

UJI STABILITAS ASPAL BGA 5/20 DENGAN VARIASI SUHU PEMADATAN

Laswar Gombilo Bitu

(Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Dayanu Ikhsanuddin)

email: laswargombilo@yahoo.co.id

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh suhu pemadatan terhadap stabilitas *Marshall* menggunakan BGA 5/20. Perencanaan benda uji dilakukan dengan menentukan komposisi campuran agregat, kadar aspal rencana, BGA, dan variasi suhu. Kadar aspal yang digunakan adalah kadar aspal optimum 6,85%, BGA 17,5% dan suhu pemadatan 120°, 100°, 80° dan 60°. Total benda uji yang dibuat 12 buah. Campuran dengan suhu 120° diperoleh nilai *Density* 2,26 gr/cm³; *VMA* 15,47%; *VIM* 1,89%; *VFB* 87,76%; Stabilitas 3469,45%; *Flow* 3,77 mm; *MQ* 935,09 kg/mm. Campuran dengan suhu 100° diperoleh nilai *Density* 2,17 gr/cm³; *VMA* 18,63%; *VIM* 5,55%; *VFB* 71,56%; Stabilitas 3596,57%; *Flow* 3,27 mm; *MQ* 1164,05 kg/mm. Campuran dengan suhu 80° diperoleh nilai *Density* 2,13 gr/cm³; *VMA* 20,17%; *VIM* 7,35%; *VFB* 63,66%; Stabilitas 3741,90%; *Flow* 2,93 mm; *MQ* 1315,14 kg/mm. Campuran dengan suhu 60° diperoleh nilai *Density* 2,08 gr/cm³; *VMA* 22,22%; *VIM* 9,73%; *VFB* 56,73%; Stabilitas 2224,77%; *Flow* 2,87 mm; *MQ* 798,43 kg/mm.

Kata Kunci : Aspal Buton BGA 5/20, Uji Marshall, Suhu Pemadatan, Stabilitas

A. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara yang beriklim tropis dengan pengaruh iklim yang tinggi terhadap kualitas umur jalan dan campuran beraspal yang merupakan salah satu indikator terhadap umur layanan jalan. Suhu yang berubah secara cepat terhadap permukaan jalan akibat cuaca dapat mempengaruhi kinerja seperti stabilitas jalan. Demikian juga halnya dengan BGA (*Buton Granular Asphalt*) yang merupakan hasil pengolahan aspal alam yang terdapat pada pulau Buton Provinsi Sulawesi Tenggara yang sangat rentan dengan perubahan suhu dalam meningkatkan umur layanan terutama pada saat proses penghamparan dalam proses pemadatannya.

Dari uraian di atas peneliti tertarik untuk menggunakan BGA pada campuran beraspal berdasarkan pengujian parameter Marshall dengan judul Uji Pemadatan Aspal BGA

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Gradasi

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.

Tabel 1. 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

2. *Buton Granular Asphalt* (BGA)

Asbuton butir atau yang dikenal dengan BGA (*Buton Granular Asphalt*) adalah salah satu produk aspal buton yang berbentuk butiran halus dengan ukuran maksimum 1,2 mm (lolos saringan #16) dengan kandungan bitumen sebesar ±18-22%.

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

Aspal Keras/ Panas adalah aspal yang digunakan dalam keadaan panas dan cair, pada suhu ruang berbentuk padat.

- a. Aspal keras pada suhu ruang (25 °C – 30 °C) berbentuk padat
- b. Aspal keras dibedakan berdasarkan nilai penetrasi (tingkat kekerasannya)
- c. Aspal keras yang biasa digunakan :
 - 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
- d. Aspal dengan penetrasi rendah digunakan di daerah bercuaca panas, volume lalu lintas tinggi.
- e. Aspal dengan penetrasi tinggi digunakan untuk daerah bercuaca dingin, lalu lintas rendah.
- f. 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, 25°C; 100 gr; 5 detik; 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	60 – 70
2.	Viskositas 135°C	SNI 06-6441-2000	≥ 300
3.	Titik Lembek (°C)	SNI 2433:2011	≥ 48
5.	Daktalitas pada 25 °C (cm)	SNI 2433:2011	≥ 100
6.	Titik nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232
7.	Kelarutandlm Toluene (%)	AASHTO T44-03	>99
8.	Berat Jenis	SNI 2441:2011	≥ 1
9.	Berat yang hilang, % (dengan TFOT)	SNI 06-2441-1991	≥ 0,82
10.	Penetrasi pada 25 °C (%) setelah penurunan berat	SNI 06-2456-1991	≥ 54
11.	Daktalitas pada 25 °C (cm) setelah penurunan berat	SNI 06-2432-1991	≥ 100

