

KINERJA PERCENTAGE REFUSAL DENSITY (PRD) TERHADAP CAMPURAN *HOT ROLLED SHEETS – WEARING COURSE* (HRS-WC) DENGAN SUBSTITUSI CANGKANG SAWIT SEBAGAI AGREGAT HALUS

Lusyana¹⁾, Syaifullah Ali¹⁾, Mukhlis¹⁾, Dwina Archenita¹⁾, Islachuddin Aziz²⁾

¹⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Padang, Padang

²⁾ Mahasiswa Teknik Sipil Politeknik Negeri Padang, Padang

ABSTRACT

Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC) is an asphalt mixture consisting of coarse aggregate, fine aggregate, and filler with gaps and using asphalt as a binder for the mixture. The HRS-WC is a mixture with a higher percentage of fine aggregate so that the HRS-WC mixture cannot be passed by heavy vehicles because there will be grooves or rutting on the road surface. The high percentage of fine aggregate causes the HRS-WC mixture to be easily eroded by water. Indonesia is an agrarian country where palm oil is one of Indonesia's export commodities, the large amount of palm oil production will produce a lot of palm oil waste. Oil palm shells have a strength value that meets SNI and a high absorption value, thus it is expected that the substitution of palm kernel shells as fine aggregate can cover the weaknesses of the HRS-WC mixture. The purpose of this study was to obtain the optimum asphalt content (KAO) for refusal using the absolute density method. The VIM value for the refusal must be $\geq 2\%$. From a mixture with a percentage of 0% palm shells; 2.5%; 5%; and 7.5% as a substitute for fine aggregate, the refusal KAO for each mixture is 7.48%; 7.55%; 7.78%; and 8.35%; based on the results of research, palm kernel shells meet the 2018 general specifications as a mixture of HRS-WC.

Keyword: Palm Shell, HRS-WC, KAO, Percentage Refusal Density

1. PENDAHULUAN

Hot Rolled Sheet Wearing Course (selanjutnya ditulis HRS-WC) merupakan campuran beraspal yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, dan *filler* dengan gradasi senjang dan menggunakan aspal sebagai bahan pengikat campuran. Agregat kasar, agregat halus, dan filler merupakan batuan alam yang dipecah menggunakan *stone crusher*, hal ini mengakibatkan harganya menjadi relatif tinggi ditambah lagi tidak semua daerah di Indonesia memiliki sumber daya tersebut.

Indonesia merupakan negara agraria yang mana banyak lahan yang digunakan sebagai lahan pertanian dan perkebunan. Salah satu komoditas utama perkebunan Indonesia adalah kelapa sawit yang menjadi komoditas ekspor Indonesia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) jumlah produksi kelapa sawit provinsi Sumatera Barat mengalami peningkatan yang sangat besar yaitu pada tahun 2007 sebanyak 326.580 ton menjadi 1.184.692,79 ton pada tahun 2017. Hal ini berbanding lurus dengan jumlah limbah yang dihasilkan dari pengolahan kelapa sawit tersebut. Agar limbah cangkang sawit yang dihasilkan dari pengolahan limbah kelapa sawit bisa dimanfaatkan dan tidak terbuang percuma maka salah satu usaha yang dilakukan adalah menggunakan limbah cangkang kelapa sawit sebagai substitusi agregat halus lolos saringan 4,75 mm tertahan pada saringan 2,36 mm..

HRS merupakan campuran dengan gradasi senjang dimana material agregat halus lebih banyak dari pada material agregat kasar. Oleh karena itu, campuran ini memiliki kelemahan seperti akan timbul *rutting* jika dibebani dengan beban yang berlebihan dan juga akan mudah tergerus oleh air karena campuran ini memiliki material agregat halus yang banyak dari pada material agregat kasar. Dengan melakukan substitusi cangkang sawit sebagai pengganti agregat halus lolos saringan 4,75 mm tertahan 2,36 mm diharapkan dapat menutupi kekurangan dari campuran HRS tersebut.

