

Studi Karakteristik Marshall pada Aspal Porous dengan Penambahan Abu Cangkang Kopi sebagai *Filler*

Sulaiman, Fauzi A. Gani, Khairul Miswar, Gusrizal, Adi Maulana
Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe
Email: fauzi@pnl.ac.id

Abstract — *The type of pavement used in Indonesia is generally flexible pavement. Porous asphalt is one of the flexible pavement layers. Porous asphalt is a mixture of asphalt concrete with a high content of air voids in the mixture. The purpose of the study was to determine the composition and characteristics of porous asphalt with coffee shell substitution as a filler. Aggregate gradation used open gradation or uniform graded with variations in asphalt content of 3.2%, 3.7%, 4.2%, 4.7% and 5.2% before being substituted for coffee shells, using 60/70 penetration asphalt as a binder. The results of testing and calculation of Marshall parameters to determine KAO, obtained an optimum asphalt content of 4.7% with a stability value of 804 kg, flow 3.3 mm, VIM 19.2%, and MQ 249.4 kg/m. After the KAO was obtained, the specimens were made with variations of coffee shell substitution of 0.5%, 1%, 1.5%, 2% and 2.5%. Marshall test results obtained the optimum composition of coffee shell content at 1% composition with a stability value of 1474 kg, flow 3.1 mm, VIM 13.8%, and MQ 475.6 kg/m. The optimum coffee shell content is determined by the results of the ups and downs of a graph. The test results are evidenced by the increase in the value of the graph on the value of stability, flow, and MQ.*

Keywords: coffee shell, porous asphalt, Marshall test.

Abstrak — *Jenis perkerasan jalan yang digunakan di Indonesia pada umumnya adalah perkerasan lentur. Aspal porous merupakan salah satu lapisan perkerasan lentur. Aspal porous merupakan campuran aspal beton yang mempunyai kandungan rongga udara yang tinggi pada campurannya. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui komposisi dan karakteristik aspal porous dengan substitusi cangkang kopi sebagai bahan pengisi. Gradasi agregat menggunakan gradasi terbuka atau gradasi seragam dengan variasi kadar aspal 3,2%, 3,7%, 4,2%, 4,7% dan 5,2% sebelum disubstitusi cangkang kopi, menggunakan aspal penetrasi 60/70 sebagai bahan pengikat. Hasil pengujian dan perhitungan parameter Marshall untuk menentukan KAO, diperoleh kadar aspal optimum sebesar 4,7% dengan nilai stabilitas 804 kg, flow 3,3 mm, VIM 19,2%, dan MQ 249,4 kg/m. Setelah KAO diperoleh, benda uji dibuat dengan variasi substitusi cangkang kopi sebesar 0,5%, 1%, 1,5%, 2% dan 2,5%. Hasil uji Marshall diperoleh komposisi kadar cangkang kopi optimum pada komposisi 1% dengan nilai stabilitas 1474 kg, flow 3,1 mm, VIM 13,8%, dan MQ 475,6 kg/m. Kandungan tempurung kopi yang optimum ditentukan oleh hasil naik turunnya grafik. Hasil pengujian dibuktikan dengan meningkatnya nilai grafik pada nilai stabilitas, aliran, dan MQ.*

Kata-kata Kunci: cangkang kopi, aspal porous, uji Marshall.

I. PENDAHULUAN

Permasalahan yang terjadi pada kekuatan perkerasan ac-wc terdapat genangan air pada permukaan saat musim hujan, disebabkan sifat permukaan perkerasan ac-wc bersifat kedap air (*impermeabel*). Saat musim hujan, air menggenangi permukaan jalan jangka waktu yang lama. Genangan air mengakibatkan terganggunya waktu perjalanan relatif lama, dan terjadinya kemacetan, kadang-kadang terjadi kecelakaan. Hal tersebut tidak dapat dihindari tetapi harus dicari solusi mengurangi masalah yang terjadi disaat musim hujan. Guna menghindari genangan air pada badan jalan pada saat hujan membutuhkan aspal yang bisa mengalirkan air secara vertikal dan horizontal. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menangani genangan

air yang terjadi dengan menggunakan lapisan aspal porous.

Aspal porous merupakan campuran aspal yang telah digunakan sebagai salah satu teknologi perkerasan lentur yang dapat meminimalisasi kerusakan perkerasan jalan khususnya disebabkan oleh air, aspal porous didesain memiliki porositas yang tinggi, sehingga dapat mengalirkan air ke dalam lapisan secara vertikal dan horizontal melalui pori-pori sebagai sistem drainase. Aspal porous adalah campuran beraspal dengan persentase agregat kasar yang lebih banyak dan agregat halus yang sedikit, sehingga menghasilkan rongga yang besar agar bisa mengalirkan air (Noris, 2017).

