



## Pemanfaatan Abu Cangkang Sawit (ACS) Untuk Substitusi Filler Pada Lapisan Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)

Nyak Laila<sup>1</sup>, Febrina Dian Kurniasari<sup>\*1</sup>, Bunyamin<sup>1</sup>, Amri Amin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Iskandarmuda, 23234, Indonesia.

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Abulyatama, 23372, Indonesia.

\*Email korespondensi: febrina@unida-aceh.ac.id

Diterima Maret 2022; Disetujui Juli 2022; Dipublikasi Juli 2022

**Abstract:** One of the main reasons for the deterioration and deterioration of road pavement flexural strength is the low strength and durability in the wear layers and bonding materials of road pavement construction. To overcome this, an added material is needed that can increase the asphalt concrete layer, one of the added materials that can be used is palm shell ash. Palm shells have a variety of uses such as: as a hardening of the road in palm oil. Palm shell has a very thick and hard skin structure and contains substances ( $\text{SiO}_2$ ). *Silika dioxide* can increase the compressive strength of the paved mixture because it can reduce shrinking and increase resistance to cracks. The purpose of this study was to find out how much influence the use of palm shell ash waste for *filler* substitution in the AC-WC layer still meets the requirements of Highways (2010) Revision 4 (2018). The percentages of *filler* in the mixture are: 25%, 50%, 75%, and 100%, and the number of specimens planned in this study is 105 specimens. Based on the results of the study, the best composition for substitution of Palm Shell Ash (ACS) and *Portland Cement* (PC) was 50% ACS and 50% PC at 5.00% asphalt content with a stability value of 852.27 kg. 2010) revision 4 (2018), namely the stability value above  $\geq 800$  kg.

**Keywords:** *marshall parameters, stability, palm shell ash filler, substitution.*

**Abstrak:** Salah satu alasan utama kerusakan dan penurunan kekuatan perkerasan lentur jalan raya adalah rendahnya kekuatan dan keawetan di dalam lapisan aus dan bahan ikat konstruksi perkerasan jalan. Untuk menanggulangi hal tersebut dibutuhkan suatu bahan tambah yang dapat meningkatkan lapis aspal beton, salah satu bahan tambah yang dapat di gunakan adalah abu cangkang sawit. Cangkang sawit memiliki berbagai macam kegunaan seperti: sebagai pengeras jalan di perkebunan sawit. Cangkang sawit mempunyai struktur kulit yang sangat tebal dan keras serta banyak mengandung ( $\text{SiO}_2$ ). Silika dioksida ini dapat meningkatkan kekuatan tekan campuran beraspal karena dapat mengurangi susut dan meningkatkan daya tahan terhadap keretakan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa pengaruh penggunaan limbah abu cangkang sawit untuk substitusi filler pada lapisan AC-WC yang masih memenuhi persyaratan Bina Marga (2010) Revisi 4 (2018). Persentase bahan pengisi (filler) dalam campuran adalah : 25%, 50%, 75%, dan 100%, serta jumlah benda uji yang direncanakan dalam penelitian ini adalah 105 benda uji. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh komposisi terbaik untuk substitusi Abu Cangkang Sawit (ACS) dan Semen Portland (PC) adalah 50% ACS dan 50% PC pada kadar aspal 5,00% dengan nilai stabilitas 852,27 kg, telah memenuhi batas spesifikasi bina marga (2010) revisi 4 (2018) yaitu nilai stabilitas diatas  $\geq 800$  Kg.

**Kata kunci :** parameter marshall, stabilitas, filler abu cangkang sawit, substitusi

Salah satu alasan utama kerusakan dan penurunan kekuatan perkerasan lentur jalan raya adalah rendahnya kekuatan dan keawetan di dalam lapisan aus dan bahan ikat konstruksi perkerasan jalan. Untuk menanggulangi permasalahan tersebut dibutuhkan suatu bahan yang dapat meningkatkan lapisan perkerasan jalan yaitu dengan menggunakan bahan tambah dari abu cangkang dan biji sawit untuk substitusi *filler* Aspal beton. Salah satu bahan tambah yang dapat di gunakan adalah abu cangkang dan biji sawit. Aceh merupakan daerah yang memiliki lahan pertanian dan perkebunan yang luas, salah satunya adalah berupa perkebunan kelapa sawit yang menghasilkan minyak sawit dengan limbah berupa cangkang sawit. Material perkerasan jalan juga dapat dimanfaatkan dari limbah, misalnya limbah yang diperoleh dari pengolahan industri kelapa sawit.

