



TR-2

STUDI EKSPERIMENTAL KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN AC-BC MENGGUNAKAN ASBUTON MODIFIKASI TIPE RETONA BLEND 55 SEBAGAI BAHAN PENGIKAT

Irianto^{1*}, Franky E.P. Lapian¹, Pangeran Holong Sitorus²

^{1*}Magister Rekayasa Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jayapura
email : irian.anto@gmail.com

^{1*}Magister Rekayasa Teknik Sipil, Universitas Yapis Papua, Jayapura
email : edwinlapian31031975@gmail.com

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yapis Papua, Jayapura
email : pangeransitorus1@gmail.com

ABSTRAK

Penyebaran *Asphalt Mixing Plant* belum merata di Indonesia sehingga menyulitkan proses pengadaan dan pengembangan jalan di daerah-daerah yang tidak memiliki AMP. Saat ini telah beredar di pasaran produk asbuton campuran panas hampar dingin (*cold paving hot mix asbuton*), yang terdiri dari agregat, asbuton butir, bahan peremaja dan bahan tambah lain bila diperlukan sesuai dengan ketentuan spesifikasi, yang dihampar dan dipadatkan pada temperatur udara. Pencampuran panas dilakukan secara fabrikasi kemudian dipasarkan dalam bentuk kemasan. Sedangkan penghamparan dan pemadatan dilakukan secara dingin (temperatur udara). Sehingga produk ini juga bisa menjadi alternatif pilihan terutama untuk pembangunan jalan di daerah yang memiliki keterbatasan Unit Pencampur Aspal seperti di daerah-daerah terpencil dan pulau-pulau kecil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar Asbuton modifikasi pada karakteristik Marshall campuran panas lapis pengikat (*Asphalt Concrete Binder Course*) AC-BC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai Stabilitas Marshall yang diperoleh pada kandungan kadar asbuton modifikasi 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6%, dan 6,5% sebesar 1218,57 kg, 1415,22 kg, 2251,01 kg, 1548,67 kg, dan 1243,15 kg. Dari hasil ini yang paling optimal adalah kandungan kadar asbuton modifikasi 5,5% dan yang paling kecil kandungan kadar asbuton modifikasi 4,5%. Berdasarkan hubungan antara kandungan kadar asbuton modifikasi dan kuat tekan maka didapatkan kandungan kadar aspal optimum berada pada kadar 5,5%. Nilai hasil pengujian ini sesuai dengan spesifikasi penentuan kadar aspal efektif oleh Departemen Pekerjaan Umum tahun 2006.

Kata kunci: *Asphalt Mixing Plant*, *Retona Blend 55*, Karakteristik Marshall

PENDAHULUAN

Perkembangan pembangunan jalan di Indonesia akhir-akhir ini mengalami peningkatan. Hal ini mengakibatkan kebutuhan akan aspal yang merupakan salah satu bahan yang digunakan dalam campuran perkerasan juga ikut meningkat. Aspal beton (AC) atau lapis aspal beton (*laston*) salah satu jenis perkerasan fleksibel yang banyak diterapkan di Indonesia. Laston yang dikenal di Indonesia terdiri dari *asphalt concrete wearing course*, *asphalt concrete binder course* (AC BC), dan *asphalt concrete base* (AC base). Campuran aspal AC BC merupakan lapis pengikat dengan gradasi yang lebih kasar dari AC WC tetapi lebih halus daripada AC base. Laston biasanya digunakan pada daerah yang mengalami deformasi tinggi seperti daerah pegunungan, gerbang tol atau pada daerah dekat lampu lalu lintas dan daerah dengan lalu lintas berat.

Indonesia memiliki aspal alam dikenal dengan nama asbuton, dinamakan demikian karena lokasi aspal berada di pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Kadar bitumen dalam asbuton bervariasi dari 10-40%, bahkan pada beberapa lokasi dijumpai dengan kadar bitumen 90% yang dapat dijumpai pada daerah Kabungka dan Lawele. Asbuton memiliki deposit cukup besar sekitar 600 juta ton (Affandi, 2006). Deposit asbuton diperkirakan setara dengan 24 juta aspal minyak (Tjaronge, 2012).

Kebutuhan aspal minyak di Indonesia lebih besar dibandingkan dengan produksi aspal minyak yang ada. Impor aspal minyak dari luar negeri menjadi salah satu cara untuk mengantisipasi agar hal ini tidak terus terjadi. Penggunaan aspal alam Indonesia, yaitu Asbuton dapat menjadi alternatif dalam menangani hal tersebut. Untuk itu, berbagai penelitian dan pengembangan Asbuton terus dilakukan hingga saat ini.

Beberapa ahli perkerasan jalan telah melakukan penelitian pemanfaatan asbuton sebagai bahan substitusi aspal penetrasi 60/70. Jenis asbuton umumnya digunakan jenis Lawele, *Buton rock asphalt* (BRA) dan BGA dengan tipe 20/25 (Affandi dkk, 2006, Hermadi dkk, 2006, Suaryana dkk, 2008).

Pengembangan teknologi aspal terus dilakukan hingga saat ini. Asbuton modifikasi (retona) merupakan campuran antara aspal alam buton dengan aspal minyak yang diolah menjadi satu menggunakan alat dengan spesifikasi berupa bitumen minimal 90% dan mineral maksimal 10%. Asbuton modifikasi memiliki kestabilan, ketahanan, *workability*, stabilitas dan usia pelayanan yang lebih baik dibanding dengan jenis aspal lainnya.

