

PENGARUH PENGGUNAAN *FILLER* ASBUTON DENGAN *FILLER FLY ASH* TERHADAP ASPAL BETON LAPIS AUS (AC-WC) DITINJAU DARI NILAI KARATERISTIK MARSHALL

Asrullah¹⁾, Alhilal Sukoco²⁾

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palembang
email : asrull66@yahoo.co.id

ABSTRAK

Lapis aus (wearing course) merupakan lapisan jalan paling atas yang banyak menerima dampak langsung baik dari beban lalu lintas ataupun dari perubahan iklim. Lapis aus terdiri dari agregat yang lebih halus dengan kadar aspal lebih tinggi dari lapisan yang lainnya. Kekuatan aspal beton banyak ditentukan oleh batuan yang memberi dukungan terhadap stabilitas. Hal ini disebabkan hampir 92% dari berat campuran aspal beton terdiri dari agregat, filler dan sisanya aspal yang berfungsi sebagai bahan pengikat antar agregat. Penelitian ini menggunakan metode pengujian *Marshall* yang bertujuan untuk mengukur pengaruh penggunaan filler terhadap stabilitas, kelelahan (*flow*) dan *Marshall Quotient* aspal beton lapis aus (AC- WC). Pengujian *Marshall* dari variasi penggunaan filler *asbuton* dengan filler *fly ash* dengan variasi 1%, 2% dan 3%. Hasil analisa pengujian *Marshall* menunjukkan nilai stabilitas tertinggi didapat pada penggunaan filler *fly ash* 2% dengan nilai 883,2 kg dan nilai stabilitas terendah didapat pada penggunaan filler *fly ash* 1% dengan nilai 828 kg. Untuk nilai kelelahan (*flow*) baik filler *asbuton* maupun filler *fly ash* masih memenuhi spesifikasi teknik 2010 revisi 3. Untuk nilai rongga udara dalam campuran (*VIM*) terdapat campuran yang tidak memenuhi spesifikasi yaitu pada campuran tanpa filler dan campuran dengan filler *fly ash* 1%

Kata kunci : *Asbuton*, *Fly Ash*, AC- WC, Karakteristik *Marshall*

1. PENDAHULUAN

Salah satu sarana transportasi adalah jalan yang merupakan kebutuhan pokok dan menunjang dalam kegiatan aktivitas masyarakat. Dengan melihat peningkatan pertumbuhan mobilitas penduduk yang sangat tinggi, maka diperlukan peningkatan baik nilai strukturnya maupun kualitas mutu, jalan yang digunakan untuk memenuhi kegiatan dan aktivitas kebutuhan penduduk.

Karakteristik aspal beton banyak dipengaruhi oleh bahan yang digunakan untuk campurannya, gradasi campuran dan pelaksanaan yang baik dilapangan, sedangkan kekuatan aspal beton

banyak ditentukan oleh batuan yang dalam proses campuran (komposisi) sangat menentukan karakteristik dari aspal beton tersebut. Untuk meningkatkan kemampuan dan suatu perkerasan adalah dengan material - material tertentu baik itu terhadap aspal maupun pada agregat [1].

Penelitian ini dilakukan dengan menambah zat materil dalam hal ini berupa *asbuton* berbutir dan *Fly ash* yang difungsikan sebagai bahan pengganti (*filler*) agar menghasilkan aspal beton yang memenuhi persyaratan.

Tujuan penelitian adalah mengetahui campuran yang tepat dan pengaruh penggunaan asbuton berbutir dengan Fly ash sebagai pengganti(*filler*) ditinjau dari stabilitas, kepadatan serta keawetan dan kekuatan juga terhadap kerusakan campuran . dengan menggunakan 1%,2 % dan 3% dalam campuran Asphalt panas (*AC-WC*). Untuk mengetahui kualitas perkerasan tersebut jika digunakan pada perkerasan lentur jalan raya.

Aspal beton campuran panas merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran merata antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu [1]

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Klasifikasi Aspal Beton

A. Berdasarkan fungsinya aspal beton campuran panas dapat diklasifikasikan sebagai berikut [1] :

1. Sebagai lapis permukaan yang tahan terhadap cuaca, gaya geser, dan tekanan roda serta memberikan lapis kedap air yang dapat melindungi lapis dibawahnya dari rembesan air.
2. Sebagai lapis pondasi atas.
3. Sebagai lapis pembentuk pondasi, jika dipergunakan pada pekerjaan peningkatan atau pemeliharaan.

B. Berdasarkan metode pencampurannya, aspal beton dapat dibedakan atas:

1. Aspal beton Amerika, yang bersumber kepada *Asphalt Institute*.
2. Aspal beton durabilitas tinggi, yang bersumber pada BS 594, Inggris, dan dikembangkan oleh CQCMU, Bina Marga, Indonesia.

