Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil

Available *online* at : http://ejournal2.pnp.ac.id/index.php/jirs/
Terakreditasi SINTA Peringkat 5

Pemanfaatan Cangkang Sawit sebagai Agregat Kasar pada Campuran Ashpalt *Concrete Binder Coarse* (AC-BC) dengan Metode *Percentage Refusal Density* (PRD)

[1]Lusyana, [2]Mukhlis,[3]Syaifullah Ali, [4]Fauna Adibroto, [5]Zikri Duharmen
[1,2,3,4,5]D4 Perancangan Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Padang
[1]lusyana1075@gmail.com,[2]Palito_alam@yahoo.com,[3]syaifullahali58@yahoo.com,[4]fauna_adibroto@yahoo.com,[5]zikriyusma97@yahoo.com

Abstract
The road in west sumatera generally using flexible pavement, asphalt concrete binder course is used to hold the travic load, that's why it is necessary to have a mixture with enough strength. Palm is one of nature resource which is widely available in west sumatera that produce palm oil. Pecentage refusal density is a state where asphalt mix that being compacted is much more bigger as simulation for secondary density, so when the mixture can't be compacted anymore because of VIM refusal is decreasing result from the compacting until the ultimate state. The purpose of this research is to get the optimum bitumen content refusal with percentage refusal density method start from VIM refusal limit state ≤ 2% from the mixture with palm oil percentage 0%; 2,5%; 5%; 7,5%; 10%; 12,5%; and 15%, as the coarse aggregate substitute. The result from research show that the value of optimum bitumen content refusal from each mixture is 5,5%; 5,55%; 6,05%; 6,1%; 6,35%; 6,35%; and 6,45%. From research result, the sample of asphalt concrete binder course mixture with palm oil as substitute is satisfy the standard and can be used.

Keywords: Palm, AC-BC, KAO, Percentage Refusal Density

Abstrak
Prasarana jalan di Provinsi Sumatera Barat pada umumnya menggunakan kontruksi perkerasan lentur. Lapis AC-BC difungsikan menahan beban lalu lintas, sehingga diperlukan suatu campuran yang memiliki kekuatan yang cukup. Salah satu sumber daya alam yang banyak terdapat di Sumatera Barat adalah kelapa sawit yang menghasilkan limbah berupa cangkang sawit. Kepadatan mutlak adalah suatu kondisi campuran beraspal yang dipadatkan lebih besar sebagai simulasi adanya kepadatan sekunder oleh lalu lintas, sehingga sampai pada kondisi campuran tersebut tak dapat dipadatkan lagi dikarenakan nilai dari VIM refusal telah menurun diakibatkan dari pemadatan hingga batas ultimit. Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan nilai kadar aspal optimum (KAO) Refusal dengan metode kepadatan mutlak dimana nilai VIM Refusal memiliki batas ≤ 2%.Dari campuran dengan persentase cangkang sawit 0%; 2,5%; 5%; 7,5%; 10%; 12,5%; dan 15% sebagai substitusi agregat kasar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai KAO Refusal yang didapatkan masing- masing campuran adalah 5,5%; 5,55%; 6,05%; 6,1%; 6,35%; 6,35%; dan 6,45%.Berdasarkan hasil penelitian, benda uji campuran AC-BC dengan substitusi cangkang sawit masih memenuhi standard dan dapat digunakan.

Kata Kunci : cangkang sawit, AC-BC, KAO, kepadatan mutlak

© 2019 JurnalIlmiahrekayasaSipil

1. Pendahuluan

Perkerasan jalan raya adalah segala jenis material konstruksi yang dihampar dan dipadatkan di atas lapisan tanah dasar. Permukaan tanah pada umumnya tidak cukup kuat dan tahan, tanpa adanya deformasi yang berarti terhadap beban roda berulang. Lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi

Informasi Artikel
Diterima Redaksi : 15-09-2019 | Selesai Revisi : 30-10-2019 | Diterbitkan Online : 01-11-2019

kerusakan yang berarti. Agar perkerasan jalan yang sesuai dengan mutu yang diharapkan maka penelitian ini dicoba menggunakan metoda kepadatan mutlak. Kepadatan mutlak adalah suatu kondisi campuran beraspal yang dipadatkan lebih besar sebagai simulasi adanya kepadatan sekunder oleh lalu lintas, sehingga sampai pada kondisi campuran tersebut tak dapat dipadatkan lagi. Derajat kepadatan mutlak (*PRD)* adalah rasio antara kepadatan uji laboratorium terhadap kepadatan refusal dalam satuan persen. Kepadatan mutlak merupakan pendekatan terhadap kondisi lapangan setelah campuran beraspal dipadatkan secara sekunder oleh lalu lintas selama beberapa tahun umur rencana, tanpa mengalami perubahan bentuk plastis.

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah berapa Kadar Aspal Optimum (KAO) marshall dan KAO refusal yang didapatkan disetiap variasi campuran. Mengetahui nilai parameter marshall serta nilai dari VIM Refusal. Dari penelitian ini diharpakan cangkang sawit dapat dijadikan substitusi pada agregat kasar sehingga cangkang sawit dapat berguna sebagai alternatif campuran beraspal dan dapat memiliki kinerja yang lebih baik.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Derajat kepadatan mutlak adalah rasio antara kepadatan uji laboratorium terhadap kepadatan refusal dalam satuan persen. Kepadatan mutlak merupakan pendekatan terhadap kondisi lapangan setelah campuran beraspal dipadatkan secara sekunder oleh lalu lintas selama beberapa tahun umur rencana, tanpa mengalami perubahan bentuk plastis. Pada penelitian ini digunakan variasi campuran cangkang sawit 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, dan 15%. Penelitian dilakukan di laboratorium Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Padang.

Penelitian ini juga dilakukan pengujian properties terhadap agregat kasar, agregat halus, aspal serta cangkang sawit. Kemudian dilakukan pengujian marshall untuk mengetahui KAO. Pembuatan benda uji dengan metode kepadatan mutlak menggunakan KAO -0,5%, KAO, KAO+0,5% dari nilai vim 6% untuk lalu lintas > 1 juta ESA.

Rincian bahan campuran dalam penelitian ini antara lain:

1. Agregat kasar terdiri dari batu pecah saringan 19 mm, saringan 12,5 mm, saringan 9,5 mm dan saringan 4,75 mm.
2. Agregat halus terdiri dari batu pecah saringan 2,36 mm, saringan 1,18 mm, saringan 0,6 mm, saringan 0,3 mm, saringan 0,15 mm, dan saringan 0,075 mm.
3. *Filler* terdiri dari abu batu lolos saringan 0,075 mm.
4. Aspal yang digunakan penetrasi 60/70.
5. Cangkang kelapa sawit digunakan sebagai substitus disaringan tertahan 4,75 mm.

Jumlah benda uji untuk campuran beraspal bisa dilihat pada Table.1.

Pengujian properties bertujuan untuk melihat apakah bahan pengisi campuran telah memenuhi persyaratan atau tidak. Kemudian data tersebut digunakan untuk perhitungan campuran nantinya. Spesifikasi yang digunakan yaitu Spesifikasi Bina Marga 2010 divisi 6 revisi 3.

Tabel 1. Jumlah benda uji

No.	Persentase Cangkang	Kadar Aspal (%)				
		5	5,5	6	6,5	7

Informasi Artikel
Diterima Redaksi : 15-09-2019 | Selesai Revisi : 30-10-2019 | Diterbitkan Online : 01-11-2019

	Sawit					
1.	0%	3	3	3	3	3
2.	2,5%	3	3	3	3	3
3.	5%	3	3	3	3	3
4.	7,5%	3	3	3	3	3
5.	10%	3	3	3	3	3
6.	12,5%	3	3	3	3	3
7.	15%	3	3	3	3	3
Benda uji marshal				105		
Benda uji Refusal				21		
Total				126		

