

Kinerja *Paving Block* Aspal Menggunakan As Buton Lawele (Lga) Sebagai Lapis Permukaan Jalan

Irzal Agus¹ dan L.M. Sjamsul Qamar²

¹Program Studi Teknik Sipil Universitas Dayanu Ikhsanuddin, Indonesia

²Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Dayanu Ikhsanuddin, Indonesia

Email : irzalagus@unidayan.ac.id

Abstrak

Penelitian ini berupa pembuatan *paving block* dengan bahan utamanya adalah pasir dan abu batu, sama halnya dengan *paving block* dari semen, tetapi bahan perekatnya adalah aspal buton. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja dari jalan yang terbuat dari *paving block* yang berbahan dasar As Buton Lawele. Perencanaan benda uji dilakukan dengan menentukan komposisi campuran agregat. Kadar aspal pada penelitian ini dilihat dari Variasi LGA yaitu 20%, 25%, dan 30%. Total benda uji yang dibuat 9 buah briket dan 50 buah *paving block* aspal. Campuran dengan variasi LGA 20 % diperoleh nilai density 1,51 gr/cm³; VMA 32,21 %; VIM 4,45 %; VFB 86,22 %; Stabilitas 1512,14 kg; flow 3,7 mm; MQ 414,58 kg/mm. Campuran dengan variasi LGA 25 % diperoleh nilai Density 1,47 gr/cm³; VMA 38,15 %; VIM 3,92 %; VFB 89,74 %; Stabilitas 1630,06 kg; Flow 4,3 mm; MQ 413,41 kg/mm. Campuran dengan variasi LGA 30 % diperoleh nilai density 1,43 gr/cm³; VMA 43,83 %; VIM 3,52 %; VFB 91,97 %; Stabilitas 1704,15 kg; flow 4,47 mm; MQ 389,67 kg/mm. Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium dan uji gelar dapat disimpulkan bahwa Asbuton Lawele dapat digunakan sebagai bahan pembuatan *paving block* aspal untuk lapis permukaan jalan. Hal ini ditunjukkan dengan adanya peningkatan nilai stabilitas marshall, dan untuk uji gelar *paving block* aspal yang menggunakan campuran dengan LGA 30% dari pada saat pemasangan sampai dengan saat ini belum menunjukkan adanya tanda-tanda keretakan, ini berarti bahwa *paving block* aspal tersebut stabil terhadap gilasn kendaraan.

Kata kunci : *Paving block* aspal, as buton lawele, lapis permukaan jalan, marshall test.

Pendahuluan

Paving block telah banyak diketahui adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen *portland* atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air, dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu beton itu. Bata beton dapat bewarna seperti warna aslinya atau diberi zat warna pada komposisinya dan digunakan untuk halaman baik di dalam maupun di luar bangunan (SNI 03-0691-1996).

Di Pulau Buton terdapat aspal alam yang cadangannya sangat besar namun belum dimanfaatkan secara maksimal. Pertimbangan penggunaan aspal buton adalah bahan aspal buton sangat melimpah dan dapat diperoleh dengan mudah dan berharga *relative* murah. Bahan aspal buton selama ini dijadikan sebagai bahan perkerasan jalan, sehingga memungkinkan dibuat menjadi *paving block*.

Dalam penelitian ini akan dilakukan pembuatan *paving block* dengan bahan utamanya adalah pasir dan abu batu, sama halnya dengan

paving block dari semen, tetapi bahan perekatnya adalah aspal buton. Penggunaan aspal buton sebagai perekat untuk pembuatan *paving block* merupakan masalah yang perlu diteliti, sehingga nantinya mampu menghasilkan *paving block* aspal yang dapat berfungsi dengan baik sesuai peruntukannya sebagai jalan, trotoar, area parkir dan lain-lain, serta menghasilkan kualitas perkerasan yang baik.

Menurut Bina Marga (2007), fungsi aspal antara lain sebagai berikut : (a) untuk mengikat batuan agar tidak lepas dari permukaan jalan akibat lalu lintas (water proofing, protect terhadap erosi), (b) sebagai bahan pelapis dan perekat agregat, (c) lapis resap pengikat (prime coat) adalah lapisan tipis aspal cair yang diletakan diatas lapis pondasi atas sebelum lapis permukaan, (d) lapis pengikat (tack coat) adalah lapis aspal cair yang diletakan di atas jalan yang telah beraspal sebelum lapis berikutnya dihampar, berfungsi pengikat diantara keduanya, (e) sebagai pengisi ruang yang kosong antara agregat kasar, agregat halus dan filler.

