

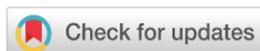
Analisis Perbandingan Karakteristik antara AC-WC Asbuton dengan Cold Paving Hot Mix Asbuton (CPHMA)

Comparative Analysis of Characteristics Between Asbuton AC-WC and Cold Paving Hot Mix Asbuton (CPHMA)

Valdo Y. Pinangkaan, Tampanatu P. F. Sompie*, Sudarno

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado, Manado, Indonesia.

*Corresponding author email: tampanatu.sompie@polimdo.ac.id



Kata Kunci:

Asbuton; AC-WC;
CPHMA

Abstrak

Jalan beraspal meningkatkan mobilitas orang dan barang supaya lebih mudah, aman dan nyaman. Jenis aspal terdiri dari aspal alam dan aspal minyak, seiring perkembangan teknologi campuran aspal Asbuton dipadatkan pada temperatur ruang. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan perbandingan nilai karakteristik Asbuton yang dimodifikasi atau Asbuton pra-campur untuk bahan pengikat dicampurkan *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC) dengan *Cold Paving Hot-Mix Asbuton* (CPHMA). Metode yang digunakan adalah eksperimental dengan melakukan pengujian laboratorium. Hasil pengujian menunjukkan persentase komposisi AC-WC Asbuton: batu pecah 13-19 = 9.0%, batu pecah 5-13 = 43.0%, abu batu = 47.0% dan filler = 1.0%. Nilai Kadar Aspal Optimum untuk AC-WC Asbuton dengan variasi Kadar Aspal 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, 7% adalah 6.35%. Berdasarkan perbandingan nilai yang diperoleh, AC-WC Asbuton memiliki kepadatan serta ketahanan dalam menerima beban kendaraan yang lebih baik dari CPHMA. CPHMA memiliki rongga dalam campuran dan rongga dalam agregat yang lebih banyak dibandingkan AC-WC Asbuton.

Keywords:

Asbuton; AC-WC;
CPHMA

Abstract

Pavement roads increase the mobility of people and goods to make it easier, safer and more comfortable. The types of asphalt consists of natural asphalt and oil asphalt, and in addition to the developing technology, the Asbuton asphalt can be compacted at room temperature. This study aims to gain a comparison of the characteristic of modified Asbuton or pre-mixed Asbuton for binder mixed with Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) with Cold Paving Hot Mix Asbuton (CPHMA). The method used is experimental by conducting laboratory testing. The test results show the composition of AC-WC Asbuton is: crushed stone 13-19 = 9.0%, crushed stone 5-13 = 43.0%, stone ash = 47.0% and filler = 1.0%. The Optimum Asphalt Level value for AC-WC Asbuton with variations in Asphalt Content of 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, 7% is 6.35%. The comparison of values obtained shows that AC-WC Asbuton has better density and resistance in accepting vehicle loads than CPHMA. CPHMA has more voids in the mixture and voids in the aggregate than AC-WC Asbuton.

PENDAHULUAN

Fungsi jalan dalam masyarakat modern diantaranya adalah meningkatkan mobilitas untuk orang, barang, jasa, serta terus mendorong pertumbuhan sosial-ekonomi. Permukaan jalan aspal memberikan banyak manfaat, termasuk efisiensi biaya dan kenyamanan. Penggunaan material aspal dalam pembangunan dan pemeliharaan jalan dapat meningkatkan manfaat bagi pengguna jalan dan lingkungan. Konstruksi perkerasan lentur di Indonesia secara umum menggunakan aspal dari minyak bumi, disisi lain potensi alam Indonesia begitu melimpah, seperti aspal alam yaitu Aspal Buton (Asbuton) yang terdapat di Pulau Buton dengan cadangan yang melimpah, serta memiliki endapan aspal alam terbanyak di dunia (Dirjen Bina Marga, 2006). Pendayagunaan Asbuton sebagai pengganti aspal pada konstruksi perkerasan jalan secara signifikan dapat meningkatkan

kualitas lingkungan, terutama untuk perkerasan kaku yang akan meningkatkan penggunaan Asbuton yang telah lama diabaikan (Gaus, Darwis, & Imran, 2017).

Aspal Buton tidak sepenuhnya digunakan oleh para konsumen karena harga yang tergolong mahal daripada aspal minyak Pertamina. Kandungan aspal dalam Asbuton melimpah tetapi semakin diabaikan penggunaannya karena besarnya anggaran pelaksanaan yang melampaui penghasilan, serta tidak berdayagunanya teknik pemurnian atau ekstraksi konvensional (Ikawati dalam Wirahaji, Wardani, & Widyatmika, 2021). Beberapa kendala penggunaan Asbuton pada proyek jalan seperti Sumber Daya Manusia (SDM) yang kurang dalam pemahaman mengenai karakteristik Asbuton, biaya tinggi, serta suplai Asbuton dengan kualitas standar yang sulit diperoleh (Wirahaji, Wardani, & Widyatmika, 2021).