Pada penelitian ini digunakan metoda marshall konvensional dan marshall refusal yaitu untuk penumbukan marshall adalah 75 kali tumbukan timbal balik dan untuk marshall refusal adalah 400 kali tumbukan timbal balik.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian Properties

Berikut hasil dari pengujian properties agregat yang dapat dilihat pada Tabel.2

Tabel.2 Hasil pengujian agregat

No	Jenis Pengujian	Nilai
Agregat Kasar		
1	Penyerapan	2,116 %
2	1. Berat jenis Bulk	2,531
	2. Berat Jenis SSD	2,601
	3. Berat Jenis Semu	2,670
3	Kekekalan agregat terhadap larutan natrium	2,87
4	Abrasi dengan mesin *Los Angeles*	32,135 %
5	Kelekatan agregat terhadap aspal	96 %
7	Partikel Pipih dan Lonjong	3,9% dan 3,3%
8	AIV (*Agregate Impact Value*)	10,90 %
9	ACV (*Agregate Crushing Value*)	19,81 %
Agregat Halus		
1	Penyerapan	2,49%
2	1. Berat jenis Bulk	2,528
	2. Berat Jenis SSD	2,571
	3. Berat Jenis Semu	2,645
Filler		
1.	Berat Jenis *Filler* ;t/m^3	2,573

Pada Tabel.2 menunjukan hasil pengujian properties agregat memperlihatkan bahwa agregat yang digunakan memenuhi standar spesifikasi yang digunakan.

Tabel.3 memperlihatkan hasil pengujian properties aspal. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa aspal yang digunakan memenuhi standar spesifikasi yang digunakan dapat dilihat pada Tabel.3

Tabel 3. Hasil pengujian aspal

No	Jenis Pengujian	Hasil
1.	Berat Jenis	1,049 t/m^3
2.	Penetrasi	60,3 mm
3.	Daktilitas	122 ccm
4.	Kelekatan Agregat Pada Aspal	96%
5.	Titik Lembek	46,5 ^{o}C
6.	Titik Nyala dan Titik Bakar	354 ^{o}C & 405 ^{o}C
7.	Viskositas	146 & 158 cm^2/detik
8.	Kehilangan Berat	0,19%

Tabel 4. Hasil pengujian cangkang sawit

No	Jenis pengujian	Hasil	Spesifikasi
1.	Berat Jenis		
	a. Bj Bulk	1,1	< 2 (termasuk kedalam agregat ringan)
	b. Bj SSD	1,335	
	c. Bj Semu	1,44	
2.	*Los Angeles* ; %	17,23	Maks 40
3.	AIV (*Agregat Impact Value)* ; %	10,90	Maks 30
4.	ACV (*Agregat Crushing Value)* ; %	2,54	Maks 30
5	Kelekatan ; %	96	Min 95

Dari Tabel.4 hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa cangkang sawit yang digunakan memenuhi standar spesifikasi yang digunakan.

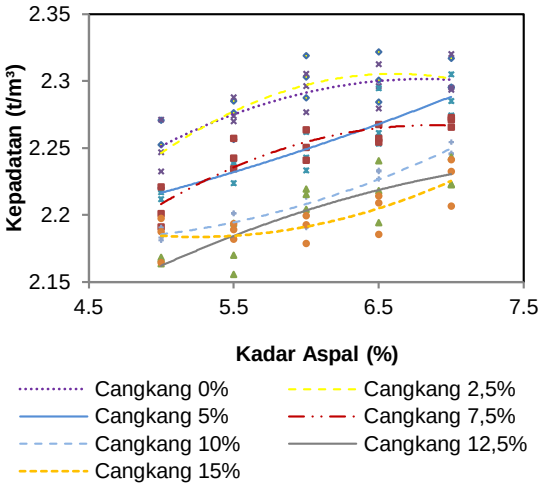
3.2. Pengujian Marshall

3.2.1 Kepadatan

Gambar 1 menunjukan kepadatan campuran beraspal meningkat seiring dengan meningkatnya kadar aspal. Namun dengan penambahan kadar cangkang kelapa sawit terhadap aspal menyebabkan kepadatan

