



Karakteristik Modulus Resilien Pada Campuran Aspal Menggunakan Agregat Batok Kelapa

Fredy Jhon Philip Sitorus¹, Galih Wulandari Subagio¹, dan Pratika Riris Putrianti¹

⁽¹⁾ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknologi dan Desain, Universitas Pembangunan Jaya

Abstrak

Pemanfaatan limbah batok kelapa sangat diperlukan mengingat tingginya hasil limbah batok kelapa yang dihasilkan di Indonesia, salah satunya untuk substitusi agregat pada campuran beraspal. Penggunaan batok kelapa sebagai agregat dalam konstruksi perkerasan aspal diharapkan dapat menghasilkan perkerasan yang awet, murah dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik sifat mekanis atau modulus resilien pada campuran aspal yang bergradasi menerus (AC-BC) dengan menggunakan batok kelapa sebagai pengganti agregat. Berdasarkan hasil uji propertis yang telah dilakukan dapat diambil sebuah kesimpulan sebagai berikut material agregat dan aspal memenuhi persyaratan sebagai agregat campuran aspal panas berdasarkan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018. Untuk material batok kelapa gumpalan lempung dan butir mudah pecah dalam agregat masih dalam tahap pengujian. Terhadap nilai modulus resilien campuran AC-BC yang mengandung kelapa sebesar 5% lebih superior dibandingkan dengan tanpa batok kelapa di temperature pengujian 45°C. Dalam pengujian modulus resilien mengambil hanya satu temperature saja yaitu 45°C, hal ini di karenakan Indonesia adalah negara tropis yang mana suhu di Indonesia cukup tinggi pada daerah-daerah tertentu.

Keywords : batok kelapa, asbuton, modulus resilien, UMMATA

1. Pendahuluan

Indonesia dikenal sebagai negara yang memiliki cita rasa kuliner yang beragam, salah satunya pemanfaatan bahan kelapa sebagai pelengkap masakan. Selain itu, Indonesia juga menjadi negara eksportir produk berbahan dasar kelapa, yaitu minyak kelapa dan kelapa kering. Menurut Kementerian Pertanian, pada tahun 2017 Indonesia merupakan negara eksportir produk kelapa nomor 2 di dunia. Faktor-faktor ini menyebabkan tingginya produksi limbah batok kelapa di Indonesia. Sehingga perlu adanya upaya memanfaatkan limbah batok kelapa, salah satunya sebagai bahan pengganti agregat dalam campuran beraspal.

Penggunaan batok kelapa sebagai agregat dalam konstruksi perkerasan aspal diharapkan dapat menghasilkan perkerasan yang awet, murah dan ramah lingkungan. Batok kelapa merupakan komponen paling keras dari kelapa yang mengandung silikat cukup tinggi dimana kandungan silika juga sering ditemukan pada berbagai jenis batuan antara lain kuarsit, granit, pasir. Secara teoritis, bahan yang memiliki kandungan silika memiliki sifat menambah kekuatan lentur seperti yang diimplementasikan pada pembuatan adonan keramik. Silika memiliki sifat non konduktor, memiliki ketahanan terhadap oksidasi dan degresi termal yang baik. Dengan karakteristik tersebut diharapkan batok kelapa sebagai pengganti agregat dapat memberikan nilai kekuatan terhadap campuran beraspal. Namun efisiensi pemanfaatan batok kelapa sebagai bahan pengganti agregat pada campuran aspal perlu ditinjau dari kekuatan

campurannya, salah satunya dengan mengetahui nilai modulus resilien.

Modulus Modulus Resilien (MR), yaitu modulus elastisitas berdasarkan deformasi balik (recoverable strain) (Suherman, 2012). Nilai modulus resilien cocok untuk mengetahui karakteristik material yang tidak memiliki elastisitas sempurna seperti campuran aspal. Nilai modulus resilien sangat dipengaruhi oleh suhu dan lamanya pembebanan. Besarnya nilai modulus resilien dapat dihitung dengan pendekatan metode Nottingham atau dengan metode Pengujian di laboratorium dengan alat UMMATA. Hasil Pengujian dengan alat UMMATA menghasilkan nilai yang lebih besar dibandingkan pendekatan teoritis (Sinuhaji, 2018)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik sifat mekanis atau modulus resilien pada campuran aspal yang bergradasi menerus (AC-BC) dengan menggunakan batok kelapa sebagai pengganti agregat.