2.2. Karakteristik Aspal Beton

Terdapat 7 (tujuh) karakteristik campuran yang harus dimiliki aspal beton [2] sebagai berikut :

1. Stabilitas

Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan suatu perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa adanya perubahan bentuk seperti gelombang, alur roda serta naiknya permukaan aspal. Kestabilan yang terlalu tinggi menyebabkan lapisan itu menjadi kaku dan cepat

mengalami retak, disamping itu karena volume antar agregat kurang mengakibatkan kadar aspal yang dibutuhkan rendah. Stabilitas terjadi dari hasil gesekan antar butir, penguncian antar partikel daya ikat yang baik dari lapisan aspal

2. Durabilitas (keawetan/daya tahan)

Durabilitas merupakan ketahanan lapisan permukaan terhadap pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu maupun keausan gesekan roda kendaraan. Durabilitas yang tinggi umumnya dicapai dengan kadar aspal yang tinggi, gradasi agregat rapat dan pemadatan yang baik.

3. Fleksibilitas (kelenturan)

Fleksibilitas adalah kemampuan lapisan permukaan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan lainnya.

4. Tahanan geser/kekesatan (*skid resistance*)

Tahanan Geser adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan, sehingga kendaraan tidak mengalami slip diwaktu hujan atau basah kering. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien gesek antar permukaan jalan dan ban kendaraan

5. Kedap air (*impermeabilitas*)

Impermeabilitas merupakan kemampuan permukaan perkerasan untuk menahan rembesan air kedalam permukaan sehingga memberikan perlindungan terhadap konstruksi pada lapis bawah.

6. Kemudahan pelaksanaan (*workability*)

Adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang di harapkan

7. Ketahanan kelelahan (*fatigue resistance*)

Merupakan ketahanan dari lapis aspal dalam menerima beban berulang tanpa terjadi kelelahan yang berupa alur (*ruting*) dan retak

Agregat adalah partikel mineral yang berbentuk butiran – butiran yang merupakan salah satu penggunaan dalam kombinasi dengan berbagai macam tipe mulai dari sebagai bahan material di semen untuk membentuk beton, lapis pondasi jalan, material pengisi dan lain- lainnya. Beberapa tipikal ketentuan penggunaan dalam penggambaran agregat [3]:

1. *Fine aggregate* (sand size/ukuran pasir) sebgayaan besar partikel agregat berukuran antara 4,75mm (no.4 *sieve test*) dan 75 μ m (no. 200 *sieve test*).
2. *Coarse aggregate* (*gravel size*/ukuran kerikil) : sebagian besar agregat berukuran lebih besar dari 4,75 mm (no.4 *sieve test*).
3. *Crushed gravel* : *pit gravel* (kerikil dengan pasir atau batu bulat) yang mana telah didapatkan dari salah satu alat pemecah untuk menghancurkan banyak partikel batu yang berbentuk bulat untuk menjadikan ukuran yang lebih kecil atau untuk memproduksi lapisan kasar (*raugher surfaces*).
4. *Crushed rock* : agregat dari pemecahan batuan. Semua bentuk partikel tersebut bersiku-siku/tajam (*angular*) tidak ada bulatan dalam material tersebut.
5. *Screenings* : kepingan-kepingan dan debu bubuk yang merupakan produksi dalam pemecahan dari batuan (*bedrock*) untuk agregat.

Sifat agregat yang menentukan kualitas sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) kelompok yaitu [3] :

1. Kekuatan dan keawetan (*strength and durability*) lapisan yang dipengaruhi oleh gradasi, ukuran maksimum, kadar lempung, kekerasan dan ketahanan (*toughness and durability*) bentuk butiran serta tekstur permukaan.
2. Kemampuan dilapisi aspal dengan baik, yang mempengaruhi oleh porositas kemungkinan basah dan jenis agregat yang digunakan.
3. Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman, yang dipengaruhi oleh tahanan geser (*skid resistance*) serta campuran yang memberikan kemudahan dalam pelaksanaan (*bituminous mix workability*).

Secara umum agregat yang digunakan dalam campuran beraspal dibagi atas dua fraksi [3] yaitu:

1. Agregat kasar
Fraksi agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan

No. 4 (4,75 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak di kehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan. Agregat yang digun Agregat halus.

2. Agregat Halus
Fraksi agregat halus adalah material yang lolos saringan No 4 (4,175 mm) dan tertahan saringan No. 200 (0,075 mm).

Gradasi agregat dapat dibedakan menjadi sebagai berikut [3] :

1. Gradasi seragam (*unifrom graded*)
Merupakan agregat dengan ukuran yang hampir sama atau sejenis atau mengandung agregat halus yang lebih sedikit jumlahnya sehingga tidak dapat mengisi rongga antar gregat. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka. Agregat dengan gradasi seragam akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang dan berat volume kecil.
2. Gradasi rapat (*dense graded*)
Merupakan campuran antara agregat kasar dan halus dalam pori seimbang, sehingga dinamakan juga dengan agregat bergradasi baik (*well graded*). Agregat dengan gradasi rapat akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan stabilitas tinggi, kedap air.
3. Gradasi buruk (*poorly graded*)
Merupakan campuran agregat yang tidak memenuhi dua kategori diatas. Agregat bergradasi buruk umumnya di gunakan untuk lapisan perkerasan lentur yang bergradasi celah (*gap graded*). Sering juga di sebut dengan gradasi senjang. Agregat dengan gradasi buruk akan menghasilkan lapisan perkerasan yang mutunya terlatak antara ke dua jenis tersebut