Cangkang sawit memiliki berbagai macam kegunaan salah satunya sebagai pengeras jalan diperkebunan sawit. Cangkang sawit mempunyai struktur kulit yang sangat tebal dan keras serta banyak mengandung *Silika dioksida* ( $\text{SiO}_2$ ) yang dapat meningkatkan kekuatan tekan campuran beraspal dan meningkatkan daya tahan terhadap keretakan. Selain hal tersebut abu dari limbah cangkang kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai material pengisi pada lapisan AC-WC.

## KAJIAN PUSTAKA

Hardiyatmo (2007), menyatakan bahwa perkerasan jalan adalah lapisan kulit permukaan yang keras yang diletakan pada formasi tanah setelah pekerjaan tanah selesai, atau dapat pula didefinisikan sebagai, struktur yang memisahkan antara ban kendaraan dengan tanah pondasi yang berada dibawahnya disebut perkerasan.

### Aspal Beton (*Asphalt Concrete*)

Sukirman (2003), menyatakan beton aspal adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Material-material pembentuk beton aspal dicampur di instalasi percampuran pada temperatur tertentu, kemudian diangkut kelokasi, dihamparkan dan dipadatkan. Temperatur percampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang digunakan. Jika digunakan aspal beton, maka temperatur percampuran umumnya diantara  $145^\circ$ - $155^\circ\text{C}$ , sehingga disebut beton aspal campuran panas, campuran ini dikenal dengan nama *hotmix*. Beton aspal memiliki tujuh karakteristik campuran berupa stabilitas, durabilitas, fleksibilitas, ketahanan terhadap kelelahan, kekesatan permukaan atau ketahanan geser, kedap air, dan kemudahan pelaksanaan.

### Agregat Kasar

Menurut Anonim (2010), agregat kasar yaitu agregat yang tertahan ayakan No.4 (4,76 mm) yang bersih, keras, dan bebas dari lempung. Fungsi agregat kasar yaitu memberikan stabilitas campuran dari kondisi saling mengunci dari masing-masing agregat kasar.

### Agregat Halus

Menurut Anonim (2010), Agregat halus berupa pasir atau hasil pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No.4 (4,75 mm). Agregat halus harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung. Fungsi utama agregat halus adalah mendukung stabilitas dan mengurangi deformasi permanen dari campuran melalui ikatan (*interlocking*).

### Bahan Pengisi

Menurut Hardiyatmo (2007) *filler* adalah abu mineral tembus ayakan No.200 (0,075) Jenis bahan *filler* secara umum terdiri dari debu batu kapur, debu dolomit, semen *portland*, abu layang atau *fly ash*, atau bahan mineral tidak plastis lainnya.

### Cangkang Sawit

Fauziah dan Henri (2013) menyatakan abu cangkang sawit (ACS) adalah limbah padat yang berasal dari pembakaran cangkang kelapa sawit yang dipergunakan sebagai bakar untuk menghasilkan uap pada proses penggilingan minyak sawit.

### Gradasi Agregat

Menurut Sukirman (2003), Gradasi agregat merupakan susunan butiran dari yang kasar hingga yang halus. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir, kadar aspal dan akan menentukan stabilitas serta kemudahan dalam proses pelaksanaan. Adapun jenis-jenis gradasi agregat antara lain

sebagai berikut :

- a. Gradasi seragam (*uniform graded*) adalah campuran agregat dengan ukuran yang hampir sama atau mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya sehingga tidak mengisi rongga antar agregat dan menghasilkan lapisan perkerasan dengan stabilitas rendah,
- b. Gradasi rapat/gradasi menerus (*dense graded*) agregat yang ukuran butiran nya terdistribusi merata sehingga menghasilkan lapisan perkerasan dengan stabilitas tinggi, kedap air dan awet.

Gradasi buruk (*poorly graded*) adalah campuran agregat dimana fraksi halus nya cenderung lebih banyak sehingga menghasilkan lapisan perkerasan dengan stabilitas rendah, kedap air dan kurang awet.

