

PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG DAN ABU TANDAN SAWIT TERHADAP KARAKTERISTIK LASTON *WEARING COURSE* DAN *BINDER COURSE*

Aztri Yuli Kurnia¹, Mirka Pataras¹, Joni Arliansyah¹, Jerry Firmansya¹, dan Yohanes Christian Chandra¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang

E-mail: aztri_zainuddin@yahoo.com

E-mail: patarasmirka@gmail.com

E-mail: joniarliansyah@yahoo.com

Abstrak. Berkembangnya industri kelapa sawit menjadi salah satu sumber penghasil limbah di Indonesia. Hal ini menyebabkan banyaknya ketersediaan limbah sawit yang dihasilkan. Pada penelitian ini, limbah yang digunakan berupa cangkang dan abu tandan sawit. Pengujian dilakukan dalam 2 tahap yaitu pengujian benda uji standar dan pengujian benda uji campuran. Pada tahap pertama, pengujian benda uji standar dilakukan untuk mendapatkan nilai KAO dan parameter *marshall*. Pada tahap kedua, pengujian benda uji campuran limbah sawit menghasilkan nilai parameter *marshall* lalu hasilnya dibandingkan dengan benda uji standar. Adapun standar pengujian yang digunakan dalam penelitian ini berpedoman pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 revisi 3. Kadar aspal rencana untuk benda uji standar lapis AC-WC yaitu 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7%, dan pada lapis AC-BC yaitu 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5%. Pada benda uji campuran limbah sawit, sebagian dari agregat kasar akan digantikan oleh cangkang sawit dengan variasi 0%, 25%, dan 50% sedangkan abu tandan sawit digunakan sebagai *filler*, untuk kadar aspal benda uji campuran limbah sawit menggunakan nilai KAO benda uji standar lapis AC-WC yang didapat sebesar 6,35%, sementara itu pada lapis AC-BC didapat sebesar 5,85%. Berdasarkan hasil penelitian, benda uji campuran limbah sawit pada lapis AC-WC dan AC-BC masih memenuhi standar dan dapat digunakan.

Kata kunci: abu tandan sawit, cangkang sawit, KAO, pengujian *marshall*

I. PENDAHULUAN

Dewasa ini, kerusakan jalan raya semakin banyak dijumpai di Indonesia baik dalam kota maupun daerah terutama jalan lintas daerah. Salah satu faktor kerusakan jalan raya disebabkan oleh pembebanan yang melebihi kapasitas rencana secara terus-menerus, pengaruh alam, dan pelaksanaan pekerjaan aspal tidak sesuai dengan spesifikasi. Dampak yang ditimbulkan dari kerusakan jalan raya sangatlah banyak seperti kemacetan, kecelakaan, keterlambatan perjalanan, serta ketidaknyamanan dalam berkendara bahkan berujung kematian.

Aspal merupakan jenis perkerasan lentur yang banyak dijumpai di Indonesia. Pada penelitian ini akan membahas perkerasan lapis aspal beton pada lapis penutup permukaan atau lapisan aus (*wearing course*) dan lapis antara atau pengikat (*binder course*).

Kelapa sawit adalah salah satu produk perkebunan yang umum dan lazim dijumpai di kawasan provinsi Sumatera Selatan dan sekitarnya. Hasil panen dan olahan sawit berupa tandan kosong, cangkang, serat

(*fiber*) dan abu tandan sawit. Limbah padat kelapa sawit ini memiliki ketersediaan yang cukup banyak, mudah didapat, dan harga yang relatif murah.

Ditinjau dari segi ketersediaan yang cukup banyak dan manfaat dari limbah padat kelapa sawit, maka dalam penelitian ini limbah padat kelapa sawit dijadikan alternatif sebagai bahan campuran lapis AC-WC dan lapis AC-BC. Cangkang sawit dapat dijadikan bahan pengganti sebagian agregat kasar dan bahan pengisi (*filler*) dapat menggunakan abu tandan sawit. Dalam penelitian ini diharapkan bahwa campuran aspal yang menggunakan campuran limbah cangkang dan abu tandan sawit memiliki kinerja yang lebih baik ataupun sama dengan campuran aspal standar sehingga dapat menekan biaya produksi.

