk campuran aspal karena kulit kerang bulu lebih keras dari kulit kerang lainnya. Sedangkan metode penghancuran kulit kerang ini dilakukan dengan cara manual (ditumbuk/dihancurkan dengan tenaga manusia). Serta variasi campuran abu kulit kerang yang digunakan yaitu 0%, 5%, 10%, dan 15%.

Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi, dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Lapisan permukaan (*surface course*) merupakan lapisan yang terletak paling atas posisinya dari suatu perkerasan lentur, lapisan ini adalah lapisan yang bersentuhan langsung dengan beban kendaraan atau dengan kata lain lapisan yang pertama kali menerima beban kendaraan. Lapisan fondasi atas (*base course*) adalah lapisan kedua setelah lapisan permukaan. Lapisan ini berada di bawah lapisan permukaan dan di atas lapisan fondasi bawah. Apabila suatu perkerasan lentur dirancang tanpa memakai lapisan fondasi bawah, maka lapisan fondasi berada di atas tanah dasar. Biasanya lapisan fondasi terdiri dari material berupa agregat seperti batu pecah, sirtu, terak pecah atau kombinasi campuran material tersebut. Lapisan fondasi bawah (*subbase course*) merupakan lapisan yang bersentuhan dengan tanah dasar, karena letaknya di bawah lapis fondasi atas dan di atas tanah dasar. Lapisan fondasi bawah merupakan lapisan paling tebal dari lapisan lainnya. Namun memiliki material yang kualitasnya lebih rendah (kekuatan, plastisitas, dan gradasi), tetapi masih lebih tinggi dari kualitas material pada tanah dasar. Hal ini agar dengan lapisan fondasi relatif cukup tebal (pendistribusian beban), biaya yang dipakai dalam pembuatan lebih murah. Oleh Karena itu, kualitas lapis fondasi bawah ini sangat bervariasi dengan persyaratan tebal pada perencanaanya terpenuhi.

Jenis Perkerasan Jalan

Terdapat beberapa jenis perkerasan jalan, yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*), perkerasan kaku (*rigid pavement*), dan perkerasan komposit (*composite pavement*). Perkerasan lentur berasal dari bahan batuan dari berbagai fraksi membentuk gradasi batuan yang sesuai dengan persyaratan dan diikat oleh bahan pengikat aspal. Perkerasan lentur umumnya mempunyai kelenturan yang cukup tinggi dibandingkan dengan lapis perkerasan kaku, sehingga sangat baik digunakan pada konstruksi Jalan yang mengalami lendutan yang relatif besar akibat beban lalu lintas. Perkerasan kaku merupakan perkerasan yang terdiri dari komponen batuan (*Agregate*) kerikil dan pasir yang dicampur dan diikat oleh bahan pengikat *Semen Portland* (PC). Perkerasan ini terdiri dari plat beton semen yang diletakkan langsung ditanah dasar yang telah dipersiapkan ataupun diatas pondasi (*Base*) agregat klas A / B. Struktur perkerasan komposit merupakan perkerasan kaku dengan lapisan beraspal pada permukaan sebagai lapisan aus. Lapisan beraspal / lapisan aus ini diperhitungkan sebagai bagian yang ikut memikul beban. Perbedaan struktur perkerasan komposit dengan struktur perkerasan kaku adalah terletak pada lapisan permukaannya. Pada struktur perkerasan komposit, lapisan atas berupa lapisan beraspal sedangkan pada struktur perkerasan kaku berupa beton semen.

Lapisan Aspal Beton (LASTON)