Aspal buton merupakan salah satu aspal alam yang hanya terdapat di pulau Buton,

Sulawesi Tenggara, Indonesia. Aspal alam yang tersedia di pulau Buton merupakan cadangan aspal yang jumlahnya besar dan merupakan cadangan aspal alam terbesar di dunia. Dengan banyaknya jumlah yang tersedia, maka asbuton dapat digunakan sebagai salah satu alternatif bahan pengganti aspal minyak (Hermadi, 2008).

Asbuton digunakan sebagai alternative aspal minyak dengan cara memisahkan bitumen dari mineral. Asbuton merupakan aspal alam dengan viskositas sebesar 154 poise, dengan viskositas bitumen antara 5-1000 poise tergolong dalam Tar Sand kelas III yang membutuhkan diluent untuk meningkatkan % recovery bitumen. Diluent yang ditambahkan untuk menurunkan viskositas dari asbuton sehingga bisa membantu efektivitas dari proses digesting hot water ini. Pada penelitian ini digunakan 3 macam diluent, yakni solar sebagai penetrating agent, surfaktan Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) sebagai wetting agent, dan Sodium Hidroksida sebagai sealing agent (Siswosoebrotho dan Ismanto, B. 2015).

Aspal merupakan bahan termoplastik yang memiliki kepekaan terhadap perubahan suhu. Ketika suhu berkurang akan menjadi keras atau kental, dan jika suhu meningkat akan menjadi lunak atau encer. Penambahan bitumen buton dapat membuat aspal lebih keras dan tahan lama terhadap suhu tinggi, yang diindikasikan dengan peningkatan nilai titik lembek dan menjadi lebih kuat terhadap perubahan suhu (Tjaronge, M. W., dkk, 2017).

Paving Block

Bata beton (*paving block*) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen *portland* atau bahan hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton itu.

Bata beton dapat bewarna seperti warna aslinya atau diberi zat warna pada komposisinya dan digunakan untuk halaman baik di dalam maupun di luar bangunan. (SNI 03-0691-1996).

Menurut SNI-03-0691-1996, syarat mutu bata beton (*Paving block*), yaitu ; (a) Sifat tampak, (b) Ukuran, (c) Sifat Fisika, dan (d) Ketahanan terhadap natrium sulfat. Bata beton apabila diuji tidak boleh cacat, dan kehilangan berat yang diperkenankan niaksirnum 1%.

Tabel 1. Persyaratan mutu *paving block*

Mutu	Kuat tekan (Mpa)		Ketahanan aus (mm/menit)		Pnyerapan air rata-rata
	Rata-rata	Min	Rata-rata	Min	%
A	40	35	0,090	0,103	3
B	20	17,0	0,130	0,149	6
C	15	12,5	0,160	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

Sumber : SNI-03-0691-1996

Aspal

Aspal adalah bahan hidrokarbon yang bersifat melekat (*adhesive*), berwarna hitam kecokelatan, tahan terhadap air, dan viskoelastis. Aspal sering juga disebut bitumen merupakan bahan pengikat pada campuran beraspal yang dimanfaatkan sebagai lapis permukaan dan lapis perkerasan lentur.

Berdasarkan tempat diperolehnya, aspal dibedakan atas : (1) aspal alam, (2) aspal minyak, (3) aspal keras/panas (*asphalt cement/AC*), (4) aspal dingin/cair (*Cut Back Asphalt*), (5) aspal Emulsi (*Emulsion Asphalt*).

Aspal Keras / Panas (*Asphalt Cement/ AC*)

Aspal Keras/ Panas adalah aspal yang digunakan dalam keadaan panas dan cair, pada suhu ruang berbentuk padat. Aspal keras pada suhu ruang (25°C-30°C) berbentuk padat, aspal keras dibedakan berdasarkan nilai penetrasi (tingkat kekerasannya).

Aspal keras yang biasa digunakan antara lain ; (1) AC Pen 40/50, yaitu aspal keras dengan penetrasi antara 40 – 50, (2) AC pen 60/70, yaitu aspal keras dengan penetrasi antara 60-70, (3) AC pen 80/100, yaitu aspal keras dengan penetrasi antara 80-100, (4) AC pen 200/300, yaitu aspal keras dengan penetrasi antara 200-300. Aspal dengan penetrasi rendah digunakan di daerah bercuaca panas, volume lalu lintas tinggi, aspal dengan penetrasi tinggi digunakan untuk daerah bercuaca dingin, lalu lintas rendah. Di Indonesia umumnya digunakan aspal penetrasi 60/70 dan 80/100.