Sumber: *Departemen Pekerjaan Umum, Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi IV Perkerasan Aspal, 2018.*

4. Filler

Filler merupakan material pengisi dalam lapisan aspal. Disamping itu, kadar dan jenis *filler* akan berpengaruh terhadap sifat elastisitas campuran dan sensifisitas campuran.

5. Aspal

Aspal ialah material perekat berwarna hitam atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen. Aspal pada jalan berfungsi sebagai bahan ikat antara agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan masing-masing agregat.

6. 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. 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 3 dibawah ini :

Tabel 3. Karakteristik Campuran Laston (AC)

Pemeriksaan	Satuan	Persyaratan
Jumlah tumbukan per bidang		75
Stabilitas <i>Marshall</i>	Kg	Min 800
Rongga dalam campuran (VIM)	%	Min. 3,5 Maks. 5,5
Rongga dalam Agregat (VMA)	%	Min 15
Rongga terisi aspal (VFA)	%	Min 65
Kelelehan (<i>Flow</i>)	Mm	Min 3
<i>Marshall Quotient</i>	kg/mm	Min 250

Sumber: Rancangan Spesifikasi Umum Bina Marga Jalan dan Jembatan, Divisi 6 Perkerasan Beraspal, Dep. PU, Edisi 2018.

7. Bahan Campuran Aspal Panas

- a. Agregat Kasar

Ketentuan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini :

Tabel 4. Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian	Standar	Nilai
Kekekalan agregat terhadap larutan Natrium sulfat dan magnesium sulfat	SNI 03407:2008	Maks. 12%
Abrasi dengan mesin Los Angeles	SNI 2417:2008	Maks. 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-1991	Min. 95 %
Angularitas	SNI 03-6877-2002	95/90 *)
Partikel pipih dan lonjong	RSNI T-01-2005	Maks 10 %
Material lolos saringan No.200	SNI 03-4142-1996	Maks. 1 %

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi 6 Perkerasan Aspal Seksi 6.1 Campuran Beraspal Panas, 2018.

b. Agregat Halus

Agregat halus harus memenuhi ketentuan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5 dibawah ini :

Tabel 5. Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Maks.50%
Angularitas Dengan Uji Kadar Rongga	SNI 03 6877-2002	Min 45
Agregat lolos ayakan No. 200	SNI 03-4142-1996	Maks. 8 %

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi 6 Perkerasan Aspal Seksi 6.1 Campuran Beraspal Panas, 2018.

c. Bahan Pengisi (*Filler*) Untuk Campuran Beraspal

- 1) Bahan Pengisi yang ditambahkan (*filler added*) dapat berupa debu batu kapur (*lemestone dust*), atau debu kapur padam atau debu kapur magnesium atau dolomit.
- 2) 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.

- 3) Bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*), untuk semen harus dalam rentang 1% sampai dengan 2% terhadap berat total agregat.

d. 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*), *Marshall Quotient* (MQ), rongga dalam campuran (VIM), rongga dalam mineral agregat (VMA), dan rongga terisi aspal (VFA).

C. METODOLOGI PENELITIAN

1. Tinjauan Umum Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan untuk campuran aspal panas seperti agregat kasar, agregat halus, *filler*, 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).

2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dilaboratorium Teknik Sipil Universitas Dayanu Ikhsanuddin Baubau yang beralamat di Jalan Dayanu Ikhsanuddin Baubau Kelurahan Lipu Kota

Baubau. Penelitian ini mulai dilaksanakan pada bulan Juli –Agustus 2019.

D. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. 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 6 sebagai berikut :

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Jenis Pemeriksaan	Satuan	Metode Pemeriksaan	Hasil Pengujian	Spec	
				Min	Max
A. Batu Pecah PT.Cali					
1	Bulk	gr/cc	SNI 1969:2008	2,78	2,5 -
2	Apparent	gr/cc	SNI 1969:2008	2,82	2,5 -
3	Effektif	gr/cc	SNI 1969:2008	2,80	2,5 -
4	Absorsi Bahan Lolos	%	SNI 199:2008	0,42	- 3
5	Abrasi dengan Mesin Los Angeles	%	SNI ASTM C117:2012	0,82	- 1
6		%	SNI 2417:2008	30	- 40

B. Agregat Halus PT. Cali

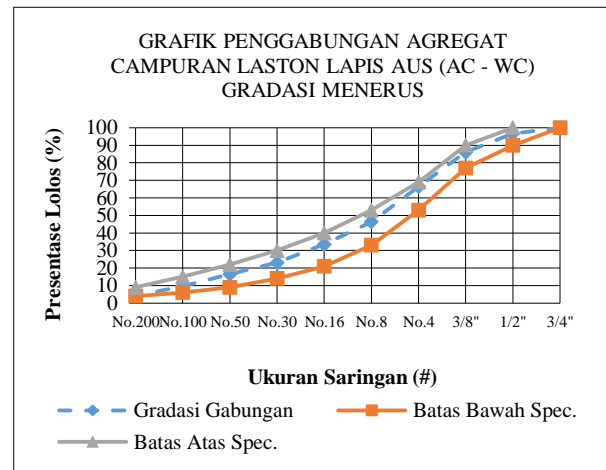
1	Bulk	gr/cc	SNI 1970:2008	2,59	2,5 -
2	Apparent	gr/cc	SNI 1970:2008	2,78	2,5 -
3	Effektif	gr/cc	SNI 1970:2008	2,66	2,5 -
4	Absorsi Bahan Lolos	%	SNI 1970:2008	2,67	- 3
5		%	SNI ASTM C117:2012	0,93	- 10

Sumber: Hasil Analisa Data

2. Mix Design Campuran Beraspal

Hasil penggabungan agregat dengan menggunakan gradasi menerus dapat dilihat

Hasil penggabungan agregat ditampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar 1 sebagai berikut :



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

3. Hasil Pengujian Marshall

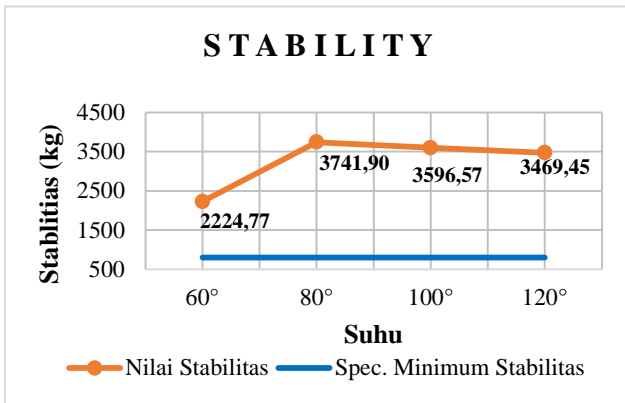
Hasil pengujian dan perhitungan parameter Marshall Laston Lapis Aus (AC-WC) dengan variasi suhu. Lebih lengkapnya diperlihatkan pada Tabel 7 sebagai berikut :