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana menentukan nilai kadar aspal optimum (KAO) benda uji standar beserta parameter *marshall* yang dihasilkan, lalu apa pengaruh penambahan limbah sawit berupa cangkang dan abu tandan sawit terhadap campuran benda uji serta membandingkan hasil parameter *marshall* terhadap (KAO) antara lapis AC-

WC dan AC-BC campuran limbah sawit dengan campuran benda uji standar.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui nilai kadar aspal optimum (KAO) dan parameter *marshall* pada campuran standar, mengetahui pengaruh penambahan limbah sawit terhadap campuran benda uji serta mengetahui perbandingan nilai parameter *marshall* antara hasil campuran lapis AC-WC dan lapis AC-BC yang memanfaatkan limbah cangkang dan abu tandan sawit dengan benda uji standar.

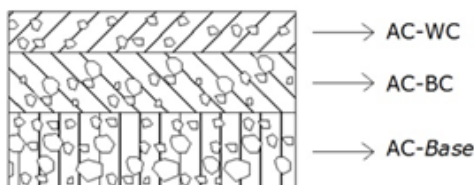
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Struktur Konstruksi Perkerasan Lentur

Secara umum lapisan pada perkerasan lentur terdiri dari lapisan tanah dasar (*subgrade*), lapisan pondasi bawah (*subbase course*), lapisan pondasi atas (*base course*), dan lapisan permukaan/lapisan aus (*surface course*). Pada perkerasan lentur bahan pengikat pada campuran menggunakan aspal.

B. LASTON (Lapis Aspal Beton)

Menurut Saodang (2005: 51), Laston merupakan lapisan permukaan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Terdapat 3 lapisan pada Laston yaitu lapis aus atau permukaan (AC-WC), lapis pengikat atau antara (AC-BC), dan lapis pondasi (AC-Base) seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Lapis permukaan pada laston

C. Limbah Cangkang dan Abu Tandan Sawit

Limbah Cangkang dan abu tandan sawit merupakan limbah padat dari sisa pengolahan buah dan tandan kosong sawit. Cangkang sawit diperoleh setelah proses pengambilan inti buah sawit seperti pada Gambar 2. Sedangkan abu tandan sawit diperoleh dari pembakaran tandan yang telah diambil buahnya seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Cangkang sawit



Gambar 3. Abu tandan sawit

Berdasarkan penelitian sebelumnya, penggunaan cangkang sawit sudah pernah dilakukan pada pengujian beton. Diketahui sebagian besar kandungan unsur kimia dalam semen ialah silika (SiO_2), untuk cangkang sawit sendiri memiliki kandungan silika (SiO_2) yang cukup banyak seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Unsur kimia pada cangkang sawit

Senyawa	Cangkang (%)
Kalium (K)	9,2
Natrium (Na)	0,5
Kalsium (Ca)	4,9
Magnesium (Mg)	2,3
Klor (Cl)	2,5
Karbonat (CaCO_3)	2,6
Nitrogen (N)	0,44
Pospat (P)	1,4
Silika (SiO_2)	59,1

Menurut Edhi Sarwono (2008), limbah padat sawit terbesar ialah tandan sawit/janjanggan selain cangkang dan serat dari sawit. Adapun unsur kimia yang terkandung dalam abu tandan sawit dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Unsur kimia pada abu tandan sawit

Parameter	Hasil analisis (%)
Kalium(K)	29,82
Silika (Si)	14,24
Calsium (Ca)	6,72
Magnesium (Mg)	4,34
Natrium (Na)	2,37
Ferum (Fe)	0,31
Mangan (Mn)	0,17
Cu	0,02
CO_3	19,63
HCO_3	3,21

D. Manfaat Limbah Padat Sawit

Limbah padat sawit berupa cangkang dan abu tandan sawit memiliki manfaat antara lain:

1. Cangkang kelapa sawit mempunyai struktur kulit

yang sangat tebal dan keras serta banyak mengandung zat kersik (SiO₂) sebesar 59,1%. Silika dioksida ini dapat meningkatkan kekuatan tekan campuran beraspal karena dapat mengurangi susut dan meningkatkan daya tahan terhadap keretakan.