Lapis aspal beton adalah lapisan pada konstruksi jalan raya, yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus (*well graded*) dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Jenis agregat yang digunakan terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan *filler*, sedangkan aspal yang digunakan sebagai bahan pengikat untuk lapis aspal beton harus terdiri dari salah satu aspal keras penetrasi 40/50, 60/70 dan 80/100 yang seragam, tidak mengandung air bila dipanaskan sampai suhu 175°C tidak berbusa dan memenuhi persyaratan sesuai dengan yang ditetapkan. Pembuatan Lapis Aspal Beton (Laston) dimaksudkan untuk

mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapis antara (*binder*) pada perkerasan jalan yang mampu memberikan sumbangan daya dukung yang terukur serta berfungsi sebagai lapisan kedap air yang dapat melindungi konstruksi dibawahnya. Aspal beton terdiri dari tiga macam lapisan, yaitu: *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC), *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC), dan *Asphalt Concrete – Base* (AC-Base). Menurut Sukirman, S (2003) menjelaskan bahwa lapis aspal beton (Laston) digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas berat. Ada tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh aspal beton, yaitu: Tahan terhadap tekanan (*stability*), Keawetan (*durability*), Kelenturan (*flexibility*), Ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*), Kekesatan atau tahan geser (*skid resistance*), Kedap air (*impermeable*), dan Mudah dilaksanakan (*workability*).

Abu Kulit Kerang

Kerang adalah salah satu hewan lunak (Mollusca) kelas Bivalvia atau Pelecypoda. Secara umum bagian tubuh kerang dibagi menjadi lima, yaitu kaki (*foot byssus*), kepala (*head*), bagian alat pencernaan dan reproduksi (*visceral mass*), selaput (*mantle*) dan cangkang (*shell*). Pada bagian kepala terdapat organ-organ syaraf sensorik dan mulut. Warna dan bentuk cangkang sangat bervariasi tergantung pada jenis, habitat dan makanannya. Cangkang kerang merupakan cangkang dari hewan molusca yang banyak hidup di daerah perairan muara dan pantai. Cangkang kerang ini mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) yang apabila dipanaskan akan berubah menjadi CaO dan melepaskan CO_2 ke udara, sehingga yang tersisa hanya CaO (kapur tohor) dan Si (Silika) dimana kandungan tersebut merupakan komponen pembentuk semen selain Fe_2O_3 dan Al (Czernin, 1980 dalam Darmawan, 2013). Kapur dalam campuran aspal panas (*hotmix*) menciptakan banyak manfaat diantaranya adalah bertindak sebagai anti stripping agent yang dapat meningkatkan durabilitas atau keawetan kinerja campuran beton aspal dalam menerima repetisi beban lalu-lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim seperti udara, air, atau perubahan temperatur. Di sisi lain kapur juga berperan sebagai stabilisator guna meningkatkan stabilitas campuran sehingga tahan terhadap alur (*rutting*) dan deformasi plastis. Kapur juga dapat mempengaruhi kinerja campuran beton aspal dengan cara meningkatkan ikatan antara aspal dan agregat (Mansyur dkk., 2012).

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan yang berada di Jalan Almamater No.1 Padang Bulan Kec.Medan Baru Kota Medan. Percobaan dilakukan dengan membuat benda uji dengan mengganti *filler* menggunakan abu kulit kerang ke dalam campuran AC-WC.

Penelitian ini menggunakan beberapa jenis material yaitu: Agregat halus (500 gr), Agregat Sedang (3000 gr), Agregat kasar (5000 gr), Aspal (aspal yang digunakan adalah aspal dengan penetrasi 60/70), Bahan pengisi/*filler* (*filler* yang digunakan memakai abu kulit kerang), dan Air rendaman. Analisis data diperoleh dari hasil marshall test. Analisis data disesuaikan dengan spesifikasi umum Bina Marga 2018 revisi 2. Seluruh data yang diperoleh diolah dan disajikan dengan bentuk tabel, grafik, dan rumus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