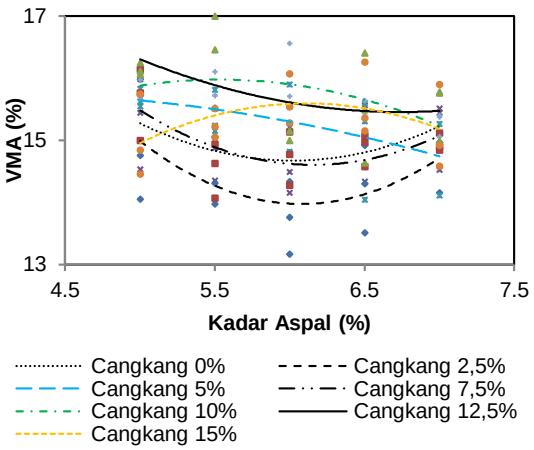
Informasi Artikel
Diterima Redaksi : 15-09-2019 | Selesai Revisi : 30-10-2019 | Diterbitkan Online : 01-11-2019

campuran cenderung menurun dari persentase cangkang kelapa sawit 0% sampai 15%. Penurunan kepadatan diakibatkan oleh volume campuran dari cangkang kelapa sawit yang bertambah dan juga diakibatkan oleh berat jenis campuran padat bulk yang menurun.



Gambar 1. Nilai kepadatan terhadap kadar aspal

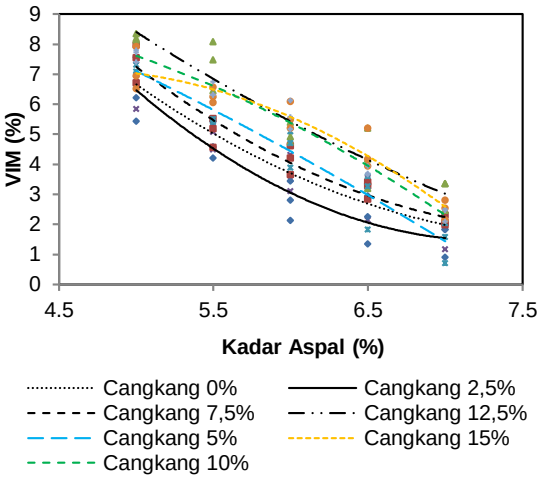
3.2.2 Rongga diantara mineral agregat (VMA)



Gambar 2. Perbandingan nilai VMA terhadap kadar aspal

Gambar 2 menunjukan bahwa semakin besar presentase cangkang kelapa sawit dalam campuran, maka semakin kecil VMA yang dihasilkan. Tetapi pada persentase tertentu mengalami kenaikan atau nilai VMA pada variasi tersebut lebih besar dari pada nilai variasi campuran yang sebelumnya. Hal ini disebabkan karena semakin banyak cangkang nilai berat jenis bulk campuran padat (Gmb) semakin turun dan mengakibatkan nilai VMA semakin naik. Selain (Gmb) nilai VMA juga dipengaruhi oleh volume benda uji, dimana seiring bertambahnya cangkang sawit dalam campuran maka bertambah besar volume benda uji.