Tabel7. Hasil Pengujian Karakteristik Marshall untuk Variasi LGA sebagai Filler

No	Karakteristik Campuran	Variasi Suhu				Spesifikasi Bina Marga 2018	Keterangan
		60°	80°	100°	120°		
1	Stabilitas (Kg)	2224,77	3741,90	3596,57	3469,45	Min. 800	Terpenuhi
2	Flow (mm)	2,87	2,93	3,27	3,77	02 - 04	Terpenuhi
3	Density (t/m ²)	2,08	2,13	2,17	2,26	Min. 2	Terpenuhi
4	VIM (%)	9,73	7,35	5,55	1,89	03 - 05	Terpenuhi Suhu 100°, Suhu 60° 80° dan suhu 120° Tidak Terpenuhi
5	VMA (%)	22,22	20,17	18,63	15,47	Min. 15	Terpenuhi Suhu 120°, Suhu 60° 80° dan suhu 100° Tidak Terpenuhi
6	VFB (%)	56,73	63,66	71,56	87,76	Min. 65	Terpenuhi Suhu 120° dan Suhu 100°, Suhu 60° 80° Tidak Terpenuhi
7	MQ (kg/mm)	140,72	198,04	269,59	297,50	Min. 250	Terpenuhi

Sumber: Hasil Analisa Data

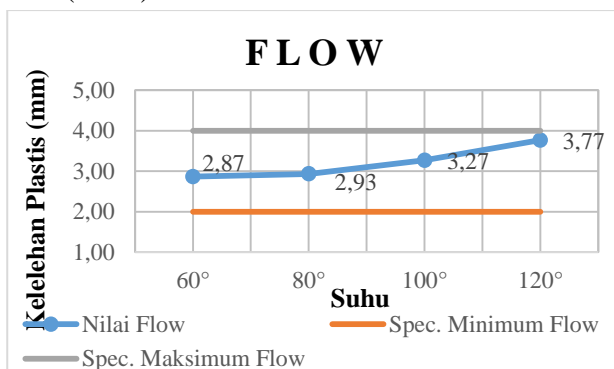
a. Tinjauan Terhadap Nilai Stabilitas



Gambar 2. Grafik Hubungan Variasi Suhu Terhadap Nilai Stabilitas

Dari Gambar 2 diperoleh nilai Stabilitas pada suhu 60° dengan kadar Aspal Optimum yaitu 6,85% menjadi yang terendah yaitu 2224,77 dibandingkan dengan suhu yang lain. Sedangkan nilai Stabilitas pada suhu 80° dengan kadar aspal yang sama menjadi yang terbesar yaitu 3741,90. Nilai Stabilitas untuk semua variasi suhu pada penelitian memenuhi Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal, Campuran Beraspal Panas Seksi 6.3 yaitu ≥ 800 kg.

b. Tinjauan Terhadap Nilai Kelelahan Plastis (*Flow*)

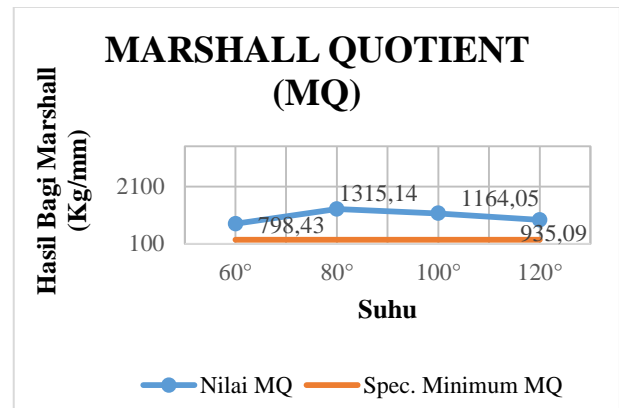


Gambar 3. Grafik Hubungan Variasi Suhu Terhadap Nilai Kelelahan Plastis (*Flow*)

Dari Gambar 3 menunjukkan nilai Kelelahan Plastis (*Flow*) terendah terdapat pada kadar aspal optimal 6,85% dengan suhu 60° yaitu 2,87 mm dan tertinggi terdapat pada suhu 120° dengan kadar aspal yang sama yaitu 3,77 mm. Pada penelitian ini semua nilai *flow* pada memenuhi Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6

Perkerasan Aspal, Campuran Beraspal Panas Seksi 6.3 yaitu antara 2 mm – 4 mm.