Perkembangan jumlah beban lalu lintas yang akan diterima oleh jalan mengakibatkan masa layanan dari lapisan perkerasan akan berkurang. Beban tekan dan beban tarik adalah dua pembebanan yang dialami oleh suatu lapisan perkerasan jalan. Untuk beban tekan dapat diperoleh besarnya nilai dengan pengujian Marshall secara langsung. Sejumlah aturan telah dikeluarkan oleh Bina Marga untuk mengetahui karakteristik dari campuran beraspal baik campuran beraspal panas maupun campuran beraspal dingin, khususnya campuran aspal emulsi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar Asbuton modifikasi pada karakteristik Marshall campuran panas lapis pengikat (*Asphalt Concrete Binder Course*) AC-BC.

LANDASAN TEORI

Perkerasan jalan adalah suatu sistem yang terdiri dari beberapa lapis material yang diletakkan pada tanah dasar (*subgrade*). Tujuan utama dari dibangunnya perkerasan adalah untuk memberikan permukaan yang rata dengan kekesatan tertentu, dengan umur layanan cukup panjang, serta pemeliharaan yang minimum. Perkerasan berfungsi untuk melindungi tanah dasar dan lapisan-lapisan pembentuk perkerasan supaya tidak mengalami tegangan dan regangan yang berlebihan oleh akibat beban lalu lintas. Perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.

Lapis permukaan biasanya dibagi menjadi lapis aus dan lapis pengikat yang diletakkan secara terpisah. Lapis pondasi dan lapis pondasi bawah juga dapat diletakkan dalam bentuk komposit yang terdiri dari material-material yang berbeda, yaitu pondasi atas (*upper base*) dan pondasi bawah (*lower base*), atau pondasi bawah bagian atas (*upper subbase*) dan pondasi bawah bagian bawah (*lower subbase*).

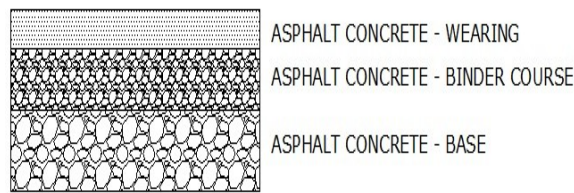
Menurut Bina Marga (2007), Aspal beton merupakan campuran yang homogen antara agregat (agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi atau *filler*) dan aspal sebagai bahan pengikat yang mempunyai gradasi tertentu, dicampur, dihamparkan dan dipadatkan pada suhu tertentu untuk menerima beban lalu lintas yang tinggi.

Aspal Beton (AC) adalah campuran untuk perkerasan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi (*filler*) dan aspal dengan proporsi tertentu. Lapisan ini harus bersifat kedap air, memiliki nilai struktural dan awet. Lapisan Aspal Beton (*Asphalt Concrete*) dapat dibagi ke dalam 3 macam campuran sesuai dengan fungsinya, yaitu (Sukirman,2003) :

Laston Lapis Aus (*Asphalt Concrete-Wearing Course*, AC-WC)

Laston Lapis Permukaan Antara (*Asphalt Concrete-Binder Course*, AC-BC)

Laston Lapis Pondasi (*Asphalt Concrete-Base*, AC-Base)



Gambar 1. Konstruksi Lapisan Pondasi Atas (*Base*), Lapisan Pengikat (*Binder Course*) dan Lapisan Permukaan (*Wearing Course*)

Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat dan bahan pengisi, harus memenuhi batas-batas yang diberikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal

Ukuran Ayakan (mm)	% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat dalam Campuran								
	Latasir (SS)		Lataston (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
9,5	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	33-53	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	4-10
0,075	10-15	8-13	6-10	2-9	6-10	4-8	4-9	4-8	3-7

Lapis aspal beton adalah lapisan pada konstruksi jalan raya, yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus (*well graded*) dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Jenis agregat yang digunakan terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan filler, sedangkan aspal yang digunakan sebagai bahan pengikat untuk lapis aspal beton harus terdiri dari salah satu aspal keras penetrasi 40/50, 60/70 dan 80/100 yang seragam, tidak mengandung air bila dipanaskan sampai suhu 175°C tidak berbuis dan memenuhi persyaratan sesuai dengan yang ditetapkan. Pembuatan Lapis Aspal Beton (Laston) dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapis antara (*binder*) pada perkerasan jalan yang mampu memberikan sumbangan daya dukung yang terukur serta berfungsi sebagai lapisan kedap air yang dapat melindungi konstruksi dibawahnya (Bina Marga, 1987).

Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat dan bahan pengisi, harus memenuhi batas-batas yang diberikan dalam Tabel 1. Menurut Sukirman (2003) menjelaskan bahwa lapis aspal beton (Laston) digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas berat, laston juga dikenal dengan nama AC (*Asphalt Concrete*). Ada tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh aspal beton sebagai berikut :

Tahan terhadap tekanan (*stability*)

Tahan terhadap tekanan adalah kemampuan dari suatu perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur dan *bleeding*. Jalan yang melayani volume lalu lintas yang tinggi dan dominan terdiri dari kendaraan berat, membutuhkan suatu perkerasan jalan dengan stabilitas yang tinggi. Faktor yang dapat mempengaruhi nilai stabilitas aspal beton adalah gesekan internal dan kohesi.

Keawetan (*durability*)

Keawetan adalah kemampuan beton aspal untuk menerima repetisi beban lalu lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim, seperti udara, air atau perubahan temperatur. Durabilitas beton aspal dipengaruhi oleh tebalnya *film* atau selimut aspal, banyaknya pori dalam campuran, kepadatan dan kedap airnya campuran. Semakin tebal *film* aspal akan mengakibatkan mudah terjadi *bleeding* yang akan menyebabkan jalan semakin licin.

