

Use of Shells Waste Filler in Pavement Layer Using Lapen (Macadam Penetration Layer)

Penggunaan *Filler* Limbah Kulit Kerang Pada Lapisan Perkerasan Dengan Menggunakan Lapen (Lapis Penetrasi Makadam)

Kholidia Ayuning, Avisha Gita P, Kristin Juliati
{kholidia.ayu@umg.ac.id, avishagita@umg.ac.id, kristinjuliati07@gmail.com}

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik

Abstract. *Damage to asphalt construction has made several attempts to increase the strength of asphalt construction, one of which is by utilizing shell waste as an asphalt mixture (filler) which is expected to increase the strength and durability of the pavement. The addition of filler shell waste with varying levels of 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, and 25% is taken from the percentage of fine aggregate. Based on the results of the research conducted, the results of the Marshall Test for asphalt mixtures with the best variations of shell waste filler material and meeting the requirements of the General Specifications of Highways were found at a filler content of 0% with an immersion time of 30 minutes, with a VMA (Void in Mineral Aggregate) value.) 66.07%, VFA (Void Filled with Aggregate) value 66.35%, VIM (Void in Mix) value 21.49%, stability value 1097.15 kg, Flow value 3.04 mm and MQ (Marshall Quotient) value 360.62 kg/mm.*

Keywords – asphalt; aggregate; filler; marshall quotient; shells waste

Abstrak. *Kerusakan pada konstruksi aspal membuat beberapa usaha untuk peningkatan kekuatan konstruksi aspal dilakukan, salah satunya adalah dengan memanfaatkan limbah kulit kerang sebagai bahan campuran aspal (filler) yang diharapkan dapat meningkatkan kekuatan dan keawetan pada perkerasan. Penambahan filler limbah kulit kerang dengan kadar variasi 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% diambil dari persentase agregat halus. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diperoleh hasil pengujian Marshall Test untuk campuran aspal dengan variasi material filler limbah kulit kerang yang paling baik dan memenuhi syarat Spesifikasi Umum Bina Marga terdapat pada kadar filler 0% dengan waktu rendaman 30 menit, dengan nilai VMA (Void in Mineral Aggregate) 66.07%, nilai VFA (Void Filled with Aggregate) 66.35%, nilai VIM (Void in Mix) 21.49%, nilai stabilitas 1097.15 kg, nilai Flow 3.04 mm dan nilai MQ (Marshall Quotient) 360.62 kg/mm.*

Kata Kunci – aspal; agregat; material pengisi; hasil marshall; limbah kulit kerang

I. PENDAHULUAN

Perencanaan peningkatan jalan adalah salah satu upaya guna mengatasi permasalahan perkerasan jalan yang diakibatkan kendaraan bermuatan besar atau berlebih. Sehubungan dengan permasalahan perkerasan pada jalan, maka diperlukan penambahan kapasitas jalan yang memenuhi unsur kenyamanan, keamanan dan keselamatan pengguna jalan. Komponen perkerasan jalan merupakan suatu hal yang perlu diperhatikan guna mendapatkan jalan yang ekonomis dan tahan lama. Komponen perkerasan jalan utama adalah aspal, yang merupakan bahan alam dengan komponen kimia utama hidrokarbon hasil eksplorasi dengan warna hitam bersifat plastis hingga cair, tidak larut dalam larutan asam encer dan alkali atau air, tapi larut sebagian besar dalam ether, CS₂, bensol, dan *chloroform* [1]. Aspal campuran panas merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran merata antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu [1]. Untuk mengeringkan agregat dan mendapatkan tingkat kecairan yang cukup dari aspal sehingga diperoleh kemudahan untuk mencampurnya, maka kedua material harus dipanaskan dulu sebelum dicampur. Karena dicampur dalam keadaan panas maka sering kali disebut sebagai “hot mix”.

Pada penelitian ini menggunakan material alternatif limbah kulit kerang sebagai *filler*. Limbah kulit kerang merupakan salah satu sumber daya alam yang ada di Indonesia, limbah kulit kerang sangat kurang pemanfaatannya, dikarenakan selama ini hanya dipergunakan sebagai hiasan, campuran kosmetik dan pembuatan paving blok. Sedangkan untuk keberadaan kulit kerang sendiri semakin mengganggu lingkungan di kampung nelayan dan merusak keindahan pantai. Limbah kulit kerang mempunyai kandungan senyawa kimia SiO₂.