2. Metode

Rancangan campuran pada penelitian ini adalah campuran beraspal bergradasi menerus (AC-BC) yang mengacu pada standar Spesifikasi Campuran Aspal Panas yang diterbitkan Kementerian Pekerjaan Umum Tahun 2018 dan Standar Nasional Indonesia (SNI). Jika prosedur pengujiannya belum terdapat pada SNI maka mengacu kepada ASTM (*American Society for Testing and Material*), AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*), dan BS (*British Standard*). Perencanaan campuran beraspal panas menggunakan

metode Marshall dan pendekatan kepadatan mutlak untuk mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO). Pengujian laboratorium pada kondisi Kadar Aspal Optimum (KAO) terdiri atas pengujian Marshall Immersion dan Modulus Resilien dengan alat UMATTA.

Bahan pengikat Aspal yang digunakan sebagai bahan campuran perkerasan adalah aspal Pen 60/70 Shell dengan satu jenis variasi gradasi campuran Laston Lapis Antara (AC – BC). Material agregat kasar, agregat medium dan abu batu yang digunakan sebagai bahan campuran perkerasan berasal dari PT.Kadi Internasional. Persentase komposisi batok kelapa sebagai pengganti agregat yang digunakan berasal dari limbah pasar tradisional adalah 0% terhadap berat total agregat baru, 5% terhadap berat total agregat baru dan 10% terhadap berat total agregat baru dengan rancangan gradasi ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Nilai kadar aspal optimum (KAO) diperoleh dengan metode Marshall dan dilengkapi dengan metode kepadatan mutlak. Beberapa parameter yang

dihasilkan dalam Pengujian Marshall adalah stabilitas, kelelahan (*flow*), hasil bagi Marshall (MQ), kepadatan, rongga dalam campuran (VIM), rongga dalam mineral agregat (VMA) dan rongga terisi aspal (VFA). Sedangkan rongga dalam campuran pada kondisi kepadatan refusal (VIMref) diperoleh dari hasil Pengujian dengan metode kepadatan mutlak.

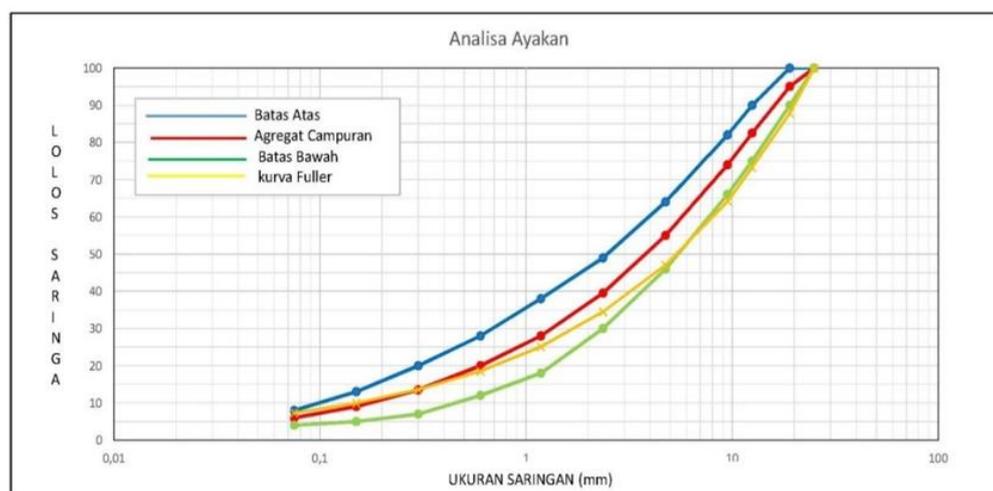
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakteristik Agregat dan Aspal