2. Di daerah perkebunan kelapa sawit, penggunaan cangkang sawit telah dipakai untuk perkerasan jalan pengganti aspal.
3. Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sangat layak dijadikan bioetanol berdasarkan hasil analisis uji laboratorium oleh PT Korindo-Group, TKKS mengandung Selulosa sebesar 41,392% - 47,430%, Pati 11,550%, Glukosa 0,022% - 0,024%. (Netty Kamal, ITENAS Bandung).
4. Dapat digunakan sebagai bahan bakar pembangkit tenaga uap (PLTU), limbah yang digunakan antara lain cangkang, serabut dan tandan kosong sawit.

E. Pengujian Marshall

Pada penelitian ini, pengujian *marshall* berdasarkan (SNI-06-2489-1991). Parameter yang didapat dari alat berupa stabilitas dan *flow*. Lalu, dihitung parameter volumetrik berupa VIM, VMA, VFA, dan MQ.

III. METODOLOGI

Pengujian pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pengujian Jalan & Jembatan Dinas PU Bina Marga & Tata Ruang Provinsi Sumatera Selatan.

A. Bahan yang Digunakan

Penggunaan bahan dalam penelitian ini antara lain:

1. Agregat kasar terdiri dari batu split 1-2, *screen*, dan cangkang sawit

2. Agregat halus terdiri dari pasir dan abu batu
3. Filler menggunakan semen dan abu tanda sawit
4. Aspal penetrasi 60/70

B. Pengujian Bahan

Pengujian Agregat yang dilakukan meliputi pengujian pada agregat kasar dan agregat halus yaitu:

1. Analisa saringan agregat halus dan agregat kasar (SNI ASTM C136 : 2012)
2. Berat jenis dan penyerapan air pada agregat kasar dan agregat halus (SNI 1969 : 2008 dan SNI 1970 : 2008)
3. Berat isi agregat (SNI 1669:2008)
4. Keausan agregat dengan mesin Los Angeles (SNI 2417 :2008)
5. Kelekatan agregat terhadap aspal (SNI 2439 : 2011)

Sementara itu, pengujian yang dilakukan pada aspal antara lain sebagai berikut:

1. Pengujian penetrasi aspal (SNI 2456 : 2011)
2. Pengujian berat jenis aspal keras (SNI 2441 : 2011)
3. Pengujian daktilitas aspal (SNI 2432 : 2011)
4. Pengujian titik nyala dan titik bakar (SNI 2433 : 2011)
5. Pengujian titik lembek aspal (SNI 2434 : 2011)

C. Jumlah Sampel Benda Uji

Pada penelitian ini, sampel benda uji terdiri dari benda uji standar dan benda uji campuran limbah sawit lapis AC-WC dan lapis AC-BC seperti pada Tabel 3. Pada Tabel 3. untuk jumlah benda uji standar lapis AC-WC sebanyak 15 benda uji dan lapis AC-BC sebanyak 15 benda uji.

Tabel 3. Jumlah benda uji standar

No	Bahan	Rencana jumlah benda uji per kadar aspal (%)					Total jumlah benda uji
		(KR-1%)	(KR-0,5%)	(KR)	(KR+0,5%)	(KR+1%)	
1	Campuran laston AC-WC standar (SW)	3	3	3	3	3	SW. 15
2	Campuran laston AC-BC standar (SB)	3	3	3	3	3	SB. 15

Tabel 4. Jumlah benda uji campuran

No	Benda uji campuran	Jumlah benda uji		Keterangan
		AC-WC	AC-BC	
1	0%	3	3	(KAO) + (100% agregat kasar) + agregat halus + <i>filler</i> (semen)
2	25%	3	3	(KAO) + (25% cangkang + 75% agregat kasar) + agregat halus + <i>filler</i> (abu tandan sawit)
3	50%	3	3	(KAO) + (50% cangkang + 50% agregat kasar) + agregat halus + <i>filler</i> (abu tandan sawit)