Kelenturan (*flexibility*)

Kelenturan adalah kemampuan dari beton aspal untuk menyesuaikan diri akibat penurunan (konsolidasi/*settlement*) dan pergerakan dari pondasi atau tanah dasar, tanpa terjadi retak. Penurunan terjadi akibat repetisi beban lalu lintas, ataupun penurunan akibat berat sendiri tanah timbunan yang dibuat di atas tanah asli. Fleksibilitas dapat ditingkatkan dengan mempergunakan agregat yang bergradasi terbuka dengan kadar aspal yang tinggi.

Ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*)

Ketahanan terhadap kelelahan adalah suatu kemampuan dari beton aspal untuk menerima lendutan berulang akibat repetisi beban, tanpa terjadinya kelelahan berupa alur dan retak.

Kekesatan atau tahanan geser (*skid resistance*)

Kekesatan atau tahanan geser adalah kemampuan permukaan beton aspal terutama pada kondisi basah, memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga roda kendaraan tidak tergelincir, ataupun slip. Selain itu agregat yang digunakan tidak saja harus mempunyai permukaan yang kasar, tetapi juga harus mempunyai daya tahan untuk permukaannya tidak mudah menjadi licin akibat repetisi kendaraan.

Kedap air (*impermeable*)

Kedap air adalah kemampuan beton aspal untuk tidak dapat dimasuki oleh air ataupun udara ke dalam lapisan beton aspal. Air dan udara dapat menyebabkan terjadinya percepatan proses penuaan aspal, dan pengelupasan *film*/selimut aspal dari permukaan agregat. Tingkat *impermeabilitas* beton aspal berbanding terbalik dengan tingkat durabilitasnya.

Mudah dilaksanakan (*workability*)

Workability adalah kemampuan campuran beton aspal untuk mudah dihamparkan dan dipampatkan. Faktor yang mempengaruhi tingkat kemudahan dalam proses penghamparan dan pepadatan adalah *viskositas* aspal, kepekaan aspal terhadap perubahan temperatur gradasi serta kondisi agregat.

Agregat

Agregat yang merupakan bahan utama untuk struktur jalan, adalah sekumpulan butir-butir batu pecah dan pasir, atau mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun buatan. Lapis perkerasan mengandung 90-95% agregat berdasarkan persen berat, atau 75-85% agregat berdasarkan persen volume. Agregat yang digunakan harus dalam keadaan bersih dari kotoran, bahan-bahan organik atau bahan lain yang tidak dikehendaki, karena akan mengurangi kinerja campuran. (Hary C., 2015)

Agregat atau batu, atau granular material adalah material berbutir yang keras dan kompak. Agregat mempunyai peranan yang sangat penting dalam prasarana transportasi, khususnya dalam hal ini pada perkerasan jalan. Daya dukung perkerasan jalan ditentukan sebagian besar oleh karakteristik agregat yang digunakan. Pemilihan agregat yang tepat dan memenuhi persyaratan akan sangat menentukan dalam keberhasilan pembangunan atau pemeliharaan jalan (Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas, Departemen Pekerjaan Umum).

Agregat atau batu, atau granular material adalah material berbutir yang keras dan kompak. Istilah agregat mencakup antara lain batu bulat, batu pecah, abu batu, dan pasir. Agregat mempunyai peranan yang sangat penting dalam prasarana transportasi, khususnya dalam hal ini pada perkerasan jalan. Daya dukung perkerasan jalan ditentukan sebagian besar oleh karakteristik agregat yang digunakan. Pemilihan agregat

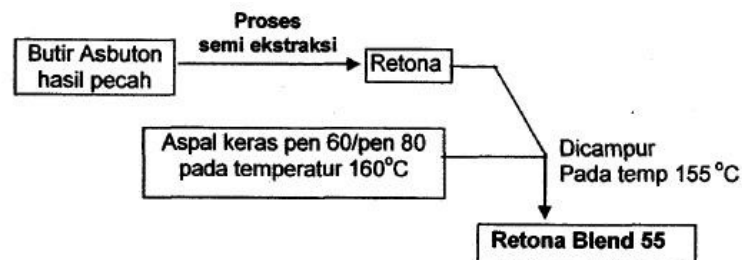
yang tepat dan memenuhi persyaratan akan sangat menentukan dalam keberhasilan pembangunan atau pemeliharaan jalan. Kualitas suatu agregat sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat yang dikandungnya. Di antara sifat-sifat yang ada yaitu *strength* atau kekuatan, *durability* atau keawetan, *adhesiveness* atau daya rekat terhadap aspal dan *workability* atau kemudahan dalam pelaksanaan.

Agregat, batu, atau granular material adalah material berbutir yang keras dan kompak. Istilah agregat mencakup antara lain batu bulat, batu pecah, abu batu, dan pasir. Agregat mempunyai peranan yang sangat penting dalam prasarana transportasi, khususnya dalam hal ini pada perkerasan jalan. Daya dukung perkerasan jalan ditentukan sebagian besar oleh karakteristik agregat yang digunakan. Pemilihan agregat yang tepat dan memenuhi persyaratan akan sangat menentukan dalam keberhasilan pembangunan atau pemeliharaan jalan (Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas, Departemen Pekerjaan Umum).

Asbuton Modifikasi (Retona)

Refinery buton asphalt (retona) adalah asbuton Kabungka atau Lawele yang telah dikurangi jumlah mineral di dalamnya (dengan cara semi ekstraksi menggunakan bahan kimia) dan dicampur dengan aspal minyak. Selanjutnya, siap untuk dicairkan di dalam tangki aspal AMP dengan atau tanpa tambahan aspal minyak lagi untuk dipompa ke dalam *pugmill* yang berisi agregat. (Soehartono, 2015).