Penelitian ini dilakukan dalam upaya memecahkan masalah untuk menangani limbah kulit kerang dengan dimanfaatkan sebagai material pengisi (*filler*) yang diharapkan agar limbah kulit kerang bisa bermanfaat untuk perkerasan jalan, tidak hanya untuk campuran kosmetik, hiasan atau pembuatan paving blok saja. Agar perkerasan yang dibandingkan mendapatkan hasil yang diinginkan, maka pencampuran *filler* dari limbah kulit kerang tersebut akan diberikan secara bertahap, dengan persentase 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% setiap benda uji.

II. METODE

Aspal merupakan material yang pada temperatur ruang berbentuk padat hingga agak padat, dan bersifat termoplastis. Sehingga, aspal akan mencair apabila dipanaskan hingga temperatur tertentu, dan kembali membeku apabila temperatur diturunkan. Aspal dan agregat merupakan material campuran perkerasan jalan. Aspal dapat mengisi ke dalam pori-pori struktur perkerasan apabila dilakukan pelaburan di lapisan pondasi atas (*base course*). Dengan jumlah kadar aspal campuran perkerasan antara 4-10% dari berat campuran atau sebesar 10-15% dari volume campuran berdasarkan spesifikasi perencanaan perkerasan jalan yang berlaku [2].

Pada campuran perkerasan jalan, aspal berfungsi, sebagai [3]:

- Material yang mengikat agregat pada campuran perkerasan,
- Material yang mengisi agregat dan rongga pada campuran perkerasan.

Material aspal memiliki beberapa sifat, diantaranya [4]:

- bersifat adhesive (pelekat yang kuat),
- bersifat viskoelastis,
- bersifat cair jika dipanaskan,
- bersifat lentur atau mudah untuk diatur dalam perencanaan campuran perkerasan,
- tidak gampang dilarutkan dalam air.

Lapis penetrasi makadam (lapen) adalah perkerasan yang terdiri dari agregat pengunci dan agregat pokok yang bergradasi seragam dan terbuka, diikat oleh aspal dengan cara disemprotkan di atasnya dan dipadatkan lapis demi lapis, ketika akan dipergunakan sebagai lapisan permukaan perlu diberi laburan aspal dengan batu penutup. Penggunaan lapis penetrasi makadam dapat diletakkan di berbagai jenis atau kondisi perkerasan, baik perkerasan lama maupun perkerasan baru, dapat difungsikan sebagai lapis permukaan dan lapis pondasi dengan tingkat lalu lintas ringan hingga sedang. Lapis penetrasi makadam sendiri memiliki permeabilitas sedang, cukup kenyal dan permukaannya yang kasar.

Agregat dapat dibedakan menjadi tiga, berdasarkan jenis dan ukuran butirannya, yaitu [5]:

Agregat kasar

Agregat yang merupakan batuan yang tertahan pada *sieve pan* no.8 (2,36 mm). Di dalam campuran aspal, agregat ini merupakan agregat yang penting dalam membentuk kinerja, dikarenakan stabilitas dari campuran aspal didapat dari *interlocking* antara aspal dan agregat.

Agregat halus

Agregat yang lolos pada *sieve pan* no.8 (2,36 mm) dan pada *sieve pan* no.200 (0,075 mm) tertahan. Fungsi dari agregat ini yaitu mengurangi deformasi permanen dan memberikan stabilitas pada campuran lewat gesekan partikel dan *interlocking*. Agregat ini berupa pasir, baik pasir alam atau pasir alluvial yang dapat mengisi rongga-rongga sehingga dapat meningkatkan stabilitas campuran.

Material pengisi (filler)

Material pengisi merupakan material yang pada saringan No.200 (0,075 mm) lolos. Material pengisi dapat berfungsi guna mengurangi jumlah rongga di dalam campuran, tapi jumlah *filler* harus dibatasi pada batasan yang menguntungkan. Kadar material pengisi yang tinggi akan cenderung menyebabkan campuran menjadi getas dan berakibat mudah retak oleh beban lalu lintas, namun kadar material pengisi rendah juga akan berakibat campuran menjadi lembek saat temperatur yang relatif tinggi [6].