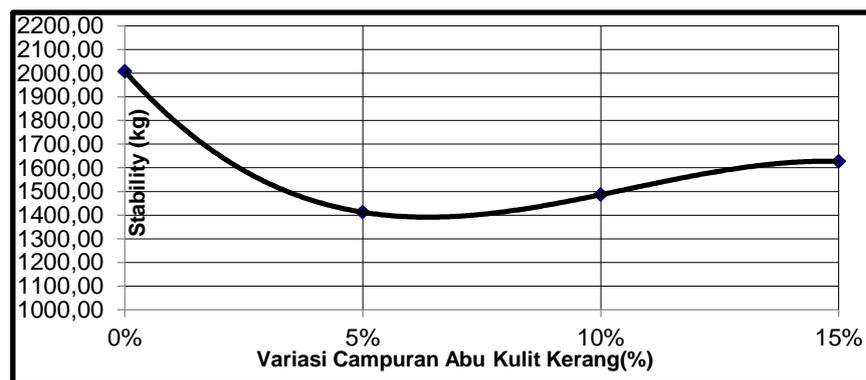
Stabilitas merupakan kemampuan lapis perkerasan untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya, tanpa mengalami perubahan bentuk seperti gelombang dan alur. Nilai stabilitas dipengaruhi oleh gesekan antar butiran agregat (*internal friction*), penguncian antar butir agregat (*interlocking*) dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal (kohesi), disamping itu proses pemadatan, mutu agregat, dan kadar aspal juga berpengaruh.

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

Tabel 1. Hasil Pengujian Stabilitas

Nama Sampel	Tebal Sampel (mm)	Pembacaan Arloji	Stabilitas dgn Koreksi Ketebalan	Stabilitas (Kg)
1a	60,5	765	1848,24	2026,1
1b	61,0	763	1843,41	1989,3
1c	61,2	775	1872,40	2008,0
				2007,8
2a	58,75	570	1377,12	1596,4
2b	59,5	520	1256,32	1421,6
2c	60,00	453	1094,45	1218,9
				1412,3
3a	60,75	630	1522,08	1655,5
3b	59,8	630	1522,08	1708,6
3c	61,0	420	1014,72	1095,0
				1486,4
4a	60,5	642	1551,07	1700,3
4b	59,3	600	1449,60	1653,6
4c	59,0	550	1328,80	1528,0
				1627,3

Sumber: Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan



Gambar 1. Grafik Stabilitas

Sumber: Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan

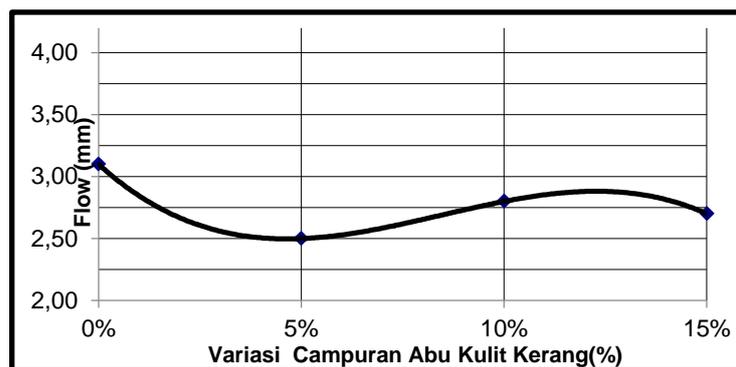
Dari hasil yang diperoleh, dapat dilihat bahwa nilai stabilitas mengalami penurunan setelah penambahan campuran *filler* abu kulit kerang. Namun pada setiap variasi campuran *filler* abu kulit kerang mulai dari 5% s/d 15% nilai stabilitas mengalami kenaikan. Nilai stabilitas tertinggi diperoleh pada variasi 15% yaitu sebesar 1627,3 kg. Hasil tersebut telah memenuhi spesifikasi binamarga 2018 revisi 2 yaitu angka minimal untuk nilai stabilitas adalah 800 kg. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa abu kulit kerang mampu meningkatkan nilai stabilitas pada campuran. Namun pada variasi penambahan yang dilakukan, hasil yang didapat lebih rendah dari hasil campuran aspal yang menggunakan semen sebagai *filler*. Hal ini berarti abu kulit kerang tidak lebih baik dari semen sebagai *filler* pada campuran AC-WC untuk meningkatkan nilai stabilitas.

Flow atau kelelahan menunjukkan besarnya penurunan atau deformasi yang terjadi pada lapis keras akibat menahan beban yang diterimanya. Penurunan atau deformasi yang terjadi erat kaitannya dengan nilai karakteristik *Marshall* lainnya, seperti VFB (*Vold Filled Bitumen*), VIM (*Void In Mix*) dan stabilitasnya. Nilai *flow* dipengaruhi antara lain oleh gradasi agregat, kadar aspal dan proses pemadatan yang meliputi suhu pemadatan dan energi pemadatan.