## METODE PENELITIAN

### Material

Material agregat kasar dan agregat halus yang digunakan untuk pengujian tersebut diambil pada lokasi PT. Perdana Dinamika Persada, Kec. Kuta Cot Glie, Kab. Aceh Besar. Penelitian yang akan diuji pada campuran ini menggunakan aspal beton dengan penetrasi 60/70, dengan variasi substitusi *filler* abu cangkang sawit adalah: (25% : 50% : 75% : 100%) serta variasi abu biji sawit adalah: (5% : 10% : 15%) sebagai (*filler*) yang berasal dari pabrik PT. Karya Tanah Subur (KTS) Padang Sikabu, Kec. Kaway XVI, Aceh Barat.

### Peralatan

Peralatan dalam penelitian ini meliputi peralatan yang digunakan untuk pemeriksaan sifat-sifat agregat, analisa saringan, sifat-sifat fisis aspal, dan percobaan *marshall* yang dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan dan Transportasi Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Iskandarmuda.

### Prosedur Pelaksanaan

Prosedur pelaksanaan penelitian ini didapat dari data-data berupa data primer dan sekunder di dapat dari hasil pengujian yang dilakukan oleh peneliti sementara data sekunder bisa di dapat dari literatur, baik dari buku-buku, jurnal-jurnal. Adapun prosedur penelitian meliputi :

#### 1. Persiapan

Persiapan yang dilakukan yaitu, persiapan bahan, dan juga persiapan alat-alat yang digunakan. Persiapan bahan sebelum digunakan dan pengecekan peralatan yang dilakukan pada laboratorium material jalan raya Universitas Iskandarmuda (UNIDA) Banda Aceh. Adapun bahan yang diperlukan berupa aspal penetrasi 60/70, agregat kasar, agregat halus, cangkang sawit dan biji sawit serta semen *portland* sebagai *filler*.

#### 2. Pengujian bahan

Pemeriksaan material yang digunakan mengikuti prosedur pemeriksaan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan yaitu pengujian sifat-sifat fisis agregat :

- i. Pemeriksaan berat jenis agregat
- ii. Pemeriksaan berat isi agregat

- iii. Keausan agregat
- iv. Indek kepipihan dan kelonjongan
- v. Kelekatatan terhadap aspal

### Kadar Aspal

Sukirman (2003), kadar aspal tengah merupakan nilai tengah dari rentang kadar aspal dalam spesifikasi campuran. Maka untuk rancangan campuran dilaboratorium dipergunakan kadar aspal tengah/ideal. Untuk mendapatkan kadar aspal tengah (pb) dapat dihitung dengan rumus dibawah ini.

$$Pb = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + K \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

Pb : Kadar aspal tengah/ideal, persen terhadap berat campuran;

CA : Persen agregat tertahan saringan no.4

FA : Persen agregat lolos saringan no.4 dan tertahan saringan no.200

Filler : Persen agregat minimal 75 % lolos no.200

K : Nilai Konstanta 0,5 – 1 untuk Laston

### Pembuatan Benda Uji

- a. Benda uji dengan variasi untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO)
- b. Benda uji dengan substitusi ACS dan PC diantara 25% ACS : 75% PC, 50% ACS : 50% PC, 75% ACS : 25% PC, dan 100% ACS : 0% PC.
- c. Benda uji terbaik diuji dengan alat *marshall* test.

**Tabel 1** jumlah benda uji Kadar Aspal Optimum (AC-WC)

No	Kadar	Kode Benda	Jumlah
1	Pb – 1%	SA1,SA2,SA	3
2	Pb –	SB1,SB2,SB	3
3	Pb	SC1,SC2,SC	3
4	Pb +	SD1,SD2,SD	3
5	Pb + 1%	SE1,SE2,SE3	3
<b>Jumlah</b>			<b>15</b>

Setelah didapat nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) maka dilanjutkan pembuatan benda uji dengan agregat kasar, agregat halus serta *filler* semen *Portland* (PC) dan Abu Cangkang Sawit (ACS).