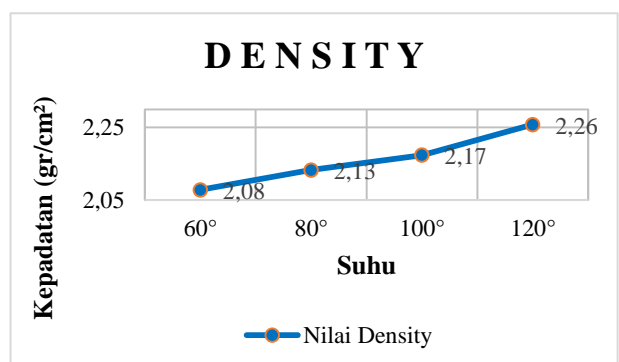
c. Tinjauan Terhadap Nilai *Marshall Quotient* (MQ)



Gambar 4. Grafik Hubungan Variasi Suhu Terhadap Nilai *Marshall Quotient* (MQ)

Dari Gambar 4 diperoleh nilai Marshall Quotient (MQ) terendah dengan kadar aspal optimum 6,85% terdapat pada suhu 60° yaitu 798,43 kg/mm dan tertinggi terdapat pada suhu 80° yaitu 1315,14 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 suhu memenuhi Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal, Campuran Beraspal Panas Seksi 6.3 yaitu ≥ 250 kg/mm.

d. Tinjauan Terhadap Nilai Kepadatan (*Density*)

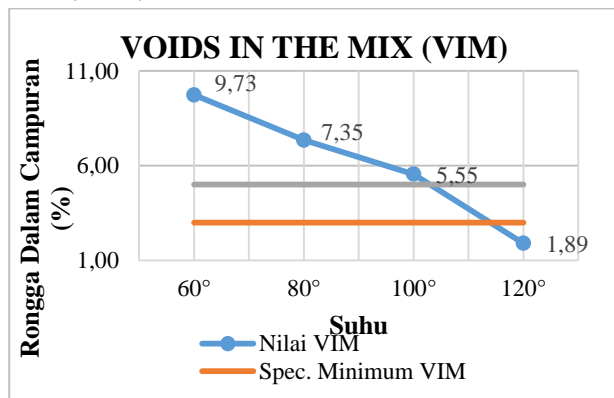


Gambar 5. Grafik Hubungan Variasi Suhu Terhadap Nilai Kepadatan (*Density*)

Dari Gambar 5 diperoleh nilai Kepadatan (*Density*) terendah dengan kadar aspal optimum 6,85 terdapat pada 60° yaitu

2,08 gr/cm³ sedangkan nilai Kepadatan (*Density*) tertinggi terdapat pada suhu 120° yaitu 2,26 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.

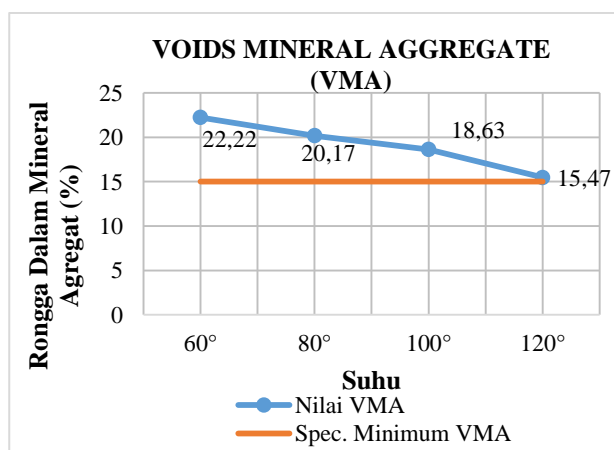
e. Tinjauan Terhadap Nilai *Voids In The Mix* (VIM)



Gambar 6. Grafik Hubungan Variasi Suhu Terhadap Nilai *Voids In The Mix* (VIM)

Dari Gambar 6 diperoleh nilai *Void In The Mix* (VIM) terendah dengan kadar aspal optimum 6,85% terdapat pada suhu 120° yaitu 1,89% sedangkan nilai VIM tertinggi terdapat pada suhu 60° yaitu 9,73 %. 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%.