Mukhlis,dkk (2018) melakukan penelitian tentang Kinerja *Marshall Immersion* Pada Campuran *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC) dengan penambahan cangkang sawit sebagai substitusi agregat halus. Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa dengan penambahan cangkang sawit sebagai substitusi agregat halus sebesar 5% menghasilkan campuran yang memiliki nilai stabilitas yang tinggi dari campuran lainnya sebesar 1626,46 kg dan indek sisa memenuhi spesifikasi minimum 75% yaitu sebesar 76,52%.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah berapa kadar aspal optimum (KAO) Marshall dan KAO refusal yang didapatkan dari masing-masing variasi campuran. Mengetahui nilai parameter Marshall dan nilai

¹ Korespondensi penulis: Islachuddin aziz, Telp 082284253142, islachuddin17@gmail.com

VIM refusal. Dari penelitian ini diharapkan cangkang sawit dapat digunakan sebagai substitusi agregat halus pada campuran HRS-WC dan memiliki kinerja yang baik.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metoda marshall dan kepadatan mutlak. Kepadatan mutlak merupakan tes *marshall* yang dimodifikasi pukulan pematannya dari yang biasa 2 x 75 pukulan menjadi 2 x 400 pukulan, dengan maksud menyimulasi keadaan lapisan perkerasan jalan yang akan dibebani dengan lalu lintas padat, apakah akan mencapai tingkat kepadatan yang mungkin akan mudah mengalami perubahan bentuk. Dalam penelitian campuran dibuat dengan variasi persentase substitusi cangkang sawit 0%, 2,5%, 5%, dan 7,5%. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Politeknik Negeri Padang.

Penelitian ini juga melakukan pengujian properties pada agregat kasar, agregat halus, filler, cangkang sawit, dan aspal. Kemudian dilakukan pengujian marshall untuk mendapatkan KAO marshall. Pengujian properties bertujuan untuk melihat apakah bahan yang digunakan untuk membuat campuran memenuhi spesifikasi umum 2018. Pembuatan benda uji dengan kepadatan mutlak maka dibuat benda uji sebanyak 3 sampel setiap variasi cangkang dengan kadar aspal -0,5% (VIM 6%), (VIM 6%), dan +0,5% (VIM 6%).

Jumlah benda uji yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1. Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain: (i) agregat lolos saringan 19 mm tertahan 12,5 mm, (ii) agregat lolos saringan 12,5 mm tertahan 9,5 mm, (iii) agregat lolos saringan 4,75 mm tertahan 2,36 mm, (iv) cangkang sawit lolos saringan 4,75 mm tertahan 2,36 mm, (v) agregat lolos saringan 1,18 mm tertahan 0,6 mm, (vi) agregat lolos saringan 0,15 mm tertahan 0,075 mm, (vii) filler, dan (viii) aspal PEN 60/70.

Tabel 1. Jumlah benda uji

Kadar Aspal	Variasi Cangkang Sawit			
	0	2,5	5	7,5
5	3	3	3	3
5,5	3	3	3	3
6	3	3	3	3
6,5	3	3	3	3
7,5	3	3	3	3
8	3	3	3	3
PRD	3	3	3	3
Total	84			

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian Kualitas Material

3.1.1. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Berdasarkan pengujian agregat kasar di laboratorium hasil yang didapatkan sudah memenuhi spesifikasi umum 2018 divisi 6 dan juga SNI yang terkait. Hasil pengujian agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian agregat kasar

No	Karakteristik	Hasil	Spesifikasi
1.	Berat Jenis Bulk t/m ³	2,533	(2,5 – 2,7)
2.	Berat Jenis SSD t/m ³	2,606	(2,5 – 2,7)
3.	Berat Jenis Semu t/m ³	2,684	(2,5 – 2,7)
4.	<i>Los Angeles</i> ; %	27,127 %	(Maks 40%)
5.	AIV (<i>Agregate Impact Value</i>) ; %	13,165 %	(Maks 30%)
6.	ACV (<i>Agregate Crushing Value</i>) ; %	20,617 %	(Maks 30%)
7.	Kepipihan dan Kelonjongan ; %	7,2 % & 5,97 %	(Maks 10%)
8.	Pelapukan Agregat ; %	3,825%	(Maks 12%)