Pengujian *Marshall* merupakan metode dari konsep dasar campuran aspal yang dikembangkan oleh *Bruce Marshall* yang kemudian dikembangkan oleh *The U.S. Army Corp of Engineers* yang kemudian distandarisasikan dalam *American Society Testing and Material 1989* (ASTM d-1559) [7].

Indonesia menetapkan standar dasar pengujian oleh Direktorat Jenderal Bina Marga dimana pengujian *Marshall* diguna untuk pemeriksaan kelehan (*flow*) dan stabilitas, mengetahui nilai *Marshall Quotient* (MQ), menganalisa rongga di dalam campuran (*Void in Mix*), rongga di dalam agregat (*Void in Mineral Aggregate*) dan rongga terisi aspal (*Void Filled with Asphalt*) pada campuran perkerasan yang sesuai dengan AASHTO T245-90 atau SNI 06-2489-1991 [8].

Pemeriksaan bitumen dan agregat atau material campuran perkerasan yang berupa agregat dilakukan di laboratorium secara internal, mengikuti prosedur Pusjatan Baltibang PU, 1990 dan Pusjatan Baltibang PU, 1991 [9-10]. Dimana pengujian yang dilakukan adalah pengujian penyerapan air dan berat jenis agregat baik agregat kasar maupun halus, uji daktilitas aspal, uji titik nyala dan titik bakar aspal, uji titik lembek aspal dan uji penetrasi aspal.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah limbah kulit kerang dapat digunakan pada campuran lapen (lapis penetrasi makadam) agar bisa mengurangi permasalahan limbah kulit kerang dan diharapkan agar limbah kulit kerang ini bermanfaat untuk perkerasan jalan.

A. Hasil uji penyerapan air dan berat jenis pada agregat.

Tabel 1. Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat

No.	Karakteristik	Hasil	Persyaratan [11]
1	Berat jenis agregat kasar	2.65	minimum. 2,5 gr/cm ³
2	Penyerapan air agregat kasar	1.47	maksimum 3%
3	Berat jenis agregat halus	2.77	minimum. 2,5 gr/cm ³
4	Penyerapan air agregat halus	0.75	maksimum 3%

Data hasil pengujian agregat pada Tabel 1 menunjukkan agregat dapat digunakan untuk campuran aspal, karena memenuhi persyaratan pengujian penyerapan air dan berat jenis agregat, baik agregat halus dan agregat kasar.

B. Hasil pengujian sifat fisik aspal

Tabel 2. Pemeriksaan Sifat Fisik Aspal [12]

No.	Pengujian	Hasil Pemeriksaan	Persyaratan	
			min	maks
1	Penetrasi (25°C, 100gr, 5 detik)	69.6	60	79
2	Titik Nyala	231	200	0
3	Titik Lembek	52	50	58
4	Daktilitas (25°C, 5cm/menit)	135	100	~

Data hasil uji sifat fisik aspal yang digunakan sebagai bahan pengikat dengan aspal Pertamina penetrasi 60/70 pada Tabel 2 menunjukkan aspal dapat digunakan sebagai bahan pengikat, karena memenuhi persyaratan pemeriksaan sifat fisik aspal.

C. Hasil pengujian kao (kadar aspal optimum)

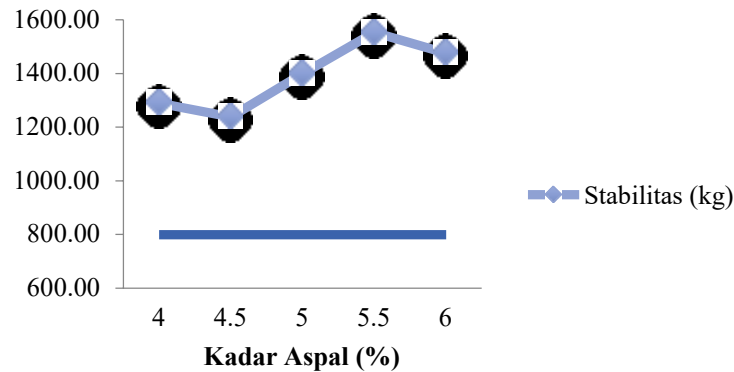
Pengujian KAO dengan variasi 4%, 4.5%, 5%, 5.5% dan 6% dari persentase total agregat. Lalu dilakukan *Marshall Test* dengan persentase kadar aspal terhadap total agregat.