Berdasarkan spesifikasi Umum Jalan dan Jembatan Bina Marga Tahun 2018, yang dimaksud dengan agregat kasar untuk campuran beraspal adalah butiran yang tertahan disaringan No. 4 (2,36 mm) dan agregat halus adalah butiran yang lolos dari saringan No. 4 (2,36 mm). Pada Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian menunjukkan agregat kasar dan agregat halus yang akan digunakan dalam penelitian ini memenuhi persyaratan agregat kasar dan agregat halus untuk campuran beraspal panas yang ditetapkan dalam Spesifikasi Umum Jalan dan Jembatan Bina Marga Tahun 2018.

Tabel 1. Rancangan Gradasi campuran AC-BC

NO.	UKURAN SARINGAN		TITIK KONTROL SPESIFIKASI BINA MARGA 2014 (%)		KURVA FULLER	GRADASI RANCANGAN PENGUJIAN (%)
	(inch)	(mm)	Batas Atas	Batas Bawah		
1.	1	25	100	100	100	100
2.	3/4	19	100	90	87,8	95
3.	1/2	12,5	90	75	73,3	82,5
4.	3/8	9,5	82	66	64,2	74
5.	4	4,75	64	46	47,0	55
6.	8	2,36	49	30	34,5	39,5
7.	16	1,18	38	18	25,1	28
8.	30	0,6	28	12	18,5	20
9.	50	0,3	20	7	13,6	13,5
10.	100	0,15	13	5	9,9	9
11.	200	0,075	8	4	7,3	6



Gambar 1. Rancangan Gradasi Campuran

Tabel 2. Spesifikasi campuran AC-BC

Sifat Campuran	Campuran AC-BC				Spesifikasi
	Batok kelapa 0%	Batok kelapa 5%	Batok kelapa 10%		
KAO PRD	%	6.75	6.25	5.82	-
VIM marshall	%	4.4	4.6	-	3-5
VIM refusal	%	2.5	4.3	-	Min 2
VMA	%	16.5	15.7	25.2	Min.14
VFB	%	92.7	87.5	-	Min.65
Stabilitas	Kg	1080	936	923	Min.800
Kelelahan	Mm	3.3	3.5	-	2-4
MQ	Kg/mm	340	270	-	Min.250

Sumber data Spesifikasi Umum Jalan dan Jembatan Bina Marga Tahun 2011

Tabel 3. Hasil Pengujian Terhadap Agregat Kasar Dan Agregat Halus

No.	PENGUJIAN	METODA	HASIL PENGUJIAN				NILAI PERSYARATAN BINA MARGA 2018
1.	Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan NaSO ₄ atau MgSO ₄	SNI 3407:2008	2,23%				Maks. 12%
2.	Abrasi dengan mesin Los Angles	SNI 2417:2008	18,73%				Maks. 30%
3.	Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 2439 :2011	95%				Min. 95%
4.	Butir Pecah Pada Agregat Kasar	SNI 7619:2012	99,5				95/90 *)
5.	Kadar Lumpur	SNI-S-04-1998F,1989	0,7%				≤ 5 %
6.	Kadar rongga agregat halus	SNI 03-6877-2002	44,4				Min. 45
7.	Uji Setara Pasir	SNI 03 – 4428-1997	49,2				Min. 50
8.	Lolos saringan No. 200	SNI ASTM C117 : 2012	2,42				Mak. 10%
6.	Partikel Pih	ASTM D4791	3,5%				Maks. 5%
	Partikel Kelonjongan		3,5%				Maks. 10%
7.	Berat Jenis	SNI 03-1969-1990	Bulk	SSD	App	Abs	- Absorpsi
	Berat Jenis Agregat Kasar		2,658	2,697	2,766	1,472	< 3%
	Berat Jenis Agregat Halus		2,703	2,726	2,767	0,868	- Perbedaan agregat kasar dan agregat halus <0,2%

Sumber data diolah dari hasil Pengujian di laboratorium

Material Batok Kelapa didapat dari pasar tradisional. Hasil pengujian menunjukkan Batok Kelapa yang akan digunakan dalam penelitian ini menggunakan spesifikasi sama seperti spesifikasi agregat yaitu menggunakan Spesifikasi Umum Jalan dan Jembatan Bina Marga Tahun 2018.