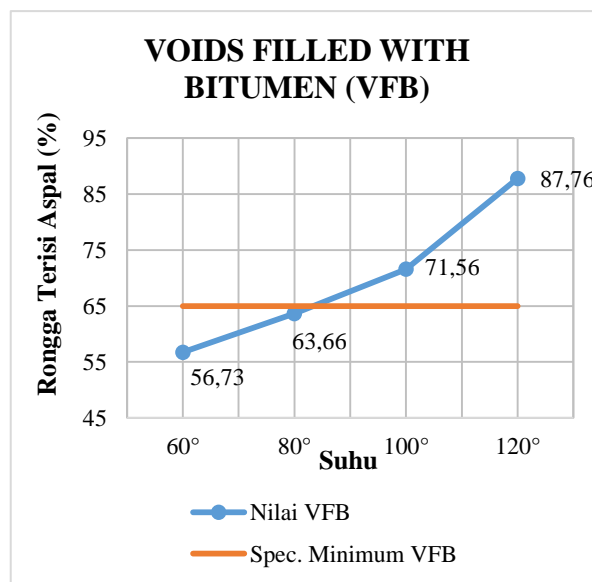
f. Tinjauan Terhadap Nilai *Voids In Mineral Aggregate* (VMA)



Gambar 7. Grafik Hubungan Variasi Suhu Terhadap Nilai *Voids In Mineral Aggregate* (VMA)

Dari Gambar 7 diperoleh nilai *Void in Mineral Aggregate* (VMA) terendah dengan kadar aspal optimum 6,85% terdapat pada suhu 120° yaitu 15% dan untuk nilai VMA tertinggi terdapat pada suhu 60° yaitu 22,22%. 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 $\geq 15\%$.

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



Gambar 8. Grafik Hubungan Variasi Suhu Terhadap Nilai *Voids Filled With Asphalt/ Bitumen* (VFB)

Dari Gambar 8 diperoleh nilai *Void Filled With Asphalt/ Bitumen* (VFA/ VFB) dengan kadar aspal optimum 6,85% pada suhu 60° menjadi yang terendah yaitu 56,73% dikarenakan pada suhu yang sama, memiliki nilai VMA besar maka menyebabkan penyerapan kadar aspal menjadi kecil. Sebaliknya dengan nilai VFB tertinggi pada suhu 120° yaitu 87,76% dimana suhu dari keduanya menyebabkan daya ikat dan penyerapan kadar aspal menjadi besar. 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 $\geq 65\%$.

E. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian di laboratorium tentang “Analisa Suhu Pemadatan Terhadap Stabilitas Marshall Menggunakan Aspal BGA 5/20)” dapat disimpulkan bahwa Variasi Suhu 60° - 120° semuanya memiliki nilai stabilitas yang cukup dan memenuhi spesifikasi. Akan tetapi suhu dibawah 100° untuk Nilai VIM VMA VFB tidak memenuhi spesifikasi sehingga suhu pemadatan bagi campuran aspal dengan menggunakan BGA minimal memakai temperature 100° .

Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa penambahan BGA berpengaruh kepada nilai VIM dan VMA, sehingga apabila semakin tinggi kadar penggunaan BGA pada suatu campuran dapat berdampak meningkatnya nilai VIM dan VMA pada suatu campuran.

Penggunaan BGA berpengaruh terhadap nilai kadar aspal optimum. Pada penelitian ini dengan menggunakan presentase gradasi agregat halus dan agregat kasar yang sama didapati bahwa semakin tinggi kadar penggunaan BGA didapati nilai kadar aspal optimum yang lebih tinggi dibandingkan campuran tanpa BGA.

DAFTAR PUSTAKA

Akem. 2012. Pengaruh suhu pemadatan pada lapis perkerasan laston (HRS-WC) yang menggunakan bahan pengikat 55. *Jurnal ilmiah Teknik Sipil* Universitas Tanjungpura.