Aspal Buton Tipe Retona Blend 55 merupakan aspal alam buton dengan aspal minyak yang diolah menjadi satu menggunakan alat dengan spesifikasi berupa bitumen minimal 90% dan mineral maksimal 10%. Pada penelitian ini kami menggunakan jenis aspal alam mutu tinggi (*Retona Blend 55*) yang didapat dari PT. Olah Bumi Mandiri-Jakarta. Retona merupakan gabungan antara asbuton butir yang telah diekstraksi sebagian dengan aspal keras pen 60 atau pen 80 yang pembuatannya dilakukan secara fabrikasi dengan proses seperti diperlihatkan pada bagan alir pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur proses pembuatan asbuton modifikasi *Blend 55* secara fabrikasi

Penggunaan *Retona* diharapkan dapat mengatasi kelemahan aspal penetrasi 60/70 tersebut. Asbuton modifikasi dikembangkan melalui proses penyulingan dan ekstraksi asbuton. Proses tidak mengeluarkan semua mineral dari asbuton, tetapi hanya mempertahankan *Refinery Buton Asphalt* (*Retona*). Asbuton modifikasi tersebut dieksplorasi oleh PT. Olah Bumi Mandiri yang diproduksi di Jakarta. Asbuton modifikasi ini merupakan bahan *additif* (tambahan) campuran aspal minyak, guna mempertinggi kualitas titik leleh. Dalam penelitian ini jenis *Retona* yang digunakan adalah *Retona Blend 55* yang dapat langsung dipakai seperti aspal biasa. *Retona Blend 55* adalah campuran antara aspal minyak penetrasi 60 atau penetrasi 80 dengan asbuton hasil olahan semi ekstraksi (*refinery buton asphalt*).

Pengujian Aspal dengan Metode *Marshall*

Rancangan campuran berdasarkan metode *Marshall* ditemukan oleh Bruce *Marshall*, dan telah di standarisasi oleh ASTM ataupun AASHTO melalui beberapa modifikasi, yaitu ASTM D 1559-76, atau AASHTO T-245-90. Prinsip dasar metode *Marshall* adalah pemeriksaan stabilitas dan kelelahan (*flow*), serta analisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk. 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* berbentuk silinder berdiameter 4 inchi (10,2 cm) dan tinggi 2,5 inchi (6,35 cm). Prosedur pengujian *Marshall* mengikuti SNI 06-2489-1991, AASHTO T 245-90 atau ASTM D 1559-76. Secara garis besar pengujian *Marshall* meliputi : persiapan benda uji,

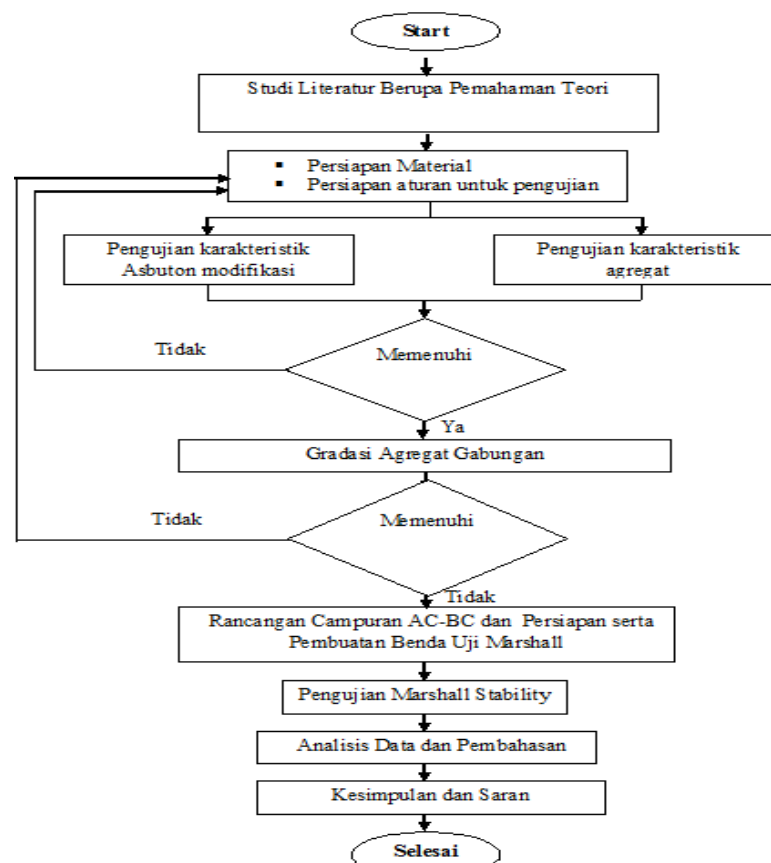
penentuan berat jenis bulk dari benda uji, pemeriksaan nilai stabilitas dan *flow*, dan perhitungan sifat volumetrik benda uji. Pada persiapan benda uji, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- Jumlah benda uji yang disiapkan.
- Persiapan agregat yang akan digunakan.
- Penentuan temperatur pencampuran dan pemadatan.
- Persiapan campuran aspal beton.
- Pemadatan benda uji.
- Persiapan untuk pengujian Marshall.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam kajian ini adalah metode eksperimen di laboratorium. Campuran aspal panas diproduksi dengan menggunakan Asbuton modifikasi tipe Retona Blend 55. Kemudian dilakukan pengkajian dan pengujian stabilitas dengan *Marshall Test*. Penelitian ini di laksanakan di Laboratorium Laboratorium Balai Besar Jalan Nasional Abepura, Jayapura, Penelitian ini rencana dilaksanakan selama 2 bulan dimulai dari bulan Januari sampai Maret 2018.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Material Penelitian

Adapun bahan/material yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Material agregat kasar, agregat halus dan abu batu diambil dari pemecah batu yang ada di sekitar Abepura, Jayapura.