**Tabel 2** Jumlah Benda Uji dengan Cangkang Sawit (CS) dan Semen Potland (PC)

N o	Kombinasi	Kadar Aspal	Kode Benda Uji	Jumlah
1	0% CS : 100% PC	KAO (Bw)	AA1, AA2, AA3	9
		KAO	AB1, AB2, AB3	
		KAO (At)	AC1, AC3, AC3	
2	25% CS : 75% PC	KAO (Bw)	BA1, BA2, BA3	9
		KAO	BB1, BB2, BB3	
		KAO (At)	BC1, BC3, BC3	
3	50% CS : 50% PC	KAO (Bw)	CA1, CA2, CA3	9
		KAO	CB1, CB2, CB3	
		KAO (At)	CC1, CC3, CC3	
4	75% CS : 25% PC	KAO (Bw)	DA1, DA2, DA3	9
		KAO	DB1, DB2, DB3	
		KAO (At)	DC1, DC3, DC3	
5	100% CS : 0% PC	KAO (Bw)	DA1, DA2, DA3	9
		KAO	DB1, DB2, DB3	
		KAO (At)	DC1, DC3, DC3	
<b>Jumlah</b>				<b>45</b>

Setelah dilakukan pengujian pada campuran substitusi *filler* ACS dengan aspal pen 60/70 diperoleh nilai persentase terbaik kemudian dilakukan pembuatan benda uji kembali untuk melihat nilai durabilitas pada rendaman 24 jam seperti yang terlihat pada tabel 3 .

**Tabel 3** Jumlah Benda Uji Durabilitas

No	Kombinasi Percobaan	Jumlah Benda Uji
1	Campuran KAO Terbaik	3
2	Campuran CS dengan PC	3
3	Campuran BS dengan PC Terbaik	3
<b>Jumlah</b>		<b>9</b>

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Sifat Fisis

Berbagai sifat fisis agregat meliputi antara lain yaitu berat jenis agregat, berat isi agregat, keausan agregat, indeks kepipihan dan kelonjongan, serta kelekatan terhadap aspal . Dari hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis aspal pen. 60/70 yang digunakan telah memenuhi standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 4 (2018).

**Tabel 4** Hasil Pemeriksaan Sifat-sifat Fisis Agregat Kasar

No	Sifat-sifat Fisis yang Diperiksa	Satuan	Hasil	Bina Marga (2018)
1.	Berat Jenis	gram	2,68 8	Min. 2,5
2.	Penyerapan	%	0,90 0	Maks. 3
3.	Berat Isi	kg/cm <sup>3</sup>	1,78 3	Min. 1
4.	Keausan (los angeles)	%	14,8 0	Maks. 40

**Tabel 5** Hasil Pemeriksaan Sifat-sifat Fisis Agregat Halus

No	Sifat-sifat Fisis yang Diperiksa	Satuan	Hasil	Bina Marga (2018)
1.	Berat Jenis	gram	2,80	Min. 2,5
2.	Penyerapan	%	0,70	Maks. 3

**Tabel 6 Hasil Pemeriksaan Sifat-sifat Fisis Aspal Pen. 60/70**

No.	Sifat-sifat Fisis Aspal	Satuan	Hasil	Bina Marga (2018)
1.	Berat jenis	Gram	1,051	Min. 1
2.	Penetrasi	(0,1 mm)	67	60 - 70

**Hasil Pengujian Marshall Untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)**

Hasil pengujian Marshall dengan variasi kadar aspal 4,00%, 4,50%, 5,00%, 5,50%, dan 6,00%, selanjutnya dianalisa untuk memperoleh nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yang diperoleh sebesar 5,0% dan nilai KAO tersebut divariasikan menjadi 3 kadar aspal 4,5%, 5,0% dan 5,5%. Hasil pengujian parameter Marshall untuk penentuan kadar aspal optimum disajikan pada Tabel 7.

**Tabel 7 Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall KAO**

Parameter Marshall	Kadar Aspal (%)				
	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00
VIM (%)	5,07	4,91	4,76	3,88	2,59
VMA (%)	14,51	15,47	16,42	16,73	16,69
VFA (%)	66,36	68,83	72,21	77,71	84,88
Stabilitas (Kg)	982,03	896,08	901,30	885,49	875,62
Kelelehan (mm)	2,27	4,91	4,76	3,88	2,59
MQ (Kg/mm)	270,20	463,10	348,87	304,54	300,14

Hasil pengujian marshall dengan variasi substitusi abu cangkang sawit (ACS) terbaik diperoleh pada persentase 50% ACS dan 50% PC dengan kadar aspal 5,00% untuk campuran AC-WC. Untuk lebih jelasnya perhitungan hasil pengujian campuran aspal beton dengan substitusi Abu Cangkang Sawit (ACS) dapat dilihat pada tabel 8 sampai dengan tabel 10.