Menurut Asrol, Saleh, & Isya (2018), penggunaan *Buton Rock Asphalt Tipe* (BRA) sebagai materi pengganti filler berdampak pada kenaikan angka stabilitas campuran aspal beton AC-WC. Hasyir dan Wasono (2020) menyatakan bahwa variasi komposisi Asbuton 6%, 8%, dan 10% dapat memenuhi Standar Spesifikasi 2018. Kafabihi dkk (2020) melaporkan proporsi ukuran teratas penggunaan Asbuton pada campuran AC-WC terletak di variasi 8,4% dan nilai stabilitasnya 1341,33. Karami (2017) mengemukakan bahwa pemanfaatan Asbuton sebagai bahan aditif dapat dipertimbangkan untuk digunakan dalam campuran aspal AC-WC supaya memiliki stabilitas yang lebih baik, dengan demikian ketahanan akan deformasi permanen semakin tinggi. Rahmadi dkk (2018) mengemukakan bahwa angka stabilitas campuran akan naik bersama meningkatnya persentase pengganti BGA (Buton Granular Asphalt sebagai bahan substitusi aspal) dan ACKS (Abu Cangkang Kelapa Sawit sebagai filler) pada campuran aspal. Angka stabilitas campuran menggunakan bahan pengganti BGA menunjukkan hasil yang lebih tinggi terhadap campuran yang tidak menggunakan substitusi BGA. Giroth, Sendow, & Palenewen (2019) melaporkan bahwa campuran Asbuton yang berjenis Retons Blend sebagai bahan pengikat mempunyai kinerja lebih baik daripada aspal penetrasi 60/70. Sementara itu Dhani dkk (2020) menyatakan bahwa Asbuton *overboulder* dapat digunakan sebagai material pengganti lapisan pondasi perkerasan jalan yang memiliki nilai CBR yang tinggi.

Menurut Sumiati, Mahmuda, & Puryanto (2019) sifat teknik yang dimiliki campuran beraspal dengan Asbuton lebih baik daripada campuran tanpa Asbuton. Hasil penelitian Sumiati, Mahmuda, & Puryanto (2019) menjelaskan bahwa pemakaian aspal dapat dihemat dengan memanfaatkan Asbuton pracampuran. Subagio dkk (2003) mengatakan bahwa berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan secara umum bahwa penggunaan filler Asbuton dalam campuran HRA memberikan hasil campuran yang lebih baik dibandingkan dengan filler standar yang biasa dipergunakan seperti filler abu terbang. Sedangkan Lalamentik (2016) memaparkan bahwa campuran menggunakan filler mikro Asbuton kemampuan durabilitasnya lebih baik daripada campuran memakai filler semen. Li dkk (2018) menjelaskan bahwa aplikasi skala penuh perkerasan aspal modifikasi aspal batuan Buton menunjukkan kemampuan kerja dan kinerja pelayanan yang baik. Halimi dkk (2014) mengutarakan bahwa sangat layak untuk memproduksi aspal murni dari Asbuton menggunakan teknologi terbaru.

Cold Paving Hot Mix Asbuton atau dikenal dengan CPHMA memiliki komposisi agregat, aspal Buton, bahan peremaja/modifier dan bahan tambah lain jika diperlukan dalam pengerjaan. CPHMA memiliki kelebihan dalam pelaksanaan penggunaan CPHMA dapat dipadatkan dengan suhu ruangan atau suhu dingin, sehingga dapat menjadi alternatif pilihan di daerah yang memiliki keterbatasan *Asphalt Mixing Plant* (AMP) (SE Menteri PUPR, 2015). Thanaya, Suweda, & Sparsa (2017) menyatakan bahwa penyiapan campuran CPHMA dan pengantaran ke lapangan harus diatur dengan baik untuk memperoleh hasil yang optimal. Sedangkan menurut Djakfar dkk (2018), aplikasi Asbuton yaitu *Cold Paving Hot Mix Asbuton* (CPHMA) memiliki kesempatan dimanfaatkan di waktu yang akan datang. Akan tetapi pengaplikasian CPHMA sekarang memiliki keterbatasan berupa rendahnya nilai stabilitas, oleh karena itu aplikasi CPHMA terbatas pada kondisi jalan yang kapasitas lalu lintasnya rendah dan ringan (Djakfar dkk, 2018).

Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan komposisi campuran dan Kadar Aspal Optimum (KAO) AC-WC Asbuton serta memperoleh perbandingan nilai karakteristik dari Asbuton pra-campur untuk bahan pengikat dicampurkan *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC) dengan *Cold Paving Hot Mix Asbuton* (CPHMA).

METODE PENELITIAN

Metode eksperimental dilakukan pada penelitian ini melalui pengujian di laboratorium berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2018 yang meliputi pengujian abrasi, berat jenis material, berat isi material, pembuatan bricket, pengujian Marshall, dan ekstraksi CPHMA. Pengujian dikerjakan di dua laboratorium yaitu Laboratorium Uji Bahan Politeknik Negeri Manado untuk pengujian material properties dan Laboratorium PT. Dayana Cipta untuk pembuatan benda uji dan pengujian Marshall. Agregat berasal dari Quarry Kema, sampel Aspal Buton diambil dari PT. Dayana Cipta, dan *Cold Paving Hot Mix Asbuton* diambil dari Balai Pelaksanaan Jalan Nasional XV Sulawesi Utara. Proses pengujian ditunjukkan pada Gambar 1 hingga Gambar 5.