Berdasarkan Tabel 4 di atas total jumlah benda uji campuran limbah sawit lapis AC-WC dan lapis AC-BC masing-masing sebanyak 9 buah.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Karakteristik Cangkang dan Abu Tandan Sawit

Pengujian cangkang dan abu tandan sawit berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 revisi 3. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian cangkang sawit

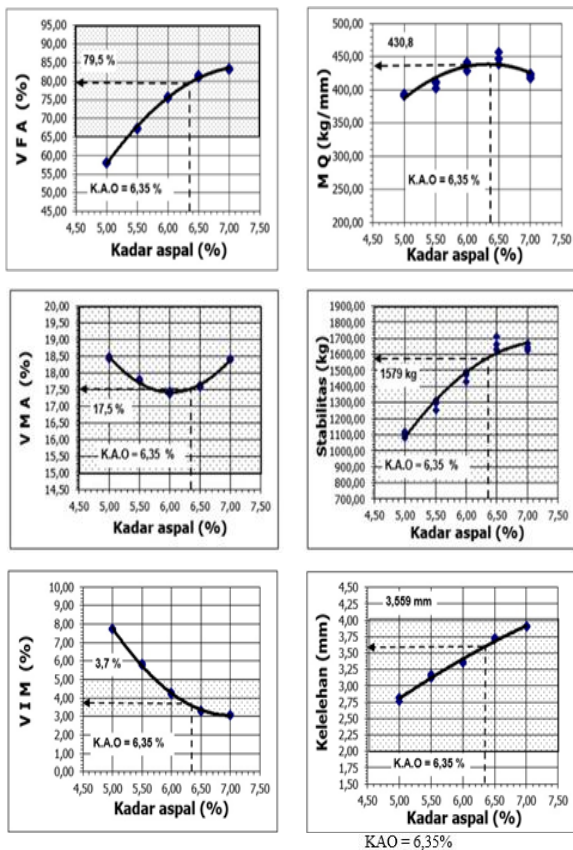
No	Karakteristik pengujian	Standar pengujian	Cangkang sawit
1	Berat jenis <i>bulk</i>	SNI 1969 : 2008	1,21
2	Berat jenis SSD	SNI 1969 : 2008	1,33
3	Berat jenis <i>apparent</i>	SNI 1969 : 2008	1,37
4	Penyerapan air	SNI 1969 : 2008	9,68%
5	Abrasi <i>Los Angeles</i>	SNI 2417 : 2008	3,44%

Tabel 6. Hasil pengujian abu tandan sawit

No	Karakteristik	Standar pengujian	Abu tandan sawit
1	Berat jenis	SNI 15-2531-1991	2,1

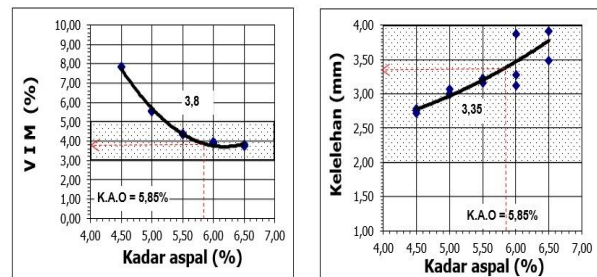
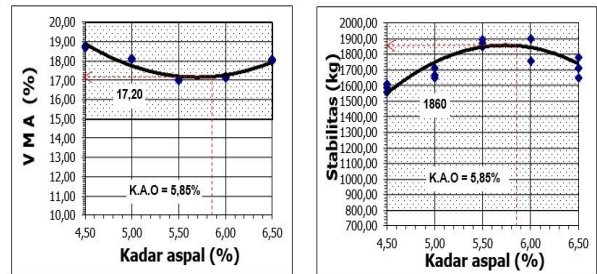
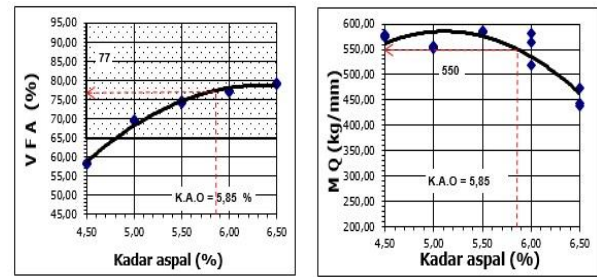
B. Pengujian Marshall Benda Uji Standar

