

PERKERASAN CAMPURAN ASPAL AC-WC TERHADAP SIFAT PENUAAN ASPAL

Supriadi.T¹⁾., Syafaruddin AS²⁾, Heri Azwansyah²⁾

slanggani@gmail.com

ABSTRAK

Proses penuaan aspal merupakan salah satu penyebab terjadinya suatu penurunan kualitas pada perkerasan lentur Laston. Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC – WC) merupakan lapis aus dan berada di lapis permukaan paling atas yang memungkinkan terjadinya perubahan karakteristik yang dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan (udara, temperatur dan sinar matahari). Kerusakan ini terjadi lebih awal dari umur rencana konstruksi jalan yang diperhitungkan, untuk itu perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui penuaan pada campuran aspal AC-WC dilihat dari karakteristik Marshall Test.

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu dengan variasi kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dan 7% terhadap total berat agregat untuk menentukan kadar aspal optimum (KAO). Sedangkan pada pembuatan campuran AC – WC ini mengacu pada spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3. Untuk pengujian pada penuaan jangka pendek (Short Term Oven Aging, STOA) adalah dengan pengovenan benda uji AC - WC pada suhu 135°C sebelum dipadatkan selama 4 jam dan untuk penuaan jangka panjang (Long Term Oven Aging, LTOA) dilakukan pengovenan 85°C selama 2 hari setelah dipadatkan. Kemudian dilakukan pengujian STOA dan LTOA dengan metode Marshall Test sehingga didapat hasil karakteristik Marshall pada campuran AC – WC.

Berdasarkan hasil penelitian dilaboratorium didapat kadar aspal optimum sebesar 6,75% untuk campuran aspal dalam membuat pengujian penuaan aspal. Dari penelitian penuaan aspal berpengaruh pada nilai karakteristik Marshall pada campuran AC - WC, semakin lama umur penuaan semakin turun nilai karakteristiknya. Hal ini ditunjukkan pada hasil pengujian penuaan perkerasan terjadi penurunan nilai pada penuaan jangka pendek (STOA) nilai stabilitasnya 639,5 kg (tidak masuk spek). Nilai flow sebesar 3,1 mm. Nilai VIM 7,7 mm (tidak masuk spek). Nilai VFB 66,0%. Nilai VMA 22,6%. Nilai MQ 206,5 kg/mm (tidak masuk spek). Pada penuaan jangka panjang (LTOA) Nilai stabilitasnya yaitu 688,7 kg (tidak masuk spek). Nilai flow 3,2 mm. Nilai VIM 0,6 mm (tidak masuk spek). Nilai VFB 96,5%. Nilai VMA 16,6%. Nilai MQ 212,6 kg/mm (tidak masuk spek). Dan pada pengujian lapangan dengan umur aspal 5 tahun sebagai pembanding dari penuaan jangka panjang (LTOA) di dapat nilai stabilitasnya 519,2 kg (tidak masuk spek). Nilai flow sebesar 3,1 mm. Nilai VIM 0,9 mm (tidak masuk spek). Nilai VFB 95,2%. Nilai VMA 19,5%. Nilai MQ 169,3 kg/mm (tidak masuk spek).

Kata kunci : Penuaan, Laston, Asphalt Concrete Wearing Course (AC – WC), Bina Marga 2010 Revisi 3, Marshall Test .

1. Alumni Prodi Teknik Sipil FT. UNTAN
2. Dosen Prodi Teknik Sipil FT. UNTAN

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi yang banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia untuk melakukan mobilisasi keseharian sehingga volume kendaraan yang melewati suatu ruas jalan mempengaruhi kapasitas dan kemampuan daya dukungnya. Kondisi jalan dikatakan baik apabila dapat memberikan rasa nyaman, aman, dan ekonomis kepada pengguna jalan.

Penuaan aspal adalah proses penurunan kualitas pada perkerasan lentur yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Penuaan aspal yang dipengaruhi oleh temperatur disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu penguapan fraksi minyak ringan yang terkandung dalam aspal dan oksidasi penuaan jangka pendek (Short-term aging) dan oksidasi yang progresif, yang disebut penuaan jangka panjang (long-term aging). (Huber and Decker.1995). Pada penelitiannya yang berjudul *Engineering Properties of Asphalt Mixtures And Relationship to Their Performance* serta menurut penelitian Brown & Scholz (2000) yang mengacu pada metode ASTM mengatakan bahwa proses pengujian penuaan jangka pendek (Short term oven aging, STOA), dilakukan pengovenan pada suhu 135°C selama 4 jam sebelum dilakukan pemadatan dan pengujian penuaan jangka panjang (Long term oven aging, LTOA), dilakukan pengovenan pada suhu 85°C selama 2 hari setelah dilakukan pemadatan.

Pada Penelitian ini menggunakan jenis Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) yang merupakan lapisan aus dan berada di lapis permukaan paling atas yang mengalami kontak langsung dengan kendaraan yang melintasi di atasnya. Adapun proses dari pengujian penuaan campuran aspal jangka pendek (Short Term Oven Aging, STOA) dan pengujian penuaan jangka panjang (Long term oven aging, LTOA) untuk penuaan aspal ini tidak diambil secara langsung dari konstruksi jalan yang telah digunakan/ sedang dibuat, melainkan penuaan aspal ini dilakukan secara manual dilaboratorium dengan pengujian penuaan menggunakan metode Marshall Test. Untuk spesifikasi pencampuran aspal tersebut mengacu pada spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3 devisa 6.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perkerasan Lentur (*flexible pavement*)

Perkerasan lentur adalah jenis perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat untuk lapisan perkerasan. Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi sebagai penerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan dibawahnya.

2.2. Perkerasan Laston

Lapisan aspal beton (Laston) adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat, dicampur dan dihampar dalam keadaan panas serta dipadatkan pada suhu tertentu (Sukirman, S.,1992). Ciri lainnya adalah memiliki sedikit rongga dalam struktur agregatnya, saling mengunci satu dengan yang lainnya, oleh karena itu aspal beton memiliki sifat stabilitas tinggi dan relatif kaku. (Menurut Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum 2010). Sesuai fungsinya Laston (AC) mempunyai 3 macam campuran yaitu:

- Laston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama AC-WC (*Asphalt Concrete-Wearing Course*), dengan tebal nominal minimum adalah 4 cm.
- Laston sebagai lapisan antara, dikenal dengan nama AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course*), dengan tebal nominal minimum adalah 6 cm.
- Laston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama AC- Base (*Asphalt Concrete-Base*), dengan tebal nominal minimum adalah 7,5 cm.