Gambar 1. Agregat Quarry Kema



Gambar 2. Pengujian Abrasi di Lab. Uji Bahan Politeknik Negeri Manado



Gambar 3. Pengujian Ekstraksi CPHMA-Sebelum dan Sesudah Ekstraksi



Gambar 4. Pengujian Marshall AC-WC Asbuton di Lab. PT. Dayana Cipta



Gambar 5. Pengujian Marshall CPHMA di Lab. PT. Dayana Cipta

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rangkuman Hasil Pengujian Agregat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Pengujian Agregat

Lokasi : Laboratorium Uji Bahan							
Quarry : Kema							
No	Jenis Pengujian	Agregat				Spesifikasi	Keterangan
		13-19	5-13	Abu Batu	Kombinasi		
Analisa Saringan							
	No (mm)						% Kombinasi
	1"	25.4	100.00	100.00	100.00	100.00	100
	3/4"	19.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100
	1/2"	12.50	25.80	99.40	100.00	93.07	90-100
	3/8"	9.50	6.04	96.32	100.00	89.96	77-90
1	#4	4.75	0.84	33.22	99.93	62.33	Agregat 13-19 = 9%, Agregat
	#8	2.36	0.80	1.52	87.51	42.86	5-13 = 43%,
	#16	1.18	0.79	1.29	63.02	31.24	Abu Batu =
	#30	0.600	0.77	1.22	44.28	22.41	47%, PC = 1%
	#50	0.300	0.77	1.16	30.40	15.86	
	#100	0.150	0.74	1.12	16.43	9.27	
	#200	0.075	0.71	1.07	10.11	6.27	
Berat Jenis							
2	BJ Bulk	2.556	2.594	2.592			gr/cc
	BJ SSD	2.586	2.630	2.640			gr/cc
	BJ Semu	2.643	2.689	2.724			gr/cc
	Penyerapan	1.161	1.356	1.871			%
Berat Isi							
3	Padat	1.381	1.384	1.387			gr/cc
	Gembur	1.273	1.277	1.284			gr/cc
4	Abrasi			18.32			maks. 30 %

Dalam uji Marshall maka dibuat grafik hubungan antara kadar aspal dengan persentase nilai stabilitas, kelelahan, *Void in Mix* (VIM), *Void Filled with Bitumen* (VFB), *Void in the Mineral Agregat* (VMA) dan nilai komparasi antara nilai stabilitas dan *flow* didapatkan nilai dari *Marshall Quotient* (MQ).

Dari pengujian yang dilakukan, diperoleh hasil nilai *density* pada masing-masing variasi kadar aspal adalah: 5% = 2.260 gr/cm³, 5.5% = 2.279 gr/cm³, 6% = 2.288 gr/cm³, 6.5% = 2.282 gr/cm³, 7% = 2.276 gr/cm³. Nilai stabilitas dalam pengujian ini untuk masing-masing variasi kadar aspal adalah 5% = 1209.468 kg, 5.5% = 1327.926 kg, 6% = 1397.106 kg, 6.5% = 1421.849 kg, 7% = 1404.756 kg, jadi nilai stabilitas dalam pengujian memenuhi persyaratan dari Spesifikasi Bina Marga 2018 sebesar min. 1000 kg.

Nilai kelelahan (*flow*) yang disyaratkan dalam Spesifikasi Bina Marga 2018 ialah min. 2 mm dan maks. 4 mm. Nilai *flow* yang didapat pada masing-masing variasi kadar aspal adalah: 5% = 2.33 mm, 5.5% = 2.833 mm, 6% = 3.367 mm, 6.5% = 3.600 mm 7% = 3.767 mm. Nilai untuk Rongga Dalam Campuran (VIM) yang disyaratkan dalam Spesifikasi Bina Marga 2018 ialah min. 3% dan maks. 5%, nilai VIM diperoleh untuk kadar aspal 5% = 6.495% dan 5.6 = 5.290% tidak memenuhi syarat spesifikasi. Selanjutnya pada kadar aspal 5.7% = 4.473%, 6.5% = 4.136%, dan 7% = 3.258%, memenuhi syarat Spesifikasi Bina Marga 2018.

Nilai untuk Rongga Terisi Aspal (VFB) yang disyaratkan dalam Spesifikasi Bina Marga 2018 ialah min. 65%, untuk nilai VFB pada kadar aspal 5% = 62.267%, tidak memenuhi dalam persyaratan Spesifikasi, dan pada kadar aspal 5.5% = 68.850%, 6% = 73.820%, 6.5% = 76.697%, 7% = 82.306% memenuhi syarat dari Spesifikasi Bina Marga 2018.

Untuk Rongga Antara Agregat (VMA) pada masing – masing variasi kadar aspal adalah: 5% = 17.213%, 5.5% = 16.984%, 6% = 17.085%, 6.5% = 17.749%, 7% = 18.413%. Bisa disimpulkan bahwa untuk nilai dari VMA pada pengujian memenuhi syarat Spesifikasi sebesar min. 15%.

Marshall Quotient (MQ) yang disyaratkan dalam Spesifikasi Bina Marga 2018 ialah min. 250 kg/mm, untuk nilai dari Marshall Quotient pada variasi kadar aspal adalah: 5% = 518.34 kg/mm, 5.5% = 468.68 kg/mm, 6% = 414.98 kg/mm, 6.5% = 394.96 kg/mm, 7% = 372.94 kg/mm.

Nilai untuk VIM Refusal yang disyaratkan dalam Spesifikasi Bina Marga 2018 adalah min. 2%. Nilai dari VIM Refusal pada variasi kadar aspal adalah: 5% = 3.395%, 5.5% = 3.161%, 6% = 2.935%, 6.5% = 2.851%, 7% = 2.660%. Maka, nilai dari VIM Refusal memenuhi syarat Spesifikasi.