**Tabel 8 Hasil Pengujian Marshall dengan Subtitusi Abu Cangkang Sawit (ACS) pada Kadar Aspal 4,50%**

Parameter Marshall	Variasi Abu Cangkang Sawit (ACS) – Semen Portland (PC)			
	25% ACS : 75%PC	50% ACS : 50%PC	75% ACS : 25%PC	100% ACS : 0%PC
VIM (%)	5,60	5,26	4,91	5,24
VMA (%)	15,71	15,06	14,42	14,41
VFA (%)	65,41	71,23	66,11	63,80
Stabilitas (Kg)	810,60	805,41	816,65	812,23
Kelelehan (mm)	2,03	2,23	2,73	2,77
MQ (Kg/mm)	463,10	348,87	304,54	300,14

**Tabel 9 Hasil Pengujian Marshall dengan Subtitusi Abu Cangkang Sawit (ACS) pada Kadar Aspal 5,00%**

Parameter Marshall	Variasi Abu Cangkang Sawit (ACS) – Semen Portland (PC)			
	25% ACS : 75%PC	50% ACS : 50%PC	75% ACS : 25%PC	100% ACS : 0%PC
VIM (%)	4,52	4,42	4,91	4,85
VMA (%)	15,80	15,33	15,04	15,03
VFA (%)	73,82	71,23	70,83	68,00
Stabilitas (Kg)	846,50	852,27	837,00	841,66
Kelelehan (mm)	2,10	2,93	2,80	2,93
MQ (Kg/mm)	409,55	291,01	302,15	309,23

**Tabel 10 Hasil Pengujian Marshall dengan Subtitusi Abu Cangkang Sawit (ACS) pada Kadar Aspal 5,50%**

Parameter Marshall	Variasi Abu Cangkang Sawit (ACS) – Semen Portland (PC)			
	25% ACS : 75%PC	50% ACS : 50%PC	75% ACS : 25%PC	100% ACS : 0%PC
VIM (%)	3,54	3,67	3,90	4,00
VMA (%)	15,98	15,68	15,50	15,23
VFA (%)	77,89	76,64	74,91	73,71
Stabilitas (Kg)	830,14	841,39	825,14	832,47
Kelelehan (mm)	2,50	2,10	2,83	2,33
MQ (Kg/mm)	364,09	410,31	302,71	262,49

**Pembahasan hasil pengujian marshall**

Berdasarkan hasil penelitian dilaboratorium, maka pada sub bab ini dibahas karakteristik campuran laston lapis aus (AC-WC) dengan Subtitusi Abu Cangkang Sawit (ACS) pada kadar

aspal 4,50%, 5,00% dan 5,50% terhadap parameter marshall yaitu tinjauan nilai VIM, VMA, VFA, stabilitas dan *flow*.

#### Nilai VIM (*Void In Mix*)

**Tabel 11 Nilai VIM Substitusi Abu Cangkang Sawit dengan Variasi Kadar Aspal**

No	Komposisi Substitusi ACS dan PC	Kadar Aspal (%)		
		4,50%	5,00%	5,50%
1.	25% ACS : 75% PC	5,60	4,52	3,54
2.	50% ACS : 50% PC	5,26	4,42	3,67
3.	75% ACS : 25% PC	4,91	4,49	3,90
4.	100% ACS : 0% PC	5,24	4,85	4,00

**Sumber : Penulis**

Dari tabel 11 menunjukkan dengan penambahan substitusi abu cangkang sawit menyebabkan nilai VIM mengalami penurunan, Hal ini disebabkan karena abu cangkang sawit memiliki berat jenis lebih kecil dari pada semen *Portland* sehingga berat dari ACS lebih banyak daripada berat semen *Portland* maka rongga didalam campuran diisi oleh ACS yang menyebabkan rongga dalam campuran semakin kecil. Hasil pengujian menunjukkan bahwa untuk semua substitusi ACS yang memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 4 (2018) yaitu 3-5 %.