Tabel 2. Ketentuan untuk Aspal Penetrasi 60/70

No.	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Aspal Pen. 60/70
1.	Penetrasi pada 25 °C; 100 gr; 5 detik; 0,1 mm	SNI 2456:2011	60 – 70
2.	Viskositas Kinematis 135 °C	ASTM D2170-10	≥ 300
3.	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48

4.	Daktalitas pada 25 °C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100
5.	Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232
6.	Kelarutan dalam Trichloroethylene (%)	AASHTO T44-14	> 99
7.	Berat Jenis	SNI 2441:2011	≥ 1.0
8.	Kadar Parafin Lilin (%)	SNI 03-3639-2002	≤ 2
9.	Berat yang hilang (%)	SNI 06-2441-1991	≤ 0,8
10.	Penetrasi pada 25 °C (% semula)	SNI 2456:2011	≥ 54
11.	Daktalitas pada 25 °C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 50

Sumber : Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal, Seksi 6.3

Lawele Granular Asphalt (LGA)

Lawele Granular Aspal (LGA) merupakan salah satu produk aspal buton (Asbuton) yang fungsi dan kegunaannya merupakan sebagai bahan pengikat. Asbuton Lawele berfungsi sebagai pengganti sebagian aspal minyak karena kandungan bitumennya tinggi dan lunak untuk campuran beraspal baik, *Hot Mix*, *Warm Mix* maupun *Cold Mix* dicampur bersama aspal minyak maupun bahan peremaja/modifier.

Gradasi

Menurut Andi Teenrisukki Tenriajeng, gradasi atau distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam pelaksanaan. Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa saringan dengan menggunakan 1 set saringan.

Tabel 3. Spesifikasi Agregat Gradasi Laston AC-WC

Ukuran Ayakan	% Berat yang Lolos		
	AC-WC		
ASTM (mm)	Gradasi Halus	Gradasi Kasar	
1"	25	-	-
3/4"	19	100	100
1/2"	12,5	90 – 100	90 – 100
3/8"	9,5	77 – 90	72 – 90
No. 4	4,75	53 – 69	43 – 63
No. 8	2,36	33 – 53	28 - 39,1
No. 16	1,18	21 – 40	19 - 25,6
No. 30	0,6	14 – 30	13 - 19,1
No. 50	0,3	9 – 22	9 - 15,5
No. 100	0,15	6 – 15	6 – 13
No. 200	0,075	4 – 9	4 – 10

Sumber : Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal, Seksi 6.3

Campuran Aspal Panas

Hot Mix Asphalt atau campuran aspal panas merupakan salah satu jenis dari perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu. Untuk memudahkan pencampurannya, maka kedua material tersebut harus dipanaskan terlebih dahulu sebelum dicampur. Di Indonesia jenis campuran aspal panas (*Hot Mix Asphalt*) yang lazim digunakan antara lain : (a) Lapisan Aspal Beton (Laston), (b) *Hot Roller Sheet* (HRS), (c) *Split Mastic Asphalt* (SMA).

Karakteristik *Marshall* campuran *Hot Mix Asphalt* pada campuran Laston (AC) dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini :

Tabel 4. Karakteristik Campuran Laston (AC)

Sifat-Sifat Campuran	Laston		
	Lapis Aus	Lapis Antara	Fondasi
Jumlah tumbukan perbidang		75	112
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min	0,6	
	Max	1,2	
Rongga dalam campuran (VIM) (%)	Min	3,0	
	Max	5,0	
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min	15	14 13
Rongga Terisi Aspal (%)	Min	65	65 65
Stabilitas <i>Marshall</i> (kg)	Min	800	1800
		2	3
Pelelehan (mm)	Min	2	
	Maks	4 6	
<i>Marshall Quotient</i> (MQ) (kg/mm)	Min	250	
<i>Density</i> (t/m ³)	Min	2	
Stabilitas <i>Marshall</i> Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C	Min	90	
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (<i>refusal</i>)	Min	2	

Sumber : Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal, Seksi 6.3

Bahan Campuran Aspal Panas

Agregat Kasar

Ketentuan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 5 dibawah ini :

Tabel 5. Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian	Metoda Pengujian	Nilai
Kekekalan Bentuk Agregat Terhadap Larutan	<i>Natrium Sulfat</i>	Maks. 12 %
	<i>Magnesium Sulfat</i>	Maks 18 %
Abrasi Dengan Campuran AC	100 Putaran SNI 2417:2008	Maks. 6 %

Mesin Los Angeles	Modifikasi dan SMA Semua Jenis Beraspal Bergradasi Lainnya	500 Putaran 100 Putaran 500 Putaran	Maks. 30 % Maks. 8 % Maks. 40 %
Kelekatan Agregat Terhadap Aspal		SNI 2439:2011	Min. 95 %
Butir Pecah Pada Agregat kasar	SMA Lainnya	SNI 7619:2012	100/90 95/90
Partikel Pipih dan Lonjong	SMA Lainnya	ASTM D4791-10 Perbandingan 1:5	Maks. 5 % Maks. 10 %
Material Lolos Ayakan No.200		SNI ASTM C117:2012	Maks. 1 %

Sumber : Rancangan Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal, Campuran Beraspal Panas Seksi 6.3.