Sebagai lapis permukaan perkerasan jalan, Laston (AC) mempunyai nilai struktur, kedap air, dan mempunyai stabilitas tinggi. Ketentuan sifat-sifat campuran beraspal panas menurut Spesifikasi Bina Marga 2010 untuk Laston (AC) bergradasi kasar, tertera pada Tabel 1. berikut ini :

Tabel 1. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Lapis Aspal Beton (LASTON)

Sifat-sifat Campuran	LASTON						
	AC-WC		AC-BC		AC-Base		
	H al us	K as ar	H al us	K a s ar	H al us	K as ar	
Kadar Aspal Efektif (%)	M in	5, 1	4, 3	4, 3	4, 0	4, 0	3, 5
Penyerapan Aspal (%)	M ak s.	1, 2					
Jumlah Tumbukan per Bidang		7				1	
Rongga dalam Campuran (VIM) (%)	M in ak s.	3, 0					
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	M in	1 5		1 4		1 3	
Rongga Terisi Aspal (VFB) (%)	M in	6 5		6 5		6 5	
Stabilitas Marshall (kg)	M in	8 0				1 8 0	
Pelelehan (FLOW) (mm)	M in ax	2, 0				3 6	
Marshall Quotient (kg/mm)		2 5 0				3 0 0	
Stabilitas Marshall Sisa setelah Perendaman 24 jam 60 C (%)	M in			90			
Rongga dalam Campuran pada Kepadatan Membal (%)	M in			2			

Sumber: Bina Marga, 2010

2.3 Unsur - Unsur Pembentuk Laston

2.3.1 Aspal

Aspal atau bitumen merupakan material yang berwarna hitam kecoklatan yang bersifat *viskoelastis* sehingga akan melunak dan mencair bila mendapat cukup pemanasan dan sebaliknya. Sifat *viskoelastis* inilah yang membuat aspal dapat menyelimuti dan menahan agregat tetap pada tempatnya selama proses produksi dan masa pelayanannya. Pada dasarnya aspal terbuat dari suatu rantai hidrokarbon yang disebut bitumen, oleh sebab itu aspal sering disebut material berbituminous. (Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas, Buku 1. Petunjuk umum). Fungsi aspal adalah sebagai bahan pengikat aspal dan agregat atau antara aspal itu sendiri, juga sebagai pengisi rongga pada agregat. Daya tahannya (*durability*) berupa kemampuan aspal mempertahankan sifat aspal akibat pengaruh cuaca dan tergantung pada sifat campuran aspal dan agregat. Sedangkan sifat adhesi dan kohesi yaitu kemampuan aspal mempertahankan ikatan yang baik. Sifat kepekaan terhadap temperaturnya aspal adalah material termoplastik yang bersifat lunak / cair apabila temperaturnya bertambah.

Berdasarkan bentuknya, aspal dapat dibedakan dalam 3 jenis yaitu :

a. Aspal keras (*Asphalt Cement*)

Aspal keras pada suhu ruang (250 – 300 C) berbentuk padat. AC dibedakan berdasarkan nilai penetrasi (tingkat kekerasannya). Untuk Aspal dengan penetrasi rendah digunakan di daerah ber cuaca panas, volume lalu lintas tinggi sedangkan aspal dengan penetrasi tinggi digunakan untuk daerah ber cuaca dingin, lalu lintas rendah. Aspal keras yang biasa digunakan yaitu:

- AC Pen 40/50
- AC Pen 60/70
- AC Pen 80/100
- AC Pen 120/150
- AC pen 200/300

b. Aspal cair (*Cut Back Asphalt*)

Aspal cair adalah campuran antara aspal keras dengan bahan pencair dari hasil penyulingan minyak bumi. Maka *cut back asphalt* berbentuk cair dalam temperatur ruang. Aspal cair digunakan untuk keperluan lapis resap pengikat (*prime coat*).

c. Aspal emulsi

Aspal emulsi adalah suatu campuran aspal dengan air dan bahan pengemulsi. Pada proses ini partikel-partikel aspal padat dipisahkan dan didispersikan dalam air.

2.3.2 Agregat

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, (Harold N. Atkins, PE. 1997).

Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan padat. ASTM mendefinisikan agregat sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa massa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen. Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan prosentase berat atau 75-85% agregat berdasarkan prosentase volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

2.3.1.1 Agregat Kasar

Menurut SNI 1970-2008 , Agregat Kasar adalah keriki sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 4,75 mm (No.4) sampai 40 mm (No.1^{1/2} Inchi).

Tabel 2. Ketentuan Agregat Kasar

Pengujuan		Standar	Nilai	
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	Natrium Sulfat	SNI 3407:2008	Maks.12 %	
	magnesium sulfat		Maks. 18 %	
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC modifikasi	SNI 2417:2008	100 putaran	Maks. 6%
	Semua jenis campuran aspal bergradasi lainnya		500 putaran	Maks. 30 %
			100 putaran	Maks. 8%
			500 putaran	Maks. 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 03-2439-2011	Min. 95 %	
Butir pecah pada agregat kasar		SNI 7619-2012	95,90 %	
Partikel Pipih dan Lonjong		ASTM D4791 Perbandingan 1 :5	Maks. 10 %	
Material lolos Ayakan No.200		SNI 03-4142-1996	Maks. 2 %	

Sumber: Speksifikasi Umum Bina Marga, 2010.(Revisi 3)

2.3.2.2 Agregat Halus

Berdasarkan SNI 03-6820-2002 Agregat halus adalah agregat besar butir maksimum 4,76 mm yang berasal dari alam atau hasil alam, Agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung, atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. (Speksifikasi Umum Bina Marga, 2010 Devisi 6).

Tabel 3. Ketentuan Agregat Halus

Pengujuan	Standar	Nilai
Nilai setara pasir	SNI 03-4428- 1997	Min 60 %
Angular dengan uji kadar rongga	SNI 03-6877-2002	Min 45
Gumpalan Lempung dan Butir – Butir Mudah pecah dalam agregat	SNI 03-4141-1996	Maks 1%
Agregat lolos Ayakan No. 200	SNI ASTM C117: 2012	Maks. 1%

Sumber: Speksifikasi Umum Bina Marga, 2010.(Revisi 3)

2.3.3 Bahan Pengisi (Filler)

Filler adalah suatu bahan berbutir halus yang lewat ayakan No. 200 (0,075 mm). Bahan filler sendiri dapat berupa : debu batu, kapur, Portland cement atau bahan lainnya (Bahan dan Struktur Jalan Raya, Ir. Soeprapto Tatomihardjo, M.Sc ; 1994) Filler mempunyai fungsi mempertinggi kepadatan dan stabilitas campuran, menambah jumlah titik kontak butiran, mengurangi jumlah bitumen yang digunakan untuk mengisi rongga dalam campuran.

Bahan pengisi (*filler*) harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan merupakan bahan 75 % lolos ayakan no.200 dan mempunyai sifat non plastis.