Hasil pengujian *marshall* benda uji standar lapis AC-WC dan lapis AC-BC dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.



VIM			
VMA			
VFA			
Stabilitas			
Kelelehan			
Marshall Quotient			

Gambar 7. Grafik parameter *marshall* dan KAO AC-WC



	KAO = 5,85%	
VIM		
VMA		
VFA		
Stabilitas		
Kelelehan		
Marshall Quotient		

Gambar 8. Grafik parameter *marshall* dan KAO AC-BC

Tabel 9. Rekapitulasi parameter *marshall* dan KAO

No	Parameter <i>marshall</i>	Standar	Benda uji lapis	
			AC-WC	AC-BC
1	Stabilitas	≥ 800 kg	1576 kg	1860 kg
2	Kelelehan (<i>flow</i>)	2,0 mm-4,0 mm	3,56 mm	3,35 mm
3	VIM (<i>void in mixture</i>)	3,0%-5,0%	3,7%	3,80%
4	VMA (<i>void in mineral aggregate</i>)	≥15%	17,5%	17,20%
5	VFA (<i>void filled with asphalt</i>)	≥65%	79,5%	77%
6	MQ (<i>marshall quotient</i>)	-	430,8 kg/mm	550 kg/mm
7	Kadar aspal optimum (KAO)	-	6,35%	5,85%

Hasil rekapitulasi parameter *marshall* terhadap nilai kadar aspal optimum (KAO) lapis AC-WC dan lapis AC-BC benda uji standar dapat dilihat pada Tabel 9.

C. Pengujian Marshall Benda Uji Campuran

Hasil pengujian *marshall* benda uji campuran limbah cangkang dan abu tandan sawit lapis AC-WC dan lapis AC-BC masing-masing dapat dilihat pada Tabel 10 dan Tabel 11.

Tabel 10. Hasil pengujian *marshall* lapis AC-WC

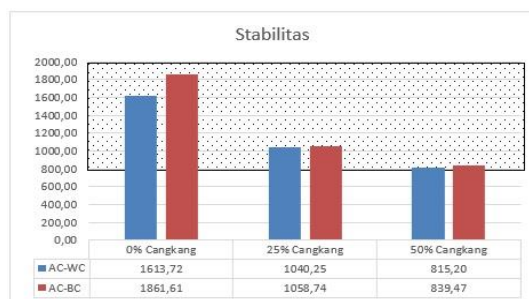
No	Parameter <i>marshall</i>	Lapis AC-WC		
		0% Cangkang	25% Cangkang	50% Cangkang
1	Stabilitas (kg)	1613,72	1040,25	815,20
2	Flow (mm)	3,59	3,74	3,83
3	VIM (%)	3,69	4,01	4,33
4	VMA (%)	17,64	26,77	33,75
5	VFA (%)	79,09	85,03	87,17
6	MQ (kg/mm)	449,58	278,22	212,95

Tabel 11. Hasil pengujian *marshall* lapis AC-BC

No	Parameter <i>marshall</i>	Lapis AC-BC		
		0% Cangkang	25% Cangkang	50% Cangkang
1	Stabilitas (kg)	1861,61	1058,74	839,47
2	Flow (mm)	3,45	3,58	3,78
3	VIM (%)	3,91	4,07	4,13
4	VMA (%)	16,82	26,84	34,29
5	VFA (%)	76,75	84,82	87,97
6	MQ (kg/mm)	539,67	296,32	222,11

Pada Gambar 9 sampai Gambar 14 dapat dilihat grafik nilai perbandingan parameter-parameter *marshall* terhadap variasi benda uji rata-rata.