Agregat Halus

Agregat halus harus memenuhi ketentuan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 6 dibawah ini :

Tabel 6. Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Metoda Pengujian	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Maks.50%
Uji Kadar Rongga Tanpa Pemadatan	SNI 03-6877-2002	Min 45
Gumpalan Lempung dan Butir - butir Mudah Pecah dalam Agravat	SNI 03-4141-1996	Maks 1 %
Agregat lolos ayakan No. 200	SNI ASTM C117:2012	Maks. 10 %

Sumber : Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal, Seksi 6.3

Bahan Pengisi (Filler) Untuk Campuran Beraspal.

Bahan Pengisi yang ditambahkan (*filler added*) dapat berupa debu batu kapur (*lemestone dust*), atau debu kapur padam atau debu kapur megnesium atau dolomit, bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan harus mengandung bahan yang lolos ayakan No. 200 (*75 micron*) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya, bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*), untuk semen harus dalam rentang 1% sampai dengan 2% terhadap berat total agregat.

Uji Marshall

Metode campuran yang paling banyak dipergunakan di Indonesia saat ini adalah metode rancangan campuran berdasarkan pengujian empiris, yaitu dengan mempergunakan alat *Marshall*. Uji *Marshall* merupakan tahapan

penting dalam penentuan karakteristik campuran beraspal. Adapun Parameter *Marshall* untuk menentukan karakteristik campuran beraspal adalah stabilitas, kelelahan plastis (*flow*), kepadatan (*Density*), *masrhall Quotient* (MQ), rongga dalam campuran (VIM), rongga dalam mineral agregat (VMA), dan rongga terisi aspal (VFA).

Metode Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan untuk campuran aspal panas yaitu agregat kasar, agregat halus, dan aspal sebagai bahan pengikat. Pengujian bahan dilakukan dengan Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal, Seksi 6.3 dan metode pengujian karakteristik bahan penyusun campuran aspal panas di laboratoruim mengacu sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI).

Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengujian Karakteristik Bahan

Pengujian material dilakukan dengan acuan Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal, Campuran Beraspal Panas Seksi 6.3 sebagai acuan. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat dapat dilihat pada Tabel 7 sebagai berikut :

Tabel 7. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Jenis Pemeriksaan	Satuan	Metode Pemeriksaan	Hasil Pengujian	Spec	
				Min	Max
A. Agregat Kasar					
1. Bulk	gr/cc	SNI 1969 : 2008	2,65	2,5	-
2. Apparent	gr/cc	SNI 1969 : 2008	2,78	2,5	-
3. Efektif	gr/cc	SNI 1969 : 2008	2,70	2,5	-
4. Absorsi	%	SNI 1969 : 2008	1,88	-	3
5. Bahan Lolos 200	%	SNI/ASTM C117:2012	0,74	-	1
6. Abrasi dengan mesin Los Angeles	%	SNI 2417 : 2008	34,30	-	40
B. Agregat Halus					
1. Bulk	gr/cc	SNI 1970 : 2008	2,59	2,5	-
2. Apparent	gr/cc	SNI 1970 : 2008	2,78	2,5	-
3. Efektif	gr/cc	SNI 1970 : 2008	2,66	2,5	-
4. Absorsi	%	SNI 1970 : 2008	2,67	-	3
5. Bahan Lolos 200	%	SNI/ASTM C117:2012	0,93	-	10
C. Abu Batu					
1. Bulk	gr/cc	SNI 1970 : 2008	2,72	2,5	-
2. Apparent	gr/cc	SNI 1970 : 2008	2,83	2,6	-
3. Efektif	gr/cc	SNI 1970 : 2008	2,76	2,5	-
4. Absorsi	%	SNI 1970 : 2008	1,32	-	3

5. Bahan Lolos 200	%	SNI/ASTM C136:2012	6,44	-	8
-----------------------	---	-----------------------	------	---	---

Sumber : Hasil analisa data

Mix Design Campuran Beraspal

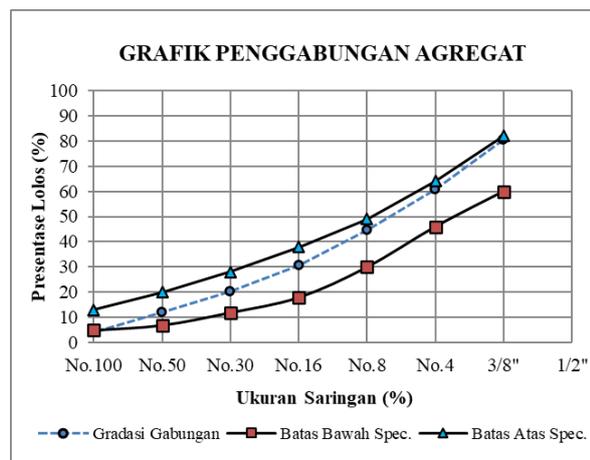
Hasil penggabungan agregat dengan menggunakan gradasi menerus dapat dilihat pada Tabel 8 sebagai berikut :