2.4 Campuran Aspal Panas (AHM)

Aspal adalah material utama pada konstruksi lapis perkerasan lentur (flexible pavement) jalan raya, yang berfungsi sebagai campuran bahan pengikat agregat, karena mempunyai daya lekat yang kuat, mempunyai sifat adhesif, kedap air, dan mudah dikerjakan. Aspal merupakan bahan yang plastis yang dengan kelenturannya mudah diawasi untuk dicampur dengan agregat. Lebih jauh lagi, aspal sangat tahan terhadap asam, alkali, dan garam. (Hendarsin, Shirley L, 2000).

2.5 Suhu Variasi Pencampuran Aspal

Suhu variasi sangat berpengaruh dalam pemanasan Aspal dikarenakan material yang termoplastis, berarti akan menjadi keras atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan lunak atau lebih cair jika temperatur bertambah. Kadar aspal cukup memberikan kelenturan. Stabilitas cukup memberikan kemampuan memikul beban sehingga tak terjadi deformasi yang merusak. Kadar rongga yang cukup memberikan kesempatan untuk pemadatan tambahan akibat beban berulang dan flow dari aspal. Kerapatan (*density*) pada saat pemadatan terjadi pada suhu lebih tinggi dari 275°F (135°C). Kerapatan menurun dengan cepat ketika pemadatan dilakukan pada suhu lebih rendah (Suparyanto, 2008).

Pada Tabel 2.9 ini memperlihatkan nilai viskositas aspal dan batasan suhu selama pencampuran, penghamparan, dan pemadatan pada proses pelaksanaan pekerjaan perkerasan jalan.

Tabel 4. Ketetapan *Viskositas* dan Temperatur Aspal untuk Pencampuran dan Pemadatan.

No	Prosedur Pelaksanaan	Viskositas Aspal (P.A.S)	Suhu Campuran (°C)
			Pen 60/70
1	Pencampuran benda uji Marshall	0,2	155 ± 1
2	Pemadatan benda uji Marshall	0,4	140 ± 1
3	pencampuran rentang temperatur sasaran	0,2 - 0,5	145 - 155
4	menuangkan campuran dari AMP kedalam truck	± 0,5	135 - 150
5	pasokan kealat penghamparan (paver)	0,5 - 1,0	130 - 150
6	penggilasan awal (roda baja)	1 - 2	125 - 145
7	penggilasan kedua (roda karet)	2 - 20	100 - 125
8	penggilasan terakhir (roda baja)	< 20	> 95

Sumber: Speksifikasi Umum Bina Marga, 2010.(Revisi 3)

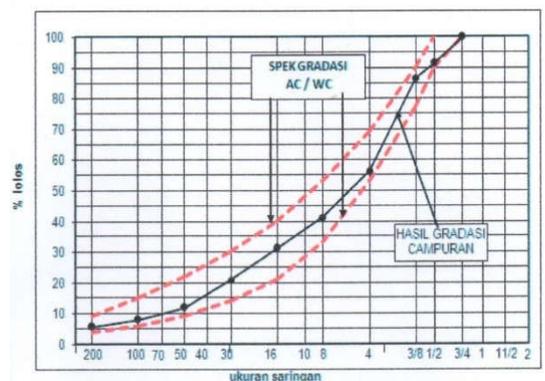
2.6 Gradasi

Gradasi agregat dinyatakan dalam persentase berat masing-masing contoh yang lolos pada saringan tertentu. Persentase ini ditentukan dengan menimbang agregat yang lolos atau tertahan pada masing-masing saringan. (Buku 1: Petunjuk umum, Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas)

Tabel 5. Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Laston AC-WC

Ukuran Saringan		AGREGAT % LOLOS			CAMPURAN (GABUNGAN)	Spek. AC-WC
		Agregat Kasar	Agregat Halus	Filler		
Inc	Mm	%	%	%		
1	25.40					
¾	19.10					100
½	12.70					90-100
3/8	9.50					77-90
No 4	4.75					53-69
No 8	2.46					33-53
No 16	1.18					21-40
No 30	0.60					14-30
No 50	0.30					9-22
No 100	0.15					6-15
No 200	0.075					4-9

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3)



Gambar 1. Gradasi Campuran Laston AC-WC Spesifikasi Bina Marga 2010

2.7 Penuaan (Again) Campuran Beraspal

Menurut beberapa sumber mengenai penuaan aspa pada campuran beraspal antara lain :

- Penuaan aspal adalah proses penurunan kualitas pada perkerasan lentur yang di pengaruhi oleh faktor lingkungan (udara, hujan, temperatur dan sinar matahari) selama proses pencampuran aspal dilakukan, temperatur yang tinggi juga akan beresiko menyebabkan penuaan secara dini dan akan semakin cepat jika tidak diperhatikan lamanya pencampuran. Penuan aspal yang dipengaruhi oleh temperatur disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu penguapan fraksi minyak

ringan yang terkandung dalam aspal dan oksidasi penuaan jangka pendek (*Short-term aging*) dan oksidasi yang progresif, yang disebut penuaan jangka panjang (*long-term aging*). (Huber and Decker.1995).

- b. Penuaan aspal merupakan suatu parameter yang digunakan untuk mengetahui durabilitas campuran beraspal. Penuaan aspal ini disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu penguapan fraksi minyak ringan yang terkandung dalam aspal dan oksidasi. (Bell, et. Al., 1994)
- c. Penuaan Penuaan merupakan suatu perubahan karakteristik campuran beraspal yang berupa pengerasan aspal yang diakibatkan oleh oksidasi. Oksidasi adalah pelepasan zat-zat yang terkandung pada aspal akibat lepasnya unsur hidrogen (H) yang berubah menjadi air (H₂O) yang diakibatkan oleh beberapa faktor lingkungan (udara, temperatur dan sinar matahari). Proses penuaan aspal merupakan salah satu penyebab terjadinya penurunan kualitas pada perkerasan lentur. Pada proses tersebut campuran beraspal mengalami pemanasan baik oleh matahari atau karena pemanasan untuk pengenceran aspal pada proses produksi dan konstruksi. Pemanasan yang berlangsung akan berpengaruh pada aspal, sehingga aspal menjadi lebih keras dan getas. (Millard.1993).

2.7.1 Penuaan Jangka Pendek (Short term oven again)

Penuan aspal yang dipengaruhi oleh temperatur disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu penguapan fraksi minyak ringan yang terkandung dalam aspal dan oksidasi penuaan jangka pendek (*Short-term aging*) dan oksidasi yang progresif, yang disebut penuaan jangka panjang (*long-term aging*). (Huber and Decker.1995).