Tabel 2. Hasil Pengujian *Flow*

Nama Sampel	Tebal Sampel (mm)	Pembacaan Arloji	Stabilitas dgn Koreksi Ketebalan	Stabilitas (gr/ml)	Flow (mm)
1a	60,5	765	1848,24	2026,1	3,1
1b	61,0	763	1843,41	1989,3	3,2
1c	61,2	775	1872,40	2008,0	3,0
				2007,8	3,1
2a	58,75	570	1377,12	1596,4	2,5
2b	59,5	520	1256,32	1421,6	2,5
2c	60,00	453	1094,45	1218,9	2,5
				1412,3	2,5
3a	60,75	630	1522,08	1655,5	3,3
3b	59,8	630	1522,08	1708,6	2,6
3c	61,0	420	1014,72	1095,0	2,5
				1486,4	2,8
4a	60,5	642	1551,07	1700,3	2,6
4b	59,3	600	1449,60	1653,6	2,7
4c	59,0	550	1328,80	1528,0	2,8
				1627,3	2,7

Sumber: Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan



Gambar 2. Grafik *Flow*

Sumber: Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan

Dari tabel diatas didapat nilai *flow* dari pengujian *marshall* yang telah dilakukan. Pada variasi 0% diperoleh nilai *flow* sebesar 3,10 mm. Pada variasi 5% diperoleh nilai *flow* sebesar 2,50 mm. Pada variasi 10% diperoleh nilai *flow* sebesar 2,80 mm. Pada variasi 15% diperoleh nilai *flow* sebesar 2,70 mm. Hasil tersebut telah memenuhi spesifikasi binamarga 2018 revisi 2 yaitu angka untuk nilai *flow* adalah 2,0 mm s/d 4,0 mm. Nilai *flow* juga serupa dengan nilai stabilitas. Pada campuran 0% nilai *flow* cukup tinggi namun setelah penambahan abu kulit kerang nilai *flow* menurun. Namun pada variasi campuran abu kulit kerang mulai dari 5% s/d 10% nilai *flow* mengalami kenaikan. Dan pada variasi 15% nilai *flow* mengalami penurunan. Nilai *flow* optimum terdapat pada variasi campuran abu kulit kerang 10% dengan nilai 2,80 mm. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa abu kulit kerang tidak lebih baik dari semen sebagai *filler* terhadap campuran AC-WC untuk meningkatkan nilai *flow*.

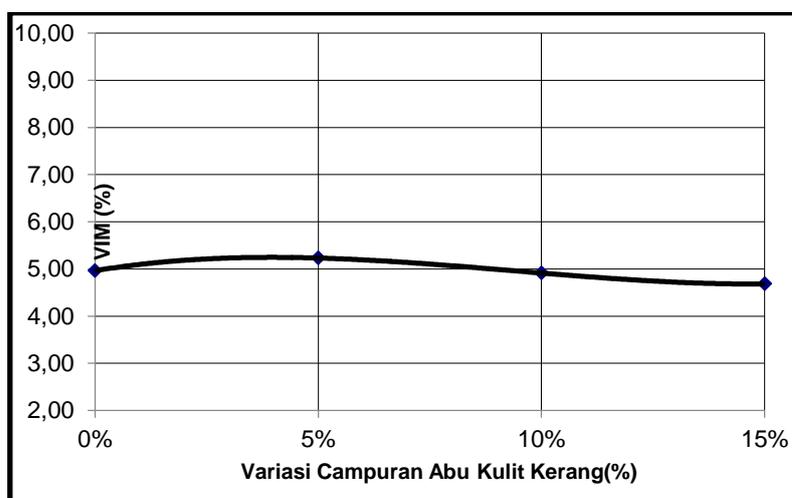
VIM (*Void In Mix*) adalah banyaknya rongga dalam campuran yang dinyatakan dalam presentase. Rongga udara yang terdapat dalam campuran diperlukan untuk tersedianya ruang gerak untuk unsur-unsur campuran sesuai dengan sifat elastisnya. Karena itu nilai VIM sangat menentukan

karakteristik campuran. Nilai VIM (*Void In Mix*) dipengaruhi oleh gradasi agregat, kadar aspal dan *density*.