#### Nilai VMA (*Void Mineral Agregat*)

**Tabel 12 Nilai VMA Substitusi Abu Cangkang Sawit (ACS) dengan Variasi Kadar Aspal**

No	Komposisi Substitusi ACS dan PC	Kadar Aspal (%)		
		4,50%	5,00%	5,50%
1.	25% ACS : 75% PC	15,71	15,80	15,98
2.	50% ACS : 50% PC	15,06	15,33	15,68
3.	75% ACS : 25% PC	14,42	15,04	15,50
4.	100% ACS : 0% PC	14,41	15,03	15,23

Berdasarkan Tabel 13 menunjukkan bahwa

semakin bertambah ACS maka mengalami penurunan. selimut diantara agregat yang disebabkan semakin bertambah *filler* mengurangi aspal yang menyelimuti antar agregat karena diserap oleh *filler* ACS. Nilai VFA tertinggi terjadi pada komposisi 25% ACS : 75% PC pada kadar aspal 5,50% sebesar 77,89% sedangkan nilai VFA terendah terjadi pada komposisi 100% ACS : 0% PC dengan kadar aspal 4,50% yaitu sebesar 63,80%.

#### Nilai VFA (*Void Filled By Asphalt*)

**Tabel 13 Nilai VFA Substitusi Abu Cangkang Sawit Dengan Variasi Kadar Aspal**

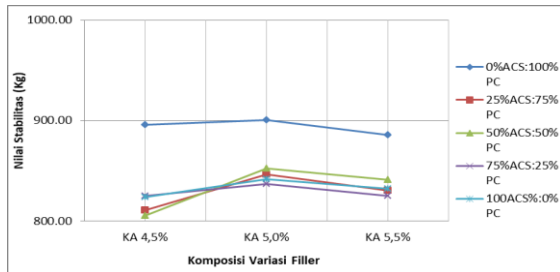
No	Komposisi Substitusi ACS dan PC	Kadar Aspal (%)		
		4,50%	5,00%	5,50%
1.	25% ACS : 75% PC	65,41	73,82	77,89
2.	50% ACS : 50% PC	65,29	71,23	76,64
3.	75% ACS : 25% PC	66,11	70,83	74,91
4.	100% ACS : 0% PC	63,80	68,00	73,71

Berdasarkan Tabel 13 menunjukkan bahwa semakin bertambah ACS maka mengalami penurunan. selimut diantara agregat yang disebabkan semakin bertambah *filler* mengurangi aspal yang menyelimuti antar agregat karena diserap oleh *filler* ACS. Nilai VFA tertinggi terjadi pada komposisi 25% ACS : 75% PC pada kadar aspal 5,50% sebesar 77,89% sedangkan nilai VFA terendah terjadi pada komposisi 100% ACS : 0% PC dengan kadar aspal 4,50% yaitu sebesar 63,80%.

#### Stabilitas

Nilai stabilitas diperoleh dari nilai yang ditunjukkan oleh jarum dial pada alat uji. Nilai yang ditunjukkan pada jarum dial perlu dikonversikan terhadap alat Marshal. Nilai

stabilitas pada campuran laston (AC-WC) menggunakan aspal pen. 60/70 dengan substitusi Abu Cangkang Sawit (ACS) dengan variasi kadar aspal diperlihatkan pada Gambar 1.



**Gambar 1 Pengaruh Substitusi ACS – PC Terhadap Nilai Stabilitas**

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa semakin bertambahnya komposisi substitusi abu cangkang sawit (ACS) didalam campuran aspal mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena *filler* abu cangkang sawit telah melebihi *filler* yang ditentukan dan disebabkan karena berat jenis dari *filler* tersebut lebih ringan dari semen sehingga aspal yang seharusnya menyelimuti agregat lebih banyak menyelimuti *filler* ACS sehingga mengalami penurunan kekuatan. Nilai stabilitas tertinggi terjadi pada komposisi 50% ACS : 50% PC pada kadar aspal 5,0% sebesar 900,65% sedangkan nilai stabilitas terendah terjadi pada komposisi 50% ACS : 50% PC dengan kadar aspal 4,50% yaitu sebesar 805,41%.

### Flow

**Tabel 14 Nilai Flow Substitusi Abu Cangkang Sawit dengan Variasi Kadar Aspal.**

No	Komposisi Substitusi ACS dan PC	Kadar Aspal (%)		
		4,50%	5,00%	5,50%
1.	25% ACS : 75% PC	2,03	2,10	2,50
2.	50% ACS : 50% PC	2,23	2,93	2,10
3.	75% ACS : 25% PC	2,73	2,80	2,83
4.	100% ACS : 0% PC	2,77	2,93	2,33

Berdasarkan Tabel 14 menunjukkan nilai *flow* tertinggi pada kadar aspal 5,00% pada komposisi ACS 100% yaitu 2,93 mm dan nilai terendah pada kadar aspal 4,5% pada komposisi ACS 25% yaitu 2,03 mm.