Apandi, Nu'man. 2006. *Pengaruh Temperatur Pemadatan Pada Aspal Modifikasi (Aspal Polymer) Terhadap Nilai Struktural Berdasar Uji Marshall*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

A. Martha K (2012), *Analisis Kinerja Campuran Aspal Panas dengan menggunakan Variasi Komposisi BGA (Buton Granular Asphalt) dan Penambahan aditif jenis polimer*. Universitas Indonesia.

Agah, H.R (2011), Pengaruh Penambahan Buton Granular Asphalt pada Campuran Beton Aspal Terhadap Modulus Resilien dan Gradasi. *Jurnal Transportasi* Vol. 12 No. 2 Agustus 2012: 103-112.

Arief, Dimas (2012), *Pengaruh Penggunaan Buton Granular Asphalt (BGA)15/20 terhadap Karakteristik Marshall Campuran AC-WC*. Universitas Jember

Arifin, Muhamad Zainul. Wicaksono, Ahmad dan Pewastri, Ken. 2008. Pengaruh Penurunan Suhu (Dengan dan Tanpa Pemasangan ulang) Terhadap Parameter Marshall Campuran Aspal Beton. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil* Universitas Brawijaya Malang.

Bina Marga Devisi 6.3.2.(3) (2018)

Budiman, 2019. Pengaruh Penggunaan Limbah Keramik Tegel Sebagai Bahan Pengisi (*Filler*) Pada Campuran Aspal Panas (AC Penetrasi 60/70). *Skripsi*, tidak diterbitkan. Baubau: Fakultas Teknik Universitas Dayanu Ikhsanuddin.

Bukhari, dkk, 2007, *Rekayasa Bahan dan Tebal Perkerasan*, Fakultas Teknik, Universitas Syia Kuala.

Departemen Pekerjaan Umum, 2007, *Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Divisi VI Perkerasan Beraspal, Edisi April 2007*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Denni Widhiyatna, R. Hutamadi, Sutrisno . 2002. Konservasi Sumber Daya Aspal Buton. *Makalah Aspal Buton*.

Direktorat Jenderal Bina Marga (2018). *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Divisi 6 Perkerasan Aspal*.

- Firstyan. Fetal (2015), *Pengaruh Suhu Pematatan Terhadap Kinerja Marshall Pada Campuran CPHMA Menggunakan LGA dan Aspal Minyak Penetrasi 60/70*. Universitas Brawijaya.
- Hermadi, Madi, & Sjahdanulirwan, M. 2008. *Usulan Spesifikasi Campuran Beraspal Panas Asbuton Lawele Untuk Perkerasan Jalan*
- Hermadi, Madi. 2009. Peluang dan Tantangan Dalam Penggunaan Asbuton Sebagai bahan Pengikat Pada Perkerasan jalan. *Jurnal Jalan dan Jembatan*.
- Hermadi, Madi & Syamsudin, permadi, Deded. 2016. *Teknologi Perkerasan Jalan Asbuton*.
- Kementerian Pekerjaan Umum, 2014, *Spesifikasi Teknis Campuran Beraspal Dengan Asbuton*.
- Layuk, M.P. (2014), *Studi Kinerja Campuran AC-WC Menggunakan BGA Asbuton Sebagai Bahan Pengikat*. Universitas Hasanuddin.
- Patricia , Gloria (2012), *Analisis Pengaruh Pematatan BGA dan Polimer SBS Terhadap Sifat Agregat dan Aspal dari Campuran Aspal Panas*. Depok : Universitas Indonesia.
- Pusat Litbang Jalan dan Jembatan Badan Penelitian dan Pengembangan , Bandung. Direktorat Jenderal Bina Marga , (2006), Skh. 6.3.a.1: Spesifikasi Khusus Campuran Panas dengan Asbuton.
- Sukarman, 2018. Studi Karakteristik Lawele Granular Asphalt (LGA) Berbahan Tambah Low Density Polyethylen (LDPE) Terhadap Campuran Aspal Panas. *Skripsi*, tidak diterbitkan. Baubau: Fakultas Teknik Universitas Dayanu Ikhsanuddin.
- Sukirman, S. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Granit, Jakarta
- Spesifikasi Bina Marga, 2018. *Divisi 6 Perkerasan Aspal*.