Tabel 3. Hasil Pengujian VIM

Nama Sampel	Tebal Sampel (mm)	Berat Kering (gr)	Berat SSD (gr)	Berat Dalam Air (gr)	Volume Sampel (ml)	Density (gr/ml)	BJ maksimum	Rongga Dalam Campuran (VIM)
1a	60,5	1170,3	1172,6	682,0	490,6	2,385		
1b	61,0	1173,4	1175,8	685,3	490,5	2,392		
1c	61,2	1178,4	1180,3	687,3	493,0	2,390		
						2,389	2,514	4,978
2a	58,75	1195,3	1195,8	698,2	497,6	2,402		
2b	59,5	1194,6	1195,1	691,3	503,8	2,371		
2c	60,00	1195,5	1196,1	692,6	503,5	2,374		
						2,383	2,514	5,247
3a	60,75	1193,4	1194,2	691,3	502,9	2,373		
3b	59,8	1191,5	1191,9	693,1	498,8	2,389		
3c	61,0	1191,7	1192,7	698,2	494,5	2,410		
						2,391	2,514	4,929
4a	60,5	1190,2	1191,1	699,2	491,9	2,420		
4b	59,3	1193,8	1194,1	695,9	498,2	2,396		
4c	59,0	1195,0	1195,8	692,3	503,5	2,373		
						2,396	2,514	4,696

Sumber: Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan



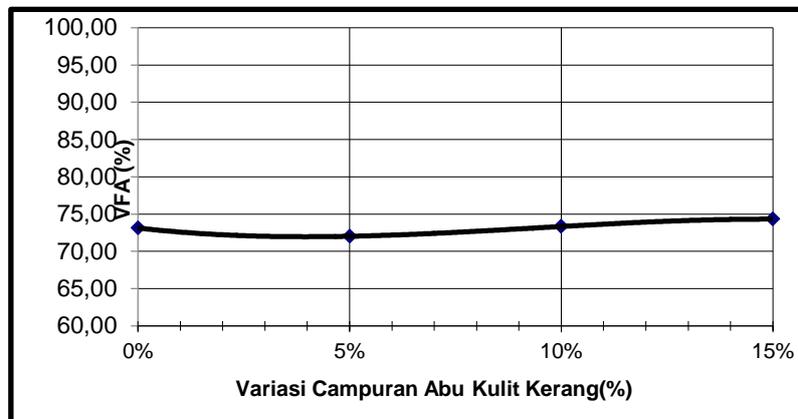
Sumber: Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan
Gambar 3. Grafik Void In Mix (VIM)

Berdasarkan tabel diatas, didapat nilai VIM dari pengujian marshall yang telah dilakukan. Pada variasi 0% diperoleh nilai VIM sebesar 4,978%. Pada variasi 5% diperoleh nilai VIM sebesar 5,247%. Pada variasi 10% diperoleh nilai VIM sebesar 4,929%. Pada variasi 15% diperoleh nilai VIM sebesar 4,696%. Sesuai spesifikasi binamarga 2018 revisi 2 yaitu angka untuk nilai VIM adalah 3,0% s/d 5,0%. Maka pada variasi 5% dengan nilai VIM 5,23% tidak memenuhi spesifikasi. Dan pada variasi 10% dan 15% dengan nilai VIM masing masing 4,929% dan 4,696% telah memenuhi spesifikasi. Berdasarkan hasil tersebut dapat kita lihat bahwa semakin besar variasi campuran abu kulit kerang, maka rongga pada campuran aspal semakin mengecil. Campuran abu kulit kerang berhasil mengurangi rongga yang ada pada campuran aspal.

Rongga terisi aspal / *Void Filled with Asphalt* (VFA) adalah persen rongga yang terdapat diantara partikel agregat VMA yang terisi oleh aspal, tetapi tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat.