3.2. Karakteristik Modulus Resilien

Berdasarkan analisis Marshall dengan metode kepadatan mutlak dihasilkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) tertinggi pada campuran beraspal dengan kandungan batok 0% sebesar 6.75% diikuti kandungan batok kelapa 5% dan campuran dengan kandungan batok kelapa 10%. Sedangkan parameter hasil pengujian Marshall dapat dilihat pada Tabel 5.

Pengujian perendaman Marshall dilakukan untuk mengetahui durabilitas campuran beraspal dimana benda uji akan direndam dengan air panas untuk menguji ketahanan campuran terhadap kerusakan oleh air pada suhu 60° selama 24 jam.

Hasil Pengujian perendaman Marshall dapat dilihat pada Tabel 6.

Dari hasil Pengujian campuran beraspal hasil rendaman Marshall menunjukkan nilai IKS mengalami penurunan kekuatan untuk campuran batok kelapa 5%. Hasil Pengujian modulus resilien dengan alat UMATTA dilakukan dengan menggunakan kadar aspal optimum (KAO) pada campuran. Kondisi Pengujian diatur pada *loading pulse width 250 ms*, *pulse repetition period 3000 ms* pada temperatur pengujian 45°C. Hasil Pengujian yang diperlihatkan pada Tabel 6 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai Modulus Resilien meningkat seiring dengan peningkatan kandungan batok kelapa didalam campuran. Hal ini disebabkan karena semakin banyak kandungan batok kelapa sebagai pengganti agregat.

Tabel 4. Hasil Pengujian Terhadap Batok Kelapa

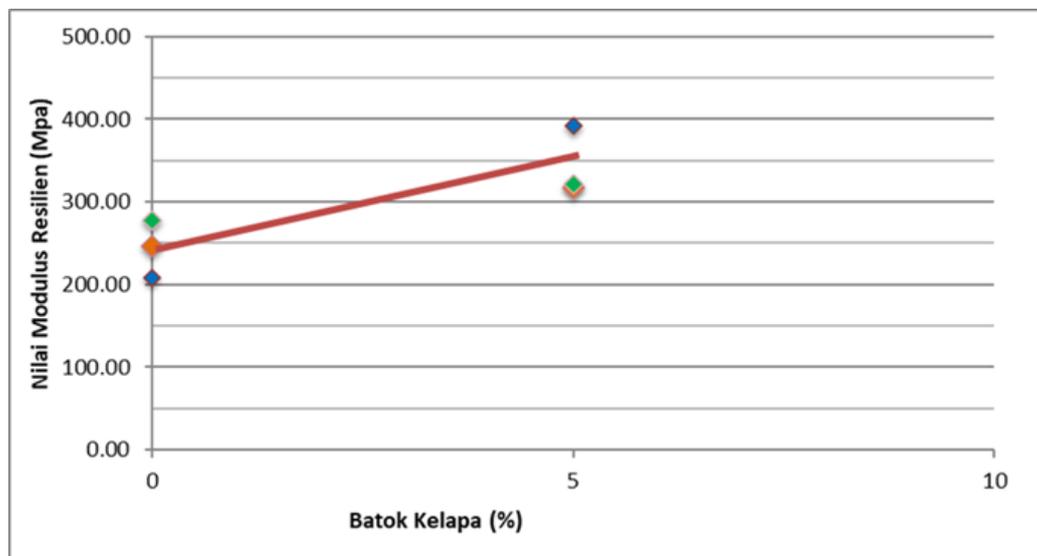
No	Jenis pengujian	Metode pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3)
1	Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	44,7 %	Min 60%
2	Angularitas dengan uji kadar rongga	SNI 03-6877-2002	10,2 %	Min 45%
3	Gumpalan lempung dan butir mudah pecah dalam agregat	SNI 03-4141-1996	0,7 %	Maks 1%
4	Agregat lolos ayakan no.200	SNI ASTM C117:2012	2,42 %	Maks 10%
5.	Berat Jenis	SNI 03-1969-1990	1,150	-