Tabel 8. Hasil Penggabungan Agregat

No. Saringan	Persen Lolos Saringan		Bobot batu pecah 60%	Bobot Batu Medium 40%	Total Mix	Spesifikasi
	ASTM mm	Agregat Kasar				
1/2"	12,7					
3/8"	9,7	88,98	67,50	53,39	27,00	80,39 60 - 82
No.4	4,76	66,95	51,75	40,17	20,70	60,87 46 - 64
No.8	2,38	48,31	39,00	28,98	15,60	44,58 30 - 49
No.16	1,18	31,36	29,75	18,81	11,90	30,71 18 - 38
No.30	0,595	17,80	23,75	10,68	9,50	20,18 12 - 28
No.50	0,29	8,47	17,50	5,08	7,00	12,08 7 - 20
No.100	0,15	0,00	10,25	0,00	4,10	4,10 5 - 13

Sumber : Hasil analisa data

Dari Tabel Hasil penggabungan agregat di atas dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar 1 sebagai berikut :



Gambar 1. Grafik Gabungan Agregat Campuran Laston Lapis Aus (AC-WC).

Hasil Pengujian Marshall

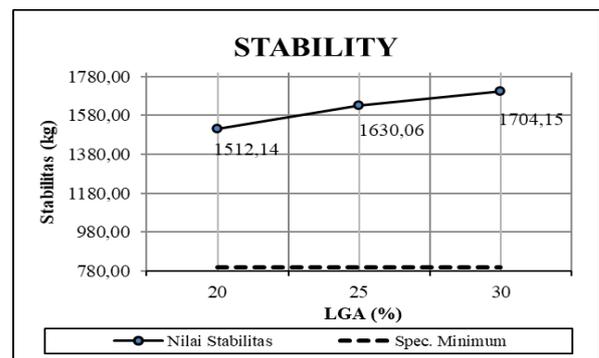
Hasil pengujian dan perhitungan parameter Marshall Laston Lapis Aus (AC-WC) dengan variasi LGA. Lebih lengkapnya diperlihatkan pada Tabel 9 sebagai berikut :

Tabel 9. Hasil Pengujian Karakteristik Marshall untuk Variasi LGA

No	Karakteristik Campuran	Variasi LGA			Spesifikasi Bina Marga 2018	Keterangan
		20%	25%	30%		
1	Stabilitas (Kg)	1512,14	1630,06	1704,15	Min. 800	Terpenuhi
2	Flow (mm)	3,7	4,3	4,47	02 - 04	25 % dan 30% tidak terpenuhi
3	Density (t/m ³)	1,51	1,47	1,43	-	-
4	VIM (%)	4,45	3,92	3,52	03 - 05	Terpenuhi
5	VMA (%)	32,21	38,15	43,83	Min. 15	Terpenuhi
6	VFB (%)	86,22	89,74	91,97	Min. 65	Terpenuhi
7	MQ (kg/mm)	414,58	413,41	389,67	Min. 250	Terpenuhi

Sumber : Hasil analisa data

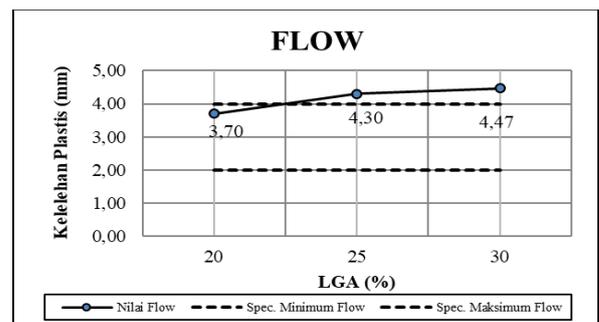
Tinjauan Terhadap Nilai Stabilitas



Gambar 2. Tinjauan variasi LGA terhadap nilai Stabilitas

Dari Gambar 2 diperoleh nilai Stabilitas pada LGA 20% menjadi yang terendah yaitu 1512,14 kg dibandingkan dengan LGA lain diakibatkan karena kecilnya kadar Aspal yang dihasilkan oleh LGA 20%.. Sedangkan nilai Stabilitas pada LGA 30% menjadi yang tertinggi sebesar 1704,15 kg dikarenakan kadar Aspal yang dimiliki oleh 30% LGA lebih besar. Nilai Stabilitas untuk semua variasi LGA pada penelitian memenuhi Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal, Campuran Beraspal Panas Seksi 6.3 yaitu ≥ 800 kg.