Penuaan jangka pendek (*short-term aging*) ini terjadi pada saat proses pembuatan campuran beraspal di unit pencampuran aspal (*AMP*), selama pengangkutan dan saat penghamparannya di lapangan. Pada saat pencampuran aspal dengan agregat dipanaskan di unit pencampuran aspal (*AMP*), akan mengubah

komposisi aspal, dimana komponen cair dari aspal akan menguap atau aspal mengalami oksidasi.

Menurut *Brown & Scholz (2000)* dalam menentukan penuaan jangka pendek menemukan bahwa campuran beraspal yang disimpan dalam keadaan lepas (di laboratorium) pada suhu 135°C selama 4 jam akan meningkatkan kekakuan sebesar 9-24% dari campuran beraspal yang langsung dipadatkan tanpa proses penyimpanan. Peningkatan tersebut kurang lebih setara dengan nilai kekakuan sejumlah benda uji campuran beraspal yang diambil dari lapangan.

2.7.2 Penuaan Jangka Panjang (Long term oven again)

Penuan jangka panjang (*long-term aging*) ini terjadi selama masa pelayanan. Penuaan ini diakibatkan oleh oksidasi pada pekerasan aspal secara progresif atau pemanasan terus menerus akibat terkena cahaya matahari. Oksidasi yang terjadi akan merubah struktur dan komposisi molekul yang terkandung dalam aspal sehingga aspal menjadi lebih keras dan getas.

Menurut *Brown & Scholz (2000)* dalam menentukan penuaan panjang, metode dasar untuk mengevaluasinya dilakukan dengan mengambil contoh perkerasan lentur di lapangan yang memiliki kinerja baik kira-kira setelah 15 tahun masa pelayanan yang telah mengalami penuaan jangka panjang, kemudian benda uji tersebut diukur nilai kekakuannya. Ternyata interval nilai modulusnya hampir sama dengan campuran beraspal sejenis yang baru dibuat namun disimpan terlebih dahulu di dalam oven selama 2 hari pada suhu 85°C kemudian baru di padatkan.

Berkaca pada penelitian *Brown & Scholz (2000)* pada proses penuaan dapat juga diasumsikan 15 tahun pada kondisi lapangan sama halnya dengan kondisi 4 hari pada kondisi pengovenan laboratorium, sehingga dapat diasumsikan pengovenan selama 2 hari sama halnya dengan kondisi 5 tahun di lapangan begitu pula sebaliknya pada kondisi 3 hari pengovenan sama dengan 10 tahun pada lapangan.

2.8 Metode Marshall

Rancangan campuran berdasarkan metode *Marshall* ditemukan oleh Bruce *Marshall*. Pengujian *Marshall* bertujuan untuk mengukur daya tahan (stabilitas) campuran agregat dan aspal terhadap kelelahan plastis (*flow*). *Flow* didefinisikan sebagai perubahan deformasi atau regangan suatu campuran mulai dari tanpa beban, sampai beban maksimum.

Alat *marshall* merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *Proving ring* (cincin penguji) berkapasitas 22,2 KN (5000 lbs) dan *flowmeter*. *Proving ring* digunakan untuk mengukur nilai stabilitas, dan *flowmeter* untuk mengukur kelelahan plastis atau *flow*. Benda uji *marshall standart* berbentuk silinder berdiameter 4 inci (10,16 cm) dan tinggi 2,5 inci (6,35 cm).

2.8.2 Perendaman Marshall

Pengujian perendaman Marshall dilakukan pada benda uji yang telah disiapkan untuk setiap tipe campuran beraspal yang akan dilakukan perendaman dalam air pada suhu 60 °C di dalam water bath selama 24 jam, kemudian dilakukan uji Marshall untuk mendapatkan nilai stabilitas dan flow dari benda uji.

2.8.3 Parameter Pengujian Marshall

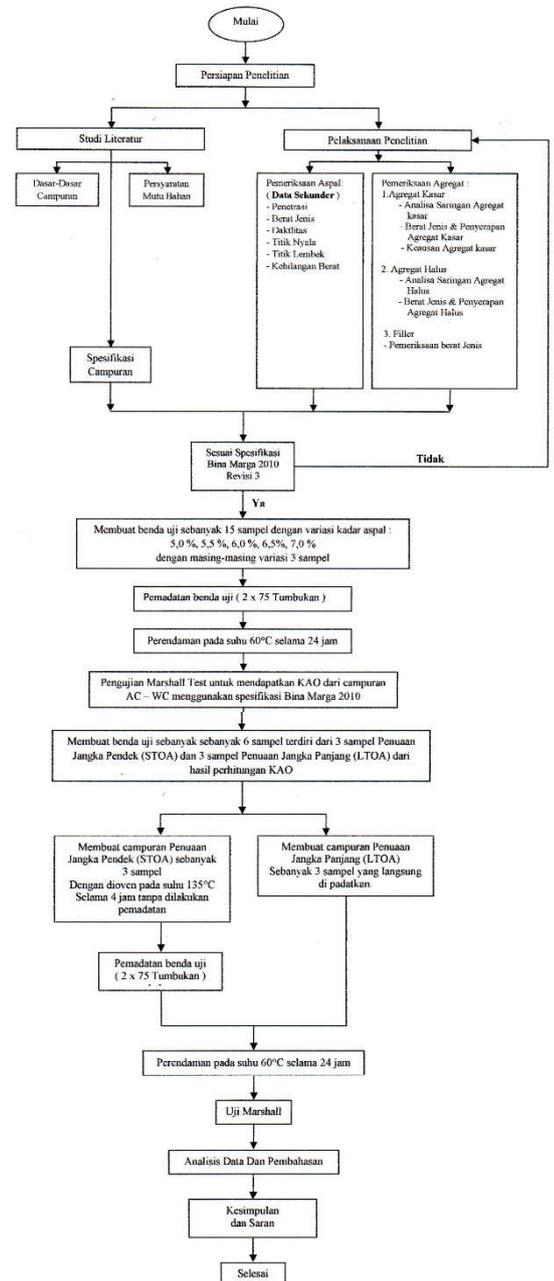
Parameter pengujian Marshall secara garis besar antara lain :

- Stabilitas Marshall
- Kelelahan (Flow)
- Marshall Quotient
- Rongga Terisi Aspal (VFA)
- Rongga Antar Agregat (VMA)
- Rongga Udara didalam Campuran (VIM)

3 METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yaitu dengan melakukan percobaan terhadap sejumlah benda uji dimana akan didapat data-data primer dan metode studi pustaka yang bertujuan mengkaji hubungan antara bahan-bahan yang diteliti dengan teori-teori yang ada dan didapat kesimpulan sementara. Metode-metode ini merupakan metode yang relevan karena metode tersebut memungkinkan didapatnya kebenaran yang objektif dengan adanya fakta-fakta serta literatur-literatur sebagai bukti.