Tabel 1. Gradasi Gabungan Untuk Campuran Aspal

Ukuran ayakan (mm)	% Berat yang lolos terhadap total agregat dalam campuran								
	Latasir		Latasir HRS				Laston (AC)		
	Kelas A	Kelas B	Gradasi senjang		Gradasi semi senjang		WC	BC	Base
WC			Base	WC	Base				
37,5	-	-	-	-	-	-	-	-	100
25	-	-	-	-	-	-	-	100	90-100
19	100	100	100	100	100	100	100	90-100	76-90
12,5	-	-	90-100	90-100	87-100	90-100	90-100	75-90	60-78
9,6	90-100	-	75-85	65-90	55-88	55-70	77-90	66-82	52-71
4,75	-	-	-	-	-	-	53-69	46-64	35-54
2,36	-	75-100	50-72	35-55	50-62	32-44	35-53	30-49	23-41
1,18	-	-	-	-	-	-	21-40	18-38	13-30
0,600	-	-	35-60	15-35	20-45	15-35	14-30	12-28	10-22
0,300	-	-	-	-	15-35	5-35	9-22	7-20	6-15
0,150	-	-	-	-	-	-	6-15	5-13	6-10
0,075	10-15	8-13	6-10	2-9	6-10	4-8	4-9	4-8	3-7

(Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi 3)

2.3. Aspal

Aspal merupakan senyawa hidrokarbon berwarna coklat gelap atau belum pekat yang dibentuk dari unsur unsur *asphaltenes*, *resins* dan *oils*. Aspal pada lapisan perkerasan berfungsi sebagai bahan ikat antara agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan masing-masing agregat. Selain sebagai bahan ikat aspal juga berfungsi untuk mengisi rongga butiran agregat dan pori pori yang ada dari agregat itu sendiri [4].

Aspal merupakan bahan pengikat yang berbentuk plastis yang terdiri dari [4] :

1. Aspal alam yang merupakan aspal batuan (*rock asphalt*) yang berbentuk dari proses alam
2. Ter merupakan residu hasil proses destilasi batubara
3. Aspal minyak dengan dasar dapat di bedakan:
 - a. Aspal keras (*asphalt cement*) adalah suatu jenis aspal yang didapat dari hasil residu destilasi minyak bumi pada keadaan hampa udara,
 - b. Aspal cair (*cut back asphalt*) merupakan suatu campuran aspal semen dengan bahan pencair hasil

destilasi minyak bumi yang pada suhu normal dan tekanan atmosfer berbentuk cair.

- c. Aspal emulsi merupakan suatu campuran aspal dan air dengan menambahkan bahan pengemulsi tertentu sehingga air dan aspal dapat di cairkan.

Tabel 2. Ketentuan ketentuan Aspal Untuk Aspal Keras

NO	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Tipe I Aspal Pen 60/70	Tipe II Aspal Yang Dimodifikasi	
				A	B
				Asbuton yg di proses	Elastomer Sintesis
1.	Penetrasi pada 25°C (0,1mm)	SNI-06-2156-1991	60 - 70	Min 50	Min 40
2	Viskositas Dinamis 60°C (Pa.s)	SNI-06-6441-2000	160-240	240-360	320-480
3	Viskositas kinematis 135°C (cSt)	SNI-06-6441-2000	≥300	385-200	≤300
4	Titik lembek (°C)	SNI-2434:2011	≥48	≥53	≥54
5	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI-2432:2011	≥100	≥100	≥100
6	Titik nyala(°C)	SNI-2432:2011	≥232	≥232	≥232
7	Kelarutan dalam Trichloroethylene(%)	ASSHTO T44-03	≥99	≥99(1)	≥99
8	Berat jenis	SNI 2441:2011	≥1,0	≥1,0	≥1,0
9	Stabilitas Penyimpanan: perbedaan Titik Lembek(°C)	ASTMD 5976 part 6.1		≤2,2	≤2,2
10	Partikel yang lebih halus dari 150 micro (jam)(%)			Min95(1)	
Pengujian Residu hasil TFOT(SNI-06-2440-1991) atau RTFOT(SNI-03-6835-2002)					
11	Berat yang Hilang(%)	SNI-06-2441-1991	≤0,8	≤0,8	≤0,8
12	Viskositas dinamis 60°C (Pa.s)	SNI-03-6441-2000	≤800	≤1200	≤1600
13	Penetrasi pada 25°C (0,1mm)	SNI-06-2456-1991	≥54	≥54	≥54
14	Daktilitas Pada 25°C, (cm)	SNI_2434:2011	≥100	≥50	≥25
15	Keelastim setelah pengembalian (%)	AASHTO T 301-98			≥60

(Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3)

2.4. Bahan Pengisi

Bahan pengisi (*filler*) dapat menggunakan abu batu (*stone dust*). Bahan pengisi (*filler*) harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan merupakan bahan yang 75% lolos ayakan no. 200 dan mempunyai sifat non plastis. Bahan pengisi ini memiliki fungsi [4]:

1. Sebagai pengisi rongga antara partikel agregat yang lebih besar, sehingga rongga udara menjadi lebih kecil dan menghasilkan tahan gesek serta penguncian antar butiran yang tinggi. Dengan demikian akan meningkatkan stabilitas campuran.
2. Jika ditambahkan kedalam aspal, bahan pengisi akan menjadi suspensi, sehingga terbentuk *mastic* yang bersama sama dengan aspal mengikat partikel agregat. Dengan penambahan bahan pengisi, aspal

menjadi lebih kental dan campuran agregat aspal menjadi bertambah kekuatannya.