3.2.3 Rongga Dalam Campuran (VIM)

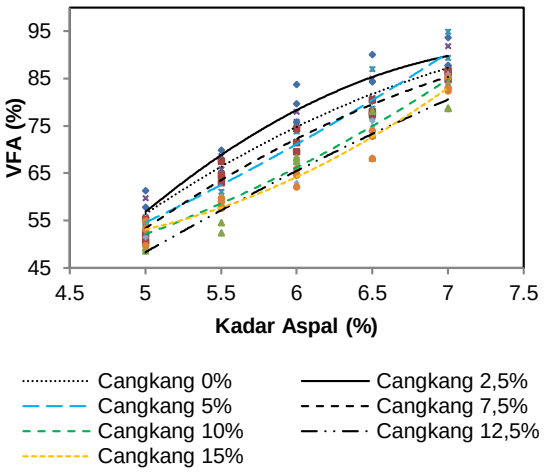


Gambar 3. Perbandingan nilai VIM terhadap kadar aspal

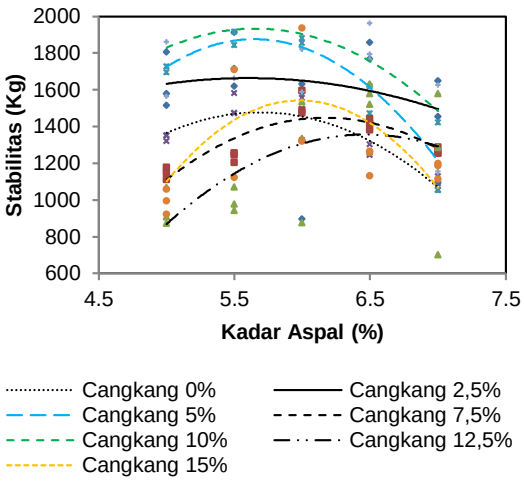
Pada Gambar.3 terlihat bahwa pada kadar aspal yang sama, nilai VIM pada campuran semakin tinggi seiring dengan bertambahnya persentase cangkang kelapa sawit. Campuran yang mempunyai kadar cangkang kelapa sawit yang besar menyebabkan nilai VIM semakin besar. Hal ini disebabkan karena nilai VIM dipengaruhi oleh kepadatan, dimana nilai kepadatan meningkat seiring dengan bertambahnya kadar aspal yang mengakibatkan campuran semakin padat dan rongga pada campuran semakin sedikit, maka nilai VIM yang diperoleh semakin kecil.

3.2.4 Rongga Terisi Aspal (VFA)

Informasi Artikel
Diterima Redaksi : 15-09-2019 | Selesai Revisi : 30-10-2019 | Diterbitkan Online : 01-11-2019



Gambar 4. Perbandingan nilai VFA dengan kadar aspal



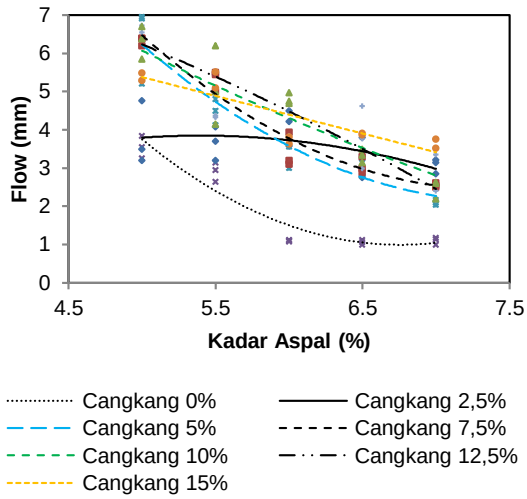
Gambar 5 Perbandingan stabilitas dengan kadar aspal

Gambar.4 menunjukan bahwa pada kadar aspal yang sama nilai VFA cenderung menurun seiring dengan bertambahnya persentase cangkang kelapa sawit. Dimana hal ini disebabkan karena campuran dengan cangkang kelapa sawit memiliki nilai VMA dan VIM yang besar apabila dibandingkan dengan campuran lainnya

3.2.5 Stabilitas

Gambar 5 terlihat bahwa semakin banyaknya cangkang kelapa sawit yang ditambahkan kedalam campuran, maka semakin rendah nilai stabilitas, dimana hal ini disebabkan ikatan mortar dalam campuran yang menggunakan cangkang kelapa sawit tidak kaku dan tidak tahan terhadap perubahan suhu sehingga menurunkan nilai kekuatan atau stabilitas jika dibandingkan dengan tanpa cangkang kelapa sawit.