### Marshall Quotient (MQ)

**Tabel 15 Nilai MQ Substitusi Abu Cangkang Sawit dengan Variasi Kadar Aspal.**

No	Komposisi Substitusi ACS dan PC	Kadar Aspal (%)		
		4,50%	5,00%	5,50%
1.	25% ACS : 75% PC	463,10	409,55	364,09
2.	50% ACS : 50% PC	384,87	291,01	410,31
3.	75% ACS : 25% PC	304,54	302,15	302,71
4.	100% ACS : 0% PC	300,14	309,23	262,49

Berdasarkan Tabel 15 menunjukkan nilai *Marshall Quotient (MQ)* mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kadar aspal dan komposisi *filler* ACS dan PC dalam campuran. Nilai *Marshall Quotient (MQ)* tertinggi terjadi pada komposisi 25% ACS : 75% PC dengan kadar aspal 4,50% yaitu 463,10 Kg/mm dan sedangkan untuk nilai terendah terjadi pada komposisi 100% ACS : 0% PC dengan kadar aspal 5,50% yaitu 262,49 Kg/mm.

### Durabilitas

Nilai durabilitas diperoleh dari perbandingan antara stabilitas rendaman 24 jam dengan stabilitas rendaman 30 menit pada suhu 60 °C.



Tabel 16 Hasil Rekapitulasi Pengujian Durabilitas

No	Jenis Komposisi Campuran	Rendaman 30 menit	Rendaman 24 jam	Nilai Durabilitas (%)
a	b	c	d	$e = \frac{(d/e)}{100}$
1.	Tanpa substitusi (standar)	940.03	943.91	99,64
2.	Substitusi Abu Cangkang Sawit (ACS) dan Semen Portland	1,012.93	1,014,20	99,87

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa data pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka diambil beberapa kesimpulan mengenai pengaruh pemanfaatan limbah cangkang sawit untuk substitusi *filler pada lapisan asphalt concrete wearing course (AC-WC)*, yaitu:

1. Hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis material berupa agregat dan aspal pen 60/70 masih memenuhi spesifikasi yang disyaratkan, serta dapat digunakan sebagai bahan campuran AC-WC. Berdasarkan evaluasi parameter Marshall, diperoleh kadar aspal minimum 4,5%, kadar aspal tengah 5,0% dan kadar aspal maksimum 5,5%.
2. Hasil komposisi terbaik untuk substitusi Abu Cangkang Sawit (ACS) dan Semen Portland (PC) yaitu pada campuran 50% ACS dan 50% PC pada kadar aspal 5,00% dengan nilai stabilitas yaitu 852,27 kg, dapat dilihat

pada tabel hasil pengujian marshall halaman 66 yang telah memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 4 (2018) yaitu  $\geq 800$  kg.

3. Nilai durabilitas diperoleh dari perbandingan antara rendaman 24 jam dengan rendaman 30 menit menunjukkan bahwa nilai durabilitas campuran AC-WC tertinggi diperoleh pada campuran aspal substitusi Abu Cangkang Sawit (ACS) dan Semen Portland (PC) yaitu pada kadar aspal 5,00% dengan nilai stabilitas tertinggi yaitu 99,87 kg dapat dilihat pada tabel rekapitulasi hasil pengujian yang telah memenuhi persyaratan yaitu  $\geq 90\%$ .

### Saran

Penelitian tentang pemanfaatan limbah cangkang sawit untuk substitusi *filler pada lapisan asphalt concrete wearing course (AC-WC)* diharapkan dapat dilanjutkan oleh peneliti lain. Dalam hal tersebut penulis menyarankan beberapa hal untuk penelitian selanjutnya.

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar mengganti bahan substitusi tersebut, Hal ini dikarenakan penyerapan pada substitusi abu cangkang sawit yang besar di dalam campuran sehingga nilai stabilitas menjadi menurun.
2. Campuran yang dilakukan pada penelitian ini adalah *Asphalt Course – Wearing Course* sehingga dapat dilakukannya pengembangan

penelitian pada campuran lapis perkerasan yang lain.