- Asbuton modifikasi tipe Retona Blend 55 diperoleh dari salah satu produsen aspal emulsi di Indonesia.

Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji mengacu pada SNI 03-6758-2002 yang mengadopsi ASTM D 1074-02, diawali dengan penimbangan komponen penyusun campuran, yaitu agregat dan asbuton modifikasi sesuai rancangan *mix design*.

Gabungan agregat dipanaskan pada suhu 124-127°C, dan aspal dipanaskan dengan tempat terpisah pada suhu 110°C. Setelah mencapai suhu tersebut, agregat dan asbuton modifikasi dicampur sambil diaduk secara basah selama paling sedikit 90 detik atau paling lama 120 detik.

Selanjutnya, campuran dimasukkan ke *mould* silinder yang telah dilapisi kertas saring di kedua sisinya. Proses ini dilakukan dengan menuangkan campuran sebanyak 3 lapisan, dimana setiap lapisan ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali (15 kali di bagian tepi dan 10 kali di bagian tengah). Kemudian proses pemadatan campuran pada suhu 110°C dilakukan dengan alat penumbuk (berat 4,5 kg dan tinggi jatuh 45,7 cm) dengan jumlah tumbukan 75 kali untuk setiap bidang. Setelah kondisi dingin, benda uji yang telah dipadatkan dikeluarkan dari *mould* dengan menggunakan *ejector*. Setelah dikeluarkan dari *mould* maka benda uji siap diberikan perlakuan sesuai dengan aturan Bina Marga untuk penentuan KAO.

Pengujian Karakteristik Agregat

Jenis pengujian dan metode pengujian agregat kasar (*chipping*), abu batu, serta *filler* ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Metode Pengujian Karakteristik Agregat Kasar

Pengujian	Metode Pengujian
Penyerapan Air	SNI 03-1969-1990
Berat Jenis	SNI 03-1969-1990
Indeks Kepipihan	RSNI T-01-2005
Keausan Agregat	SNI 2417-2008

Tabel 3. Metode Pengujian Karakteristik Abu Batu dan *Filler*

Pengujian	Metode Pengujian
Penyerapan Air	SNI 03-1970-1990
Berat Jenis	SNI 03-1970-1990
Sand Equivalent	SNI 03-4428-1997

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan karakteristik agregat dilakukan untuk menentukan kelayakan agregat digunakan. Tabel 4 sampai dengan Tabel 6 menunjukkan hasil pengujian karakteristik agregat yang telah dilakukan. Berdasarkan dari hasil pengujian karakteristik agregat kasar dan halus terlihat bahwa agregat yang digunakan memenuhi spesifikasi Bina Marga untuk bahan jalan yang disyaratkan.

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Pemeriksaan	(Batu Pecah)	
	0,5 - 1 (cm)	1 - 2 (cm)
Penyerapan air, %	2.071	2.08
Berat jenis bulk	2.622	2.627
Berat jenis Saturated Surface Dry (SSD)	2.677	2.682
Berat jenis semu	2.773	2.779
Indeks kepipihan, %	20.1	9.38
Keausan agregat, %	25.72	24.36

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Abu Batu

Penyerapan air, %	2.792		
Sand Equivalent, %	89.66		
Berat jenis bulk	Berat jenis Saturated Surface Dry (SSD)	Berat jenis semu	
2.449	2.518	2.629	

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan *Filler*

Penyerapan air, %	2.283		
Sand Equivalent, %	69.57		
Berat jenis bulk	Berat jenis Saturated surface dry (SSD)	Berat jenis semu	
2.595	2.654	2.758	

Hasil Pemeriksaan Karakteristik Asbuton Modifikasi Retona Blend 55

Asbuton modifikasi merupakan bahan pengikat yang digunakan pada penelitian kali ini. Pemeriksaan karakteristik aspal dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat fisik aspal yang berkaitan dengan kinerja dari aspal itu sendiri. Tabel 6 berikut ini akan menampilkan hasil pengujian yang telah dilakukan:

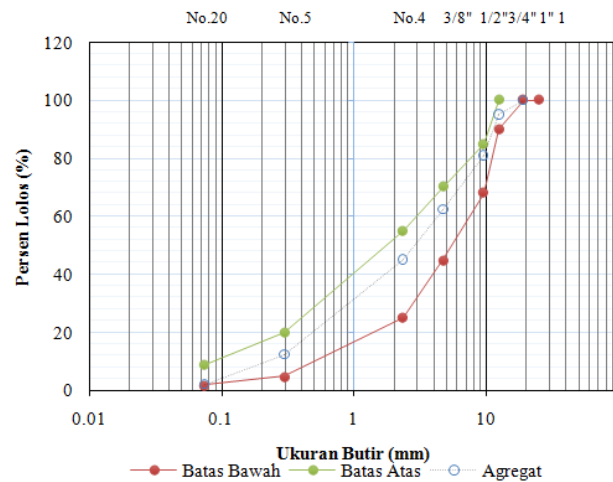
Tabel 7. Karakteristik aspal emulsi CSS-1h EA-60

No	Pengujian	Hasil	Spesifikasi	
			Min	Max
1	Penetrasi Sebelum Kehilangan Berat (mm)	78,6	60	79
2	Titik Lembek (°C)	52	48	58
3	Daktalitas pada 25°C, 5cm/menit (cm)	114	100	-
4	Titik Nyala (°C)	280	200	-
5	Berat Jenis	1,12	1	-
6	Penurunan Berat (%)	0.3	-	0,8
7	Penetrasi Setelah Kehilangan Berat (mm)	86	54	-