3.1.2. Hasil Pengujian Agregat Halus dan Filler

Hasil pengujian agregat halus dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian agregat halus

No	Karakteristik	Hasil	Spesifikasi
----	---------------	-------	-------------

1.	Berat Jenis Bulk t/m ³	2,506	(2,5 – 2,7)
2.	Berat Jenis SSD t/m ³	2,538	(2,5 – 2,7)
3.	Berat Jenis Semu t/m ³	2,589	(2,5 – 2,7)
4.	Berat Jenis Filler	2,573	

3.1.3. Hasil Pengujian Cangkang Sawit

Hasil pengujian cangkang sawit dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian cangkang sawit

No	Karakteristik	Hasil	Spesifikasi
1.	Berat Jenis		< 2 (termasuk kedalaman agregat ringan)
	a. Bj Bulk t/m ³	1,296	
	b. Bj SSD t/m ³	1,425	
	c. Bj Semu t/m ³	1,5373	
2.	Los Angeles ; %	17,23 %	(Maks 40%)
3.	AIV (Agregat Impact Value) ; %	2,54 %	(Maks 30%)
4.	ACV (Agregat Crushing Value) ; %	3,62 %	(Maks 30%)
5	Kelekatan	95%	(Min 95%)

3.1.4. Hasil Pengujian Aspal

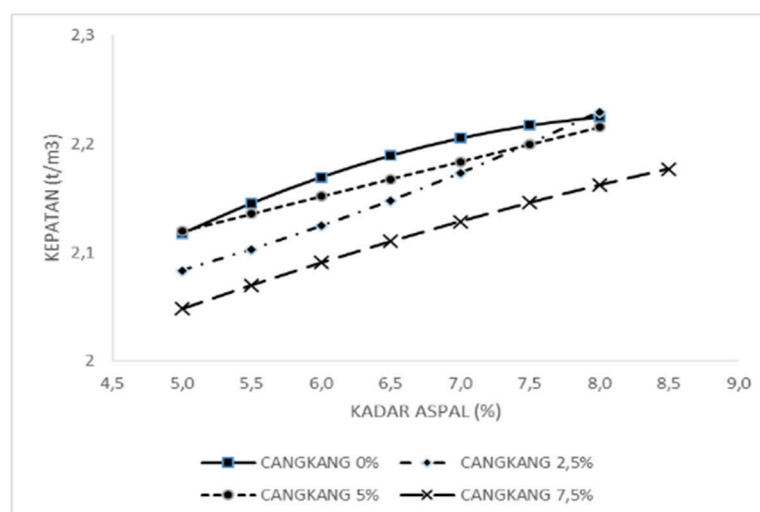
Hasil pengujian aspal dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian aspal

No	Karakteristik	Hasil	Spesifikasi
1.	Berat Jenis ;t/m ³	1,03	(≥ 1,0)
2.	Penetrasi ; mm	63,85	(60 – 70)
3.	Daktilitas ; cm	106	(≥ 100)
4.	Titik Lembek ; °C	48,75	(≥ 48)
5.	Titik Nyala dan Titik Bakar ; °C	325 & 340	(≥ 232)
6.	Viskositas ; cm ² /detik	170 & 280	(160 – 240)
7.	Kehilangan Berat ; %	0,184	(≤ 0,8)

3.2. Pengujian Marshall

3.2.1. Kepadatan

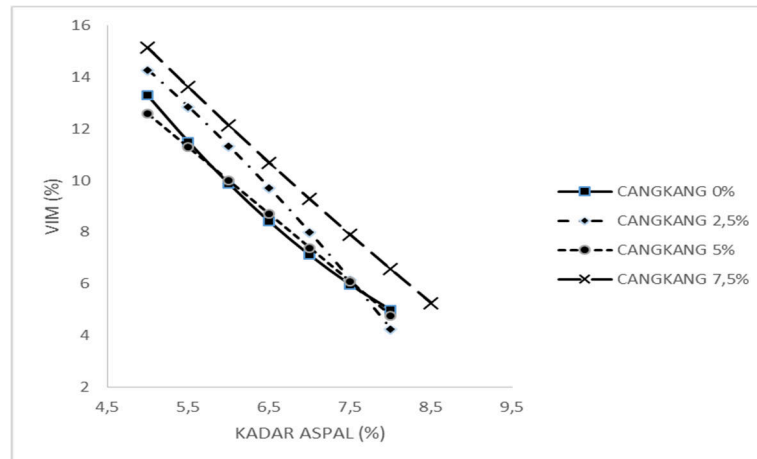


Gambar 1. Kurva kepadatan terhadap kadar aspal dengan variasi cangkang sawit

Dari Gambar 1. dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan persentase kadar aspal pada campuran HRS-WC maka akan semakin tinggi nilai kepadatan campuran tersebut. Campuran HRS-WC

dengan fraksi penambahan cangkang sawit yang banyak akan menghasilkan kepadatan yang lebih rendah karena dengan penambahan cangkang sawit 7,5% (yang lebih banyak) pada fraksi halus tersebut akan membuka celah-celah diantara fraksi kasar sehingga membentuk struktur campuran yang kurang rapat setelah dipadatkan.

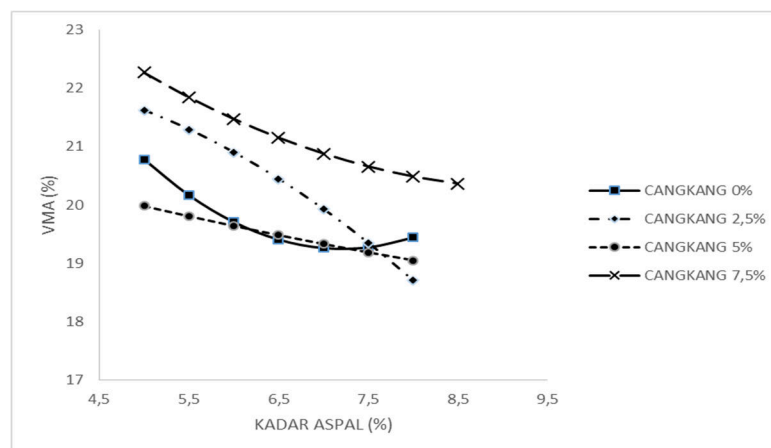
3.2.2. Void in Mix (VIM)



Gambar 2. kurva VIM terhadap kadar aspal dengan variasi cangkang sawit

Dari Gambar 2. dapat dilihat bahwa semakin tinggi penambahan kadar aspal maka semakin kecil nilai VIM yang dihasilkan. Hal ini dipengaruhi oleh kepadatan, semakin banyak persentase aspal yang digunakan maka akan semakin tinggi nilai kepadatan sehingga mengakibatkan rongga dalam campuran aspal semakin mengecil. Semakin besar penambahan persentase substitusi cangkang sawit sebagai agregat halus maka akan semakin besar nilai VIM yang dihasilkan, hal ini disebabkan Cangkang sawit memiliki volume yang besar dibandingkan dengan berat jenisnya.

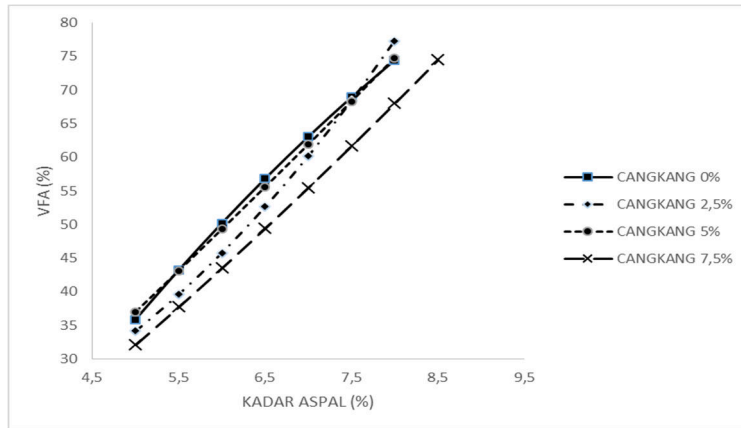
3.2.3. Void in Mineral Agregate (VMA)



Gambar 3. Kurva VMA terhadap kadar aspal dengan variasi cangkang sawit

Berdasarkan Gambar 3. dapat dilihat bahwa semakin besar persentase penambahan aspal pada campuran HRS-WC maka akan semakin mengecil nilai VMA dari campuran tersebut, pada kadar aspal tertentu nilai VMA akan mencapai nilai minimum dan selanjutnya akan mengalami peningkatan kembali. Variasi campuran dengan cangkang sawit 7,5% terlihat memiliki kurva VMA yang lebih tinggi dari 3 variasi lainnya pada kadar aspal yang sama, hal ini menunjukkan bahwa variasi campuran dengan cangkang sawit memiliki rongga antara mineral agregat lebih besar dari variasi campuran lainnya. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi persentase penambahan cangkang sawit maka semakin rendah nilai kepadatan dari campuran tersebut, dengan berkurangnya nilai kepadatan dari campuran mengakibatkan rongga udara pada agregat yang terselimuti aspal akan semakin besar.

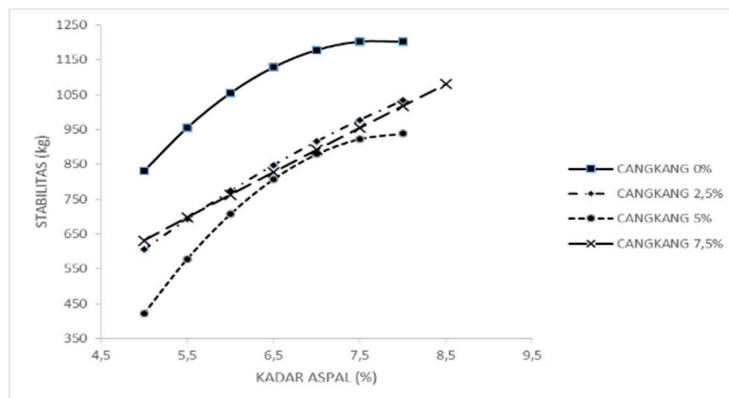
3.2.4. Void Filled with Asphalt (VFA)



Gambar 4. Kurva VFA terhadap kadar aspal dengan variasi cangkang sawit

Dari Gambar 4. dapat dilihat bahwa semakin besar persentase aspal yang ditambahkan pada campuran HRS-WC maka akan semakin besar nilai persentase rongga yang terselimuti oleh aspal. Dengan penambahan persentase cangkang sawit sebagai substitusi agregat halus maka akan semakin kecil persentase rongga yang terselimuti oleh aspal, hal ini juga di pengaruhi oleh nilai VIM dan VMA dimana semakin besar nilai VIM dan VMA dari campuran tersebut maka akan semakin kecil nilai persentase rongga yang terselimuti oleh aspal (VFA).

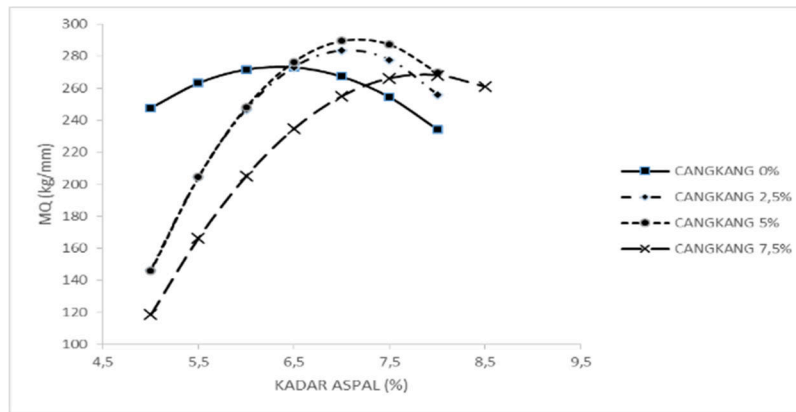
3.2.5. Stabilitas



Gambar 5. Kurva stabilitas terhadap kadar aspal dengan variasi cangkang sawit

Dari Gambar 5. dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan persentase kadar aspal maka akan semakin tinggi nilai stabilitas campuran tersebut dan nilai stabilitas akan turun setelah mencapai nilai maksimum seiring dengan penambahan persentase kadar aspal pada campuran tersebut, pada kadar aspal tertentu campuran akan mencapai nilai maksimum dari stabilitas dan kembali turun setelah mencapai nilai maksimum tersebut. Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan cangkang sawit maka akan semakin rendah nilai stabilitas campuran yang dihasilkan. Hal ini disebabkan semakin banyak persentase substitusi cangkang sawit sebagai agregat halus maka akan semakin mengurangi gaya *interlocking* campuran, karena dengan penambahan cangkang sawit membuka celah-celah antar agregat sehingga tidak memperkokoh sifat *interlocking* yang mengakibatkan nilai stabilitas dari campuran tersebut semakin menurun.

3.2.6. Marshall Quotion (MQ)



Gambar 6. Kurva MQ terhadap kadar aspal dengan variasi cangkang sawit

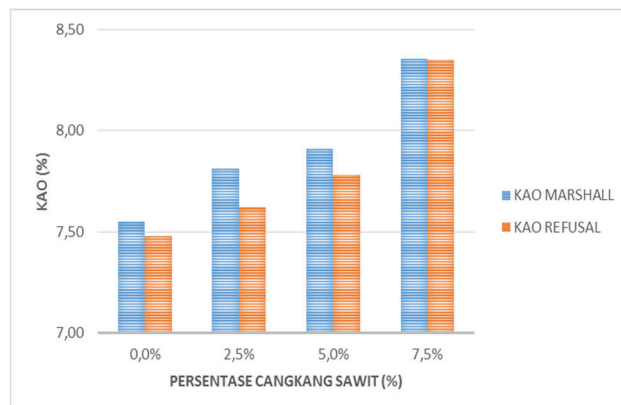
Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan persentase kadar aspal maka semakin tinggi nilai MQ dan akan turun setelah mencapai nilai maksimum diakibatkan oleh nilai stabilitas pada campuran yang turun setelah mencapai nilai maksimum. Dengan penambahan cangkang sawit nilai MQ diawal penambahan persentase aspal rendah dan setelah itu meningkat lebih tinggi dari campuran tanpa cangkang sawit dan kembali turun seiring dengan penambahan persentase cangkang sawit sebagai substitusi agregat halus campuran HRS-WC. Hal ini juga dipengaruhi oleh nilai flow, dimana dengan semakin besar persentase substitusi cangkang sawit sebagai agregat halus pada campuran HRS-WC maka akan semakin rendah nilai flow.

3.3. Analisa Kadar Aspal Optimum (KAO) Marshall

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium campuran dengan variasi cangkang sawit 0% Berdasarkan hasil pengujian laboratorium substitusi cangkang sawit sebagai agregat halus pada campuran HRS-WC, KAO pada persentase cangkang sawit 0% adalah 7,55%, KAO pada persentase cangkang sawit 2,5% adalah 7,81%, KAO pada persentase cangkang sawit 5% adalah 7,91%, dan KAO pada persentase cangkang sawit 7,5% adalah 8,35%. semakin besar persentase substitusi cangkang sawit sebagai agregat halus maka akan semakin tinggi nilai Kadar aspal optimum (KAO). Hal ini disebabkan karena cangkang sawit memiliki berat jenis yang rendah sehingga memiliki volume yang besar, oleh karena itu dibutuhkan kadar aspal yang lebih banyak untuk menutupi semua permukaan agregat pada campuran HRS-WC.

3.4. Analisa Kadar Aspal Optimum (KAO) Refusal

Campuran dengan variasi cangkang 0% memiliki rentang kadar aspal paling rendah yaitu 0% dibandingkan dengan campuran dengan variasi cangkang 2,5% sebesar 0,16%, campuran dengan variasi cangkang 5% sebesar 0,5%, dan campuran dengan variasi cangkang 7,5% sebesar 0,28%. Hal ini menunjukkan bahwa campuran dengan variasi cangkang sawit 0% sangat rentan terhadap perubahan kadar aspal. Semakin besar penambahan persentase cangkang sawit sebagai substitusi agregat halus maka akan semakin besar nilai VIM refusal yang dihasilkan, hal ini disebabkan karena cangkang sawit bersifat elastis sehingga dengan ditumbuk 2 x 400 rongga nya tetap ada karna setelah ditumbuk cangkang sawit akan kembali ke bentuk semula.



Gambar 7. Perbandingan nilai KAO marshall dan KAO refusal terhadap variasi cangkang sawit

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat bahwa KAO marshall lebih tinggi dari pada KAO refusal. Pada KAO marshall dan KAO refusal sama-sama mengalami kenaikan seiring penambahan persentase cangkang sawit sebagai substitusi agregat halus pada campuran HRS-WC. Hal ini disebabkan karena cangkang sawit memiliki nilai berat jenis yang rendah sehingga memiliki volume yang besar, oleh karena dibutuhkan kadar aspal yang lebih banyak untuk menutupi seluruh permukaan campuran.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan:

- 1) Nilai KAO dengan metoda marshall pada campuran *hot rolled sheet - wearing course* 7,55% pada variasi cangkang 0%, 7,81% pada variasi cangkang sawit 2,5%, 7,91% pada variasi cangkang sawit 5%, dan 8,355% pada variasi cangkang 7,5%.
- 2) Nilai KAO dengan metoda percentage refusal density pada campuran *hot rolled sheet - wearing course* 7,48% pada variasi cangkang 0%, 7,55% pada variasi cangkang sawit 2,5%, 7,78% pada variasi cangkang sawit 5%, dan 8,35% pada variasi cangkang 7,5%.
- 3) Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, dengan penambahan cangkang sawit sebagai substitusi agregat halus pada campuran HRS-WC. Cangkang sawit layak digunakan sebagai substitusi pada campuran HRS-WC dan memenuhi standar persyaratan Spesifikasi Umum 2018 divisi 6.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chaira, dkk, "Pengaruh penggunaan limbah kerak tanur cangkang sawit dengan bahan pengikat retona blend 55 terhadap campuran Laston AC-WC, Jurnal Teknik Sipil, Universitas Syah Kuala, vol.5, No.2, pp.143-154, Januari 2016
- [2] Hardiyatmo, H. C., Pemeliharaan Jalan Raya, Yogyakarta: Gajah Mada University Press, 2015.
- [3] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Spesifikasi Umum 2018, Divisi Perkerasan Aspal, 2018.
- [4] Lus yana, dkk, "Pemamfatan cangkang sawit sebagai agregat kasar pada campuran *Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)* dengan Metode *Percentage Refusal Density (PRD)*", Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil, vol.16, No.2, pp.84-91, November 2019
- [5] Mukhlis, dkk, "Kinerja *Marshall Imersion* pada Campuran *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)* dengan penambahan cangkang sawit sebagai substitusi agregat halus, JIRS, Vol.XV, No.2, pp.99-105, Oktober 2018.
- [6] Soerhartono, Teknologi Aspal dan Penggunaannya dalam Kontruksi Perkerasan Jalan, Yogyakarta: ANDI, 2015.
- [7] Suparma, dkk, "Potensi penggunaan limbah kelapa sawit sebagai agregat pengisi pada Campuran *Hot Rolled Sheet – Base*, Jurnal Transportasi, Vol.14, No.2, pp.87-96, Agustus 2014.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih terutama ditujukan kepada Politeknik Negeri Padang yang telah memfasilitasi penelitian ini, juga kepada bapak/ibu pembimbing dalam penelitian ini, dan juga pihak-pihak yang membantu pelaksanaan penelitian ini.