Tabel 4. Hasil Pengujian VFA

Nama Sampel	Tebal Sampel (mm)	Berat Kering (gr)	Berat SSD (gr)	Berat Dalam Air (gr)	Volume Sampel (ml)	Density (gr/ml)	BJ maksimum	Volume Aspal	% Rongga Terhadap Agregat (VMA)	% Rongga Terisi Aspal (VFA)
1a	60,5	1170,3	1172,6	682,0	490,6	2,385				
1b	61,0	1173,4	1175,8	685,3	490,5	2,392				
1c	61,2	1178,4	1180,3	687,3	493,0	2,390				
						2,389	2,514	13,505	18,468	73,13
2a	58,75	1195,3	1195,8	698,2	497,6	2,402				
2b	59,5	1194,6	1195,1	691,3	503,8	2,371				
2c	60,00	1195,5	1196,1	692,6	503,5	2,374				
						2,383	2,514	13,467	18,699	72,02
3a	60,75	1193,4	1194,2	691,3	502,9	2,373				
3b	59,8	1191,5	1191,9	693,1	498,8	2,389				
3c	61,0	1191,7	1192,7	698,2	494,5	2,410				
						2,391	2,514	13,512	18,426	73,33
4a	60,5	1190,2	1191,1	699,2	491,9	2,420				
4b	59,3	1193,8	1194,1	695,9	498,2	2,396				
4c	59,0	1195,0	1195,8	692,3	503,5	2,373				
						2,396	2,514	13,545	18,226	74,32



Gambar 4 Grafik VFA

Sumber: Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan

Berdasarkan tabel diatas, didapat nilai VFA dari pengujian *marshall* yang telah dilakukan. Pada variasi 0% diperoleh nilai VFA sebesar 73,13%. Pada variasi 5% diperoleh nilai VFA sebesar 72,02%. Pada variasi 10% diperoleh nilai VFA sebesar 73,33%. Pada variasi 15% diperoleh nilai VFA sebesar 74,32%. Hasil tersebut telah memenuhi spesifikasi binamarga 2018 revisi 2 yaitu angka untuk nilai VFA yaitu minimal 65%. Berdasarkan hasil tersebut, setelah penambahan campuran abu kulit kerang pada variasi 5% mengalami penurunan dari sebelumnya. Namun semakin besar variasi campuran abu kulit kerang nilai VFA juga semakin meningkat. Semakin tinggi nilai VFA berarti semakin banyak rongga yang terisi aspal sehingga kedekatan campuran aspal terhadap air dan udara semakin tinggi. Tetapi nilai VFA yang terlalu tinggi mengakibatkan *bleeding* dan nilai VFA yang terlalu rendah juga mengakibatkan kurang kedap terhadap air dan udara karena lapisan aspal akan menjadi tipis dan akan mudah retak saat menerima penambahan

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

beban. Hal ini menunjukkan bahwa abu kulit kerang cukup baik untuk meningkatkan nilai VFA. Semakin besar variasi campuran abu kulit kerang, semakin besar juga nilai VFA yang diperoleh.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, pada variasi 5% nilai VIM tidak memenuhi spesifikasi. Hal ini disebabkan karena kurangnya kemampuan abu kulit kerang untuk mengisi rongga pada campuran pada variasi 5%. Sedangkan pada variasi 10% dan 15% seluruh hasil memenuhi spesifikasi. Berdasarkan hasil pengujian dengan variasi yang dilakukan berarti bahwa semakin besar variasi abu kulit kerang yang digunakan maka rongga yang ada pada campuran akan semakin berkurang. Berdasarkan hasil ini berarti bahwa penggunaan abu kulit kerang sebagai pengganti *filler* pada campuran AC-WC mampu mengurangi rongga terhadap campuran.