Penentuan Gradasi Campuran

Proporsi agregat gabungan diperoleh melalui nilai perbandingan komposisi agregat rencana dikalikan dengan nilai persen lolos pada analisa saringan. Dari hasil yang diperoleh untuk semua komponen yaitu batu pecah 1-2 cm, batu pecah 0.5-1 cm dan abu batu lalu dijumlahkan dan dilakukan analisa saringan hingga mendapatkan presentase gabungan yang diharapkan. Gradasi agregat gabungan diperlihatkan pada Gambar 4.1. Perbandingan komposisi agregat antara agregat kasar batu pecah 1-2 cm, agregat kasar batu pecah 0,5-1 cm dan abu batu adalah 19% : 54% : 27% terhadap komposisi agregat., proporsi agregat gabungan yang telah diperoleh tersebut di sesuaikan dengan nilai interval spesifikasi Direktorat Bina

Marga 2010. Rancangan agregat gabungan berada diantara ambang atas dan ambang bawah dalam interval spesifikasi Direktorat Bina Marga untuk bahan jalan sehingga diperoleh campuran yang optimal.



Gambar 4. Gradasi Agregat Gabungan

Hasil Pengujian Campuran AC-BC Menggunakan Asbuton Modifikasi Tipe Retoan Blend 55 Sebagai Bahan Pengikat Dengan Metode Marshall

Pengujian dengan masing-masing variasi kandungan kadar Asbuton modifikasi menggunakan pematat *Marshall* dengan jumlah tumbukan 75 kali untuk masing-masing bidang. Parameter yang didapatkan yaitu stabilitas dan kelenturan atau kelelahan (*flow*) yang menunjukkan ukuran ketahanan suatu benda uji dalam menerima beban diperoleh dari hasil analisis terhadap pengujian *Marshall*. Selain itu, nilai volumetrik yang terdiri rongga diantara agregat (VMA), rongga terisi aspal (VFB), dan rongga dalam campuran (VIM) juga merupakan karakteristik *Marshall*.

Dari Tabel 8. menunjukkan bahwa tidak semua hasil pengujian masuk dalam spesifikasi karakteristik campuran AC-WC sesuai dengan Spesifikasi Umum Pekerjaan Jalan oleh Bina Marga tahun 2010. Dari Tabel 4.7. dibuat grafik karakteristik campuran AC-WC untuk semua parameter Marshall baik parameter stabilitas maupun parameter volumetrik tanpa penambahan abu terbang sebagai filler terhadap variasi kadar aspal yang telah ditentukan sebelumnya untuk memperoleh kadar aspal optimum.

Tabel 7. Hasil pengujian karakteristik Marshall untuk seluruh parameter

No	Kadar Asbuton modifikasi (%)	VMA (%)	VIM (%)	VFB (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
1	4,50	16,57	7,98	56,72	1218,57	3,83	318,61
2	5,00	16,61	6,84	59,87	1415,22	3,02	469,62
3	5,50	16,62	5,65	66,05	2251,01	2,73	826,48
4	6,00	16,73	4,56	73,67	1548,67	2,80	596,04
5	6,50	17,05	3,71	79,77	1243,15	3,67	340,27
7	Spesifikasi	15% <	3-5%	65 % <	800 kg <	2- 4 mm	Min.250

Hasil pengujian memperlihatkan ketika kandungan kadar aspal meningkat maka nilai stabilitas juga meningkat hingga mencapai suatu nilai optimum ketika kandungan kadar aspal berada pada kandungan kadar aspal optimum maka nilai stabilitas tertinggi terjadi pada campuran tersebut, dan ketika kandungan kadar aspal melewati kandungan kadar aspal optimum maka secara perlahan nilai stabilitas juga menurun. Nilai stabilitas yang diperoleh memenuhi semua spesifikasi yang ditetapkan oleh Spesifikasi 2010 Revisi 3, Bina Marga divisi 6 campuran beraspal, yaitu sebesar ≥ 800 kg. Nilai stabilitas terendah yaitu pada campuran dengan kadar Asbuton modifikasi 4,5%, dengan nilai stabilitas 1218,57 kg dan nilai stabilitas tertinggi pada campuran dengan kadar Asbuton modifikasi 5,5% dengan nilai stabilitas 2251,01 kg.

Campuran dengan kandungan kadar Asbuton modifikasi 5,0% memiliki nilai stabilitas 1415,22 kg yang hampir sama dengan kandungan Asbuton modifikasi 6,0% dengan nilai stabilitas 1548,67 kg dan campuran dengan kandungan kadar Asbuton modifikasi 6,5% dengan nilai stabilitas 1243,15 kg. Dengan demikian, dapat kita ketahui bahwa kandungan kadar Asbuton modifikasi optimum berada diantara kandungan kadar Asbuton modifikasi 5,0% dan 6,0%. Selain dari parameter stabilitas, parameter yang lainnya juga seperti flow, *Marshall quotient* (MQ), VIM, VMA dan VFB yang merupakan parameter volumetrik diketahui untuk mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO) dalam penelitian ini.

Nilai *flow* yang diperoleh belum memenuhi semua spesifikasi yang ditetapkan oleh Bina Marga, yaitu 2 mm sampai 4 mm. Nilai *flow* terendah yaitu pada campuran dengan kadar Asbuton modifikasi 5,5%, dengan nilai *flow* 2,73 mm dan nilai *flow* tertinggi pada campuran dengan kadar Asbuton modifikasi 4,5% dan 6,5% dengan nilai *flow* masing-masing sebesar 3,83 mm dan 3,67 mm. Campuran dengan kandungan kadar Asbuton modifikasi 5,0 % memiliki nilai *flow* 3,02 mm yang relatif lebih besar dibanding campuran dengan kandungan Asbuton modifikasi 6,0% dengan nilai *flow* 2,80 mm. Bertambahnya rongga antar campuran dan penggunaan kandungan kadar Asbuton modifikasi yang tinggi dapat menyebabkan nilai kelelahan plastis (*flow*) meningkat.