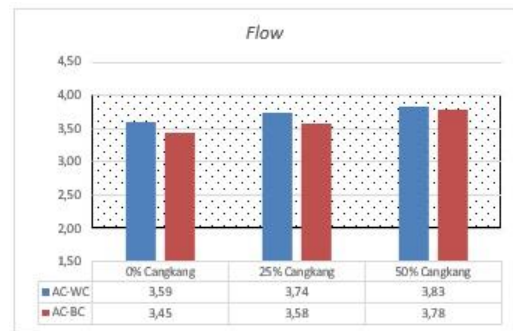
1. Stabilitas



Gambar 9. Perbandingan nilai stabilitas

Pada Gambar 9 Nilai stabilitas pada benda uji lapis AC-BC lebih besar dari benda uji pada lapis AC-WC. Secara umum semakin banyak penggunaan cangkang dan abu tandan sawit maka nilai stabilitas semakin menurun. Hal ini disebabkan bentuk alamiah cangkang cenderung cekung, sehingga mempengaruhi bidang kontak dan kelekatan cangkang terhadap campuran.

2. Kelelahan (Flow)

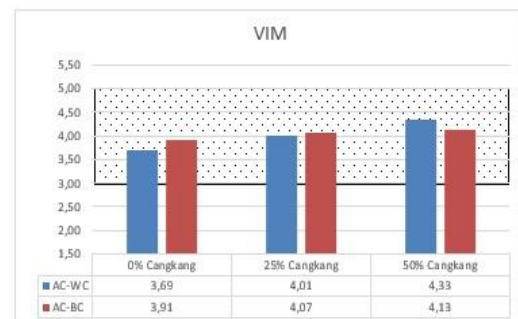


Gambar 10. Perbandingan nilai kelelahan

Berdasarkan Spesifikasi Umum 2010 revisi 3 bahwa syarat untuk kelelahan yaitu rentang 2,0 – 3,0 mm, variasi campuran di atas memenuhi syarat rentang ideal kelelahan.

Semakin rendah nilai kelelahan maka campuran benda uji semakin getas sebaliknya bila nilai kelelahan tinggi maka campuran benda uji tersebut terlalu lentur atau mudah hancur. Hal ini berkaitan dengan kadar aspal yang digunakan.

3. VIM (void in mix)

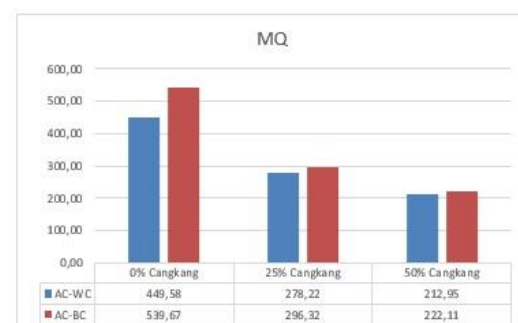


Gambar 11. Perbandingan nilai VIM

Pada Gambar 11 Ketiga variasi cangkang diatas memenuhi syarat rentang VIM berdasarkan Spesifikasi Umum 2010 revisi 3 yaitu 3,0 – 5,0 %.

Nilai VIM mengindikasikan besarnya total rongga udara dalam campuran, semakin besar nilai VIM maka semakin besar rongga udara di dalam campuran yang mengakibatkan lebih cepat mengalami penurunan.

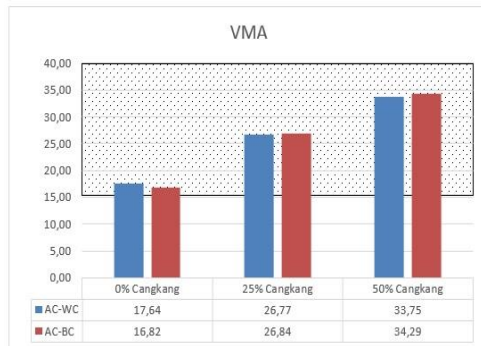
4. MQ (marshall quotient)



Gambar 12. Perbandingan nilai MQ

Berdasarkan Gambar 12 didapat bahwa nilai (*marshall quotient*) MQ pada benda uji lapis AC-WC lebih rendah dari benda uji lapis AC-BC. Semakin tinggi nilai MQ maka campuran benda uji tersebut akan mudah getas, sebaliknya bila nilai MQ terlalu rendah maka campuran benda uji tersebut akan mudah lentur dan kurang stabil.