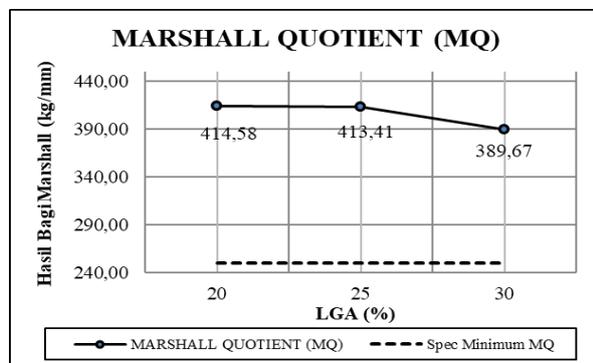
Tinjauan Terhadap Nilai Kelelahan Plastis (flow)



Gambar 3. Tinjauan variasi LGA terhadap nilai Kelelahan Plastis (Flow)

Dari Gambar 3 menunjukkan nilai Kelelahan Plastis (*flow*) terendah terdapat pada LGA 20% yaitu 3,70 mm dan tertinggi terdapat pada LGA 30% yaitu 4,47 mm. Namun terlihat pada LGA 30% nilai *flow* mulai naik lagi, dengan demikian penggunaan LGA pada campuran aspal tidak boleh besar atau banyak karena sangat mempengaruhi nilai dari kelelahan plastis (*flow*) pada pengujian *Marshall*. Pada penelitian ini hanya campuran LGA 30% yang memenuhi Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal, Campuran Beraspal Panas Seksi 6.3 yaitu antara 2 mm – 4 mm.

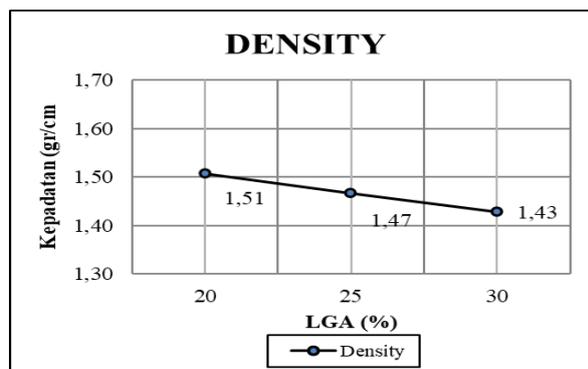
Tinjauan Terhadap Nilai Marshall Quotient (MQ)



Gambar 4. Tinjauan variasi LGA terhadap nilai *Marshall Quotient* (MQ)

Dari Gambar 4 diperoleh nilai *Marshall Quotient* (MQ) terendah terdapat pada LGA 30% yaitu 389,67 kg/mm dan tertinggi terdapat pada LGA 20% yaitu 414,58 kg/mm. Dari nilai *Marshall Quotient* menunjukkan campuran aspal beton pada penelitian ini adalah baik (tidak kaku) dimana nilai stabilitas dan *flow* saling berbanding lurus. Nilai *Marshall Quotient* (MQ) pada campuran untuk semua variasi

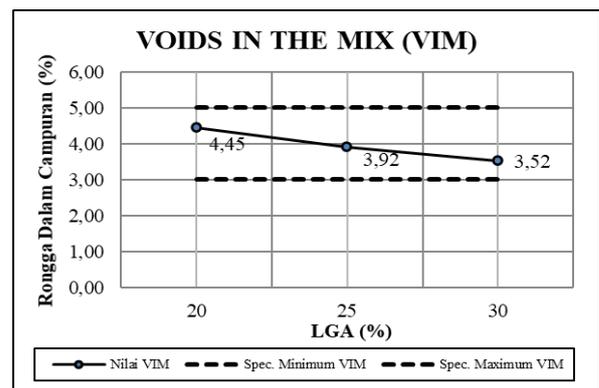
Tinjauan Terhadap Nilai Kepadatan (Density)



Gambar 5. Tinjauan variasi LGA terhadap nilai Kepadatan (*Density*)

Dari Gambar 5 diperoleh nilai Kepadatan (*Density*) terendah terdapat pada LGA 30% yaitu 1,43 gr/cm³, sedangkan nilai Kepadatan (*Density*) tertinggi terdapat pada LGA 20% yaitu 1,51 gr/cm³. Sehingga menunjukkan bahwa *Density* pada semua variasi memiliki nilai yang hampir sama. Hal ini disebabkan volume dari campuran dan proses pemadatan yang dilakukan sama pada setiap variasi campuran.