2.5. Aspal Buton (Asbuton)

Aspal Buton (asbuton) adalah aspal alam yang terkandung dalam deposit batuan yang terdapat di pulau Buton Sulawesi Tenggara dan sekitarnya yang mengandung mineral dan aspal dengan kadar bervariasi. Dengan jumlah deposit Asbuton yang mencapai 650 juta ton menjadikan Indonesia sebagai negara penghasil aspal alam terbesar di dunia. Kadar aspal yang terkandung dalam Asbuton bervariasi, antara 10–40%. Ini merupakan kadar aspal yang cukup besar dibandingkan dengan kadar aspal alam negara–negara lain seperti (12–15)% dan Prancis (6–10)% Dari segi mutu Asbuton dirasa masih kalah bersaing dengan aspal minyak. Kadar aspal asbuton yang bervariasi, mudah pecah [5].

Asbuton saat ini dinilai lebih murah dan efisien. Asbuton juga memiliki kelebihan, yaitu titik lelehnya lebih tinggi dari aspal minyak dan ketahanan Asbuton cukup tinggi terhadap panas, sehingga membuatnya tidak cepat mudah meleleh. Sesuai dengan keluarnya Peraturan Menteri PU No. 35/2006, saat ini pemerintah bertekad untuk menggalakan penggunaan Asbuton pada pekerjaan perbaikan pembangunan dan peningkatan jalan [5]

Tabel 3. Jenis Asbuton Berbutir

Sifat sifat asbuton butir	Metoda pengujian	5/20	15/20	15/25	20/25	30/25	60/30
Kadar bitumen asbuton %	SNI 03-3640-1994	18-22	18-22	23-27	23-27	23-27	25-30
Ukuran butiran asbuton butir							
lolos saringan No 4 (4,75 mm); %	SNI-03-1968-1990				100	100	100
lolos saringan No 8 (2,36 mm); %	SNI-03-1968-1990	100	100	100	Min 95	Min 95	-
lolos saringan No 16 (1,18 mm); %	SNI-03-1968-1991	Min 95	Min 95	Min 95	Min 75	Min 75	-
Kadar air %	SNI_06-2490-1991	Mak 2					
Penetrasi aspal asbuton pada 25°C, 100 g, 5 detik, 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	0-10	10-18	10-18	19-22	28-32	Min 60
Aplikasi		√	√	√	x	x	x
Campuran panas		√	√	√	√	√	x
Campuran hangat		√	√	√	√	√	x
Penetrasi macadam		x	x	x	x	x	√

(sumber: teknologi asbuton butir tahun 2007)

2.6. Abu Batu bara (Fly Ash)

Fly ash adalah limbah industri yang di hasilkan dari pembakaran batubara dan terdiri dari partikel yang halus. Gradasi dan kehalusan *fly ash* batubara dapat memenuhi persyaratan *American Association of State Highway and Transportation Officials designation M17 (AASHTO M17)* untuk mineral *filler*. *Fly ash* atau abu terbang yang merupakan sisa sisa pembakaran batubara, yang dialirkan dari ruang pembakaran melalui ketel berupa semburan asap [6].

Penggunaan *fly ash* dalam berbagai kebutuhan konstruksi di dasari oleh pertimbangan [6]:

1. Tehnik (manfaat yang diperoleh dari sifat dan properti/karakter material *fly ash*)
2. Lingkungan (memanfaatkan limbah untuk kepentingan yang berguna)
3. Ekonomi (menghasilkan produksi yang lebih murah)

Karakteristik fisik dan kimia *fly ash* batu bara [6] adalah *Specific gravity*, rentang terbesar yang diberikan dari institusi tersebut adalah 1,6 – 3.1. pada umumnya *specific gravity* material *fly ash* berkisar 1,9 – 2,55. Massa jenis *fly ash* dalam kondisi lose berkisar 540 – 860 kg/m³, dalam kondisi dipadatkan dengan penggetaran dalam kemasan pada umumnya mempunyai massa jenis 1.120 – 1.500 kg/m³. Sifat fisik abu terbang (*fly ash*) batubara antara lain densitinya 2,23 gr/cm³.