Perencanaan campuran menggunakan metode Bina Marga dimana metode ini merupakan adaptasi dari metode Asphalt Institute (AI) untuk penggunaannya di Indonesia.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Tabel 6. Tabel Benda Uji

Sampel	Komposisi Filler	Kadar Aspal	Jumlah Benda Uji
A (AC-WC)	X%	5,0 %	3 Buah
		5,5 %	3 Buah
		6,0 %	3 Buah
		6,5 %	3 Buah
		7,0 %	3 Buah
B (STOA)	KAO	KAO	3 Buah
C (LTOA)	KAO	KAO	3 Buah
		Total	21 Buah

Sumber :Rencana Analisa

4 HASIL ANALISA PENELITIAN

Pada proses mendapatkan data, pemeriksaan agregat menggunakan data primer dan data sekunder yaitu dengan melakukan pengujian terhadap agregat tersebut seperti analisa saringan, abrasi, berat jenis, dan kepipihan, sementara pada pemeriksaan aspal penetrasi 60/70 menggunakan data sekunder yang telah ada. Berikut adalah hasil dari data pemeriksaan agregat dan aspal.

Tabel 7. Hasil Pemeriksaan Penetrasi 60/70

Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat		Satuan
		Min	Max	
Penetrasi 25°C, 100 Gr, 5 Detik	66	60	70	0,1 Mm
Titik Lembek	52	48	58	°C
Titik Nyala	305	200	-	°C
Daktalitas 25°C	130	100	-	Cm
Berat Jenis Aspal	1,1231	1	-	Gr/Cc
Penurunan Berat	0,1496	-	0,8	%
Penetrasi Setelah Penurunan Berat	57	54	-	0,1 Mm
Daktalitas Setelah Penurunan Berat	120	50	-	Cm

Sumber: Hasil pemeriksaan di Laboratorium Unit Pengujian Mutu Pembinaan Jasa Konstruksi (UPMPJK) Dinas PU Prov. Kalbar (Data Sekunder) tahun 2016

Tabel 8. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Batu 1 - 2 cm

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Keausan agregat (<i>Los Angeles</i>)	Maks 40 %	11,63 %	Memenuhi
2	Berat jenis <i>Bulk</i>	Min 2,5	2.669 gr/cm ³	Memenuhi
3	Berat jenis SSD	Min 2,5	2.686 gr/cm ³	Memenuhi
4	Berat jenis semu (<i>APParent</i>)	Min 2,5	2.715 gr/cm ³	Memenuhi
5	Penyerapan (<i>Absorption</i>)	Maks 3	0,629 %	Memenuhi

Sumber: Hasil pemeriksaan di Laboratorium Unit Pengujian Mutu Pembinaan Jasa Konstruksi (UPMPJK) Dinas PU Prov. Kalbar

Tabel 9. Hasil Pemeriksaan Batu Pecah 0,5 cm

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Keausan agregat (<i>Los Angeles</i>)	-	-	-
2	Berat jenis <i>Bulk</i>	Min 2,5	2,515 gr/cm ³	Memenuhi
3	Berat jenis SSD	Min 2,5	2,561 gr/cm ³	Memenuhi
4	Berat jenis semu (<i>APParent</i>)	Min 2,5	2,636 gr/cm ³	Memenuhi
5	Penyerapan (<i>Absorption</i>)	Mak 3	1,834 %	Memenuhi

Sumber: Hasil pemeriksaan di Laboratorium Unit Pengujian Mutu Pembinaan Jasa Konstruksi (UPMPJK) Dinas PU Prov. Kalbar 2018

Tabel 10. Hasil Pemeriksaan Abu Batu

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Berat jenis <i>Bulk</i>	Min 2,5	2,625 gr/cm ³	Memenuhi
2	Berat jenis SSD	Min 2,5	2,641 gr/cm ³	Memenuhi
3	Berat jenis semu (<i>APParent</i>)	Min 2,5	2,667 gr/cm ³	Memenuhi
4	Penyerapan (<i>Absorption</i>)	Mak 3	0,604 %	Memenuhi

Sumber: Hasil pemeriksaan di Laboratorium Unit Pengujian Mutu Pembinaan Jasa Konstruksi (UPMPJK) Dinas PU Prov. Kalbar 2018

Tabel 11. Hasil Pemeriksaan Pasir

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Berat jenis <i>Bulk</i>	Min 2,5	2,791 gr/cm ³	Memenuhi
2	Berat jenis SSD	Min 2,5	2,803 gr/cm ³	Memenuhi
3	Berat jenis semu (<i>APParent</i>)	Min 2,5	2,823 gr/cm ³	Memenuhi
4	Penyerapan (<i>Absorption</i>)	Mak 3	0,402 %	Memenuhi

Sumber: Hasil pemeriksaan di Laboratorium Unit Pengujian Mutu Pembinaan Jasa Konstruksi (UPMPJK) Dinas PU Prov. Kalbar 2018

Tabel 12. Hasil Pemeriksaan Semen Portland

No	Jenis Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil	Keterangan
1	Berat jenis <i>Bulk</i>	Min 2,5	3,15 gr/cm ³	Memenuhi
2	Berat jenis semu (<i>APParent</i>)	Min 2,5	3,15 gr/cm ³	Memenuhi

Sumber: Hasil pemeriksaan di Laboratorium Unit Pengujian Mutu Pembinaan Jasa Konstruksi (UPMPJK) Dinas PU Prov. Kalbar 2018

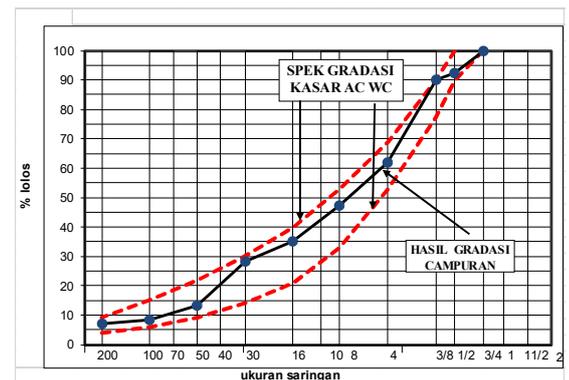
Dari hasil pengujian analisa saringan untuk masing - masing agregat maka diperoleh data untuk menentukan hasil proporsi pada campuran jenis AC-WC. Dalam perhitungan penentuan proporsi campuran yang akan dibuat untuk jenis AC-WC, perhitungannya dengan menggunakan cara coba - coba (*trial and*

error). Dengan cara ini, maka akan diperoleh seberapa besar presentase campuran dari masing-masing agregat pada campuran AC-WC tersebut yang ideal untuk digunakan dalam proses pencampuran. Maka dalam grafik akan dapat terlihat batasan-batasan spesifikasi untuk jenis campuran AC-WC baik itu yang gradasi sedang maupun semi senjang dan dari hasil agregat yang dianalisa didapat spesifikasi gradasi semi senjang yang memenuhi persyaratan. Hasil perhitungan proporsi campuran dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Campuran Proporsi Agregat Gradasi Gabungan