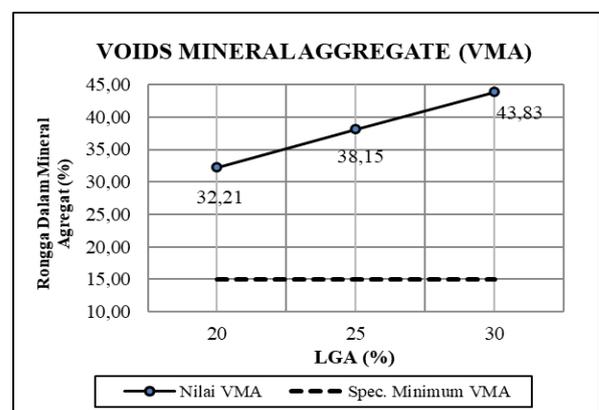
Tinjauan Terhadap Nilai Voids In The Mix (VIM)



Gambar 6. Tinjauan variasi LGA terhadap nilai VIM

Dari Gambar 6 diperoleh nilai *Void In The Mix* (VIM) terendah terdapat pada LGA 30% yaitu 3,52% dikarenakan banyak abu batu yang terdapat dalam LGA 30%. Sedangkan nilai VIM tertinggi terdapat pada LGA 20% karena abu batu pada LGA 20% hanya sedikit. Semua nilai rongga dalam campuran (VIM) pada penelitian ini telah memenuhi Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal, Campuran Beraspal Panas Seksi 6.3 yaitu antara 3% – 5%.

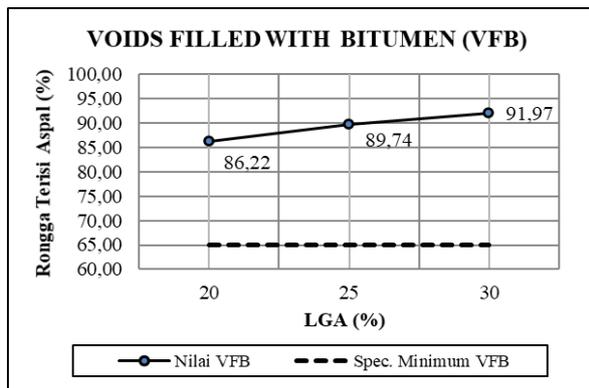
Tinjauan Terhadap Nilai Voids In Mineral Aggregate (VMA)



Gambar 7. Tinjauan variasi LGA terhadap nilai VMA.

Dari Gambar 7 diperoleh nilai *Void in Mineral Aggregate* (VMA) terendah terdapat pada LGA 20% yaitu 32,21% dan untuk nilai VMA tertinggi terdapat pada LGA 30% yaitu 43,83%. Untuk nilai VMA faktor yang mempengaruhi hampir sama dengan kasus yang terjadi pada nilai VIM. Semua nilai rongga dalam agregat (VMA) pada penelitian ini telah memenuhi Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal, Campuran Beraspal Panas Seksi 6.3 yaitu $\geq 15\%$.

Tinjauan Terhadap Nilai *Voids Filled With Asphalt/ Bitumen* (VFB)



Gambar 8. Tinjauan variasi LGA terhadap nilai VFB.

Dari Gambar 8 diperoleh nilai *Void Filled With Asphalt/ Bitumen* (VFA/ VFB) pada LGA 20% menjadi yang terendah yaitu 86,22% . Sebaliknya dengan nilai VFB tertinggi pada LGA 30% yaitu 91,97. Semua nilai rongga terisi aspal (VFB) pada penelitian ini telah memenuhi Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal, Campuran Beraspal Panas Seksi 6.3 yaitu $\geq 65\%$.

Pembuatan *Paving Block* Aspal

Setelah dilakukan pengujian *marshall*, berdasarkan nilai stabilitas *marshall* pada Lga 30% menjadi yang tertinggi, maka dilakukan pembuatan *paving block* aspal dengan menggunakan campuran LGA 30% dengan kadar aspal yang mencapai 9%. Pembuatan *paving block* aspal dilakukan dengan menimbang masing-masing agregat dan aspal, setelah itu dimasukkan ke dalam wajan dan dipanaskan sampai suhunya mencapai 110°C. Campuran kemudian didinginkan sampai suhu 80°C dan dimasukkan kedalam cetakan. *Paving block* yang telah dicetak didiamkan selama 2 hari dan setelah itu dilakukan uji gelar disalah satu tempat di Kampus Universitas Dayanu Ikhsanuddin.



Gambar 9. Pembuatan *Paving Block* Aspal.