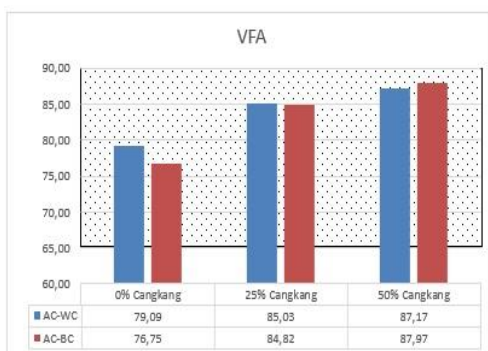
5. VMA (*void in mineral aggregate*)



Gambar 13. Perbandingan nilai VMA

VMA merupakan kadar rongga udara yang terdapat pada campuran mineral atau agregat itu sendiri. Berdasarkan Gambar 13 membuktikan bahwa pada campuran cangkang dengan kadar cangkang yang semakin banyak, maka nilai VMA semakin besar hal ini disebabkan oleh bentuk cangkang sawit yang cekung dan berpotensi tidak tertutupi seluruhnya dengan aspal sebagai pengikat. Berdasarkan Spesifikasi Umum 2010 revisi 3 bahwa syarat untuk nilai VMA yaitu minimum 15%, dapat disimpulkan bahwa variasi campuran di atas memenuhi syarat minimum nilai VMA.

6. VFA (*void filled with asphalt*)



Gambar 14. Perbandingan nilai VFA

Berdasarkan Gambar 14 variasi cangkang di atas masih memenuhi Spesifikasi Umum 2010 revisi 3 untuk nilai VFA yaitu minimum 65%. Nilai VFA menunjukkan banyaknya rongga udara dalam campuran benda uji yang terisi oleh aspal, semakin besar nilai VFA maka semakin besar pula rongga yang diisi oleh aspal.

V. KESIMPULAN

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

1. Nilai KAO yang didapat dari benda uji standar sebesar 6,35% untuk lapis AC-WC dan 5,85% untuk lapis AC-BC.
2. Penambahan limbah sawit berupa cangkang dan abu tandan sawit sangat mempengaruhi parameter-parameter *marshall*. Penggunaan limbah sawit berlebih dapat menurunkan kualitas campuran benda uji.
3. Nilai parameter *marshall* lapis AC-WC dan lapis AC-BC terhadap KAO berupa nilai stabilitas dan MQ yang mengalami penurunan sedangkan nilai kelelahan, VIM, VMA, dan VFA mengalami kenaikan. Secara keseluruhan penggunaan cangkang dan abu tandan sawit masih layak digunakan dalam perkerasan lentur.

DAFTAR PUSTAKA

- Nano, Salim Mahnud., "Pekerjaan Beton Aspal". Kementerian Pekerjaan Umum.
- Pataras, Mirka., 2015. "Laporan Sateks". www.eprints.unsri.ac.id. (diakses pada 18 Maret 2017).
- Saleh, Alfin dan Muthia Anggraini., 2016. "Pengaruh Penambahan Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Terhadap Nilai Penetrasi Index Aspal Pertamina Penetrasi 60/70". *Jurnal Teknik Sipil Siklus* Vol. 2 No. 2 Oktober 2016.
- Suparman, Latif Budi dkk., 2014. "Potensi Penggunaan Limbah Kelapa Sawit Sebagai Agregat Pengisi Pada Campuran *Hot Rolled Sheet-Base*". *Jurnal Transportasi* Vol. 14 No. 2 Agustus 2014: 87-96.