Ukuran Saringan	AGREGAT % LOLOS					HASIL GRADASI CAMPURAN (GABUNGAN)		SPESIFIKASI
	batu 1-2	Batu 0-5	Abu Batu	Pasir	Filler			
Inc	mm	10%	30%	40%	15%	5%		
1	25,40	100,00	100,0	100,0	100,0	100,0	100,00	
3/4	19,10	100,00	100,0	100,0	100,0	100,0	100,00	100
1/2	12,70	24,67	100,00	100,0	100,0	100,0	92,47	90 - 100
3/8	9,50	3,05	99,27	100,0	100,0	100,0	90,08	77 - 90
No 4	4,75	1,80	13,64	94,5	100,0	100,0	62,09	53 - 69
No 8	2,36	1,73	0,24	67,7	99,4	100,0	47,24	33 - 53
No 16	1,18	0,00	0,00	38,8	97,5	100,0	35,15	21 - 40
No 30	0,60	0,00	0,00	24,3	90,1	100,0	28,26	14 - 30
No 50	0,30	0,00	0,00	15,4	13,6	100,0	13,20	9 - 22
No 100	0,15	0,00	0,00	8,1	0,7	100,0	8,34	6 - 15
No 200	0,075	0,00	0,00	5,4	0,0	100,00	7,18	4 - 9

Sumber: Hasil pemeriksaan di Laboratorium Unit Pengujian Mutu Pembinaan Jasa Konstruksi (UPMPJK) Dinas PU Prov. Kalbar 2018



Gambar 3. Amplop Gradasi Gabungan

Tabel 14. Proporsi Campuran

Kadar Aspal Campuran (%)	5%	5,5%	6%	6,5%	7%
Proporsi Campuran AC-WC	1	2	3	4	5
	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)	(gram)
a. Batu Crusser 1 - 2	114,0	113,4	112,8	112,2	111,6
c. Batu Crusser 0,5	342,0	340,2	338,4	336,6	334,8
d. Stone Dust	456,0	453,6	451,2	448,8	446,4
e. Pasir	171,0	170,1	169,2	168,3	167,4
f. Filler	57,0	56,7	56,4	56,1	55,8
Aspal	60,0	66,0	72,0	78,0	84,0
Berat Total	1200	1200	1200	1200	1200

Sumber: Hasil pemeriksaan di Laboratorium Unit Pengujian Mutu Pembinaan Jasa Konstruksi (UPMPJK) Dinas PU Prov. Kalbar

4.3.1.1 Hasil Marshall Test Dengan Kadar Aspal 5 % - 7%

Untuk campuran Laston jenis AC-WC menggunakan Filler Semen Portland yang dilakukan di Laboratorium PU UPMPJK Batu layang diperoleh nilai stabilitas, Flow (kelelahan). Kemudian dengan analisa data yang ada, dapat diperoleh nilai - nilai VIM (*Void In Mix*), VMA (*Voids Mix in Agregate*), VFB (*Voids Filled Bitument*), dan MQ (*Marshall Quotient*) untuk campuran yang menggunakan kadar aspal 5 % - 7 %.

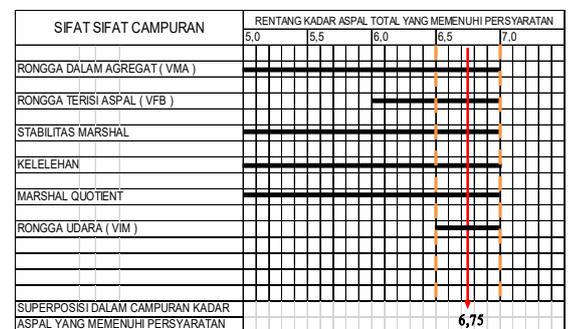
Tabel 15. Hasil Perhitungan Hubungan Kadar Aspal dengan Sifat Marshall

No.	Kadar Aspal (%)	Stabilitas (Kg/mm)	Flow (mm)	VIM	VFB	VMA	MQ
I	5	1229,8	3,8	6,2	68,7	19,9	323,6
	5	1328,1	3,9	7,2	65,2	20,8	340,3
	5	1344,5	4,2	6,4	68,0	20,1	320,1
	Rata-rata	1300,8	4,0	6,6	67,3	20,2	328,1
II	5,5	1344,5	4,0	8,0	61,1	20,5	336,1
	5,5	1328,1	4,1	8,1	60,6	20,6	323,9
	5,5	1360,9	3,9	7,5	62,7	20,1	349,0
	Rata-rata	1344,5	4,0	7,9	61,5	20,4	336,3
III	6	1509,2	4,2	8,4	58,0	19,9	359,1
	6	1444,8	4,0	8,4	57,9	20,0	360,8
	6	1414,1	3,8	8,0	59,4	19,6	372,1
	Rata-rata	1456,4	4,0	8,2	58,4	19,8	364,0
IV	6,5	1590,5	4,1	4,9	75,1	19,7	387,9
	6,5	1164,2	3,3	5,3	73,7	20,0	352,8
	6,5	1344,5	3,6	4,5	76,7	19,3	373,5
	Rata-rata	1366,4	3,7	4,9	75,2	19,7	371,4
V	7	1229,8	3,5	4,4	78,2	20,2	351,4
	7	1131,4	3,2	4,6	77,3	20,4	353,6
	7	1344,5	3,8	4,5	77,8	20,3	353,8
	Rata-rata	1235,2	3,5	4,5	77,7	20,3	352,9

Sumber: Hasil pemeriksaan di Laboratorium Unit Pengujian Mutu Pembinaan Jasa Konstruksi (UPMPJK) Dinas PU Prov. Kalbar 2018

4.3.1.2 Penentuan KAO Dengan Kadar Aspal 5 % - 7 %

Selanjutnya dari grafik dibawah ini dapat kita lihat spesifikasi yang memenuhi persyaratan untuk AC-WC dan batas spesifikasi tersebut berdasarkan nilai kadar aspalnya dapat diplot ke dalam diagram batang (*Bar chart*) baik untuk menggunakan Filler Instant Powder seperti terlihat gambar berikut:



Gambar 4. Diagram Batang Penentuan KAO

Tabel 16. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kadar Aspal

Filler	Kadar Aspal	Stabilitas (Kg/mm)	Flow (mm)	VIM	VFB	VMA	MQ	KAO
Semen Portland	5,0	1301	4,0	6,6	67,3	20,2	328	6,75
	5,5	1345	4,0	7,9	61,7	20,5	336	
	6,0	1456	4,0	8,2	58,4	19,8	364	
	6,5	1366	3,7	4,9	75,3	19,8	371	
	7,0	1235	3,5	4,5	77,9	20,4	353	