#### DAFTAR PUSTAKA

Agus Mahliza Fahmi, Irwan Irwan, Amsuardiman (2021) Analisis Pengaruh Aspal Modifikasi Dengan Penambahan Abu Cangkang Sawit Terhadap Kinerja Perkerasan Aspal. *Journal Of Civil Engineering Building And Transportation. ojs.uma.ac.id.*

Ay Kurnia (2017) Pemanfaatan Limbah dan Abu Tandan Sawit Terhadap Karakteristik Laston *Wearing Course* dan *Binder Course*. *conference.unsri.ac.id.*

Amiruddin Amiruddin, Febrina Dian Kurniasari, Bunyamin Bunyamin (2021) Pengaruh Substitusi Styrofoam Pada Aspal Dengan Metode Pencampuran Kering Laston Asphalt Concrete-Wearing Course (Ac-Wc). Jurusan Teknik Sipil, Universitas IskandarMuda, Banda Aceh.

C Chaira, M.Isya, SM Saleh (2016) Penggunaan Limbah Kerak Tanur Cangkang Sawit Dengan Bahan Pengikat Retona Blend 55 Terhadap Campuran Laston AC-WC, Jurnal Teknik Sipil, Unsyiah.ac.id.

Direktorat Bina Marga (2018) Spesifikasi Umum untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta.

Fajri Munawarah Sulaiman Gustina Fitri

(2019), dengan judul “Substitusi Abu Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Material Pengisi Pada Campuran AC-WC”. Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Buket Rata, Indonesia.

Fauziah, M dan Henri, F., (2013) Pemanfaatan Limbah cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Tambah Untuk Meningkatkan Kekuatan Dan Keawetan Campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC), Prodi Teknik Sipil FTSP Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Fatullah Dani Pratama, Bunyamin Bunyamin, Febrina Dian Kurniasari (2021) Pengaruh Penggunaan Substitusi Filler Serbuk Kayu Pada Campuran Lapisan Aspal Beton. Jurusan Teknik Sipil, Universitas IskandarMuda, Banda Aceh.

Hardiyatmo, HC., (2007) Pemeliharaan Jalan Raya, Edisi -3, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Muklis Muklis, Lusyana Lusyana, Enita Suardi, Fauna Adibroto (2018) Kinerja Marshall *Immersion* Pada Campuran *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC) Dengan Penambahan Cangkang Sawit Sebagai Substitusi Agregat Halus. *ejournal2.pnp.ac.id.*

Muhammad Riski, Febrina Dian Kurniasari (2021) Pengaruh Pencampuran Agregat Buatan Terhadap Parameter Marshall. Jurusan Teknik Sipil Universitas IskandarMuda, Banda Aceh.

Roni Agusmaniza, Sofyan M.Saleh, Reni

- Anggraini (2018) "Uji Durabilitas Campuran AC-WC Menggunakan Kombinasi Limbah Plastik dan Abu Cangkang Kelapa Sawit" Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.
- Siregar,P. (2008) Pemanfaatan Abu Kerak Boiler Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Campuran Semen Pada Beton. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Sumatera Utara.
- S.Sukirman,"Beton Campuran Aspal Panas,"Institut Teknologi Nasional,Bandung,(2016).
- Sentosa, L. (2005). Kinerja Laboratorium Campuran Hot Rolled Asphalt dengan Abu Sawit sebagai Filler. Simposium VIII Forum Studi Transportasi Antar-Perguruan Tinggi(FSTPT). Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Tanggul Wijaya ST Panggabean (2012) "Perancangan Laboratorium Pemanfaatan Abu Cangkang Sawit Sebagai *Filler* Pada Campuran HRS-Base". universitas gajah mada, Yogyakarta.
- Zainal Safariska, Febrina Dian Kurniasari (2020) Pengaruh Abu Cangkang Kemiri Sebagai Substitusi Agregat Halus (*Filler*) Terhadap Campuran Lapisan Ac-Wc. Jurusan Teknik Sipil Universitas IskandarMuda,Banda Aceh.
- Zainal Abidin, Bunyamin Bunyamin, Febrina Dian Kurniasari (2021) Uji Marshall Pada Campuran Ac-Wc Dengan Subtitusi Filler. Jurusan Teknik Sipil Universitas IskandarMuda,Banda Aceh.