Berdasarkan hasil yang diperoleh untuk Density, Stabilitas, Flow, VIM, VFB, VMA, *Marshall Quotient*, VIM Refusal dalam mencari nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) maka dibuatlah grafik Kadar Aspal Optimum (KAO), dan didapatkan nilai KAO adalah 6.35%, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Penentuan Kadar Aspal Dengan Metode Bar-Chart AC-WC Asbuton

No	Sifat Campuran yang Disyaratkan	Rentang Kadar Aspal																					
		5.0%	5.1%	5.2%	5.3%	5.4%	5.5%	5.6%	5.7%	5.8%	5.9%	6.0%	6.1%	6.2%	6.3%	6.4%	6.5%	6.6%	6.7%	6.8%	6.9%	7.0%	
1	VMA ASBUTON																						
2	VFB ASBUTON																						
3	VIM ASBUTON																						
4	VIM Refusal																						
5	Stabilitas Marshall																						
6	Kelelahan Marshall																						
7	Marshall Quotient																						
	Kadar Aspal Optimum																			↓	6.35%		
	Rentang Kadar Aspal											5.7%	s/d										7.0%

Hasil Pengujian Marshall untuk variasi kadar aspal rencana yakni 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, 7%, didapati rentang kadar aspal ialah 5.7% - 7% sesuai dengan pedoman Spesifikasi Bina Marga 2018 Divisi 6 Campuran Beraspal Panas. Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) diperoleh hasil sebesar 6.35% untuk penelitian campuran beraspal panas dengan Asbuton menggunakan *Quarry Kema*.

Pengujian CPHMA dengan Alat Marshall dilakukan sesuai pedoman Spesifikasi Bina Marga 2018 dalam menentukan nilai ketahanan (Stabilitas) dan kelelahan (Flow) dari CPHMA untuk mengetahui parameter-parameter : Stabilitas, VFB, VMA, dan VIM sesuai pedoman Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018 Divisi 6.6 tentang *Cold Paving Hot Mix Asbuton*. Hasil pengujian parameter-parameter Marshall untuk CPHMA dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Parameter-Parameter Marshall CPHMA

K. Aspal	BJ. Max	BJ. Camp	Stab.	Flow	VFB	VMA	VIM Marshall
6.44	2.402	2.241	566.59	10.39	67.54	20.66	6.70
7.91	2.352	2.252	641.60	5.93	80.14	21.51	4.27

Hasil nilai kepadatan untuk dua variasi kadar aspal CPHMA adalah 6.44% = 2.241gr/cm³ dan 7.91% = 2.252gr/cm³. Untuk hasil nilai stabilitas pada dua variasi kadar aspal CPHMA adalah 6.44% = 566.96 kg dan 7.91% = 641.60 kg, memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga 2018 min. 500 kg. Nilai flow dari dua variasi kadar aspal CPHMA adalah 6.44% = 10.39 mm dan 7.91% = 5.93 mm. Berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2018 untuk flow CPHMA tidak memiliki nilai persyaratan.

Nilai VIM untuk dua variasi kadar aspal CPHMA adalah 6.44% = 6.70% dan 7.91% = 4.27%, memenuhi syarat Spesifikasi Bina Marga tahun 2018 min. 4% dan maks 10%. Nilai VFB yang didapatkan pada dua variasi kadar aspal CPHMA adalah 6.44% = 67.54% dan 7.91% = 80.14%, memenuhi Spesifikasi Bina Marga tahun 2018 untuk CPHMA yang disyaratkan sebesar min 60%. Hasil yang diperoleh untuk nilai VMA dari dua kadar aspal adalah 6.44% = 20.66% dan 7.91% = 21.51%, memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga tahun 2018 untuk CPHMA sebesar min. 16%.

Dari data-data diatas untuk AC-WC Asbuton dan Cold Paving Hotmix Asbuton, maka didapatkan hasil perbandingan dari kedua pengujian tersebut. Nilai perbandingan parameter-parameter antara AC-WC Asbuton dengan CPHMA yang diperoleh melalui pengujian Marshall bisa dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Parameter-Parameter Marshall dari AC-WC Asbuton dan CPHMA

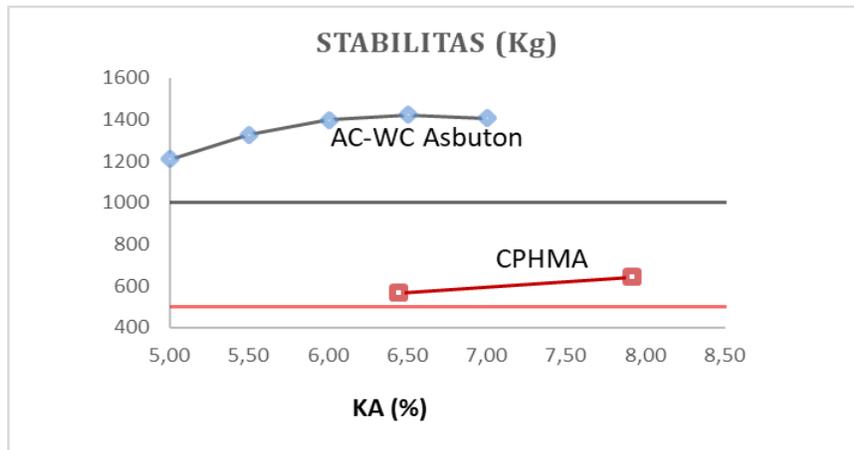
Parameter Marshall Aspal Buton Pen 60/70							
K. Aspal	BJ. Max	BJ. Camp	Stab.	Flow	VFB	VMA	VIM Marshall
5.00	2.417	2.260	1209.47	2.33	62.27	17.21	6.49
5.50	2.406	2.279	1327.93	2.83	68.85	16.98	5.29
6.00	2.395	2.288	1397.11	3.37	73.82	17.08	4.47
6.50	2.380	2.282	1421.85	3.60	76.70	17.75	4.14
7.00	2.352	2.276	1404.76	3.77	82.31	18.41	3.26
Parameter Marshall Cold Paving Hot Mix Asbuton							
K. Aspal	BJ. Max	BJ. Camp	Stab.	Flow	VFB	VMA	VIM Marshall
6.44	2.402	2.241	566.59	10.39	67.54	20.66	6.70
7.91	2.352	2.252	641.60	5.93	80.14	21.51	4.27