Sumber: Hasil pemeriksaan di Laboratorium Unit Pengujian Mutu Pembinaan Jasa Konstruksi (UPMPJK) Dinas PU Prov. Kalbar 2018

4.4. Hasil Pemeriksaan Pada Kadar Aspal Optimum (KAO)

Tabel 17. Proporsi Campuran Pada kadar Aspal Optimum

Kadar Aspal Campuran (%)		6,75%
Proporsi Campuran AC-WC		(gram)
a. Batu Crusser 1 - 2		111,9
b. Batu Crusser 0,5		335,7
c. Abu Batu		447,6
d. Pasir		167,9
e. Filler		56,0
f. Aspal		81,0
Berat Total		1200

Sumber: Hasil pemeriksaan di Laboratorium Unit Pengujian Mutu Pembinaan Jasa Konstruksi (UPMPJK) Dinas PU Prov. Kalbar 2018

Tabel 18. Hasil Perhitungan KAO

No	Kadar Aspal	Stabilitas	Flow (mm)	VIM	VFB	VMA	MQ
I	6,75%	1442,9	3,6	5,3	74,3	20,6	400,8
II	6,75%	1295,3	3,7	5,5	73,5	20,8	350,1
III	6,75%	1328,1	3,8	5,2	74,6	20,5	349,5
Rata - Rata		1355,5	3,7	5,3	74,1	20,6	366,8

Sumber: Hasil pemeriksaan di Laboratorium Unit Pengujian Mutu Pembinaan Jasa Konstruksi (UPMPJK) Dinas PU Prov. Kalbar

Tabel 19. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Filler	Kadar Aspal	Stabilitas	Flow (mm)	VIM	VFB	VMA	MQ
semen Portland	6,75%	1355,5	3,7	5,3	74,1	20,6	366,8

Sumber: Hasil pemeriksaan di Laboratorium Unit Pengujian Mutu Pembinaan Jasa Konstruksi (UPMPJK) Dinas PU Prov. Kalbar 2018

4.5. Hasil Pemeriksaan Shortl Term Aging (STOA) Pada Kadar Aspal Optimum (KAO)

Tabel 20. Hasil Perhitungan Shortl Term Aging (STOA) Pada Kadar Aspal Optimum (KAO)

	Kadar Aspal(%)	Stabilitas (Kg/mm)	Flow (mm)	VIM	VFB	VMA	MQ	
STOA	6,75	655,9	3,0	6,2	71,1	21,3	218,6	
	6,75	623,1	3,2	9,1	61,6	23,8	194,7	
	6,75	639,5	3,1	8,0	65,1	22,8	206,3	
	Rata-rata		639,5	3,1	7,7	66,0	22,6	206,5

Sumber: Hasil pemeriksaan di Laboratorium Unit Pengujian Mutu Pembinaan Jasa Konstruksi (UPMPJK) Dinas PU Prov. Kalbar 2018

Tabel 21. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Shortl Term Aging (STOA) Pada Kadar Aspal Optimum (KAO)

Filler	kadar aspal	Stabilitas	Flow (mm)	VIM	VFB	VMA	MQ
Semen Portland	6,75%	639,5	3,1	7,7	66,0	22,6	206,5

Sumber: Hasil pemeriksaan di Laboratorium Unit Pengujian Mutu Pembinaan Jasa Konstruksi (UPMPJK) Dinas PU Prov. Kalbar 2018

4.6. Hasil Pemeriksaan Long Term Aging (LTOA) Pada Kadar Aspal Optimum (KAO)

Tabel 22. Hasil Perhitungan Long Term Aging (LTOA) Pada Kadar Aspal Optimum (KAO)

	Kadar Aspal(%)	Stabilitas (Kg/mm)	Flow (mm)	VIM	VFB	VMA	MQ	
LTOA	6,75	787,0	3,4	0,3	98,0	16,4	231,5	
	6,75	672,3	3,1	1,1	93,8	17,0	216,9	
	6,75	606,7	3,2	0,4	97,7	16,5	189,6	
	Rata-rata		688,7	3,2	0,6	96,5	16,6	212,6

Sumber: Hasil pemeriksaan di Laboratorium Unit Pengujian Mutu Pembinaan Jasa Konstruksi (UPMPJK) Dinas PU Prov. Kalbar 2018

Tabel 23. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Long Term Aging (LTOA) Pada Kadar Aspal Optimum (KAO)

Filler	Kadar Aspal	Stabilitas	Flow (mm)	VIM	VFB	VMA	MQ
Semen Portland	6,75%	688,7	3,2	0,6	96,5	16,6	212,6

Sumber: Hasil pemeriksaan di Laboratorium Unit Pengujian Mutu Pembinaan Jasa Konstruksi (UPMPJK) Dinas PU Prov. Kalbar 2018

4.7. Hasil Pemeriksaan Sampel AC – WC Lapangan (Pembanding LTOA)

Tabel 24. Hasil Perhitungan Sampel Lapangan

	Stabilitas (Kg/mm)	Flow (mm)	VIM	VFB	VMA	MQ
	524,7	3,1	0,7	96,1	18,6	169,3
AC – WC Lapangan	524,7	3,1	0,8	95,9	19,5	169,3
	508,3	3,0	1,3	93,0	18,5	169,4
Rata-rata	519,2	3,1	0,9	95,0	18,9	169,3

Sumber: Hasil pemeriksaan di Laboratorium Unit Pengujian Mutu Pembinaan Jasa Konstruksi (UPMPJK) Dinas PU Prov. Kalbar 2018

Tabel 25. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Sampel Lapangan

kadar aspal	Stabilitas	Flow (mm)	VIM	VFB	VMA	MQ
6,0%	519,2	3,1	0,9	95,2	18,9	169,3

Sumber: Hasil pemeriksaan di Laboratorium Unit Pengujian Mutu Pembinaan Jasa Konstruksi (UPMPJK) Dinas PU Prov. Kalbar 2018

Tabel 26. Perbandingan Hasil Pengujian Marshall Pada Kadar Aspal Optimum (KAO), Penuaan Jangka Pendek (STOA), Penuaan Jangka Panjang (LTOA) dan Sampel Lapangan