Tabel 4. Kandungan Logam berat Pada Abu Batu Bara

No	Jenis Abu Batubara	Kandungan Logam Berat (ppm)				
		Cu	Pb	Zn	Cd	Cr
1	Abu Batubara Bukit Asam	298	19	391	11	224
2	Abu Batubara Ombilin	87	15	153	11	120

(Sumber : Pusatlitbang Teknologi Mineral Batubara Departemen ESDM, 2003)

Tabel 5. Komposisi Abu Terbang (Fly ash) Batu bara

Kandungan	Persentase (%)
SiO ₂	57,95
Al ₂ O ₃	28,15
Fe ₂ O ₃	4,75
TiO ₂	0,93
CaO	3,74
MgO	1,73
K ₂ O	0,62
Na ₂ O	0,48
P ₂ O ₅	0,81
SO ₃	0,28
MnO ₂	0,07
Undetermined	0,49

Sumber: Data Analisis Abu Batubara PLTU PT. Bukit Asam (persero)

2.7. Metode Marshall

Prinsip dasar metode marshall adalah pemeriksaan Stabilitas dan kelelahan (*flow*) serta analisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk.

Tabel 6. Karakteristik Campuran

Cara pemeriksaan	Persyaratan						Satuan
	L.L Berat		L.L Sedang		L.L Ringan		
	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks	
Stability	800	-	450	-	350	-	kg
Rongga dalam campuran	3	8	3	8	3	8	%
Rongga terisi aspal	65	75	65	75	65	75	%
kelelahan	2	4	2	4,5	2	5	mm
Jumlah tumbukan	2 x 75		2 x 50		2 x 35		

(Sumber Petunjuk Pelaksanaan Laston, PU Bina Marga 1983)

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium yaitu dengan melakukan pengujian *Marshall*. Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah data kuantitatif berupa data rasio.

3.2. Teknik Pengumpulan Data

Data data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder [7].

1. Data Primer

Data data hasil pengujian *marshall* baik yang menggunakan variatif dalam penggunaan filler asbuton berbutir dan variatif dalam penggunaan filler *fly ash*.

2. Data sekunder

Data data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Design Mix Formula (DMF)* aspal beton lapisan aus (*AC-WC*)

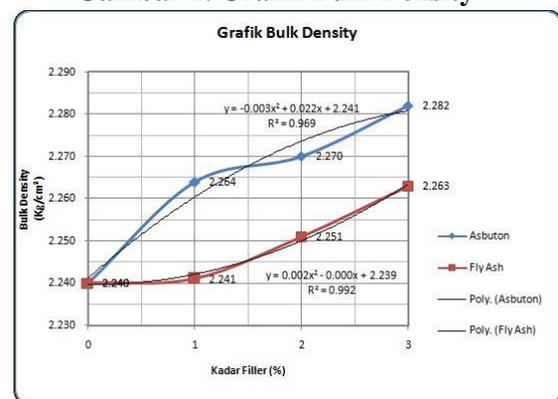
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Berat Jenis/*Bulk Density*

Kepadatan adalah berat campuran yang diukur tiap satuan volume, kepadatan menunjukkan tingkat kerapatan campuran setelah dipadatkan. Faktor faktor yang mempengaruhi kepadatan adalah kualitas bahan penyusun, energi pemadatan dan kadar aspal dalam campuran. Hasil penelitian dilaboratorium di dapat nilai sebagai berikut.

Untuk campuran *AC-WC* normal tanpa *filler* dengan *filler* asbuton variasi dan *filler fly Ash* variasi. Didapat kepadatan dengan nilai tertinggi pada penggunaan *filler* asbuton 3% dengan nilai 2,282 gr/cm³ untuk *AC WC* aspal penetrasi 60/70. Sedangkan untuk *filler* yang menggunakan *fly ash* 3% dengan nilai 2,262 gr/cm³ untuk *AC-WC* aspal penetrasi 60/70. Sedangkan pada campuran yang tanpa menggunakan filler dengan nilai 2,240 gr/cm³ untuk *AC-WC* aspal penetrasi 60/70. Untuk berat isi tidak ada persyaratan khusus yang dikeluarkan oleh Bina Marga mengenai kepadatan ini. Dengan semakin tinggi nilai kepadatan akan didapatkan kualitas campuran yang semakin baik. Hal ini dapat dijelaskan dengan kepadatan yang tinggi dari suatu campuran aspal panas akan semakin kadap air dan udara [9]

Gambar 1. Grafik Bulk Density



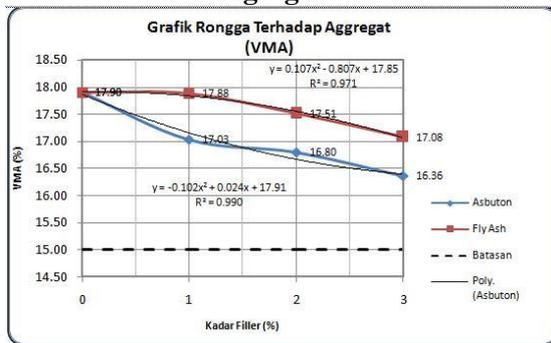
Sumber: Hasil Analisa 2017

4.2. Rongga Udara Dalam Agregat (Void In Mineral Agregate/VMA)

Rongga udara dalam agregat (VMA) adalah banyaknya pori diantara butiran butiran agregat dalam campuran aspal yang dinyatakan dalam persentase. Nilai rongga udara dalam agregat yang kecil dapat mengakibatkan aspal yang menyelimuti agregat terbatas sehingga kemudian agregat terlepas menjadikan lapisan tidak kedap air, oksidasi mudah terjadi sehingga lapisan perkerasan mudah rusak. Dari hasil pengujian didapat nilai sebagai berikut:

Bahwa rongga udara dalam campuran dengan nilai tertinggi, terdapat pada campuran tanpa filler dengan nilai 17,90% kemudian pada filler fly ash 1% dengan nilai 17,88%, sedangkan nilai terendah terdapat pada filler asbuton 2% didapat nilai 16,36%. Untuk penggunaan filler asbuton, filler fly ash dan tanpa filler rongga udara dalam campuran masih memenuhi yang disyaratkan yaitu >15% [8]. Nilai rongga udara dalam campuran akan menentukan keawetan lapisan perkerasan.

Gambar 2. Grafik Rongga Terhadap Agregat



Sumber : Hasil Analisa 2017

4.3. Rongga udara dalam campuran (Void In The Mix/VIM)

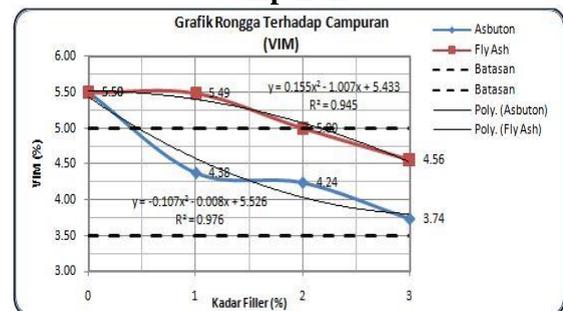
Nilai rongga udara dalam campuran menunjukkan banyaknya rongga yang ada dalam campuran. Nilai rongga udara dalam campuran mempengaruhi sifat kededapan campuran. Nilai rongga udara dalam campuran yang besar menunjukkan banyaknya rongga pada campuran sehingga campuran kurang rapat atau kurang kedap terhadap air maupun udara sehingga oksidasi muda terjadi. Jika nilai rongga udara dalam campuran kecil menunjukkan campuran terlalu

rapat atau padat dan mempunyai kekakuan tinggi yang akan mengakibatkan naiknya aspal permukaan (bleeding) akibat pemadatan oleh beban lalu lintas terjadi dan pergeseran permukaan aspal (sliding). Dari hasil pengujian didapat nilai sebagai berikut:

Nilai rongga udara dalam campuran (VIM) ada penurunan perubahan nilai dengan penambahan filler baik dari filler asbuton berbutir maupun dengan filler fly ash bila dibandingkan tanpa filler pada campuran AC WC. Perubahan penurunan nilai rongga udara dalam campuran (VIM) tidak seiring dengan perubahan penggunaan filler yang bervariasi pada campuran. Campuran AC-WC tanpa filler didapat nilai 5,50%. Dan pada penggunaan filler fly ash penurunan relatif kecil pada penggunaan filler 1% didapat nilai 5,49 dan pada filler 2% didapat nilai 5,00 kemudian pada filler 3% di dapat nilai 4,56%.

Bila dibandingkan dengan filler asbuton perubahannya baik seiring dengan penambahan persen filler, filler 1% didapat nilai 4,38% dan pada filler 2% didapat nilai 4,24% kemudian pada filler 3% didapat nilai 3,74%. Secara keseluruhan nilai rongga udara dalam campuran (VIM) yang memenuhi persyaratan, nilai yang disyaratkan adalah 3,0% – 5,0% [5]. Bila dilihat dari gambar atas yang memenuhi hanya dari filler 2% dan 3% pada filler fly ash dan 1%, 2% dan 3% memenuhi persyaratan [8]. Diluar dari batasan tersebut campuran di anggap gagal, tidak memenuhi. Dalam suatu campuran haruslah tersedia cukup rongga yang terisi udara yang fungsinya untuk menyediakan ruang gerak bagi unsur-unsur campuran sesuai dengan sifat elastisnya.

Gambar 3. Grafik Rongga Terhadap Campuran



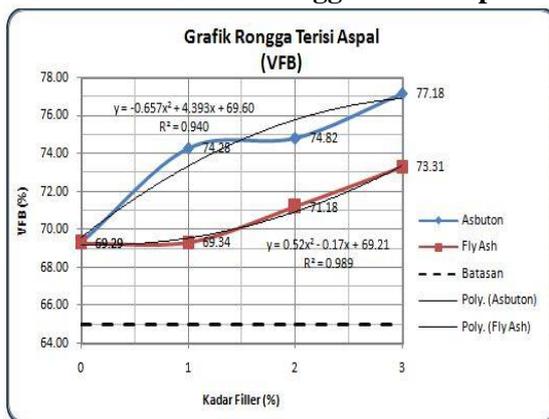
Sumber : Hasil Analisa 2017

4.4. Rongga Udara Terisi Aspal (Void Filled with Bitumen/VFB)

Rongga udara terisi aspal (VFB) menunjukkan persentase rongga dalam campuran yang terisi aspal. Nilai rongga udara terisi aspal menentukan nilai stabilitas, durabilitas dan fleksibilitas campuran yang dipengaruhi oleh gradasi agregat, suhu pemadatan, kadar aspal, jenis aspal dan energi pemadatan. Dari pengujian didapatkan hasil sebagai berikut:

Nilai VFB dari campuran yang tanpa menggunakan filler, baik yang menggunakan filler asbuton maupun yang menggunakan filler fly ash masih memenuhi persyaratan [8] dengan batasan >65%. Hanya terdapat perbedaan yang relatif kecil antara penggunaan fly ash 1% dengan nilai 69,34% dengan campuran tanpa filler didapat nilai 69,29%. Sedangkan untuk nilai tertinggi VFB terdapat pada filler asbuton 2% dengan nilai 77,18%. Untuk nilai terendah dengan tanpa menggunakan filler didapat nilai 69,29%. Nilai rongga udara terisi aspal ini erat kaitannya dengan kekakuan ikatan campuran, kekedapan campuran terhadap air dan udara, maupun sifat elastisitas campuran yang menentukan kekuatan dan ketahanan terjadinya alur pada lapisan perkerasan.

Gambar 4. Grafik Rongga Terisi Aspal



Sumber : Hasil Analisa 2017

4.5. Stabilitas

Nilai stabilitas adalah kemampuan lapisan untuk menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan alur, bekas roda, gelombang dan bleeding pada pekerasan tersebut. Hal hal yang memberi pengaruh

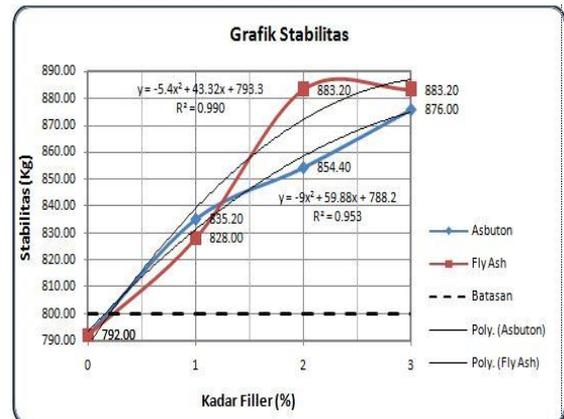
pada campuran AC- WC adalah gesekan, sifat saling mengunci, bentuk material dan dipengaruhi juga oleh tekstur permukaan agregat, gradasi agregat, bentuk partikel, kepadatan campuran dan viskositas aspal. Dari hasil pengujian didapat nilai sebagai berikut:

Dilihat nilai stabilitas campuran AC WC dengan filler asbuton dan filler fly ash secara keseluruhan masih memenuhi persyaratan [8] dengan nilai > 800 kg. Untuk campuran yang tanpa filler tidak memenuhi.

Nilai stabilitas tertinggi pada Campuran AC-WC terdapat pada persentase 2% filler fly ash dengan nilai 883,20 kg. Sedangkan pada filler asbuton pada persentase yang sama didapat nilai 856,40 kg. Ada persilangan garis grafik antara fly ash dan asbuton dari penggunaan filler 1% menuju ke 2% ini salah satu pengaruh penggunaan fly ash. menambah tinggi nilai stabilitas, jika di 3% pengaruh filler fly ash tidak signifikan datar saja.

Untuk nilai terendah pada campuran AC-WC tanpa penggunaan filler dengan nilai 792 kg. Secara keseluruhan bahwa nilai stabilitas pada campuran AC-WC dengan variasi filler nilai tertinggi pada filler fly ash didapat nilai 883,20 kg. Sedangkan nilai terendah pada campuran AC-WC tanpa filler dengan nilai 792 kg.

Gambar 5. Grafik Stabilitas



Sumber : Hasil Analisa 2017

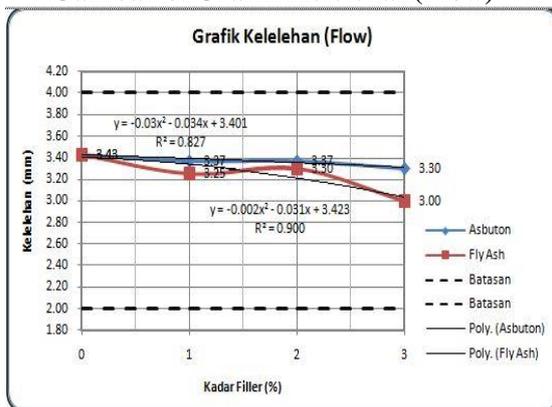
4.6. Kelelahan

Nilai kelelahan menyatakan besar deformasi atau penurunan campuran yang dipadatkan, yang diakibatkan besarnya beban yang bekerja di atasnya dan menunjukkan

tingkat kelenturan suatu perkerasan. Nilai kelelahan dipengaruhi oleh faktor aspal, viskositas aspal, gradasi, agregat tekstur permukaan agregat dan tingkat pemadatan. Nilai kelelahan yang disyaratkan adalah 2,0 sampai 4,0 [8], jika nilai kelelahan kurang dari 2,0 menyebabkan campuran mudah mengalami retak dan ber- alur karena sifat kaku.