3.2.6 Kelelehan (flow).



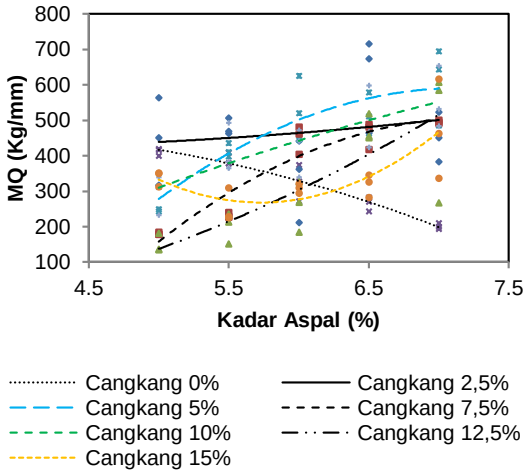
Gambar 6 Perbandingan nilai flow terhadap kadar aspal

Gambar 6 menunjukan bahwa nilai kelelehan cenderung naik. Namun seiring meningkatnya penambahan persentase cangkang kelapa sawit pada kadar aspal yang sama nilai kelelehan semakin menurun. Dari nilai kelelehan dapat dilihat bahwa dengan penambahan persentase cangkang kelapa sawit membuat campuran menjadi getas dan mudah mengalami keretakan

Informasi Artikel
Diterima Redaksi : 15-09-2019 | Selesai Revisi : 30-10-2019 | Diterbitkan Online : 01-11-2019

3.2.7 *Marshall Quotient* (MQ)

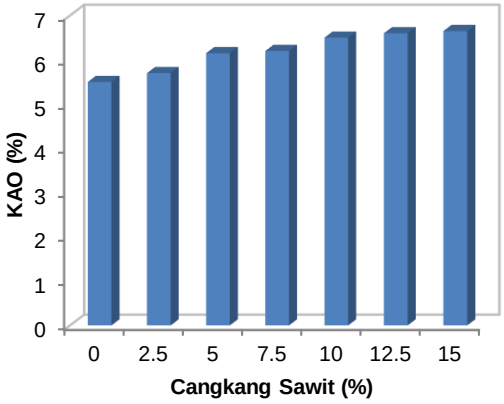
Gambar.7 menunjukan semakin tinggikadar aspal maka nilai MQ semakin rendah karena nilai stabilitas menjadi turun namun nilai kelelehan menjadi naik. MQ menurun seiring dengan penambahan cangkang kelapa sawit. Nilai MQ menurun seiring dengan meningkatnya persentase penambahan cangkang sawit terhadap aspal dimana hal ini menunjukan bahwa campuran cangkang sawit memiliki kekakuan campuran yang rendah dibanding campuran tanpa cangkang sawit (cangkang 0%).



Gambar 7 Perbandingan nilai MQ terhadap kadar aspal

3.2.8 Kadar Aspal Optimum (KAO)

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium yang dilakukan seperti pada Gambar.8, didapatkan kadar aspal optimum campuran beraspal yang menggunakan cangkang kelapa sawit sebagai pengganti agregat kasar. Pada persentase cangkang kelapa sawit 0% memiliki nilai KAO 5,5 %; cangkang kelapa sawit 2,5% memiliki nilai KAO 5,7 %; cangkang kelapa sawit 5% memiliki nilai KAO 6,15%; cangkang kelapa sawit 7,5% memiliki nilai KAO 6,2 %; cangkang kelapa sawit 10% memiliki nilai KAO 6,5%; cangkang kelapa sawit 12,5 % memiliki nilai KAO 6,6%; dan cangkang kelapa sawit 15% memiliki nilai KAO 6,65%.