Sifat Marshall	Spek.	Hasil Pengujian Marshall Pada Kadar Aspal Optimum (KAO), Penuaan Jangka Pendek (STOA), Penuaan Jangka Panjang (LTOA) dan Sampel Lapangan							
		KAO	Keterangan	STOA	Keterangan	LTOA	Keterangan	Sampel Lapangan	Keterangan
Stabilitas (kg)	≥ 800	1355,5	Memenuhi	639,5	Tidak Memenuhi	688,7	Tidak Memenuhi	519,2	Tidak Memenuhi
Kekakuan (mm)	2 - 4	3,7	Memenuhi	3,1	Memenuhi	3,2	Memenuhi	3,1	Memenuhi
MQ (kg/mm)	≥ 250	366,8	Memenuhi	206,5	Tidak Memenuhi	212,6	Tidak Memenuhi	169,3	Tidak Memenuhi
VMA (%)	≥ 15	20,6	Memenuhi	22,6	Memenuhi	16,6	Memenuhi	19,5	Memenuhi
VIM (%)	3 - 5	5,3	Memenuhi	7,7	Tidak Memenuhi	0,6	Tidak Memenuhi	0,9	Tidak Memenuhi
VFB (%)	≥ 65	74,1	Memenuhi	66,0	Memenuhi	96,5	Memenuhi	95,2	Memenuhi

Sumber: Hasil pemeriksaan di Laboratorium Unit Pengujian Mutu Pembinaan Jasa Konstruksi (UPMPJK) Dinas PU Prov. Kalbar 2018

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Kinerja Perkerasan Campuran Aspal AC-WC Terhadap Sifat Penuaan Aspal menggunakan spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3, di Laboratorium Unit Pengujian Mutu dan Pengembangan Jasa Konstruksi (UPMPJK) Dinas PU Prov. Kalbar serta dilengkapi dengan analisa data, selanjutnya dari hasil analisis data yang diperoleh dalam penelitian maka peneliti menarik beberapa kesimpulan yaitu :

- Dari hasil analisis Marshall Test di dapat kadar aspal optimum (KAO) 6,75% dari hasil uji coba kadar aspal dengan nilai 5% - 7%. Dari pengujian kadar aspal optimum (KAO) 6,75% didapat hasil yang memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3 . Dengan nilai stabilitas sebesar 1355,5 Kg, Flow 3,7 mm, VIM 5,3 %, VFB 74,1 %, VMA 20,6 % dan MQ 366,8 Kg. Untuk penelitian selanjutnya yaitu pengujian penuaan aspal jangka pendek (STOA) dan penuaan jangka panjang (LTOA) digunakan nilai 6,75% dari Kadar Aspal Optimum (KAO).
- Dari hasil pengujian Marshall Test terhadap penuaan aspal jangka pendek (STOA) dan penuaan aspal jangka panjang (LTOA) didapat nilai Marshall Test antara lain :

- Pada pengujian penuaan aspal jangka pendek (STOA) di dapat nilai stabilitas sebesar 639,5 Kg (tidak memenuhi persyaratan Bina Marga 2010 revisi 3), Flow 3,1 mm, VIM 7,7 % (tidak memenuhi persyaratan Bina Marga 2010 revisi 3), VFB 66,0 %, VMA 22,6 % dan MQ 206,5 Kg (tidak memenuhi persyaratan Bina Marga 2010 revisi 3).
- Pada pengujian penuaan aspal jangka panjang (LTOA) di dapat nilai stabilitas sebesar 688,7 Kg (tidak memenuhi persyaratan Bina Marga 2010 revisi 3), Flow 3,2 mm, VIM 0,6 % (tidak memenuhi persyaratan Bina Marga 2010 revisi 3), VFB 96,5

%, VMA 16,6 % dan MQ 212,6 Kg (tidak memenuhi persyaratan Bina Marga 2010 revisi 3).

- Pada pengujian sampel lapangan (5 tahun) di dapat nilai stabilitas sebesar 519,2 Kg (tidak memenuhi persyaratan Bina Marga 2010 revisi 3), Flow 3,1 mm, VIM 0,9 % (tidak memenuhi persyaratan Bina Marga 2010 revisi 3), VFB 95,2 %, VMA 19,5 % dan MQ 169,3 Kg (tidak memenuhi persyaratan Bina Marga 2010 revisi 3).
- Dari hasil pengujian penuaan aspal jangka pendek (STOA), pengujian penuaan aspal jangka panjang (LTOA) dan pengujian sampel lapangan (5 tahun) didapat 3 sifat Marshall yang tidak memenuhi persyarat dari Bina Marga 2010 revisi 3 antara lain dari nilai stabilitas, nilai dari MQ dan nilai VIM.

5.2 Saran

Setelah dilakukan serangkaian kegiatan penelitian dan pengamatan yang dilakukan di Laboratorium Unit Pengujian Mutu dan Pengembangan Jasa Konstruksi (UPMPJK) Dinas PU Prov. Kalbar dalam penulisan skripsi ini, penulis dapat memberikan saran – saran antara lain :

- a. Penggunaan material dari sumber quarry yang berbeda bisa menjadi bahan pertimbangan untuk penelitian berikutnya, karena bukan tidak mungkin penggunaan material dari sumber yang berbeda dapat memberikan perubahan dan perbedaan dari campuran yang akan dibuat.
- b. Dalam penelitian perlu di perhatikan suhu dalam membuat sampel agar sampel yang dibuat mendapatkan hasil yang sesuai, serta jika menggunakan pembanding lapangan sebaiknya menggunakan pembanding yang dipersyaratkan, agar di dapat hasil uji yang tidak jauh berbeda.
- c. Karena sifatnya yang merupakan percobaan pengujian dilaboratium ,maka perlu ketelitian dalam

pengukuran bahan – bahan dan pembacaan data – data yang dihasilkan, begitu juga dalam penimbangan bahan dan material serta pembacaan alat – alat agar dapat menghasilkan data – data yang baik dan benar.

- d. Dalam pembuatan sampel agar lebih teliti dalam proporsi campuran yang akan digunakan guna mendapatkan hasil penelitian yang tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Angga Dwi Agus Setiawan, 2003, *Pengaruh Penuaan dan Lama Perendaman Terhadap Durabilitas Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Balai Bahan dan Perkerasan Jalan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum. 2009. *Modul Pengendalian Mutu Pekerjaan Aspal dan Agregat*.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementrian Pekerjaan Umum. 2010. *Spesifikasi Umum*. Edisi 2010 (Revisi 3). **Divisi 6 Perkerasan Aspal**.
- Tyan Indhasari, 2013, *Pengaruh Penuaan Aspal Terhadap karakteristik Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) Gradasi Kasar Dengan Acuan*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- SNI 06-2440-1991. *Metode Pengujian Kehilangan Berat Minyak Dan Aspal Dengan Cara A*
- RSNI 03-1737-1989. *Pelaksanaan Lapis Campuran Beraspal Panas*. Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum. 2005
- SNI 03-1968-1990. **Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Kasar dan Halus**. Pusjatan Balitbang Pekerjaan Umum.

Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.

Totomiharjo, Soeprapto 1994. *Bahan dan Struktur Jalan Raya*. Universitas Gajah Mada: Biro Penerbit.