Cangkang kopi merupakan bagian dari buah kopi yang disebut "*Endocarp*". Kulit buah kopi merupakan serat dari pengolahan buah kopi untuk

mendapatkan biji kopi yang selanjutnya digiling menjadi bubuk kopi. Adapun bahan yang terkandung di dalam cangkang kulit kopi adalah karbon (C), oksigen (O), kalium (K), tembaga (Cu), dan seng (Zn). Dimana kandungan karbon mendominasi, dengan berat massa 49,47% dari persen massa total. Pada penelitian digunakan cangkang kopi sebagai filler dalam campuran aspal porus, dengan kadar cangkang kopi 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, dan 2.5%. Dari penelitian sebelumnya “Pemanfaatan Serat Cangkang Kulit Kopi Pada Pembuatan Beton Polimer Dengan Resin Polyester Sebagai Perkat, Heni Meilanda, 2018”. Didapatkan nilai porositas pada beton polimer meningkat dengan adanya penambahan kadar cangkang kopi. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kinerja fungsi kekuatan dan rembesan aspal porus dengan penambahan abu cangkang kopi.

II. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian ekperimental penelitian melakukan rekayasa terhadap satu atau lebih variabel dengan suatu cara yang dapat mempengaruhi variabel tersebut. Peneletian dilakukan dengan cara pengamatan langsung (*participant*) di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe.

Data yang dikumpulkan dalam penelitian meliputi data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data utama yang dikumpulkan secara langsung melalui pengujian yang dilakukan dengan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI). Pengujian tersebut merupakan meliputi pengujian sifat fisis agregat berupa pengujian analisa saringan, pengujian berat jenis agregat halus dan agregat kasar, pengujian berat isi agregat, pengujian keausan agregat, pengujian kelekatan aspal terhadap agregat dan pengujian sifat fisis aspal yang meliputi pengujian berat jenis aspal, pengujian penetrasi aspal, pengujian titik lembek aspal.

Data sekunder data pendukung yang diperlukan dalam penelitian seperti periksaan angka koreksi benda uji, angka kalibrasi alat dan sebagainya. Sampel yang diuji dalam penelitian berjumlah 30 Sampel merupakan keseluruhan dalam variasi yang akan diuji pada parameter marshall dan parameter permeabilitas dengan 15 sampel benda uji untuk mencari kadar aspal optimum dan 15 benda uji dengan variasi penambahan abu

cangkang kopi, ketentuannya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan benda uji variasi kadar aspal tengah

No	Kadar Aspal	Jumlah Tumbukan	Jumlah benda uji
1	(Pb + 1)	2 x 50	3
2	(Pb + 0,5)	2 x 50	3
3	Pb	2 x 50	3
4	(Pb - 0,5)	2 x 50	3
5	(Pb - 1)	2 x 50	3
Jumlah Total Benda Uji			15

Setelah didapat kadar aspal optimum, maka selanjutnya dibuat benda uji dengan variasi penambahan abu cangkang kopi.

Tabel 2. Rancangan benda uji variasi kadar abu cangkang kopi

No	Kadar Abu Cangkang kopi	Jumlah Tumbukan	Jumlah benda uji
1	0,5 %	2 x 50	3
2	1 %	2 x 50	3
3	1,5 %	2 x 50	3
4	2 %	2 x 50	3
5	2,5 %	2 x 50	3
Jumlah Total Benda Uji			15

Pengolahan data pada penelitian dengan cara membuat tabel dan grafik dengan Microsoft Exel 2010. Pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu data stabilitas, flow, VIM, MQ, dan data permeabilitas. Pengolahan data dilakukan untuk memperoleh data ringkasan dengan menggunakan cara atau rumus-rumus tertentu. Pengolahan data bertujuan mengubah data mentah dari hasil pengukuran menjadi data yang lebih halus sehingga memberikan arah untuk pengkajian lebih lanjut.

Analisa data yang digunakan untuk menunjukkan hubungan antara parameter marshall dan permeabilitas aspal porous digunakan analisa korelasi sederhana. Analisa data yang digunakan dalam proses pengintersprestasian hasil pengolahan data adalah jenis analisis inferesial yaitu analisis yang menekankan hubungan antar variabel dengan menyimpulkan hasil penelitian. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan aplikasi Microsoft Exel 2010 dan SPSS V.21 dengan data berbentuk tabel dan grafik. Pengujian dilakukan dalam analisis kolerasi sederhana. Kolerasi sedethana adalah uji untuk mengetahui keeratan hubungan antara dua variable dan untuk

mengetahui arah hubungan yang terjadi dengan alat analisis *correlate* dan *t-test*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada benda uji dengan campuran agregat halus dan batu pecah, nilai CA yang digunakan sebesar 84,9%, nilai FA 11,8%, serta filler debu batu sebanyak 3,3%, maka didapat kadar aspal ideal sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P_b &= 0,035 (\%CA) + 0,045(\%FA) + 0,18(\%Filler)+K \\
 &= 0,035 (84,9\%)+ 0,045 (11,8\%) + 0,18 (3,3\%) + 1 \\
 &= 4,2 \%
 \end{aligned}$$

Spesifikasi yang digunakan berdasarkan dari *Australian Asphalt Pavement Association 1997* seperti ditunjukkan pada Table 3.

Tabel 3. Spesifikasi aspal porous AAPA 1997

No	Parametert Marshall	Spesifikasi AAPA 1997
1	Stabilitas (kg)	Min 500
2	Flow (mm)	2 - 4
3	VIM (%)	18 - 25
4	MQ (kg/mm)	Maks 400

Hasil pengujian Marshall pada benda uji aspal porus dengan variasi kadar aspal (3,2%-5,2%), dengan tumbukan 2 x 50, diperoleh nilai parameter Marshall seperti diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian Marshall dalam bentuk variasi kadar aspal

No	Parameter Marshall	Variasi Kadar Aspal (%)				
		3,2	3,7	4,2	4,7	5,2
1	Stabilitas	573	612	720	804	505
2	Flow	2,6	2,6	3,1	3,3	3,7
3	VIM	19,9	19,6	19	19	18
4	MQ	239	260	245	249	141

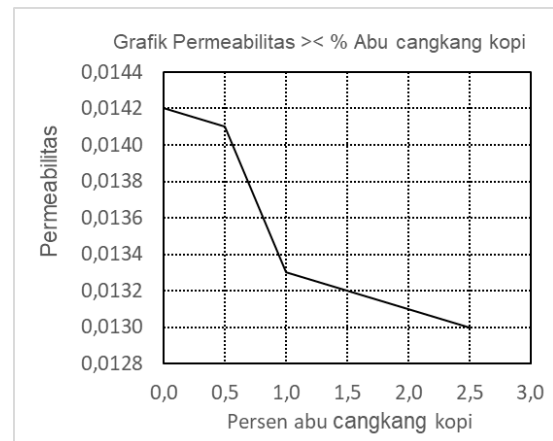
Berdasarkan parameter *Marshall* pada Tabel 1, kemudian dievaluasikan sehingga didapatkan kadar aspal optimum dengan sistem *Range overlapping* dan didapati hasil yaitu sebesar 4,7 %. Dari hasil pengujian *marshall* yang dilakukan pada kadar aspal optimum dengan variasi penambahan abu cangkang kopi maka diperoleh hasil seperti diperlihatkan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian Marshall dalam bentuk variasi kadar abu cangkang kopi

No	Persen abu Cangkang kopi	Permeabilitas	Stabilitas Marshall			
			Stabilitas	Flow	VIM	MQ
1	0	0,0142	804	3,3	19,2	250
2	0,5	0,0140	1224	2,8	12,1	435

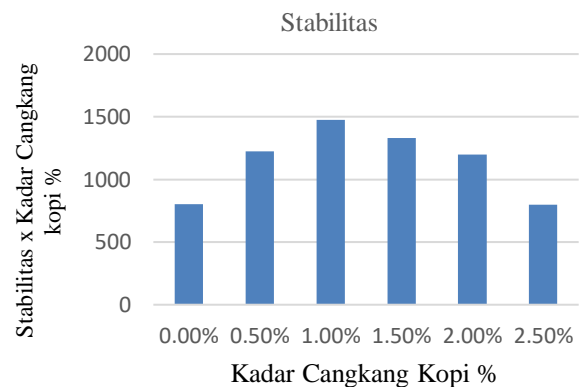
3	1,0	0,0133	1474	3,1	13,8	476
4	1,5	0,0133	1330	2,9	13,4	451
5	2,0	0,0130	1197	2,6	12,4	452
6	2,5	0,0130	798	2,4	15,5	342

Parameter berdasarkan persentase abu cangkang kopi dengan KAO yang ditampilkan dalam bentuk Gambar 1 sampai Gambar 5.



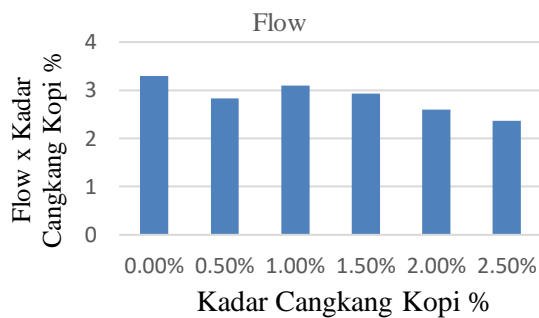
Gambar 1. Grafik hubungan permeabilitas dengan persentase abu cangkang kopi

Grafik hubungan permeabilitas dengan persentase kadar abu cangkang kopi menunjukkan campuran aspal porus dengan kandungan abu Cangkang Kopi sebanyak 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, dan 2,5%. Nilai permeabilitas yang didapat menurun. kadar abu Cangkang Kopi 0,5% nilai permeabilitas sebesar 0,0140 cm/s, kadar abu Cangkang Kopi 1% nilai permeabilitas sebesar 0,0133 cm/s, kadar abu Cangkang Kopi 1,5% nilai permeabilitas sebesar 0,0133 cm/s, kadar Cangkang Kopi 2% nilai permeabilitas sebesar 0,0130 cm/s, dan kadar Cangkang Kopi 2,5% nilai permeabilitas sebesar 0,0130 cm/s.



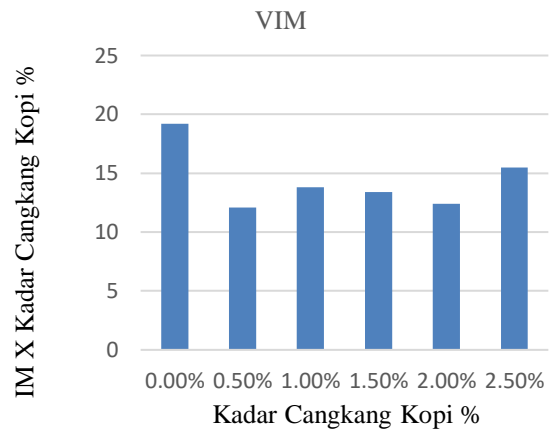
Gambar 2. Grafik hubungan stabilitas dengan persentase abu cangkang kopi

Grafik hubungan stabilitas dengan persentase kadar abu Cangkang Kopi menunjukkan bahwa kandungan abu Cangkang Kopi 0,5% hingga 2,5% yang terdapat pada campuran mengalami peningkatan dan penurunan nilai stabilitas. Kadar Cangkang Kopi 0,5% nilai stabilitas sebesar 1224 kg, kadar abu Cangkang Kopi 1% nilai stabilitas sebesar 1474 kg, kadar Cangkang Kopi 1,5% nilai stabilitas sebesar 1330 kg, kadar Cangkang Kopi 2% nilai stabilitas sebesar 1197 kg, dan kadar Cangkang Kopi 2,5% nilai stabilitas sebesar 798 kg. Data hasil penelitian diatas kadar Cangkang Kopi 0,5% sampai dengan 2,5% nilai stabilitas mengalami peningkatan dari 1224 kg menjadi 1474 kg, dan mengalami penurunan dari 1474 kg menjadi 789 kg.



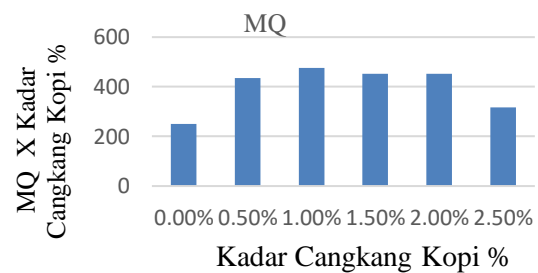
Gambar 3. Grafik hubungan *flow* dengan persentase abu cangkang kopi

Grafik hubungan *flow* dengan persentase kadar abu Cangkang Kopi menunjukkan bahwa kandungan abu Cangkang Kopi 0,5% hingga 2,5% yang terdapat pada campuran mengalami peningkatan dan penurunan nilai *flow*. Pada kadar Cangkang Kopi 0,5% diperoleh hasil 2,8 mm, kadar abu Cangkang Kopi 1% diperoleh hasil 3,5 mm, kadar Cangkang Kopi 1,5% diperoleh hasil 2,9 mm, kadar Cangkang Kopi 2% diperoleh hasil 2,6 mm, kadar Cangkang Kopi 2,5% diperoleh hasil 2,4 mm. Data hasil penelitian diatas kadar Cangkang Kopi 0,5% sampai dengan 2,5% nilai *flow* mengalami peningkatan dari 2,8 mm menjadi 3,1 mm, dan mengalami penurunan dari 3,1 mm menjadi 2,4 mm.