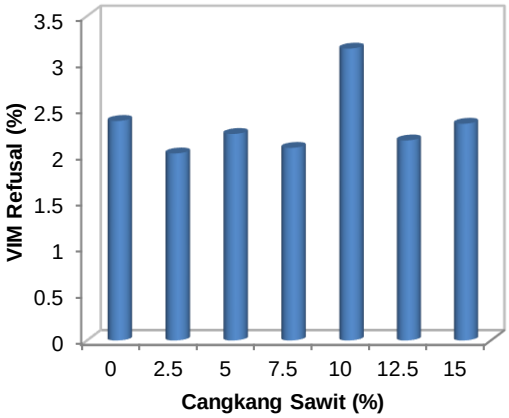
Gambar 8 Perbandingan nilai KAO Marshall terhadap variasi cangkang sawit

3.3 Pengujian Kepadatan Mutlak

Selanjutnya hasil dari pengujian marshall yang telah didapat KAO lalu dilanjutkan kepada pengujian kepadatan mutlak. Pada pengujian marshall refusal juga didaptkan nilai dari VIM refusal yang memiliki standar ≥ 2% .

Pada Gambar 9 dapat dilihat nilai dari VIM Refusal yang telah didapatkan dari hasil pengujian. Nilai VIM Refusal yang didapatkan terdapat terjadinya kenaikan dan penurunan nilai VIM tetapi nilai yang diapatkan masih memenuhi syarat untuk VIM Refusal yaitu ≥ 2%. Untuk nilai VIM refusal yang tertinggi terdapat pada campuran dengan variasi cangkang sawit 10% yaitu sebesar 4,37 % dan yang terendah terdapat pad avariasi cangkang sawit 5% yaitu sebesar 1,57%

Informasi Artikel
Diterima Redaksi : 15-09-2019 | Selesai Revisi : 30-10-2019 | Diterbitkan Online : 01-11-2019



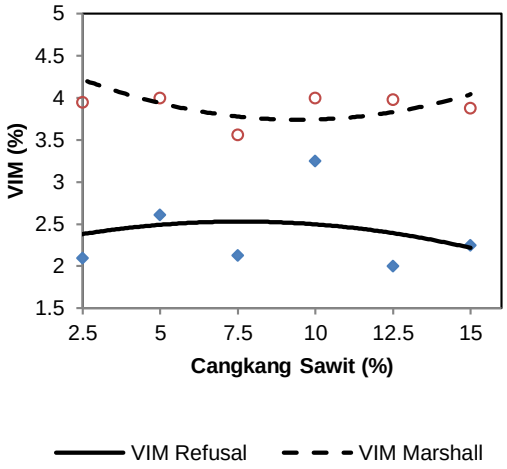
Gambar 9 Perbandingan nilai VIM Refusal

Untuk hasil KAO dan VIM dapat dilihat pada Tabel 5 .

Tabel 5. Perbandingan nilai KAO dan VIM

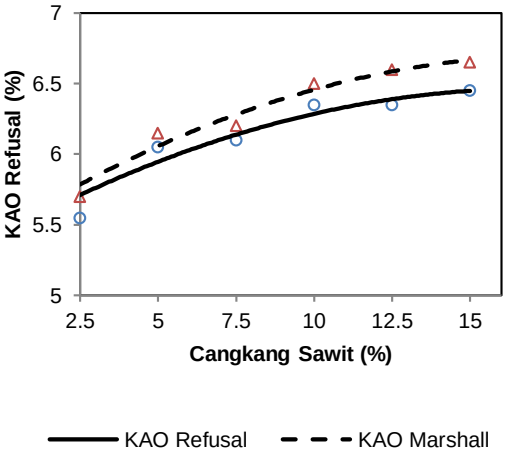
Kadar Aspal	Marshall		PRD	
	KAO Marshall	VIM Marshall	KAO Refusal	VIM Refusal
0%	5,5	4,80	5,50	2,18
2,5%	5,7	3,95	5,55	2,79
5%	6,15	4,35	6,05	1,57
7,5%	6,2	3,56	6,10	2,17
10%	6,5	5,17	6,35	4,37
12,5%	6,6	3,98	6,35	2,69
15%	6,65	5,29	6,45	2,77

Pada Gambar.10 Dapat dilihat bahwa nilai VIM Refusal yang di dapatkan lebih rendah dibandingkan dengan nilai VIM Marshall. Hal itu terjadi karena pada keadaan refusal telah terjadi pemadatan sampai batas ultimit dari campuran. Tetapi nilai VIM Refusal tersebut masih memenuhi standar yaitu ≥ 2% .Nilai VIM Refusal digunakan untuk menentukan KAO Refusal.