Perbandingan antara nilai stabilitas untuk AC-WC Asbuton dengan CPHMA memiliki perbedaan yang besar seperti terlihat pada Gambar 6, dimana nilai stabilitas untuk AC-WC Asbuton dalam pengujian ini adalah 1420 kg, sementara nilai stabilitas CPHMA yaitu 604,09 kg.

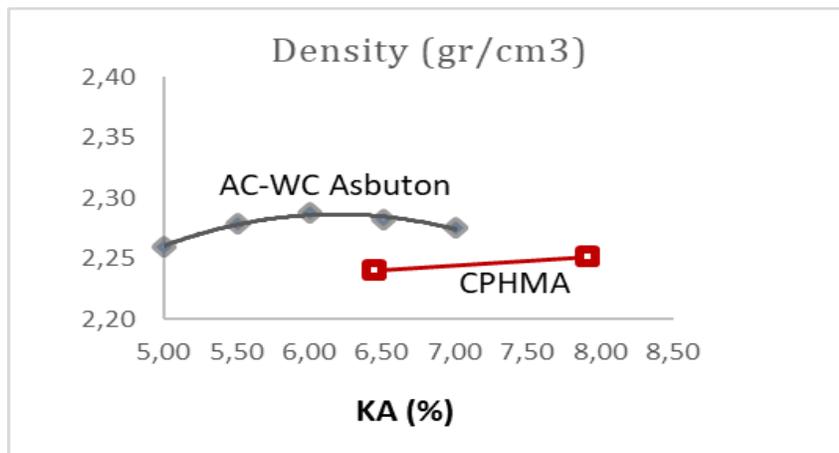
Stabilitas merupakan kesanggupan dari lapis perkerasan menahan muatan lalu lintas yang melewatinya dan tidak menimbulkan perubahan bentuk permanen, seperti gelombang, alur atau keluarnya aspal ke permukaan (*bleeding*). Oleh karena itu, CPHMA memiliki keterbatasan dalam menerima beban yang berat dan diperuntukkan dalam pelaksanaan pekerjaan dengan LHR yang rendah, serta dapat digunakan untuk pekerjaan

patching. Berbeda dengan AC-WC Asbuton yang dapat menerima beban yang berat dan dapat dipergunakan dalam pelaksanaan pekerjaan yang mempunyai tingkat LHR yang tinggi.

Gambar 7 menunjukkan perbandingan untuk nilai density dari AC-WC Asbuton dan CPHMA tidak terlalu jauh, dimana nilai density dari AC-WC Asbuton adalah 2.286 gr/cm^3 , dan untuk CPHMA 2.246 gr/cm^3 .



Gambar 6. Perbandingan AC-WC Asbuton dengan CPHMA untuk Nilai Stabilitas



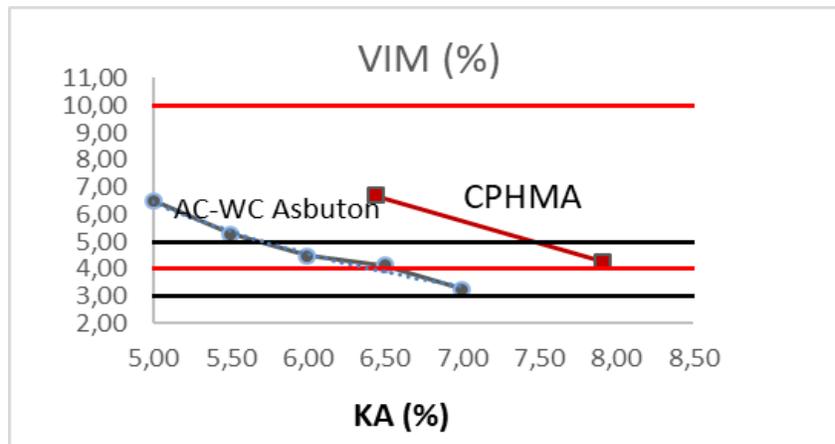
Gambar 7. Perbandingan AC-WC Asbuton dengan CPHMA untuk Nilai Density

Besarnya density mengacu pada kerapatan suatu campuran yang telah dipadatkan. Campuran dengan nilai kepadatan yang tinggi memiliki kemampuan dalam menahan beban yang besar, juga kemampuan kedekatan air dan udara yang tinggi. Pada suatu campuran, nilai density dipengaruhi oleh komposisi bahan penyusun dan kadar aspal. Berdasarkan nilai density yang diperoleh, AC-WC Asbuton memiliki kepadatan lebih baik dari CPHMA sehingga dapat menopang beban kendaraan yang lebih besar di atasnya.