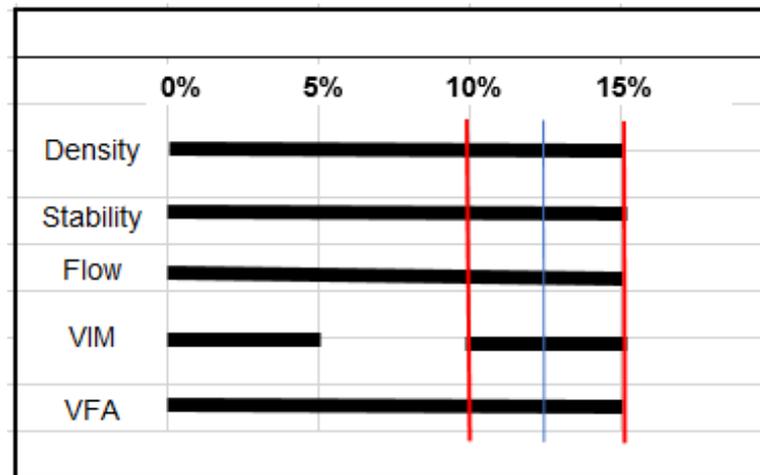
Untuk nilai VFA, penggunaan abu kulit kerang sebagai pengganti *filler* pada campuran AC-WC juga berhasil memaksimalkan fungsi abu kulit kerang sebagai pengganti *filler* pada campuran AC-WC. Semakin besar variasi yang dilakukan, nilai VFA juga semakin meningkat. Jika nilai VFA semakin tinggi itu berarti semakin banyak rongga yang terisi aspal sehingga kedekatan campuran aspal terhadap air dan udara juga semakin tinggi, namun jika nilai VFA terlalu tinggi akan mengakibatkan *bleeding* dan nilai VFA yang terlalu rendah juga akan mengakibatkan kurangnya kedekatan campuran terhadap air dan udara karena lapisan aspal akan menjadi tipis dan mudah retak saat menerima beban.

Untuk nilai stabilitas, penggunaan abu kulit kerang sebagai pengganti *filler* pada campuran AC-WC juga berhasil meningkatkan nilai stabilitas pada setiap variasi yang dilakukan. Namun hasil yang didapat dari penggunaan abu kulit kerang sebagai pengganti *filler* pada campuran AC-WC masih lebih rendah dari nilai stabilitas pada campuran yang menggunakan semen sebagai *filler*. Hal ini menunjukkan kemampuan abu kulit kerang sebagai pengganti *filler* berperan cukup baik untuk meningkatkan nilai stabilitas pada campuran AC-WC dengan setiap variasi yang dilakukan dan hasil yang didapatkan masih memenuhi spesifikasi yang ditentukan.

Untuk nilai *flow*, juga serupa dengan nilai stabilitas. Nilai *flow* meningkat pada variasi 5% s/d 10%, namun mengalami penurunan pada variasi 15%. Hal ini berarti nilai *flow* dan nilai stabilitas memiliki kaitan yang erat yaitu jika nilai stabilitas meningkat maka nilai *flow* yang didapat akan semakin menurun. Hal ini terjadi karena stabilitas adalah kemampuan campuran untuk menahan beban yang mengakibatkan deformasi pada campuran. Deformasi ini yaitu ditunjukkan dengan nilai *flow* yaitu penurunan yang terjadi akibat pembebanan yang dilakukan pada campuran. Namun hasil yang didapat setelah penambahan abu kulit kerang sebagai pengganti *filler* pada campuran AC-WC masih lebih rendah dari nilai *flow* yang didapat dari pengujian pada campuran aspal yang menggunakan semen sebagai *filler*.

Untuk nilai *density* didapatkan hasil yang cukup baik dengan penggunaan abu kulit kerang sebagai pengganti *filler* pada campuran AC-WC. Hasil yang didapat dari pengujian terus meningkat pada setiap variasi yang dilakukan. Hal ini berarti abu kulit kerang berhasil meningkatkan nilai kepadatan pada campuran AC-WC.

Dari hasil pengujian *marshall* setelah penambahan *filler* dengan abu kulit kerang didapatkan hasil terbaik pada variasi campuran abu kulit kerang sebesar 15%. Pada variasi campuran abu kulit kerang 15% didapatkan nilai stabilitas sebesar 1627,3 kg, nilai *flow* sebesar 2,7 mm, nilai VIM sebesar 4,681%, dan nilai VFA sebesar 74,318%. Dimana semua hasil pengujian telah memenuhi spesifikasi sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2.