Nilai *Marshall quotient* yang diperoleh sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan oleh Bina Marga, yaitu minimal 250 kg/mm. Nilai *Marshall quotient* terendah yaitu pada campuran dengan kadar kandungan Asbuton modifikasi 4,5% sebesar 318,61 kg/mm, dan nilai *Marshall quotient* tertinggi pada campuran dengan kadar kandungan Asbuton modifikasi 5,5% sebesar 826,48 kg/mm. Campuran dengan kandungan kadar Asbuton modifikasi 6,5% memiliki nilai *Marshall quotient* 340,27 kg/mm sedangkan kandungan Asbuton modifikasi 6,0% dengan nilai *Marshall quotient* 596,04 kg/mm dan campuran dengan kandungan kadar Asbuton modifikasi 5,0% dengan nilai *Marshall quotient* 469,02 kg/mm.

Rendahnya nilai *Marshall Quetiont* campuran Asbuton modifikasi dikarenakan stabilitas yang terjadi kecil serta *flow* yang besar dan agregat yang terselimuti menjadi tebal dan perubahan mudah terjadi pada akhirnya akan mengurangi daya ikat antar agregat dalam campuran pada saat dibebani. Berkurangnya ikatan antar agregat akan mengurangi stabilitas campuran yang mengarah pada nilai *flow* yang naik.

Hubungan antara kadar Asbuton modifikasi dengan nilai VIM. Nilai VIM yang dipersyaratkan oleh Spesifikasi Umum 2010, revisi 3 adalah sebesar 3% sampai dengan 5%. Terlihat pada kadar Asbuton modifikasi 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0%, dan 6,5% nilai VIM (*Void in Mix*) masing-masing adalah sebesar 7,98%, 6,84%, 5,65%, 4,56%, dan 3,71%. Berdasarkan nilai VIM yang diperoleh terlihat bahwa nilai VIM yang memenuhi spesifikasi 2010, Revisi 3 adalah pada kadar Asbuton modifikasi yaitu sebesar 5,5%, 6,0% dan 6,5% sedangkan kadar Asbuton modifikasi 4,5% dan 5,0% tidak memenuhi spesifikasi 2010, Revisi 3.

Spesifikasi umum 2010, Revisi 3, Divisi 6 tentang Perkerasan Aspal mensyaratkan bahwa nilai VMA dalam campuran beraspal adalah minimal 15%. VMA mengindikasikan adanya rongga yang terjadi diantara pengikatan agregat, dimana parameter ini merupakan salah satu parameter volumetrik. Nilai VMA pada kadar Asbuton modifikasi 5,0% adalah sebesar 16,61% yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan nilai VMA pada kadar Asbuton modifikasi 5,5% sebesar 16,62%. Sedangkan pada kadar Asbuton modifikasi 4,5%, 6,0% dan 6,5% masing-masing nilai VMA adalah sebesar 16,57%, 16,73% dan 17,05%. Oleh karena itu, seluruh kadar Asbuton modifikasi yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi spesifikasi yang dipersyaratkan oleh Spesifikasi umum 2010, Revisi 3, Divisi 6 tentang Perkerasan Aspal.

Hubungan kandungan kadar Asbuton modifikasi dengan nilai VFB. Berdasarkan Spesifikasi umum 2010, Revisi 3, Divisi 6 tentang Perkerasan Aspal, persyaratan VFB dalam campuran beraspal adalah minimal 65%. Hasil pengujian volumetrik campuran beraspal menggunakan Asbuton modifikasi sebagai bahan pengikat berupa parameter VFB memperlihatkan nilai sebesar 56,72%, 59,87%, 66,05%, 73,67%, dan 79,77% untuk masing-masing kadar Asbuton modifikasi yaitu 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0%, dan 6,5%. Oleh karena itu, semua kadar Asbuton modifikasi yang digunakan memenuhi Spesifikasi umum 2010, Revisi 3 kecuali kadar Asbuton modifikasi sebesar 4,5% dan 5,0%. Analisis penentuan kadar aspal optimum menggunakan adalah Dengan menggunakan rumus penentuan kadar aspal efektif maka dianalisa kadar asbuton modifikasi sebuah benda uji sebagai berikut:



$$P_b = 0,035 (\%AK) + 0,045 (\%AH) + 0,18 (\%F) + k$$

Dimana :

$$\text{Agregat Kasar} = 67,19\%$$

$$\text{Agregat Halus} = 24,87\%$$

$$\text{Filler} = 7,94\%$$

$$\text{konstanta} = 0,6$$

$$P_b = (0,035 \times 67,19) + (0,045 \times 24,87) + (0,18 \times 7,94) + 0,6$$

$$= 5,5\%$$

Perhitungan kadar asbuton modifikasi 5,5% ini mengacu pada Buku III yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum tahun 2006.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka diperoleh kesimpulan bahwa:

- Nilai Stabilitas Marshall yang diperoleh pada kandungan kadar asbuton modifikasi 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6%, dan 6,5% sebesar 1218,57 kg, 1415,22 kg, 2251,01 kg, 1548,67 kg, dan 1243,15 kg. Dari hasil ini yang paling optimal adalah kandungan kadar asbuton modifikasi 5,5% dan yang paling kecil kandungan kadar asbuton modifikasi 4,5%.
- Berdasarkan hubungan antara kandungan kadar asbuton modifikasi dan kuat tekan maka didapatkan kandungan kadar aspal optimum berada pada kadar 5,5%. Nilai hasil pengujian ini sesuai dengan spesifikasi penentuan kadar aspal efektif oleh Departemen Pekerjaan Umum tahun 2006.