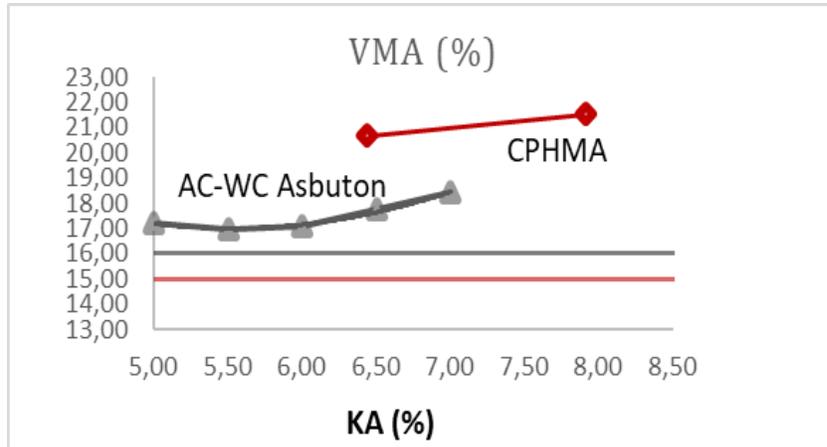
Nilai perbandingan VIM dapat dilihat pada Gambar 8, nilai VIM dari AC-WC Asbuton sebesar 4,15% lebih kecil dari nilai VIM CPHMA sebesar 5,49%. Persyaratan Spesifikasi Bina Marga 2018 untuk AC-WC Asbuton adalah min. 3% dan maks. 5%, sedangkan untuk CPHMA min. 4% dan maks. 10%. Nilai VIM memiliki dampak pada ketahanan dari lapis perkerasan, dimana nilai VIM yang semakin tinggi berarti rongga dalam campuran akan semakin besar pula sehingga mengakibatkan campuran menjadi berpori. Kondisi ini membuat campuran menjadi kurang rapat yang berakibat rongga-rongga dalam campuran akan gampang dimasuki air

dan udara, sehingga aspal akan mudah teroksidasi. Demikian kemampuan lekatan antar butiran agregat menurun dan mengakibatkan pelepasan butiran dan pengelupasan permukaan pada lapis perkerasan. CPHMA mempunyai rongga dalam campuran yang lebih besar dari AC-WC Asbuton.

Nilai perbandingan dari VMA seperti yang ditampilkan pada Gambar 9, nilai VMA AC-WC Asbuton adalah 17,45% sedangkan untuk CPHMA adalah: 21,08%. Dalam Spesifikasi Bina Marga 2018 disyaratkan untuk nilai VMA dari CPHMA min. 16%, sedangkan untuk AC-WC Asbuton min. 15%.



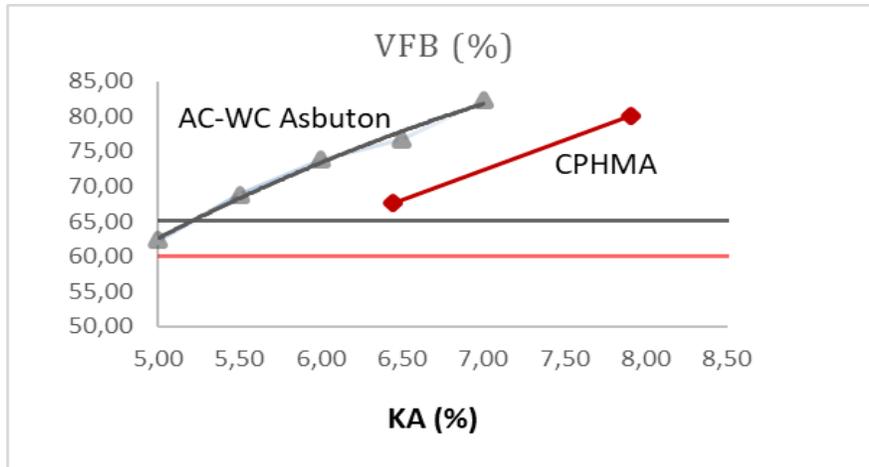
Gambar 8. Perbandingan AC-WC Asbuton dengan CPHMA untuk Nilai dari VIM



Gambar 9. Perbandingan AC-WC Asbuton dengan CPHMA untuk Nilai dari VIM

Banyaknya rongga udara memiliki dampak kepada kinerja dari suatu campuran, hal ini disebabkan VMA dengan nilai yang terlalu rendah maka akan menyebabkan masalah durabilitas pada campuran, sedangkan nilai VMA yang terlalu tinggi akan memiliki masalah stabilitas pada campuran tersebut. Faktor-faktor seperti jumlah serta suhu pemadatan, gradasi agregat, juga kadar aspal berpengaruh pada nilai VMA, dimana besaran nilai VMA akan memberikan pengaruh pada kerapatan campuran terhadap air dan udara. CPHMA memiliki jumlah rongga udara antar butir agregat yang lebih besar dibandingkan AC-WC Asbuton.