Gambar 5. Hasil Pengujian *Marshall* Berdasarkan Karakteristik *Marshall*
Sumber: Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan

Berdasarkan gambar 4.8 diatas, didapat nilai optimum pada campuran AC-WC dengan abu kulit kerang sebagai pengganti filler bisa didapatkan dengan cara sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Nilai Optimum campuran Abu Kulit Kerang} &= \frac{\text{Nilai Minimum} + \text{Nilai Maksimum}}{2} \\ &= \frac{10\% + 15\%}{2} \\ &= 12,5\% \end{aligned}$$

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, didapatkan hasil dari pengujian *marshall* terhadap setiap variasi campuran abu kulit kerang 0%, 5%, 10%, dan 15% bahwa semakin besar variasi yang digunakan didapatkan juga hasil yang semakin baik dan memenuhi spesifikasi yang ditentukan terhadap karakteristik *marshall*. Nilai maksimum didapatkan pada variasi 15% dan nilai optimum pada campuran aspal AC-WC setelah penambahan abu kulit kerang yaitu 12,5%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih Kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aqif, M. (2012). Optimasi Kadar Aspal Beton Ac 60/70 Terhadap Karakteristik Marshall Pada Lalu Lintas Berat Menggunakan Material Lokal Bantak. Universitas Negeri Yogyakarta.
- ASTM D2042 – 01. Standard test method for solubility of asphalt materials in trichloroethylene.
- Cahyadi, R., Sylviana, R., & Yulius, E. (2015). Perbandingan nilai Stabilitas Penggunaan Filler Serbuk Kulit Kerang dengan Abu Batu pada Campuran Beton Aspal. RESULTAN: Jurnal Kajian Teknologi, 15(2), 1-12.
- Dehi, S. W. (2018). Karakteristik Marshall Campuran Aspal Laston Lapis Aus (AC-WC) Menggunakan Kapur Padam Sebagai Bahan Pengisi (FILLER). Skripsi, 1(511413022).

Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022

- Departemen Pekerjaan Umum, 1989, Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Untuk Jalan Raya, Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987, Petunjuk Pelaksanaan Lapis Tipis Beton Aspal (Lataston) untuk jalan dan jembatan, Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga (2018). Spesifikasi Umum Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 Divisi 6. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Nugroho, M. S. (2019). Karakteristik Marshall Quotient Pada Hot Mix Asphalt Menggunakan Agregat Alam Sungai Opak. *INERSIA: INformasi dan Ekspose hasil Riset teknik SIPil dan Arsitektur*, 15(2), 84-91.
- Putra, A., Mulyono, T., & Chrisnawati, Y. (2020). Kajian Parameter Marshall Dengan Menggunakan Limbah Serbuk Kerang Hijau Sebagai Filler Campuran Lapis Aspal Beton.
- Sukirman, S, 2003, Beton Aspal Campuran Panas, Penerbit Granit, Jakarta.
- Sukirman, S, 1992, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Penerbit Nova, Bandung.
- Sukirman, S, 2010, Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Lentur, Bandung.
- Shafari. (2015). Kajian Parameter Mmarshall Dengan Bubuk Cangkang Kerang Darah Sebagai Pengganti Filler Dalam Campuran Aspal Betos Wearing Course.
- Syafpoetri, N. A., Monita, O., & Lita, D. (2013). Pemanfaatan Abu Kulit Kerang (*Anadara grandis*) Untuk Pembuatan Ekosemen.
- Tumpu, M., & Mabui, D. S. (2021, November). Influence of Number of Collisions Towards Asphalt Emulsion Mixture Stability Using Marshall Method (SNI 06-2489-1991). In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 921, No. 1, p. 012017). IOP Publishin.
- Veranita, V., & Chaira, C. (2019). Pengaruh Pemberian Filler Abu Cangkang Lokan Terhadap Parameter Marshall Pada Campuran Aspal Beton. *Jurnal Teknik Sipil dan Teknologi Konstruksi*, 5(1).