Tabel-3: Hasil *Marshall Test* Terhadap Karakteristik Campuran Aspal

No	Karakteristik	Persyaratan	Kadar aspal terhadap total agregat (%)				
			4%	4.5%	5%	5.5%	6%
1	VMA (%)	Min. 15	66.24	65.08	65.10	66.34	64.63
2	VFA (%)	Min. 65	59.89	63.37	63.65	60.53	65.79
3	VIM (%)	3,0 – 5,0	26.58	23.84	23.68	26.18	22.21
4	Stabilitas (Kg)	Min. 800	1290.77	1239.14	1399.99	1553.89	1476.44
5	Flow (mm)	Min. 3,0	4.22	4.21	4.11	3.46	4.63
6	MQ (Kg/mm)	Min 250	379.46	294.66	341.05	448.87	318.94

Data hasil pengujian KAO (Kadar Aspal Optimum) pada Tabel 3 menunjukkan KAO (Kadar Aspal Optimum) yang didapatkan adalah sebesar 5.5% dari total agregat. Namun, karakteristik VIM (*Void in Mix*) tidak memenuhi persyaratan untuk semua variasi campuran kadar aspal.

Penentuan nilai KAO (Kadar Aspal Optimum) didapat dari nilai stabilitas terbaik dari variasi 4%, 4.5%, 5%, 5.5% dan 6% dari persentase total agregat, yang disajikan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Grafik Kadar Aspal Optimum

D. Hasil pengujian kadar material pengisi optimum

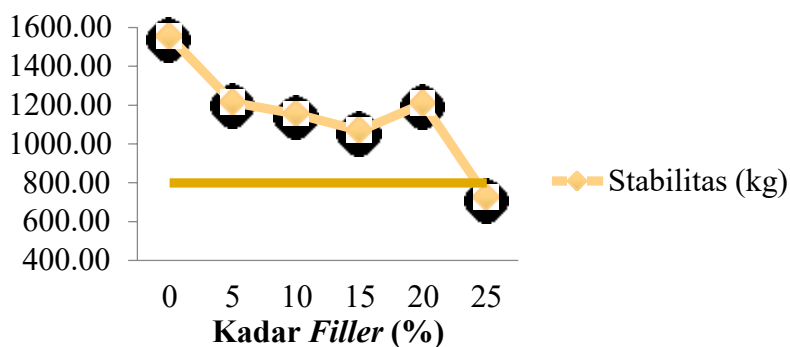
Pengujian Kadar Material Pengisi Optimum dengan variasi tambahan material pengisi (*filler*) limbah kulit kerang sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%.

Tabel 4. Hasil *Marshall Test* Terhadap Kadar *Filler* Limbah Kulit Kerang 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%

No	Karakteristik	Kadar <i>filler</i> terhadap total agregat (%)					
		0	5	10	15	20	25
1	VMA (%)	64.63	65.33	66.13	68.78	69.68	71.84
2	VFA (%)	65.79	74.35	60.72	53.82	51.58	46.48
3	VIM (%)	22.21	24.23	25.97	31.77	33.74	38.45
4	Stabilitas (Kg)	1476.44	1214.31	1154.74	1069.35	1209.35	726.80
5	<i>Flow</i> (mm)	4.63	3.58	3.35	3.08	3.38	3.82
6	MQ (Kg/mm)	318.94	343.00	346.29	347.07	363.00	190.48

Data hasil pengujian Kadar Material Pengisi Optimum pada Tabel 4 menunjukkan Kadar Material Pengisi Optimum Limbah kulit kerang didapat sebesar 0%. Namun, karakteristik VIM (*Void in Mix*) tidak memenuhi persyaratan untuk semua variasi campuran material pengisi.

Penentuan nilai Kadar Material Pengisi Optimum didapat dari nilai stabilitas terbaik dari variasi tambahan material pengisi limbah kulit kerang sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%, yang disajikan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Grafik Kadar Material Pengisi Optimum

E. Hasil pengujian rendaman

Pengujian perendaman bertujuan mengetahui kekuatan dari campuran aspal dalam keadaan terendam air. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan variasi waktu perendaman 30 menit, 6 jam, 24 jam dan 48 jam [13].