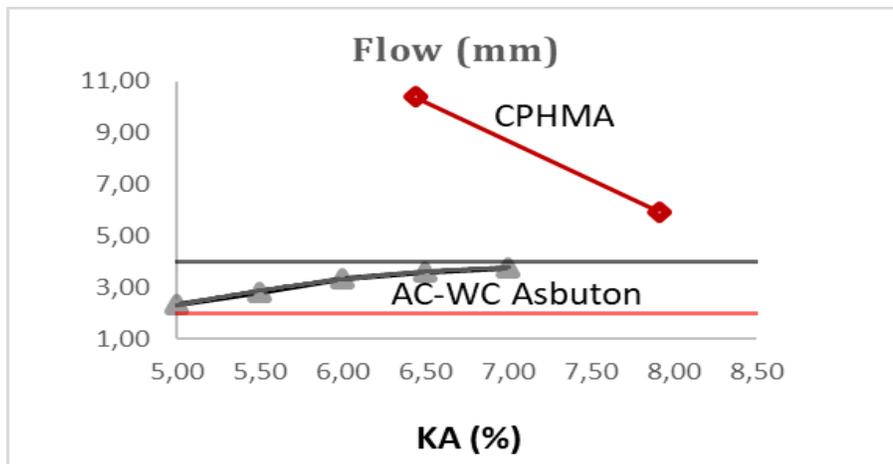
Gambar 10 memperlihatkan nilai VFB yang diperoleh untuk AC-WC Asbuton yaitu 76,50% dan CPHMA sebesar 73,84%. Persyaratan Spesifikasi Bina Marga 2018 nilai VFB min. 65% untuk AC-WC Asbuton dan min. 60% untuk CPHMA.



Gambar 10. Perbandingan AC-WC Asbuton dengan CPHMA untuk Nilai dari VFB

Nilai VFB akan berpengaruh pada stabilitas, durabilitas serta flexibilitas, dimana nilai VFB yang semakin besar menunjukkan rongga dalam campuran yang terisi aspal juga semakin banyak sehingga menyebabkan semakin tingginya campuran kedap terhadap air dan udara. Di sisi lain, apabila nilai VFB terlalu besar akan mengakibatkan terjadinya *bleeding*. Sebaliknya, nilai VFB yang terlalu rendah akan mengakibatkan campuran memiliki kedekatan yang kurang pada air dan udara. Hal ini dikarenakan menipisnya lapisan film aspal serta rentan untuk retak jika mendapatkan peningkatan beban yang mengakibatkan campuran aspal akan teroksidasi sehingga lapis perkerasan tidak akan bertahan lama. AC-WC Asbuton memiliki lebih banyak rongga dalam campuran yang terisi aspal dari pada CPHMA. Gambar 11 menampilkan grafik perbandingan nilai flow antara AC-WC Asbuton dengan CPHMA, dimana nilai flow AC-WC Asbuton adalah 3.57 mm dan nilai flow CPHMA adalah 8.16 mm. Persyaratan spesifikasi untuk AC-WC Asbuton min. 2 mm dan maks. 4 mm, untuk CPHMA tidak memiliki persyaratan spesifikasi.

Flow atau kelelahan adalah besarnya deformasi atau penurunan yang dialami oleh lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterima atau yang bekerja di atas lapis perkerasan tersebut. Campuran yang memiliki nilai flow rendah kurang dari 2 mm akan mengarah pada kondisi getas atau kaku yang mengakibatkan perkerasan rentan mengalami retak, kondisi sebaliknya campuran dengan angka flow tinggi lebih dari 4 mm akan cenderung plastis dan gampang berubah bentuk pada saat terdapat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya. Dari perbandingan kedua nilai di atas, AC-WC Asbuton lebih baik dalam ketahanan dibandingkan dengan CPHMA.



Gambar 11. Perbandingan AC-WC Asbuton dengan CPHMA untuk Nilai dari Flow

KESIMPULAN

Persentase komposisi dari AC-WC Asbuton adalah: batu pecah 13-19 = 9.0%, batu pecah 5-13 = 43.0%, abu batu = 47.0% dan filler = 1.0%. AC-WC Asbuton dalam pembuatan bricket dengan variasi kadar aspal: 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, 7% diperoleh nilai Kadar Aspal Optimum adalah 6.35%.

Perbandingan karakteristik untuk AC-WC Asbuton dan Cold Paving Hotmix Asbuton adalah: Nilai Density dari AC-WC Asbuton 2.286 gr/cm³ dan CPHMA 2.246 gr/cm³. Nilai Stabilitas AC-WC Asbuton sebesar 1420 kg dan CPHMA 604.09 kg. Nilai VIM AC-WC Asbuton adalah 4.15% dan CPHMA 5.48%; nilai VMA AC-WC Asbuton 17.45% dan CPHMA 21.08%; serta nilai VFB untuk AC-WC Asbuton 76.50% dan CPHMA 73.84%. Flow untuk AC-WC Asbuton sebesar 3.57 mm dan CPHMA 8.16 mm.

Berdasarkan perbandingan nilai yang diperoleh, AC-WC Asbuton memiliki kepadatan serta ketahanan dalam menerima beban kendaraan yang lebih baik dari CPHMA. CPHMA memiliki rongga dalam campuran dan rongga dalam agregat yang lebih banyak dibandingkan AC-WC Asbuton.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada PT. Dayana Cipta, BPJN XV Sulawesi Utara dan Laboratorium Uji Bahan Politeknik Negeri Manado atas bantuan yang diberikan.