Gambar 10. Grafik perbandingan nilai VIM

Berdasarkan Grafik perbandingan nilai KAO pada Gambar.11 dapat kita lihat bahwa nilai dari KAO cenderung terjadi kenaikan dari setiap variasi campuran. Kenaikan itu terjadi disebabkan oleh penambahan cangkang sawit sehingga campuran memerlukan persen aspal yang lebih tinggi untuk dapat menyelimuti campuran. Pada pengujian ini juga didapatkan bahwa nilai dari KAO marshal lebih tinggi dibandingkan dengan nilai KAO Refusal yang didapatkan.



Gambar 11. Grafik perbandingan KAO Marshal dengan KAO Refusal

Informasi Artikel
Diterima Redaksi : 15-09-2019 | Selesai Revisi : 30-10-2019 | Diterbitkan Online : 01-11-2019

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan yang dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Cangkang kelapa sawit layak sebagai bahan tambah pada campuran *Asphalt Concrete-Binder Course* (AC-BC) memenuhi standar persyaratan sebagai substitusi agregat kasar yang sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Divisi 6 Revisi 3.
2. Nilai VIM Refusal yang didapatkan memenuhi standar yang digunakan dan dapat digunakan untuk menentukan nilai KAO Refusal.
3. Nilai KAO Refusal yang didapatkan lebih rendah dibandingkan dengan nilai KAO Marshall .

Berdasarkan hasil penelitian, diusulakn beberapa saran sebagai berikut :

1. Penelitian penggunaan cangkang kelapa sawit telah dilakukan pads campuran AC-BC sebagai substitusi agregat kasar, maka setidaknya perlu dilakukan penelitian selanjutnya untuk campuran lainnya.
2. Hasil penelitian agar dapat diuji coba penggunaan campuran tersebut untuk jalan di Indonesia.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada Politeknik Negeri Padang sebagai donatur atau yang mendanai penelitian ini (Dana Dipa 2019). Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pihak-pihak yang membantu pelaksanaan penelitian.

Daftar Rujukan

[1] Carlina, Serli, 2013, *Pengaruh Variasi Temperatur Pemadatan Terhadap Nilai Stabilitas Marshall Pada Laston AC-WC.*

[2] Departemen Pekerjaan Umum, 2010, *Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi 6 Perkersan Aspal.*

[3] The Asphalt Institute, 1983, *Asphalt Technology and Construction Practices,* Maryland.

[4] Miftahul Fauziah dan Henri Febriansyah, 2013, *Pemanfaatan Limbah Cangkang Kelapa Sawit Untuk Meningkatkan Kekuatan dan Keawetan Campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC),* Yogyakarta, Universitas Islam Indonesia.

[5] Mukhlis dkk, 2015, *Pengaruh Modifikasi Aspal dengan Abu Cangkang Sawit Terhadap Kinerja Campuran Beton Aspal Lapis Aus (AC-WC),*Padang, Politeknik Negeri Padang.

[6] Rian Putrowijoyo, 2006, *Kajian Laboratorium Sifat Marshall dan Durabilitas Asphalt Comcrete – Wearing Course (AC-WC) dengan Membandingkan Penggunaan Antara Semen Portland dan Abu Batu Sebagai Fille.* Semarang, Universitas Diponegoro.

[7] Sherly L. Hendarsin, 2000, *Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Bandung, Politeknik Negeri Bandung.

[8] Silvia Sukirman, 2003, *Beton Aspal Campuran Panas*, Yayasan Obor Indonesia.

[9] Syaifullah Ali, 2009, *Karakteristik Marshall Campuran Hot Rolled Sheet (HRS) yang Mengandung Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Agregat Kasar,*Padang, Politeknik Negeri Padang.

Informasi Artikel
Diterima Redaksi : 15-09-2019 | Selesai Revisi : 30-10-2019 | Diterbitkan Online : 01-11-2019