Tabel 5. Hasil *Marshall Test* Terhadap Hasil Rendaman

No	Karakteristik	Waktu Rendaman			
		30 menit	6 Jam	24 Jam	48 Jam
1	VMA (%)	66.07	64.58	64.50	63.64
2	VFA (%)	59.55	63.57	63.85	66.25
3	VIM (%)	26.73	23.53	23.36	21.49
4	Stabilitas (Kg)	1097.15	1052.47	1018.71	967.08
5	<i>Flow</i> (mm)	3.04	3.07	3.06	3.34
6	MQ (Kg/mm)	360.62	342.80	332.90	289.62

Data hasil pengujian rendaman campuran aspal lapis penetrasi macadam dengan material pengisi limbah kulit kerang dengan waktu rendaman 30 menit, 6 jam, 24 jam dan 48 jam pada Tabel 5 menunjukkan penurunan nilai pada *Void in Mineral Aggregate*, *Void in Mix*, Stabilitas dan *Marshall Quotient* yang diakibatkan karena lamanya waktu perendaman. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa campuran aspal lapis penetrasi macadam dengan material pengisi limbah kulit kerang tidak memiliki nilai keawetan yang baik apabila digunakan sebagai *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC) di lapangan.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian dan analisa secara umum dapat disimpulkan bahwa, limbah kulit kerang sebagai material pengisi (*filler*) untuk campuran aspal lapis penetrasi macadam tidak dapat digunakan, karena dari hasil pengujian yang telah dilakukan diperoleh kadar material pengisi sebesar 0% yang memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga.

Pengujian *Marshall* untuk campuran KAO atau kadar aspal optimum didapat sebesar 5,5% dan variasi material pengisi limbah kulit kerang terbaik yang memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga sebesar 0% dan waktu rendaman selama 30 menit.

REFERENSI

- [1] I. M. A. Ariawan, "Penggunaan Batu Kapur Sebagai Filler Pada Campuran Asphalt Concrete Binder Coarse(AC-BC) Dengan Metode Kepadatan Mutlak (PRD)," *Ilmiah Teknik Sipil*, 2012.
- [2] S. Sukirman, *Beton Aspal Campuran Panas*, Yayasan Obor Indonesia, 2007.
- [3] S. Suprpto, *Bahan dan Struktur Jalan Raya*, Yogyakarta, 2004.
- [4] I. Soehartono, *Teknologi Aspal dan Penggunaannya Dalam Konstruksi Perkerasan Jalan*, Jakarta: Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum. PT. Mediatama Saptakarya, 2010.
- [5] S. Sukirman, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Bandung: Nova, 1991.
- [6] N. Utomo, I. Wahjudijanto dan R. Yasin, "Penggunaan Limbah Serbuk Besi Sebagai Material Pengisi (Filler) Pada Campuran Struktur Perkerasan Jalan Kolektor Ponco – Jatirogo (STA.130+200 – STA.138+700)," *Jurnal Envirotek*, vol. 12, 2020.
- [7] S. J. Akbar dan W. Wesli, "Stabilitas Lapis Aspal Beton AC-WC Menggunakan Abu Sekam Padi," *Teras Jurnal*, vol. 2, 2012.
- [8] H. Nofrianto, W. Wahab, N. Syofian dan S. Wardi, "Kajian Bahan Pengisi (Filler) Pada Campuran Panas Aspal Agregat (AC-BC) Dengan Pengujian Marshall," *Menara Ilmu*, vol. XV, 2021.
- [9] P. B. PU, SNI 03-1968-1990 Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar, 1990.
- [10] P. B. PU, SNI 06-2488-1991 Metode Pengujian Fraksi Aspal Cair Dengan Cara Penyulingan, 1991.
- [11] D. P. Umum, Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi 6 Tahun 2010, 2010.
- [12] P. B. PU, RSNI S-01-2003 Spesifikasi Aspal Keras Berdasarkan Penetrasi, 2003.
- [13] Z. Zulhazli, W. Wesli, dan S. J. Akbar, "Penggunaan Abu Batu Bara Sebagai Filler Pada Campuran Aspal Beton AC-BC," *Teras Jurnal*, vol. 6, 2016.