DAFTAR PUSTAKA

- (SNI 03-4428-1997 Metode Pengujian Agregat Halus atau Pasir yang Mengandung Bahan Plastik dengan Cara Setara Pasir,
- A. James. 2006. *Overview of Asphalt Emulsion. Transportation Research Circular Number E-C102. Washington: Transportation Research Board of National Academies.*
- Affandi, F., 2010, Pengaruh Asbuton Semi Ekstraksi pada Campuran Stone Mastic Asphalt, Bandung.
- Ahmedzade, P., Yilmaz, M., 2008. *Effect of polyester resin additive on the properties of asphalt binders and mixtures. ScienceDirect, Construction and Building Materials*, hal. 481 -486.
- Al-Hdabi, A., dkk, 2013, *Enhancing the Mechanical Properties of Gap Graded Cold Asphalt Containing Cement Utilising By-Product Material.*
- ASTM D6931-12, *Standard Test Method for Indirect Tensile (IDT) Strength of Bituminous Mixtures*
- ASTM, 1994, Annual Book of ASTM Standards Vol.4 No.3 , Philadelphia USA.
- Badan Standarisasi Nasional, 2011, SNI 4798:2011 Spesifikasi Aspal Emulsi Kationik, Jakarta.
- Bina Marga, 1999, Pedoman Pembuatan Aspal Emulsi Jenis Kationik, Jakarta.
- Bina Marga, 2006, Spesifikasi Khusus Campuran Dingin dengan Asbuton dan Emulsi.
- Bina Marga, 2006, Pemanfaatan Asbuton Buku 5 Campuran Beraspal Dingin dengan Asbuton Butir Peremaja Emulsi, Jakarta.
- Bina Marga, 2006, Pemanfaatan Asbuton, Jakarta.

KoNTekS17

Konferensi Nasional Teknik Sipil ke-17

- Birgisson, B., A. Montepara, E. Romeo, R., Roncella, J. A. L., Napier, G., Tebaldi., 2007. *Determination and prediction of crack patterns in hot mix asphalt (HMA) mixtures. Science Direct, Construction and Building Materials*, hal. 664 -673.
- Budiainan, Tjaronge M.W., Sumarni H.A., R. Djamiluddin, 2015, *Mechanical Characteristics of Hotmix Cold Laid Containing Buton Granular Asphalt (BGA) and Flux Oil as Wearing Course. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences* Vol.10.
- Kim, Y., and Lee, H.D., 2012, *Performance Evaluation of Cold In-Place Mixtures Using Emulsified Asphalt Based on Dynamic Modulus, Flow Number, Flow Time, and Raveling Loss.*
- Kurniadji, Modifikasi Aspal Keras Standar dengan Bitumen Asbuton Hasil Ekstraksi
- Ridwan Hadi Rianto, (2007). Pengaruh Abu Sekam Sebagai Bahan Filler Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Emulsi Bergradasi Rapat (CEBR).
- RSNI T-01-2005 Pengujian Indeks Kepipihan dan Kelonjongan,
SNI 03-1968-1990 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar dan Agregat Halus,
SNI 03-1971-1991 Pengujian Kadar Air Agregat Halus,
SNI 03-2417-1991 Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles,
SNI 03-2439-1991 Pengujian Kelekatan Agregat terhadap Aspal,
SNI 03-2816-1992 Pengujian Kadar Organik Pasir,
SNI 03-3634-1994 Pengujian Aspal Emulsi Tertahan Saringan No. 20,
SNI 03-3642-1994 Pengujian Kadar Residu Aspal Emulsi dengan Penyulingan,
SNI 03-3644-1994 Pengujian Jenis Muatan Partikel Aspal Emulsi,
SNI 03-4804-1998 Pengujian Rongga Udara dalam Agregat,
SNI 03-6441-2000 Pengujian Viskositas Aspal Minyak dengan Alat Brookfield Termosel,
SNI 03-6828-2002 Pengujian Pengendapan Aspal Emulsi,
SNI 06-2432-1991 Pengujian Daktilitas Aspal,
SNI 06-2438-1991 Pengujian Kadar Aspal), Makassar.
SNI 06-2440-1991 Pengujian Berat Aspal,
SNI 06-2441-1991 Pengujian Berat Jenis Aspal, SNI 06-2434-1991 Pengujian Titik Lembek Aspal,
SNI 06-2456-1991 Pengujian Penetrasi Aspal,
SNI 06-6721-2002 Pengujian Kekentalan Aspal Cair dan Aspal Emulsi dengan Alat Saybolt,
SNI 1969-2008 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar,
SNI 1970-2008 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus), Makassar.
- Suaryana, N., 2008, Penelitian Pemanfaatan Asbuton Butir di Kolaka Sulawesi Tenggara, Bandung.
- Tayfur S., Ozen H., Aksoy A., 2005. Investigation of rutting performance of asphalt mixtures containing polymer modifiers. *ScienceDirect, Construction and Building Materials*, hal. 328 -337.
- Transportation Research Board of The National Academies, 2006, Transportation Research Circular No.E-C102 Asphalt Emulsion Technology, Washington DC USA.
- Universitas Hasanuddin, 2015, SNI Pengujian Aspal Emulsi.
- Universitas Hasanuddin, 2015, SNI Pengujian Karakteristik Agregat.