Sumber data diolah dari hasil Pengujian di laboratorium

Tabel 5. Hasil Pengujian Marshall

Campuran AC-BC		
Batok Kelapa (%)	0	5
Kadar Aspal (%)	6.75	6.25
Stabilitas perendaman 24 jam (s_2) (kg)	980	918
Stabilitas awal (S_1) 30 meit (kg)	637	1175
Indeks Kekuatan Sisa ($IKS=s_2/s_1$) (%)	153	78

Sumber data diolah dari hasil observasi lapangan

**Gambar 2.** Grafik hubungan nilai modulus resilien pada komposisi 0% dan 5% batok kelapa**Tabel 6.** Hasil Pengujian UMMATA

No.	Temperatur Uji	Hasil Pengujian	
		0%	5%
1.	45°C	208	392
2.		246	317
3.		277	322

Sumber data diolah dari hasil observasi lapangan

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji propertis yang telah dilakukan dapat diambil sebuah kesimpulan sebagai berikut material agregat dan aspal memenuhi persyaratan sebagai agregat campuran aspal panas berdasarkan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018. Untuk material batok kelapa gumpalan lempung dan butir mudah pecah dalam agregat masih dalam tahap pengujian.

Terhadap nilai modulus resilien campuran AC-BC yang mengandung kelapa sebesar 5% lebih superior dibandingkan dengan tanpa batok kelapa

di temperature pengujian 45°C. Dalam pengujian modulus resilien mengambil hanya satu temperature saja yaitu 45°C, hal ini di karenakan Indonesia adalah negara tropis yang mana suhu di Indonesia cukup tinggi pada daerah-daerah tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

- Andini,W. 2018. Analisis Pengaruh Kadar Fine Aggregate Pada Reclaimed Asphalt Pavement Lapisan AC-BC Terhadap Kinerja Campuran Recycled (Thesis). Bandung. Program Pasca Sarjana Institut Teknologi Bandung (ITB).
- Asphalt Institute. 1997 : Performance Graded Asphalt Binder Specification and Testing, Asphalt Institute Superpave Series No. 1 (SP-1) 1997 Printing.

- Astriereza, P.A. 2016. Evaluasi Karakteristik Modulus Resilien dan Deformasi Permanen Campuran Beton Beraspal (AC-Binder Course) Menggunakan Campuran Agregat Berabrasi Tinggi. Bandung : Institut Teknologi Bandung (ITB).
- Baso, D. 2011. Kajian Ketersediaan Prasarana Dasar Permukiman DiBantaran Sungai Pampang Kelurahan Pampang Kota Makassar (Tesis). Makassar: Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
- Badan Standardisasi Nasional (2008): Cara uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles - SNI 2417:2008.
- Bethary, R.T. 2010. Kinerja Modulus Resilien dan Fatigue dari Campuran Lapis Pengikat (AC-BC) yang memakai Material Hasil Daur Ulang (Recycling) dan Polimer Neoprene. (Thesis). Bandung : Program Magister Sistem dan Teknik Jalan Raya (STJR) Institut Teknologi Bandung.
- Hardiyatmo, H.C. 2011. Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Indramaha, 2015. Perkembangan model modulus resilien dan kuat fatigue dari campuran hangat AC lapis antara (AC-BC) memakai material RAP (Reclaimed Asphalt Pavement), Institut Teknologi Bandung (ITB).
- Sinuhaji, C.A.V., Bambang S.S., Harmein R. 2018. Kinerja Modulus Resilien dan Deformasi Permanen Dari Campuran Lataston Gradasi Senjang (HRS-WC) Dengan Bahan Aspal Modifikasi Starbit E-55. Jurnal Teknik Sipil, September 2018, hal. 149-157. Vol. 25 No.2. ISSN 0853-2982.