REFERENSI

- Asrol, A., Saleh, S. M., & Isya, M. (2018). Karakteristik campuran aspal beton AC-WC dengan substitusi buton rock asphalt terhadap rendaman air berlumpur. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*, 1(3), 39-45. <https://doi.org/10.24815/jarsp.v1i3.11760>
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2006). *Pedoman Konstruksi dan Bangunan: Pemanfaatan Asbuton Buku 1*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Djakfar, L., Bowoputro, H., Wiyanta, Y. K. & Baisa, H. L. (2018). Pengaruh kadar kapur padam sebagai bahan pengisi campuran cold paving hotmix asbuton. *Jurnal Transportasi*, 18(1), 21-28. <https://doi.org/10.26593/jtrans.v18i1.2970.21-28>
- Dhani, N., Samang, L., Harianti, T. & Djamaluddin, A. R. (2020). Experimental study on CBR value of overboulder asbuton stabilized by cement. *International Journal of Structural and Civil Engineering Research*, 9(2), 165-169. <https://doi.org/10.18178/ijscer.9.2.165-169>
- Gaus, A., Darwis, M & Imran. (2017). Influence of hot asphalt mixture using asbuton on road composite pavement, *AIP Conference Proceedings 1903*, 050007.
- Giroth, M. I., Sendow, T. K. & Palenewen, S. C. (2019). Perbandingan kriteria marshall pada campuran aspal panas (AC-WC) yang menggunakan asbuton modifikasi (retona blend) dengan aspal penetrasi 60/70 (Studi kasus: Penggunaan material agregat dari Kema Sulawesi Utara). *Jurnal Sipil Statik*, 7(11), 1547-1556.
- Hasyir, H. A., & Wasono, S. B. (2020). Analysis mixed layer asphalt surface as asbuton AC-WC characteristics of marshall. *International Journal of Integrated Education, Engineering Business*, 3(2), 132-143. <https://doi.org/10.29138/ijieeb.v3i2.1173>
- Halimi, M., Mochtar, I. B. & Altway, A. (2014). A breakthrough in asphalt technology – cheaper bitumen extracted from “asbuton”, the rock asphalt of Buton Island, Indonesia. *International Journal of Education and Research*, 2(8), 347-358.

Pinangkaan, V., Sompie, T. P., & Sudarno, S. (2022). *Semesta Teknika*, 25(1)

Kafabihi, A., Wedyantadji, B. & Imananto, E. I. (2020). Penggunaan aspal buton pada campuran AC-WC (*asphalt concrete-wearing course*). *E-journal GELAGAR*, 2(2), 36-44.

Karami, M. (2017). Evaluasi terhadap penggunaan aspal buton sebagai bahan tambah terhadap karakteristik dan parameter campuran beraspal modifikasi. *Inovasi Pembangunan-Jurnal Kelitbangan*, 5(1), 20-29.

Lalamentik, L. (2016). Penggunaan mikro asbuton sebagai bahan pengisi (filler) terhadap durabilitas campuran hot rolled asphalt (HRA). *Jurnal Sipil Statik*, 4(6), 399-404.

Li, Y., Chen, J., Yan, J. & Guo, M. (2018). Influence of buton rock asphalt on the physical and mechanical properties of asphalt binder and asphalt mixture. *Advances in Materials Science and Engineering, Volume 2018, Article ID 2107512*.

Rahmadi, R., Saleh, S. M. & Anggraini, R. (2018). Analisis marshall campuran AC-WC dengan buton granular asphalt dan abu cangkang kelapa sawit sebagai bahan substitusi. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*, 1(4), 56-63. <https://doi.org/10.24815/jarsp.v1i3.11776>

SE Menteri PUPR No. 28/SE/M/2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Asbuton Campuran Panas Hampar Dingin (Cold Paving Hot Mix Asbuton, CPHMA).

SNI 2417-2008. Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles.

SNI 03-1969-1990. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar.

SNI 03-1970-1990. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus.

SNI 03-1968-1990. Metode Pengujian Analisa Saringan Agregat.

SNI 06-2489-1991. Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall.

Spesifikasi Bina Marga 2018 Divisi 6.6 Tentang *Cold Paving Hotmix Asbuton*.

Spesifikasi Bina Marga 2018 Divisi 6.5 Tentang *Campuran Beraspal Panas Dengan Asbuton*.

Subagio, B., Siswosubroto, B. I. & Karsaman, R. H. (2003). Development of laboratory performance of Indonesian rock asphalt (asbuton) in hot rolled asphalt mix. *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 4, 436-449.

Sumiati, S., Mahmuda, M., & Puryanto, P. (2019). Keunggulan asbuton pracampuran dan aspal shell pada campuran aspal beton (AC-BC). *Jurnal Poli-Teknologi*, 18(1), 53-64. <https://doi.org/10.32722/pt.v18i1.1289>

Thanaya, I. N., Suweda, I. W., & Sparsa, A. A. (2017). Perbandingan karakteristik campuran cold paving hot mix asbuton (CPHMA) yang dipadatkan secara dingin dan panas. *Jurnal Teknik Sipil ITB*, 24(3), 247-256. <https://doi.org/10.5614/jts.2017.24.3.8>

Wirahaji, I. B., Wardani, A. C. & Widyatmika, M. A. (2021). Kendala penggunaan asbuton pada proyek jalan di Indonesia. *Widya Teknik*, 11(2), 33-42. <https://doi.org/10.32795/widyateknik.v11i02.2042>