Nilai kelelahan yang tertinggi ada pada campuran tanpa *filler* yaitu dengan nilai 3,43 sedangkan nilai terendah pada penggunaan *filler* 3% *fly ash* yaitu dengan nilai 3,0. Untuk *filler* asbuton 1% dan 3% sangat kecil nilai sama dengan nilai 3,3 dan 3,3. Secara keseluruhan untuk nilai kelelahan pada campuran AC WC tanpa *filler*, *filler* asbuton berbutir dan *filler fly ash* memenuhi syarat [8] dengan nilai 2,0 – 4,0 mm, sekalipun tidak konstan.

Gambar 6. Grafik Kelelahan(Flow)



Sumber : Hasil Analisa 2017

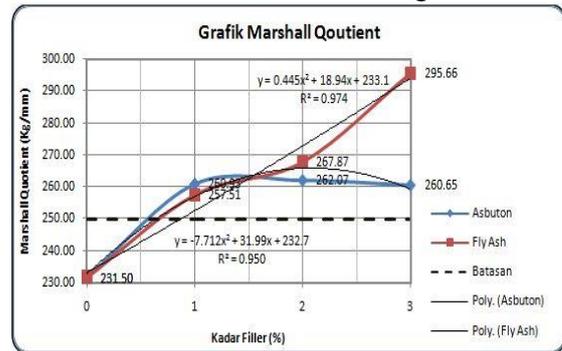
4.7. Marshall Quotient

Nilai hasil bagi marshall dipengaruhi hasil bagi antara stabilitas yang terkoreksi dan nilai kelelahan. Nilai hasil bagi ini digunakan sebagai pedekatan terhadap tingkat kekakuan atau fleksibilitas suatu campuran. Semakin besar nilai hasil bagi marshall maka akan semakin kaku suatu campuran. Semakin kecil nilai hasil bagi marshall akan semakin lentur campuran tersebut [9]. Dari hasil pengujian didapat nilai sebagai berikut:

Nilai keseluruhan dari percobaan *filler* asbuton berbutir dan *filler fly ash* masih menunjukkan nilai yang memenuhi syarat mulai dari *filler* 1%, 2% dan 3% untuk *filler* asbuton berbutir masih memenuhi

persyaratan [8]. Kemudian untuk *filler* 1%, 2% dan 3% untuk *filler fly ash* masih memenuhi persyaratan [8] dengan nilai >250 kg/mm. Ada persilangan garis grafik penggunaan *filler fly ash* dan asbuton dilihat dari grafik penggunaan *fly ash* di 3% masih ada nilai kelenturan sedangkan pada asbuton 3% ada penurunan tingkat kelenturan berkurang. Untuk campuran AC- WC tanpa *filler* tidak memenuhi didapat nilai 236,5 kg/mm.

Gambar 7. Grafik Marshall Quotient



Sumber : Hasil Analisa 2017

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa data yang dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

1. Untuk stabilitas *filler fly ash* lebih tinggi dengan nilai 884,30 kg bila dibandingkan dengan asbuton dengan nilai 877,14 kg.
2. Bulk density *filler* asbuton lebih tinggi dengan nilai 2,287 gr/cm³ dibandingkan *fly ash* dengan nilai 2,263 gr/cm³. Untuk nilai rongga dalam campuran (VIM) yang tertinggi di campuran tanpa penggunaan *filler* 5,5% sedangkan terendah pada penggunaan *filler* asbuton divariasi 3% dengan nilai 3,47%.
3. Pasir alam dapat digunakan tidak melampaui 15%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] [Http://www.putra-ultimate.blogspot.com/2010/05/pengertian-aspal-beton-campuran-panas.html](http://www.putra-ultimate.blogspot.com/2010/05/pengertian-aspal-beton-campuran-panas.html)
- [2] Sukirman, Silvia. 2003 *Beton Aspal Campuran Panas Edisi 1* Penerbit Granit Jakarta.

- [3] Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung. Penerbit Nova.
- [4] Direktorat Jenderal Bina Marga. 1987. *Pelaksanaan Lapisan Aspal Beton (LASTON) Untuk Jalan Raya*. Jakarta. Yayasan Badan Penerbit PU.
- [5] Soehartono, Ir. 2007. *Tinjauan Penggunaan Asbuton Saat Ini dan Prospek ke Masa Depan*. Jakarta.
- [6] Puslitbang Teknologi Mineral Batu Bara Departemen ESDM 2003
- [7] *Laboratorium Pengujian BBPJN V. 2017. Laporan Design Mix Formula AC-WC Paket Preservasi Rekonstruksi Jalan Mangun Jaya – Batas Kabupaten Mura – Batas kabupaten Muba – Muara Beliti. Palembang. Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V.*
- [8] Kementerian Pekerjaan Umum. 2015. *Spesifikasi Umum Tahun 2010 Revisi 3 Divisi 6*. Jakarta. Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia.
- [9] Direktorat Jenderal Bina Marga. 2010. *Spesifikasi khusus Bina Marga*. Jakarta. Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia.