

Pengaruh Suhu Pada Penghamparan Lasbutag Campur Dingin Hampar Panas Menggunakan *Lawele Granular Asphalt (LGA)* Dan *Modifier AC/Solar* Terhadap Karakteristik *Marshall*

Asidin

Program Studi Teknik Sipil Universitas Dayanu Ikhsanuddin, Indonesia
asidinkaudji@gmail.com

Abstrak

Salah satu dampak yang terjadi apabila suhu tidak sesuai dengan spesifikasi saat penghamparan adalah ikatan antar agregat dengan aspal tidak akan maksimal sehingga bisa mengakibatkan aspal cepat rusak. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh suhu pada penghamparan lasbutag menggunakan *Lawele Granular Asphalt* dan *modifier AC/Solar* dengan metode campur dingin hampar panas terhadap nilai karakteristik *Marshall*. Dalam penelitian ini penentuan komposisi agregat dilakukan dengan cara *trial and error*. Variasi suhu penghamparan yang digunakan yaitu 80°C, 90°C, 100°C, dan 110°C. Pada masing-masing suhu dibuat 3 sampel. Kadar bitumen dalam campuran 6,5% dan total persentase *modifier* 3% dengan komposisi *modifier* 65%:35%. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa pengaruh suhu penghamparan sangat mempengaruhi nilai karakteristik *Marshall*. Dimana nilai stabilitas yang memenuhi spesifikasi terdapat pada suhu 100°C dan 110°C. nilai (VIM) dan (VMA) yang memenuhi spesifikasi terdapat pada suhu 80°C dan 90°C, sedangkan nilai (MQ) yang memenuhi spesifikasi terdapat pada suhu 80°C, 100°C, dan 110°C. Dan untuk nilai *flow*, *density*, dan (VFA) semua memenuhi spesifikasi pada ke-4 variasi suhu penghamparan. Adapun hasil dari penelitian ini belum bisa diterapkan pada pekerjaan perkerasan jalan dikarenakan beberapa nilai *Marshall* yang tidak memenuhi spesifikasi.

Kata kunci : *Aspal, Suhu, Suhu Panas, Mineral*

Pendahuluan

Lawele Granular Asphalt (LGA) adalah salah satu jenis asbuton yang di harapkan dapat mengurangi penggunaan aspal minyak dengan tidak mengurangi kualitas dari campuran perkerasan tersebut. Pertimbangannya adalah keberadaan dan harga dari aspal minyak selalu cenderung meningkat seiring dengan frekuensi harga minyak bumi dunia yang meningkat, serta sangat dipengaruhi juga oleh nilai tukar mata uang dolar Amerika.

Modifier adalah bahan peremaja digunakan pada teknologi lasbutag terutama pada teknologi campur dingin. Teknologi Lasbutag, teknologi yang banyak digunakan di masa lalu menggunakan tambahan *modifier*, Lasbutag untuk sekarang jarang digunakan dan mulai di tinggalkan karena pelaksanaan metode lasbutag sangat sulit dan karakteristik *Marshall* yang tidak memenuhi persyaratan yang ditetapkan pada spesifikasi. Kendala ini kemungkinan disebabkan karena proses pencampuran menggunakan metode campur dingin.

Beberapa hal yang sering kali disoroti dalam pekerjaan perkerasan aspal antara lain komposisi campuran aspal, cara pemadatan aspal, dan suhu penghamparan aspal. Suhu merupakan salah satu faktor yang paling berpengaruh terhadap kualitas pekerjaan aspal. Salah satu dampak yang terjadi apabila suhu tidak sesuai dengan spesifikasi saat

penghamparan adalah ikatan antar agregat dengan aspal tidak akan maksimal.

Berdasarkan uraian di atas hal inilah yang membuat peneliti tertarik dan berkeinginan untuk melakukan penelitian pemanfaatan *Lawele Granular Asphalt (LGA)* dan *modifier AC/Solar* terhadap karakteristik *Marshall* dengan Judul “Pengaruh Suhu Pada Penghamparan Lasbutag Campur Dingin Hampar Panas Menggunakan *Lawele Granular Asphalt (LGA)* dan *Modifier AC/Solar* Terhadap Karakteristik *Marshall*”.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh suhu pada penghamparan Lasbutag menggunakan *Lawele Granular Asphalt (LGA)* dan *modifier AC/Solar* dengan metode campur dingin hampar panas terhadap nilai karakteristik *Marshall*.

Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

- Dapat memberikan manfaat bagi dunia konstruksi, terkhususnya konstruksi perkerasan jalan.
- Dapat menambah pengetahuan bagi penulis dan pembaca tentang kegunaan LGA dan *modifier AC/Solar* pada metode lasbutag.
- Dapat menjadi tambahan referensi dan perbandingan bagi penelitian-penelitian terdahulu dan yang akan datang.

1. Lawele Granular Asphalt

Lawele Granular Asphalt (LGA) adalah salah satu produk aspal alam yang berasal dari Pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Aspal Lawele ini diharapkan dapat berguna sebagai bahan tambah (*additive*) maupun *alternative* bahan pengganti (substitusi) aspal minyak pada perkerasan perkerasan jalan di Indonesia.

Di dalam Asbuton terdapat dua jenis unsur utama, yaitu aspal (bitumen) dan mineral. Asbuton sendiri memiliki stabilitas yang lebih tinggi dan tahan lama, serta lebih tahan retak yang diakibatkan oleh cuaca maupun lingkungan. Jenis LGA tersebut bersumber dari tambang Lawele, LGA memiliki kadar bitumen 25% - 35%, nilai penetrasi 40 - 60 dmm, dengan ukuran butir maksimal 3/8 inci.

Aspal Buton Butir tipe-50/30 (LGA) berfungsi sebagai bahan pengikat antar batuan, pengganti sebagian penggunaan aspal minyak pada campuran beraspal baik *Cold Mix*, *Warm Mix* maupun *Hot Mix* sesuai dengan spesifikasi Bina Marga, surat edaran Menteri PUPR No. 10/SE/M/2013. Adapun spesifikasi dari Asbuton Butir 50/30 (LGA) adalah seperti Tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Spesifikasi *Lawele Granular Asphalt* (LGA)

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Asbuton Butir Tipe-50/30 (LGA)
1.	Ukuran butir maks. (mm)	SNI-2009-2008	9,5
2.	Kadar bitumen Asbuton butir (%)	SNI-03-3640-1994	25-30
3.	Kadar air (%)	SNI-2490-2008	Maks. 2
Sifat-Sifat Bitumen Asbuton Butir Setelah Ekstraksi			
1.	Penetrasi, 25°C 100g, 5 detik (0,1 mm)	SNI-2456-2011	40-60
2.	Berat Jenis (gr/cc)	SNI-2432-2011	Min. 1,0
3.	Titik Nyala (°C)	SNI-2433-2011	Min. 232

2. Bahan Campuran Berasal

a. Agregat

Agregat merupakan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lain, baik yang berasal dari alam maupun buatan yang berbentuk mineral padat berupa ukuran besar maupun kecil atau fragmen-fragmen. Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90% - 95% agregat

berdasarkan presentase berat, atau 75% - 85% agregat berdasarkan presentase volume (Sukirman, S: 2003).

Berdasarkan ukuran butiran, agregat dapat dibedakan menjadi:

- 1) Agregat Kasar, yaitu batuan yang tertahan pada saringan No. 8 (2,36 mm) dan harus bersih, keras, awet, dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan-ketentuan yang bersumber dari Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal.
- 2) Agregat Halus, adalah agregat yang lolos saringan No. 8 (2,36 mm) dan tertahan saringan No. 200 (0,075 mm). Fungsi utama agregat halus yaitu memberikan stabilitas dan mengurangi deformasi permanen dari campuran melalui gesekan antar partikel yang saling mengunci. Spesifikasi agregat halus sesuai dengan nomor saringan beton aspal yang bersumber dari Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal.

b. Aspal

Aspal adalah material yang berbahan hidrokarbon berwarna hitam kecoklatan, serta tahan terhadap air dan viskoelastis dengan ketahanan yang tinggi atau bersifat *adhesive* yang komponen penyusun terbesarnya ialah bitumen yang terbentuk secara alami atau berasal dari alam maupun dari hasil pengolahan minyak bumi.

Aspal dapat dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan tempat diperolehnya, antara lain:

- 1) Aspal alam, yaitu jenis aspal yang berasal dari alam dan dapat digunakan sebagaimana yang telah diperoleh ataupun dengan adanya sedikit pengolahan. Aspal alam yang ada di Indonesia dapat ditemukan di Pulau Buton Sulawesi Tenggara dan dikenal sebagai Asbuton (Aspal Buton).
- 2) Aspal minyak, yaitu aspal yang merupakan residu yang diperoleh dari hasil pengilangan minyak bumi.
- 3) Aspal keras/panas (*asphalt cement*, AC), yaitu aspal berbentuk padat pada keadaan penyimpanan atau temperature ruang yang digunakan dalam keadaan cair dan panas.
- 4) Aspal dingin/cair (*cut back asphalt*), yaitu aspal yang dapat digunakan dalam keadaan cair dan dingin.
- 5) Aspal emulsi (*emulsion asphalt*), yaitu jenis aspal yang penyediannya dalam bentuk emulsi dan dapat digunakan dalam keadaan dingin maupun panas.

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

Selama masa layaknya aspal yang digunakan sebagai bahan pengikat pada perkerasan jalan raya, aspal mudah mengalami kerusakan seperti retak, berlubang dan deformasi plastik yang diakibatkan oleh perubahan suhu atau cuaca, berlebihnya berat muatan, serta volume lalu lintas yang begitu padat. Hal ini dapat diprediksi dikarenakan aspal yang digunakan tidak mempunyai kemampuan untuk ditempatkan pada temperatur yang tinggi, yaitu sekitar suhu 60°C yang diindikasikan dari nilai *penetration index* dan *stiffness bitumen* yang rendah.

Di Indonesia umumnya digunakan aspal penetrasi 60/70 dan 80/100. Jenis aspal dengan penetrasi yang rendah biasanya digunakan untuk jenis lalu lintas berat dan cuaca yang panas, begitu pula sebaliknya. Ketentuan untuk Aspal Penetrasi 60/70 dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Spesifikasi Aspal Penetrasi 60/70

No	Jenis Pengujian	Metode 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
4.	Daktalitas pada 25°C (cm)	SNI 2433:2011	≥ 100
5.	Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232
6.	Kelarutan dalam Toluene (%)	AASHTO T44-03	> 99
7.	Berat Jenis	SNI 2411:2011	≥ 1
8.	Berat yang hilang, % (dengan TFOT)	SNI 06-2441-1991	≥ 0,82
9.	Penetrasi pada 25°C (%) setelah penurunan berat	SNI 06-2456-1991	≥ 54
10.	Daktalitas pada 25°C (cm) setelah penurunan berat	SNI 06-2432-1991	≥ 100

d. Modifier

Penggunaan bahan peremaja (*modifier*) bertujuan untuk mengaktifkan kembali bitumen yang terkandung dalam partikel Asbuton agar menjadi lembek atau paling tidak dapat menyamai aspal minyak penetrasi 60/70. Sehingga dapat berfungsi sebagai perekat yang tahan lama (awet) dan tidak getas.

Bahan peremaja (*modifier*) adalah bahan yang digunakan untuk meremajakan dan melunakkan bitumen dalam Asbuton. Bahan peremaja (*modifier*) yang digunakan pada penelitian ini adalah AC/Solar dengan komposisi 70/30 yakni 70 % AC dan 30 %

Solar serta mempunyai sifat teknis tertentu yang di campur dingin hampar panas.

Suatu syarat bahan tambah (*modifier*) aspal agar dapat berdaya guna, maka bahan tersebut harus memenuhi kriteria sebagai berikut:

- 1) Dapat meningkatkan mutu aspal/campuran beraspal
- 2) Mudah penggunaannya
- 3) Mudah bercampur dengan aspal
- 4) Mudah diperolehnya
- 5) Murah harganya
- 6) Tahan terhadap temperatur campuran
- 7) Tidak memerlukan alat tambah yang rumit

Ketentuan *modifier* dengan jenis pengujian yang bersumber dari Dirjen Bina Marga (2018) dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Ketentuan *Modifier*

No	Jenis Pengujian	PH-1000
1.	Viskositas 60° C ; detik cSt	500 - 750 1000 - 1500
2.	Kelarutan dalam TCE ; %	Min. 99,5
3.	Titik nyala ; °C	Min. 180
4.	Berat jenis	Min. 0,95
5.	Penurunan berat (TFOT) ; %	Maks. 4
6.	Kadar parafin lilin ; %	Maks. 2

e. Filler

Filler adalah bahan pengisi yang digunakan dalam lapisan aspal pada perkerasan jalan. Selain itu, kadar dan jenis *filler* akan mempengaruhi sifat elastisitas dan sensitifitas campuran aspal.

3. Gradasi

Gradasi adalah distribusi dari variasi ukuran butir agregat. Gradasi agregat berpengaruh pada besarnya rongga dalam campuran dan menentukan workabilitas (kemudahan dalam pekerjaan) serta stabilitasi campuran. Gradasi agregat di tentukan dengan cara analisa saringan, dimana sampel agregat harus melalui satu set saringan.

4. Campuran Aspal Dingin (*Cold Mix Asphalt*)

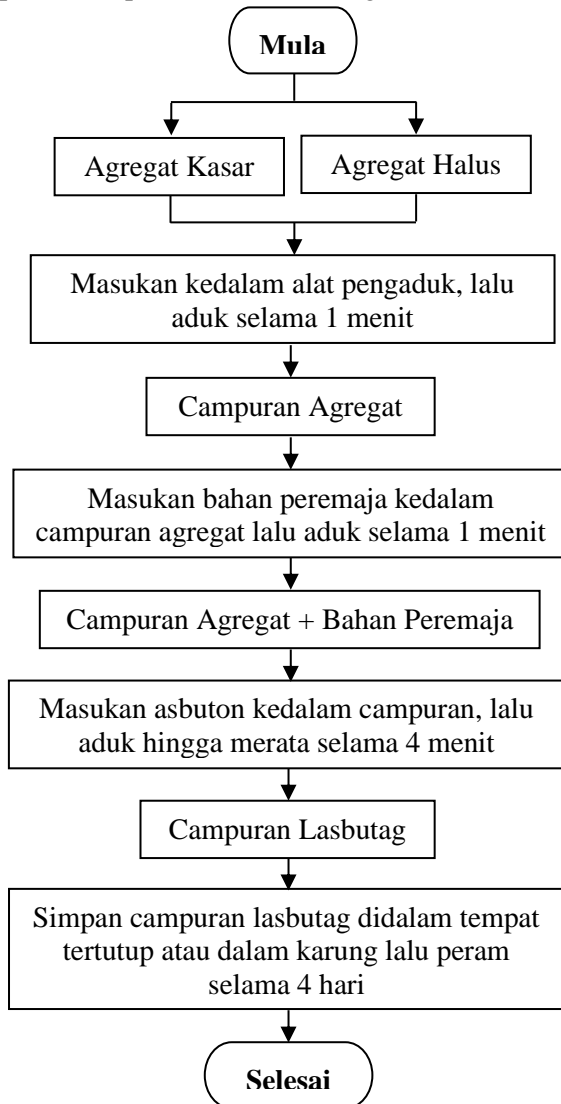
Campuran aspal dingin adalah proses pencampuran bahan perkerasan aspal jalan lentur yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, *filler* dan bahan pengikat aspal dengan perbandingan tertentu dan dicampur dalam keadaan dingin. Untuk melunakkan LGA agar menjadi cair dan lembek sehingga didapatkan viskositas yang rendah untuk memudahkan

pencampuran pada batuan diperlukan bahan peremaja (*modifier*).

5. Lasbutag

Lapisan Aspal Buton Agragregat (Lasbutag) merupakan suatu lapisan perkerasan pada konstruksi jalan yang terdiri campuran antara agregat, asbuton dan bahan pelunak/peremaja yang diaduk, dihampar dan dipadatkan, gradasi campuran dari lasbutag memiliki gradasi menerus dan merupakan lapis perkerasan yang memiliki nilai struktural, yaitu sebagai lapisan yang menahan dan meyebarkan beban roda dan stabilitas terjadi dari hasil geseran antar butir, penguncian antar partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal.

Adapun pencampuran dan pemerannya dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Skema pencampuran dan pemeraman lasbutag

6. Suhu/Temperatur

Suhu/temperatur merupakan salah satu bagian faktor yang paling berpengaruh terhadap kualitas pekerjaan aspal. Dampak yang akan terjadi apabila suhu tidak sesuai dengan spesifikasi pada saat penghamparan, yaitu salah satunya adalah ikatan antar agregat dengan aspal tidak akan maksimal sehingga dapat mengakibatkan aspal akan cepat mengalami kerusakan.

Aspal merupakan material termoplastis yang mempunyai kepekaan terhadap suatu perubahan suhu/temperatur. Setiap jenis aspal memiliki kepekaan yang berbeda-beda terhadap suhu/temperature. Pemeriksaan tentang sifat kepekaan aspal terhadap perubahan suhu perlu adanya dilakukan agar diperoleh informasi mengenai rentang suhu yang baik untuk pelaksanaan suatu pekerjaan perkerasan jalan. Nilai viskositas aspal dan batasan suhu selama pencampuran, penghamparan, dan pematatan pada proses pelaksanaan pekerjaan perkerasan jalan dapat dilihat pada Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Spesifikasi Viskositas dan Temperatur Aspal untuk Pencampuran dan Pematatan

No.	Prosedur Pelaksanaan	Viskositas Aspal (P.A.S)	Suhu Campuran (°C)
1.	Pencampuran benda uji <i>marshall</i>	0,2	155 ± 1
2.	Pematatan benda uji <i>marshall</i>	0,4	140 ± 1
3.	Pencampuran tentang temperatur sasaran	0,2 - 0,5	145 - 155
4.	Menuangkan campuran dari AMP ke dalam truk	± 0,5	135 - 150
5.	Pasikan ke alat penghamparan	0,5 - 1,0	130 - 150
6.	Penggilasan awal (roda baja)	1 - 2	125 - 145
7.	Penggilasan kedua (roda karet)	2 - 20	100 - 125
8.	Penggilasan ketiga (roda baja)	≤ 20	≥ 95

7. Prosedur Rancangan Campuran Metode Marshall

Konsep dasar dari metode *Marshall* dalam rancangan campuran aspal telah dikembangkan oleh Bruce Marshall, seorang insinyur bahan aspal bersama-sama dengan *The Mississippi State Highway Department*. *The U.S. Army Corp Of Engineers*, melanjutkan penelitian dengan ekstensif dan mempelajari hal-hal yang ada kaitannya, meningkatkan dan menambah kelengkapan pada

prosedur pengujian *Marshall* dan akhirnya mengembangkan kriteria campuran. Pengujian ini di standarisasi di dalam ASTM D1559.

Dua ciri utama perancangan campuran metode *Marshall* adalah pengujian stabilitas dan kelelahan pada benda uji yang telah dipadatkan. Penyiapan benda uji dalam pengujian standar menggunakan prosedur tertentu meliputi pemanasan, pencampuran, dan pemadatan benda uji silinder dengan tinggi 64mm (2,5 *inch*) dan garis tengahnya adalah 102 mm (4 *inch*). Benda uji diuji ketahanannya terhadap deformasi pada suhu 60°C dan tingkat pembebanan tetap 50 mm/menit.

Beban maksimum yang terjadi sebelum leleh adalah merupakan stabilitas *Marshall* dan besarnya deformasi pada benda uji sebelum uji meleleh adalah kelelahan *Marshall (flow)*.

8. Uji *Marshall*

Menurut Sukirman (2003), metode campuran yang paling banyak digunakan 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, *Marshall Quotient (MQ)*, rongga dalam campuran (VIM), rongga dalam mineral agregat (VMA), dan rongga terisi aspal (VFA).

Metodologi Penelitian

1. Tinjauan Umum Penelitian

Dalam penelitian ini, pengujian bahan dilakukan dengan “Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi 6 Perkerasan Aspal 2018” dan metode pengujian karakteristik bahan penyusun campuran aspal dingin di laboratorium mengacu sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI). Bahan-bahan yang digunakan untuk campuran aspal dingin seperti agregat kasar, agregat halus, *modifier*, dan aspal sebagai bahan pengikat harus sesuai dengan spesifikasi dan beragam pengujian yang dilakukan untuk menjamin bahan yang digunakan memiliki sifat-sifat seperti yang diharapkan.

2. Lokasi Penelitian dan Waktu penelitian

Penelitian ini dimulai dengan pengambilan sampel agregat di Kecamatan Sorawolio pada tanggal 2 Februari 2021. Lalu dilanjutkan dengan penyaringan

dan pemeriksaan agregat selama 12 hari dari tanggal 12 April sampai tanggal 23 April 2021 yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Dayanu Ikhsanuddin Baubau yang beralamat di Jalan Sultan Dayanu Ikhsanuddin kelurahan Lipu kota Baubau.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Dayanu Ikhsanuddin Baubau yang beralamat di Jalan Dayanu Ikhsanuddin Baubau Kelurahan Lipu Kota Baubau. Penelitian ini mulai dilaksanakan pada bulan November – Desember 2021.

3. Pengumpulan Bahan

Pengambilan sampel untuk agregat halus dan agregat kasar dilakukan secara langsung di lokasi. Hal ini dilakukan agar sampel yang diambil benar-benar langsung bersumber dari lokasi tersebut Sampel kemudian dibawa ke Laboratorium Teknik Sipil Universitas Dayanu Ikhsanuddin untuk dilakukan pemeriksaan data-data karakteristik dan *mix design*. Lokasi pengambilan material agregat kasar dan agregat halus di Kecamatan Sorawolio Kota Baubau hasil produksi PT. Lakina Wolio. Sedangkan untuk pengambilan *Lawele Granular Asphalt (LGA)* diambil dari PT. Wika Bitumen di Pulau Buton yang secara administrasi terletak di Desa Lawele, Kecamatan Lasalimu, Kabupaten Buton, Provinsi Sulawesi Tenggara.

4. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

a. Bahan Penelitian

Bahan-bahan pembuatan benda uji yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Agregat kasar, bersumber dari Kecamatan Sorawolio Kota Baubau hasil produksi PT. Lakina Wolio.
- 2) Agregat halus, bersumber dari Kecamatan Sorawolio Kota Baubau hasil produksi PT. Lakina Wolio.
- 3) Aspal Pen 60/70.
- 4) *Lawele Granular Asphalt (LGA)* produksi PT. Wika Bitumen.
- 5) *Modifier AC/Solar* dibuat sendiri di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Dayanu Ikhsanuddin.

b. Pengujian Material di Laboratorium

Pengujian material yang dilaksanakan pada penelitian ini, meliputi pemeriksaan terhadap agregat kasar dan agregat halus dengan mengacu pada standar

Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga Divisi 6 Perkerasan Aspal 2018.

1) Pemeriksaan Agregat Kasar

Fraksi agregat kasar untuk perencanaan ini adalah agregat yang tertahan di atas saringan No. 8 (4,76 mm). Pemeriksaan laboratorium dan standar uji agregat kasar berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 dapat dilihat pada Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Pemeriksaan Laboratorium dan Standar Uji Agregat Kasar

No.	Pengujian Laboratorium	Standar Uji
1.	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan	SNI 03-1969-2016
2.	Pemeriksaan Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990
3.	Pemeriksaan Bahan Lolos 200	SNI 03-4142-1996
4.	Uji Kekerasan Material (Abrasi)	SNI 03-2417-2008

2) Pemeriksaan Agregat Halus

Fraksi agregat halus untuk perencanaan ini adalah agregat yang lolos saringan No. 8 (4,76 mm). pemeriksaan laboratorium dan standar uji agregat halus berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 dapat dilihat pada Tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 6. Pemeriksaan Laboratorium dan Standar Uji Agregat Halus

No	Pengujian Laboratorium	Standar Uji
1	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan	SNI 1970 : 2008
2	Pemeriksaan Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990
3.	Pemeriksaan Bahan Lolos 200	SNI 03-4142-1996
4.	Pemeriksaan Angularitas	AASHTO TP 33 atau ASTM C1252-93

3) Pemeriksaan Bahan Pengisis

Pemeriksaan laboratorium dan standar uji *Filler* berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi VI Perkerasan Aspal 2018 dapat dilihat pada Tabel 7 sebagai berikut:

Tabel 7. Pemeriksaan Laboratorium dan Standar Uji *Filler*

No	Pengujian Laboratorium	Standar Uji
1	Pemeriksaan Berat Jenis	SNI 1970:2008
2	Pemeriksaan Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990

4) Pemeriksaan Aspal

Aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal panas penetrasi 60/70. Pemeriksaan laboratorium dan standar uji aspal yang dilaksanakan dapat dilihat pada Tabel 8 sebagai berikut:

Tabel 8. Spesifikasi Standar Uji Aspal

No.	Pemeriksaan Laboratorium	Standar Uji
1.	Pemeriksaan Penetrasi	SNI 06-2456-2011
2.	Pemeriksaan Titik Lembek	SNI 06-2434-2011
3.	Pemeriksaan Daktalitas pada	SNI 06-2432-2011
4.	Pemeriksaan Berat Jenis	SNI 06-2441-2011
5.	Pemeriksaan Kehilangan Berat Aspal	SNI 06-2441-1991

5. *Mix Design* Campuran Aspal

Metode untuk mencapai resep komposisi capuran dengan penggabungan material yaitu Agregat Kasar, Agregat Halus, dan *Filler*. Metode penggabungan agregat adalah penampuran kasar dan halus menjadi suatu campuran yang homogen dan mempunyai susunan butir yang kita harapkan atau sesuai standar spesifikasi yang disyaratkan. Sebelum melakukan pencampuran bahan-bahan campuran beraspal, terlebih dahulu dilaksanakan penggabungan agregat dengan cara *Trial* dan *Error*

Dalam penelitian ini benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 12 sampel dengan 4 variasi suhu penghamparan yaitu 80°C, 90°C, 100°C, dan 110°C. setiap benda uji yang akan dibuat dari setiap variasi suhu penghamparan yaitu 3 sampel dengan kadar aspal 6,5% dan *modifier* AC/Solar 3%. Adapun tabel matriks benda uji dapat dilihat pada Tabel 9 sebagai berikut:

Tabel 9. Perencanaan Benda Uji

No	Variasi Suhu Penghamparan	Sampel		
		Kadar Aspal	Modifier AC/Solar	Jumlah Sampel
1	80°C	6,5%	3%	3
2	90°C	6,5%	3%	3
3	100°C	6,5%	3%	3
4	110°C	6,5%	3%	3
Total				12

Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Hasil Pengujian Karakteristik Bahan

Hasil Pengujian Karakteristik Agregat.

Pengujian pada material dilakukan sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal sebagai acuan. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat berdasarkan hasil analisa data dapat dilihat pada Tabel 10 sebagai berikut:

Tabel 10. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Jenis Pemeriksaan	Satuan	Metode Pemeriksaan	Hasil Pengujian	Spesifikasi	
				Min.	Max.
A. Course Aggregate Sorawolio					
1. Bulk	gr/cc	SNI 1969:2008	2,70	2,5	-
2. Apparent	gr/cc	SNI 1969:2008	2,90	2,5	-
3. Effektif	gr/cc	SNI 1969:2008	2,80	2,5	-
4. Absorsi	%	SNI 1969:2008	2,40	-	3
5. Bahan Lolos 200	%	SNI ASTM C117:2012	0,73	-	1
6. Abrasi dengan Mesin Los Angeles	%	SNI 2417:2008	25,95	-	40
B. Fine Aggregate Sorawolio					
1. Bulk	gr/cc	SNI 1970:2008	2,18	-	-
2. Apparent	gr/cc	SNI 1970:2008	2,26	-	-
3. Effektif	gr/cc	SNI 1970:2008	2,22	-	-
4. Absorsi	%	SNI 1970:2008	1,55	-	3
5. Bahan Lolos 200	%	SNI ASTM C117:2012	0,75	-	1
C. Filler					
1. Bulk	gr/cc	SNI 1970:2008	2,10	-	-
2. Apparent	gr/cc	SNI 1970:2008	2,16	-	-
3. Effektif	gr/cc	SNI 1970:2008	2,13	-	-

2. Mix Design Campuran Beraspal

a. Hasil Penggabungan Agregat

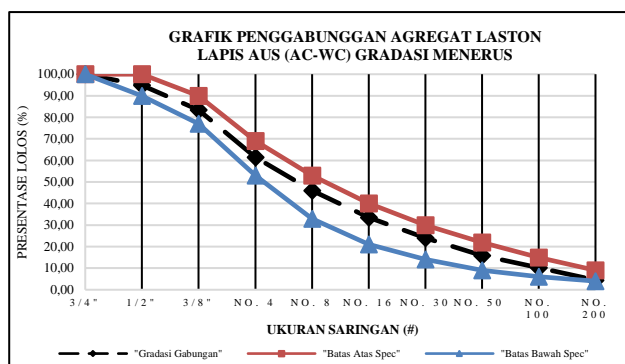
Pada penelitian ini jenis variasi campuran menggunakan *modifier* AC/Solar dan penggunaan aspal buton pada lapis permukaan menggunakan gradasi menerus. Data yang diperlukan adalah hasil gradasi dari agregat kasar (*course agregat*), agregat halus (*fine agregat*) dan abu batu (*filler*) yang berasal dari Kecamatan Sorawolio Kota Baubau yang dilaksanakan sesuai SNI 03-1968-1990. Penentuan

komposisi masing-masing bahan dilakukan dengan metode coba-coba (*trial and error*) di mana penggabungan agregat dilakukan dengan cara mengkombinasikan ketiga fraksi dengan komposisi tertentu sehingga total persen lolos gabungan harus berada diantara ambang batas atas dan ambang batas bawah spesifikasi penggabungan agregat untuk campuran Laston Lapis Aus (AC-WC). Hasil penggabungan agregat dengan menggunakan gradasi menerus berdasarkan hasil analisa data dapat dilihat pada Tabel 11 sebagai berikut:

Tabel 11. Hasil Penggabungan Agregat

No. Saringan		Persen Lolos Saringan			Bobot Batu Pecah	Bobot Agregat Halus (FA)	Bobot Abu Batu	Total Mix	Spec	
ASTM	mm	Agregat Kasar (CA)	Agregat Halus (FA)	Abu Batu	51%	44%	5%			
3/4"	19,10	100	100	100	51,00	44,00	5,00	100,00	100	- 100
1/2"	12,70	89,85	100	100	45,82	44,00	5,00	94,82	90	- 100
3/8"	9,70	73,60	90,50	100	38,56	39,82	5,00	83,38	77	- 90
No. 4	4,76	53,35	69,00	76,15	27,21	30,36	3,81	61,38	53	- 69
No. 8	2,38	40,25	51,50	55,40	20,53	22,66	2,77	45,96	33	- 53
No. 16	1,18	28,50	37,60	49,10	14,54	16,54	2,46	33,53	21	- 40
No. 30	0,595	21,00	25,85	39,10	10,71	11,37	1,96	24,04	14	- 30
No. 50	0,29	14,90	15,25	30,75	7,60	6,71	1,54	15,85	9	- 22
No. 100	0,15	9,15	10,05	23,05	4,67	4,42	1,15	10,24	6	- 15
No. 200	0,074	4,75	3,75	7,50	2,42	1,65	0,38	4,45	4	- 9

Dari Tabel 11, hasil penggabungan agregat di atas dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar 2 sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik Gabungan Agregat Campuran Laston Lapis Aus (AC-WC)

b. Hasil Penentuan Berat Jenis Agregat

Berat jenis agregat gabungan merupakan berat jenis agregat di luar dari bahan aspal. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai berat jenis agregat gabungan yaitu: berat jenis *bulk* agregat = 2.42, berat jenis semu agregat = 2.26, berat jenis efektif = 2.48 dan *Absorpsi* aspal terhadap total agregat = 1.13%.

3. Hasil Pengujian Marshall

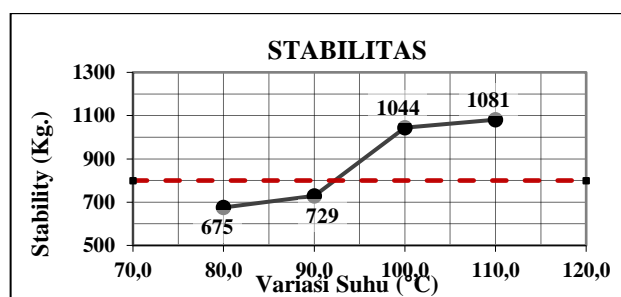
Hasil pengujian dan perhitungan parameter *Marshall* Lasbutag menggunakan *Lawele Granular Asphalt* (LGA) dengan 4 variasi suhu penghamparan yaitu 80°C, 90°C, 100°C, dan 110°C yang di mana penggunaan LGA 18,2%, kadar bitumen dalam campuran 6,5%, dan total persentase *modifier* 3% dengan komposisi *modifier* 65%:35% pada masing-masing campuran. Berdasarkan hasil analisa data diperlihatkan pada Tabel 12 sebagai berikut:

Tabel 12. Hasil Pengujian Karakteristik *Marshall*

Karakteristik Campuran	Variasi Suhu Penghamparan				Spesifikasi Bina Marga 2018
	80°C	90°C	100°C	110°C	
Stabilitas (kg)	675	729	1044	1081	Min.800
Flow (mm)	2.53	3.23	2.34	2.80	2 - 4
Density (gr/cm ³)	2.18	2.18	2.24	2.24	-
VIM (%)	3.83	3.55	1.10	0.83	3 - 5
VMA (%)	15.94	15.69	13.55	13.32	Min. 15
VFA (%)	76.00	77.48	92.34	94.23	Min. 65
MQ (kg/mm)	277.04	229.25	453.74	384.85	Min. 250

a. Tinjauan Nilai Stabilitas

Dengan adanya perbedaan variasi suhu pada saat penghamparan akan mempengaruhi nilai stabilitas *Marshall*. Hal tersebut ditunjukkan pada Gambar 3 dibawah ini:



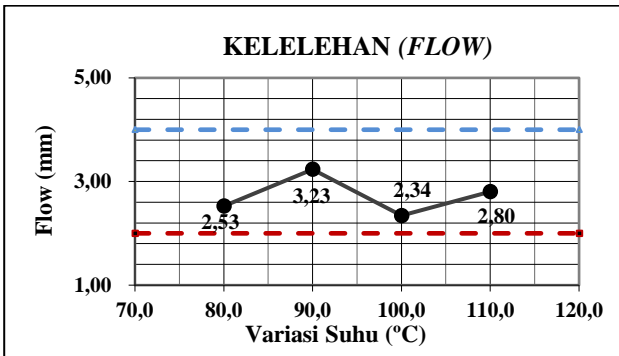
Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Nilai Stabilitas dan Variasi Suhu

Dalam spesifikasi Bina marga 2018 untuk nilai stabilitas min 800 kg. Dari hasil pengujian dalam penelitian ini menunjukkan bahwa nilai stabilitas *Marshall* yang memenuhi spesifikasi Bina marga yaitu di suhu 100°C dan 110°C. Dan untuk nilai tertinggi, untuk nilai stabilitas pada penelitian ini yaitu di suhu 110°C dengan nilai sebesar 1.081 kg. Grafik hubungan antara nilai stabilitas dengan variasi suhu berbanding lurus dimana nilai stabilitas

cenderung naik seiring meningkatnya suhu penghamparan sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai stabilitas sangat dipengaruhi oleh tinggi atau rendahnya suhu saat penghamparan.

b. Tinjauan Kelelahan Plastis (*Flow*)

Dengan adanya perbedaan variasi suhu pada saat penghamparan akan mempengaruhi nilai kelelahan plastis. Hal tersebut ditunjukkan pada Gambar 4 dibawah ini:

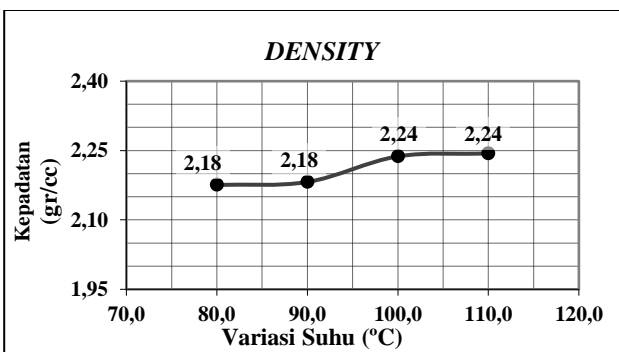


Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Nilai Pelelehan (*Flow*) dan Variasi Suhu

Dalam spesifikasi Bina marga 2018 untuk nilai *flow* adalah 2 – 4 mm. Dari hasil pengujian dalam penelitian ini menunjukkan bahwa nilai *flow* semua memenuhi spesifikasi Bina marga, grafik hubungan antara nilai *flow* dengan variasi suhu tersebut mengalami kenaikan dan penerunan atau disebut juga *exmograf grafistolix of season*. Adapun untuk nilai *flow* tertinggi terdapat pada suhu penghamparan 90°C dengan nilai sebesar 3,23 mm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai *flow* tidak dipengaruhi dari tinggi atau rendahnya suhu penghamparan.

c. Tinjauan Kepadatan (*Density*)

Dengan adanya perbedaan variasi suhu pada saat penghamparan akan mempengaruhi nilai *density*. Hal tersebut ditunjukkan pada Gambar 5 dibawah ini :

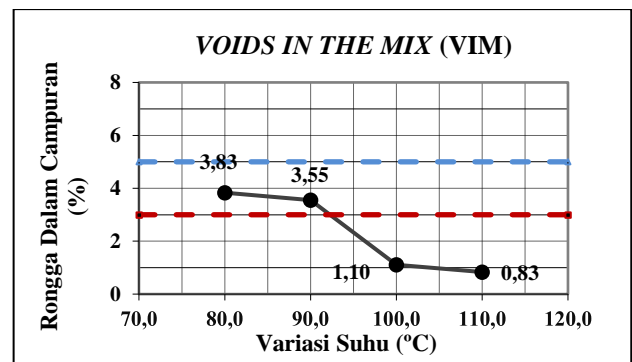


Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Nilai Kepadatan (*Density*) dan Variasi Suhu

Dari hasil pengujian dalam penelitian ini menunjukkan bahwa nilai *density* terendah terdapat pada suhu 80°C dan 90°C dengan nilai sebesar 2,18 gr/cm³ dan nilai tertinggi terdapat pada suhu 100°C dan 110°C dengan nilai sebesar 2,24 gr/cm³. Grafik hubungan antara nilai *density* dengan variasi suhu berbanding lurus dimana nilai *density* cenderung naik seiring meningkatnya suhu penghamparan begitupun sebaliknya dan dapat disimpulkan bahwa nilai *density* sangat dipengaruhi oleh tinggi atau rendahnya suhu saat penghamparan karena disaat suhunya kurang atau menurun itu akan membuat campuran aspal sulit untuk menyatu sehingga mengakibatkan kepadatannya menjadi kurang baik.

d. Tinjauan Nilai *Voids in The Mix* (VIM)

Dengan adanya perbedaan variasi suhu pada saat penghamparan akan mempengaruhi nilai *voids in the mix* (VIM). Hal tersebut ditunjukkan pada Gambar 6 dibawah ini :

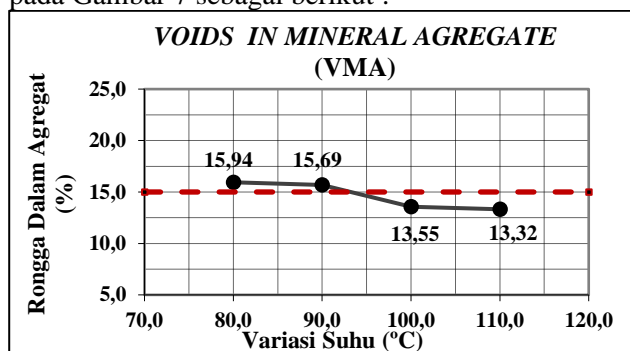


Gambar 6. Grafik Hubungan Antara Nilai (VIM) dan Variasi Suhu

Dalam spesifikasi Bina marga 2018 untuk nilai *Voids in The Mix* (VIM) yaitu 3 – 5%. Dari hasil pengujian dalam penelitian ini menunjukkan bahwa nilai *Voids in The Mix* (VIM) yang memenuhi spesifikasi Bina marga yaitu di suhu 80°C dan 90°C. Dan untuk nilai tertinggi, untuk nilai *Voids in The Mix* (VIM) pada penelitian ini yaitu di suhu 80°C dengan nilai sebesar 3,83%. Grafik hubungan antara nilai *Voids in The Mix* (VIM) dengan variasi suhu berbanding terbalik dimana nilai *Voids in The Mix* (VIM) cenderung turun seiring meningkatnya suhu penghamparan sehingga dapat disimpulkan bahwa rongga dalam campuran *Voids in The Mix* (VIM) tidak memenuhi spesifikasi di karenakan penggunaan suhu yang tinggi akan membuat kadar aspal mengisi rongga dalam campuran sehingga rongga terlalu kecil yang bisa mengakibatkan *bleeding*.

e. Tinjauan Nilai *Voids in Mineral Aggregate* (VMA)

Dengan adanya perbedaan variasi suhu pada saat penghamparan akan mempengaruhi nilai *Voids in Mineral Aggregate* (VMA). Hal tersebut ditunjukkan pada Gambar 7 sebagai berikut :

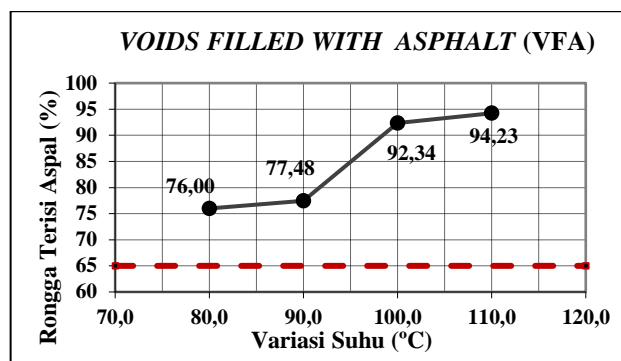


Gambar 7. Grafik Hubungan Antara Nilai (VMA) dan Variasi Suhu

Dalam spesifikasi Bina marga 2018 untuk nilai *Voids in Mineral Aggregate* (VMA) min 15%. Dari hasil pengujian dalam penelitian ini menunjukkan bahwa nilai *Voids in Mineral Aggregate* (VMA) yang memenuhi spesifikasi Bina marga yaitu di suhu 80°C dan 90°C. Dan untuk nilai tertinggi, untuk nilai *Voids in Mineral Aggregate* (VMA) pada penelitian ini yaitu di suhu 80°C dengan nilai sebesar 15,94%. Grafik hubungan antara nilai *Voids in Mineral Aggregate* (VMA) dengan variasi suhu berbanding terbalik dimana nilai *Voids in Mineral Aggregate* (VMA) cenderung turun seiring meningkatnya suhu penghamparan sehingga dapat disimpulkan bahwa rongga dalam agregat tidak memenuhi spesifikasi dikarenakan penggunaan suhu yang tinggi membuat volume rongga udara diantara butir-butir agregat dalam campuran beraspal menjadi sangat padat sehingga rongga udara yang diperlukan semakin sedikit yang akan mengakibatkan campuran menjadi kurang baik.

f. Tinjauan Nilai *Voids Filled with Asphalt/Bitumen* (VFA)

Dengan adanya perbedaan variasi suhu pada saat penghamparan akan mempengaruhi nilai *Voids Filled with Asphalt/Bitumen* (VFA). Hal tersebut ditunjukkan pada Gambar 8 dibawah ini:

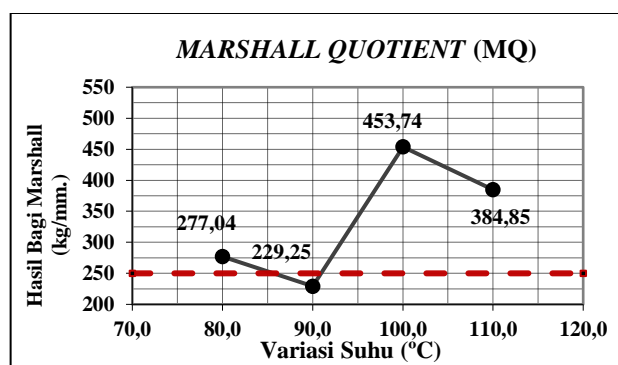


Gambar 8. Grafik Hubungan Antara Nilai (VFA) dan Variasi Suhu

Dalam spesifikasi Bina marga 2018 untuk nilai *Voids Filled with Asphalt/Bitumen* (VFA) min 65%. Dari hasil pengujian dalam penelitian ini menunjukkan bahwa nilai *Voids Filled with Asphalt/Bitumen* (VFA) semua memenuhi spesifikasi Bina marga dan untuk nilai tertinggi, untuk nilai *Voids Filled with Asphalt/Bitumen* (VFA) pada penelitian ini yaitu di suhu 110°C dengan nilai sebesar 94,23%. Grafik hubungan antara nilai *Voids Filled with Asphalt/Bitumen* (VFA) dengan variasi suhu berbanding lurus dimana nilai *Voids Filled with Asphalt/Bitumen* (VFA) cenderung naik seiring meningkatnya suhu penghamparan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan meningkatnya suhu penghamparan akan membuat rongga-rongga dalam campuran terisi dengan aspal.

g. Tinjauan Nilai *Marshall Quotient* (MQ)

Dengan adanya perbedaan variasi suhu pada saat penghamparan akan mempengaruhi nilai *Marshall Quotient* (MQ). Hal tersebut ditunjukkan pada Gambar 9 dibawah ini:



Gambar 9. Grafik Hubungan Antara Nilai *Marshall Quotient* dan Variasi Suhu

Dalam spesifikasi Bina marga 2018 untuk nilai *Marshall Quotient* (MQ) adalah min 250 kg/mm. Salah satu faktor yang mempengaruhi nilai *Marshall Quotient* (MQ) adalah suhu penghamparan. Dari hasil

pengujian dalam penelitian ini menunjukkan bahwa nilai *Marshall Quotient* (MQ) yang memenuhi spesifikasi Bina marga yaitu di suhu 80°C, 100°C dan 110°C. Dan untuk nilai tertinggi, untuk nilai *Marshall Quotient* (MQ) pada penelitian ini yaitu di suhu 100°C dengan nilai sebesar 453,74 kg/mm. Grafik hubungan antara nilai *Marshall Quotient* (MQ) dengan variasi suhu tersebut mengalami kenaikan dan penerunan atau disebut juga *exmograf grafistolix of season*. Nilai *Marshall Quotient* (MQ) berhubungan dengan nilai stabilitas dan *flow*, tetapi yang sangat berpengaruh terhadap nilai *Marshall Quotient* (MQ) adalah nilai *flow* jadi dapat disimpulkan bahwa jika nilai *flow* besar atau tinggi maka akan membuat nilai *Marshall Quotient* (MQ) menjadi kecil atau rendah dan jika nilai *Marshall Quotient* (MQ) rendah, maka campuran beraspal panas akan menjadi fleksibel sehingga cenderung menjadi plastis dan lentur yang mengakibatkan mudah mengalami perubahan bentuk pada saat menerima beban lalu lintas yang tinggi. Sedangkan campuran yang memiliki nilai *Marshall Quotient* (MQ) tinggi, membuat campuran beraspal panas akan kaku dan kurang lentur sehingga aspal akan lebih mudah retak.

h. Tinjauan Nilai Karakteristik *Marshall* pada suhu Penghamparan 90°

Pada suhu penghamparan 90°C untuk nilai Kelelahan (*flow*), *density*, *Voids in The Mix* (VIM), *Voids in Mineral Agregate* (VMA), dan *Voids Filled Asphalt* (VFA) telah memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018, sedangkan untuk nilai Stabilitas dan *Marshall Quotient* (MQ) tidak memenuhi spesifikasi. Nilai *Marshall Quotient* (MQ) mengalami penurunan sehingga tidak memenuhi spesifikasi disebabkan oleh nilai Stabilitas yang rendah dan nilai *flow* yang cukup tinggi.

Pada suhu penghamparan 90°C dengan nilai stabilitas 729 kg didapatkan dari hasil pembacaan dial/arloji pada alat pengujian *marshall* dengan nilai rata-rata 54,33. Kemudian data hasil tersebut dikalikan dengan kalibrasi proving alat sebesar 14,43 kg dan faktor koreksi benda uji sebesar 0,93 berdasarkan dengan ketentuan yang ada. Berdasarkan dari hasil data yang didapatkan nilai stabilitas pada suhu penghamparan 90°C tidak dapat memenuhi spesifikasi dikarenakan pada saat penghamparan dengan suhu tersebut campuran beraspal cenderung akan menjadi dingin sehingga pada saat dipadatkan aspal akan sulit menyatu antar butirannya.

Pada suhu penghamparan 90°C dengan nilai *flow* rata-rata 3,23 mm dan di suhu penghamparan 110°C dengan nilai rata-rata 2,80 mm didapatkan langsung dari pembacaan pada dial *flow* dan

dinyatakan dalam satuan inch, lalu dikonversikan lagi dalam satuan mm. Berdasarkan dari hasil data yang didapatkan kedua suhu tersebut telah memenuhi spesifikasi yang ada. Akan tetapi, nilai *flow* tidak bergantung pada tingginya variasi suhu penghamparan dimana nilai *flow* pada suhu penghamparan 110°C lebih tinggi dari suhu 100°C dan lebih rendah dari suhu 90°C. Hal tersebut dikarenakan di suhu penghamparan 90°C berada pada *range* suhu yang tidak tinggi maupun rendah dari keempat variasi suhu yang digunakan pada penelitian ini.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan serta hasil pengujian di laboratorium tentang “*Pengaruh Suhu Pada Penghamparan Lasbutag Campur Dingin Hampar Panas Menggunakan Lawele Granular Asphalt (LGA) dan Modifier AC/Solar Terhadap Karakteristik Marshall*” dengan campuran kadar aspal rencana 6,5% terhadap berat total aspal, kadar bitumen Aspal Buton LGA sebesar 18,2%, dan total persentase *modifier AC/Solar* sebesar 3% dengan komposisi *modifier* 65%:35% diketahui bahwa, nilai stabilitas yang memenuhi spesifikasi terdapat pada suhu 100°C dan 110°C, nilai *Voids in The Mix* (VIM) dan *Voids in Mineral Agregate* (VMA) yang memenuhi spesifikasi terdapat pada suhu 80°C dan 90°C, sedangkan nilai *Marshall Quotient* (MQ) yang memenuhi spesifikasi terdapat pada suhu 80°C, 100°C, dan 110°C. Dan untuk nilai *flow*, *density*, dan *Voids Filled Asphalt* (VFA) semua memenuhi spesifikasi pada ke-4 variasi suhu penghamparan. Adapun hasil dari penelitian ini belum bisa diterapkan pada pekerjaan perkerasan jalan dikarenakan beberapa nilai *Marshall* yang tidak memenuhi spesifikasi. Hal tersebut dapat menimbulkan kerusakan yang sangat cepat pada pekerjaan perkerasan jalan yang berakibat tidak sesuai dengan umur rencana. Dan dapat disimpulkan bahwa pengaruh suhu pada saat penghamparan sangat mempengaruhi setiap nilai karakteristik *Marshall*.

Daftar Pustaka

- Badan Standarisasi Nasional. (1990). *SNI Metode Pengujian Agregat*. SNI 03-1968-1990. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. (1992). *Tata Cara Pelaksanaan Lapis Asbuton Agregat (LASBUTAG)*. SNI 03-2852-1992. Jakarta: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.

- Direktorat Bina Marga (2010). *Spesifikasi Khusus Interm Campuran Beraspal Panas dengan Asbuton Lawele*. Republik Indonesia Kementerian Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Bina Marga (2018). *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Divisi 6 Perkerasan Aspal*.
- Kementerian Pekerjaan Umum (2006). Permen No. 35/PRT/M/2006, *Tentang Peningkatan Penggunaan Asbuton untuk Perkerasan Jalan di Indonesia*
- Sukirman, S. (2003). *Prkerasan Jalan Raya*. Bandung: NOVA.