Gambar 4. Grafik hubungan VIM dengan persentase abu cangkang kopi

Grafik hubungan VIM dengan persentase kadar abu cangkang kopi menunjukkan bahwa nilai VIM meningkat dan menurun. Data hasil penelitian diatas menunjukkan nilai VIM meningkat pada kadar abu cangkang kopi 0,5% dengan persentase nilai 12,1% ke kadar abu cangkang kopi 1% dengan persentase nilai 13,8%, mengalami penurunan dari kadar cangkang kopi 1% dengan persentase nilai 13,8% ke kadar cangkang kopi 2% dengan pesentase nilai 12,4% dan mengalami kenaikan lagi dari ke kadar abu cangkang kopi 2% dengan persentase nilai 12,4% ke kadar cangkang kopi 2,5% dengan persentase nilai 15,5%.



Gambar 5. Grafik hubungan MQ dengan persentase abu cangkang kopi

Grafik hubungan MQ dengan persentase kadar abu cangkang kopi menunjukkan bahwa nilai MQ pada setiap campuran kadar abu cangkang kopi meningkat dan menurun. Kadar Cangkang Kopi 0,5% diperoleh hasil 434,5 kg/mm, kadar abu cangkang kopi 1% diperoleh hasil 475,6 kg/mm, kadar Cangkang Kopi 1,5% diperoleh hasil 451,3 kg/mm, kadar abu cangkang kopi 2% diperoleh hasil 451,6 kg/mm, kadar abu cangkang kopi 2,5% diperoleh hasil 341,7 kg/mm. Nilai MQ pada setiap campuran abu cangkang kopi Cuma 1

persentase yang masuk dalam persyaratan yang telah ditentukan yaitu Maks.400 kg/mm yaitu pada kadar abu cangkang kopi 2,5%.

Hasil pengujian Marshall pada benda uji aspal porous dengan penambahan abu cangkang kopi (0,5% - 2,5%) pada KAO, dengan tumbukan 2 x 50, diperoleh nilai parameter Marshall seperti diperlihatkan pada Tabel 2, dan divisualisasikan dengan grafik yang diperlihatkan pada Gambar 5 sampai dengan Gambar 9, menunjukkan bahwa nilai permeabilitas, stabilitas, flow, VIM dan MQ.

IV. KESIMPULAN

Hasil uji parameter marshall penambahan abu cangkang kopi pada KAO berpengaruh dan dapat meningkatkan kinerja fungsi kekuatan yaitu stabilitas, flow, VIM, dan MQ sangat berpengaruh dan mencapai kadar abu cangkang kopi optimum yaitu pada 1%. Hasil uji permeabilitas dengan penambahan abu cangkang kopi pada KAO berpengaruh pada penurunan kemampuan benda uji meloloskan air dari permukaan aspal, sehingga waktu pengaliran semakin lama.

DAFTAR PUSTAKA

- AAPA (Australian Asphalt Pavement Association). (1997). *Open asphalt design guide*. Australian.
- Direktorat Jendral Bina Marga. (2019). *Spesifikasi umum 2018 untuk pekerjaan konstruksi jalan dan jembatan (Revisi 1)*. Jakarta. Ditjen Bina Marga kementerian PU.
- Nabilla, F. S., Saleh, S.M., & Mutiawati, C. (2020). Karakteristik campuran aspal *porous* dengan buton granular asphalt sebagai bahan substitusi agregat halus dan styrofoam substitusi aspal pen 60/70. *Journal of the Civil Engineering Student*, 2(1), 92-9.
- Noris, T. (2017). Analisis pemanfaatan limbah styrofoam sebagai bahan substitusi ke dalam aspal penetrasi 60/70 terhadap karakteristik campuran aspal porous. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, 01(010), 65-70. Universitas Negeri Surabaya, Surabaya.
- Sukirman, S. (1999). *Perkerasan lentur jalan raya*. Bandung. Nova
- Sukirman, S. (2003). *Beton aspal campuran panas*. Jakarta. Granit.
- Sukirman, S. (2016). *Beton aspal campuran Panas*. Bandung. Institut Teknologi Nasional