Pemasangan *Paving Block* Aspal

Paving block aspal yang telah dibuat kemudian diletakkan pada salah satu tempat di kampus Universitas Dayanu Ikhsanuddin. Sebelum diletakkan, permukaan tanah terlebih dahulu digali sedalam 10 cm, kemudian dihamparkan pasir setebal 5 cm. Setelah itu diletakkan *paving block* aspal yang tebalnya mencapai 5 cm. Pemasangan dilakukan dengan menyusun satu persatu *paving block* aspal dan dipastikan *paving block* aspal rata satu sama yang lainnya. Setelah itu dilakukan penganmatan selama kurang lebih 1 bulan.

Hasil Uji Gelar *Paving Block* Aspal

Paving block aspal yang telah dihamparkan kemudian diamati selama kurang lebih 1 bulan. Dalam pengamatan secara visual, dalam kurung waktu 1 bulan tidak ada tanda-tanda keretakan atau penurunan secara konstruksi pada *paving block* aspal, dibuktikan dengan tidak terjadi perubahan bentuk baik ketebalan maupun perubahan fisik pada paving block aspal. Ini berarti bahwa *paving block* yang berbahan dasar asbuton lawele dapat digunakan sebagai bahan perkerasan jalan.



Gambar 10. Uji gelar penggunaan *paving block* aspal

Kesimpulan

Dari hasil pengujian di laboratorium dan uji gelar dapat disimpulkan bahwa Asbuton Lawele dapat digunakan sebagai bahan pembuatan *paving*

block Aspal untuk lapis permukaan jalan. Hal ini ditunjukkan dengan adanya peningkatan nilai stabilitas *marshall*, dan untuk uji gelar *paving block* aspal yang menggunakan campuran dengan LGA 30% dari pada saat pemasangan sampai dengan saat ini belum menunjukkan adanya tanda-tanda keretakan, ini berarti bahwa *paving block* aspal tersebut stabil terhadap gilaan kendaraan.

Daftar Pustaka

Alderson, A., 1995, *Gyropac and Matta Training Course*, Australian : Australian Road Research Board Ltd.

Bina Marga, 2007, Bahan aspal dan asbuton untuk perkerasan jalan, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga

British Standard, 2016, *Bituminous mixtures—Test methods for hotmix asphalt, Part25: Cyclic compression test*, BS EN12697-25:2016.

British Standard, 2012, *Bituminous mixtures—Test methods for hotmix asphalt, Part26: Stiffness*, BS EN12697-26:2012.

Cabrera, J. G. and Dixon, J. R. 1994. Performance and Durability of Bituminous Material, *Proceeding of Symposium* University of Leeds. London.

Gaus, A., Tjaronge, M. W., Ali, N., & Djamaluddin, R. (2015). Compressive strength of asphalt concrete binder course (AC-BC) mixture using buton granular asphalt (BGA). *Procedia Engineering*, 125, 657-662

Hermadi, Madi. 2008. Peluang dan Tantangan Dalam Penggunaan Asbuton Sebagai Bahan Pengikat Pada Perkerasan Jalan. *Jurnal terpublikasi*. Bandung: Puslitbang Jalan dan Jembatan.

Kementrian Pekerjaan Umum, 2014, *Spesifikasi Teknis Campuran Beraspal Dengan Asbuton*.

Kementrian Pekerjaan Umum, 2016, *Spesifikasi Khusus Interim – 5 Seksi 6.3 Campuran Beraspal Panas Dengan Asbuton Lawele*.

Menteri Pekerjaan Umum, 2006, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 35/Prt/M/2006 *Tentang Peningkatan Pemanfaatan Aspal Buton Untuk Pemeliharaan Dan Pembangunan Jalan*.

N. Alil, A Liputo2, M.P layuk 3, 2009, *Pengujian Kenerja Campuran (AC-WC) Subtitusi Buton Granular Aspal Bahan Pengikat Dengan Metode Marshall* : Surabaya : Erlangga.

Siswosoebrotho dan Ismanto, B. 2015. Laboratory Evaluation of Lawele Buton Natural Asphalt in Asphalt Concrete Mixture. *Jurnal Terpublikasi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Standar Nasional Indonesia : SNI 2003 “ *Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas Dengan Alat Marshall*, RSNI M-01-2003, Badan Standar Nasional Indonesia.

Standar Nasional Indonesia : SNI 03-0691-1996 “ *Bata Beton (Paving Block)*, Badan Standar Nasional Indonesia.

Sukirman, S. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Granit, Jakarta.

Suroso, T.W., 2008, Faktor-faktor Penyebab Kerusakan Dini Pada Perkerasan Jalan. *Jurnal Jalan dan Jembatan (Vol.25 No.3)*. Pusjatan PU.

Tjaronge, M. W., Adisasmita, S. A., & Hustim, M. (2017, November). Effect of Buton Granular Asphalt (BGA) on compressive stress-strain behavior of asphalt emulsion mixture. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 271, No. 1, p. 012069). IOP Publishing.