

STUDI KARAKTERISTIK LAWELE GRANULAR ASPHALT (LGA) BERBAHAN TAMBAH LOW DENSITY POLYETHYLENE (LDPE) TERHADAP CAMPURAN ASPAL PANAS

Hilda Sulaiman Nur

(Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Unidayan Baubau)

Email : sulaimanhilda@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian untuk mengetahui perbandingan Karakteristik *Marshall Lawele Granular Asphalt (LGA)* terhadap campuran aspal panas tanpa dan dengan menggunakan bahan tambah *Low density Polyethylene (LDPE)*. Penelitian menggunakan metode cara *Trial And Error*. Benda uji dipadatkan dengan pemadatan 2x75 tumbukan. kadar aspal rencana yaitu: 7% sedangkan kadar *LGA* yaitu 3% (10%), serta bahan tambah *LDPE* 3%, 3,5% dan 4%. Masing-masing variasi dibuat 5 sampel benda uji, total benda uji sebanyak 20 buah. Kemudian dilakukan pengujian *Marshall Test*. Dari hasil pengujian campuran beraspal panas Asbuton Lawele tanpa bahan tambah *Low density Polyethylene (LDPE)* diperoleh nilai stabilitas yaitu 1929,36 kg. Nilai *Flow* yaitu 3,52 mm. Nilai kepadatan yaitu 2,31 gr/cm³. Nilai *VIM* yaitu 4,73%. Nilai *VMA* yaitu 17,89%. Nilai *VFB* yaitu 73,98%. Nilai *MQ* yaitu 540,00 kg/mm. Sedangkan dengan menggunakan bahan tambah *Low density Polyethylene (LDPE)* 3%, 3,5% dan 4% diperoleh nilai stabilitas yaitu 1146,09 kg, 1233,03 kg, dan 1351,20 kg. Nilai *Flow* yaitu 3,58 mm, 3,55 mm, dan 3,53 mm. Nilai kepadatan yaitu 2,33 gr/cm³, 2,33 gr/cm³, dan 2,33 gr/cm³. Nilai *VIM* yaitu 3,82%, 4,10%, dan 4,92%. Nilai *VMA* yaitu 17,11%, 17,35%, dan 18,06%. Nilai *VFB* yaitu 78,21%, 78,43%, dan 80,63%. Nilai *MQ* yaitu 336,97 kg/mm, 350,69 kg/mm, dan 389,47 kg/mm.

Kata Kunci : *Lawele Granular Asphalt (LGA)*, *Low Density Polyethylene (LDPE)*, *Marshall Test*.

A. PENDAHULUAN

Konstruksi jalan di Indonesia menggunakan campuran aspal beton karena dalam campuran ini menghasilkan lapisan perkerasan yang kedap air dan tahan lama. Selain itu juga mempunyai kelemahan seiring bertambahnya volume lalu lintas dan beban muatan kendaraan yang berlebihan sehingga jalan mudah cepat terjadi kerusakan. Usaha untuk meningkatkan perkerasan jalan yang berkualitas sangat di perlukan sebagai penunjang sarana dan prasarana transportasi.

Kerusakan jalan yang terjadi pada umumnya berupa retak-retak, gelombang, naiknya aspal ke permukaan jalan dan berupa lubang-lubang disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya pengaruh akibat repetisi beban, pengaruh reologi pada suhu rendah dan tinggi yang dapat mempercepat turunnya kemampuan suatu perkerasan jalan.

Oleh sebab itu pengaruh akibat repetisi beban dan pengaruh reologi pada suhu rendah dan tinggi merupakan musuh utama perkerasan lentur karena dapat melemahkan ikatan antara agregat dan aspal, sehingga mencari bahan material untuk meningkatkan titik lembek dan nilai stabilitas. Salah satu usaha mengurangi kerusakan dengan cara menaikkan mutu aspal dapat dilakukan dengan menambah bahan tambah kedalam campuran aspal.

LGA (Lawele Granular Asphalt) diharapkan dapat mengurangi penggunaan aspal minyak dengan tidak mengurangi kualitas campuran perkerasan tersebut. Pertimbangannya adalah keberadaan serta harga aspal minyak selalu cenderung meningkat seiring dengan frekuensi harga minyak bumi dunia yang meningkat (Madi Hermadi, 2009). *LGA* sudah banyak digunakan di beberapa lokasi meski belum optimal pemanfaatannya. Saat ini berbagai

metode yang telah dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan kemampuan aspal murni dalam campuran, antara lain dengan menggunakan bahan tambah maupun berbagai material sebagai filler ataupun additive. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk dapat meningkatkan umur pakai/daya tahan lapis perkerasan serta untuk mengatasi perkembangan lalu lintas yang semakin pesat yang tentu akan berkontribusi memberikan beban yang lebih besar terhadap konstruksi jalan.

1. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka diperoleh rumusan masalah yaitu :

Bagaimana perbandingan Karakteristik *Marshall Lawele Granular Asphalt (LGA)* terhadap campuran Aspal Panas (*Hot Mix Asphalt*) tanpa dan dengan menggunakan bahan tambah *Low Densyty Polyethylene (LDPE)*

2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

Untuk mengetahui perbandingan Karakteristik *Marshall Lawele Granular Asphalt (LGA)* terhadap campuran aspal panas (*Hot Mix Asphalt*) tanpa dan dengan menggunakan bahan tambah *Low Densyty Polyethylene (LDPE)*.

3. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu :

- a. Memperoleh pengetahuan bagi penulis dan pembaca tentang pengaruh penambahan *Polimer Polyethylene Low Densyty (LDPE)* pada Karakteristik *Marshall Lawele Granular Asphalt (LGA)* terhadap campuran Aspal Panas (*Hot Mix Asphalt*).
- b. Sebagai bahan referensi dan perbandingan bagi penelitian-penelitian yang terdahulu dan yang akan datang.

B. KAJIAN PUSTAKA

1. Aspal

Aspal adalah material kental berwarna cokelat gelap atau hitam dengan kelekatan tinggi yang komponen penyusun terbesarnya adalah bitumen yang berbentuk secara alami maupun dari hasil olahan minyak bumi (young, J Francis, 1998). Penggunaan aspal biasanya didasarkan pada kondisi lalu lintas dan iklim pada wilayah tersebut. Semakin tinggi penetrasi aspal maka semakin tinggi kekerasan aspal begitu pula sebaliknya.

Aspal dibuat dari minyak mentah (*crude oil*) dan secara umum berasal dari sisa organisme laut dan sisa tumbuhan laut dari masa lampau yang tertimbun oleh pecahan batu batuan. Setelah berjuta-juta tahun material organik dan lumpur terakumulasi dalam lapisan-lapisan setelah ratusan meter, beban dari beban teratas menekan lapisan yang terbawah menjadi batuan sedimen. Sedimen tersebut yang lama kelamaan menjadi atau terproses menjadi minyak mentah senyawa dasar *hydrocarbon*. Aspal biasanya berasal dari destilasi minyak mentah tersebut, namun aspal ditemukan sebagai bahan alam (misal :asbuton), dimana sering juga disebut mineral.

Jenis aspal dengan penetrasi rendah biasanya digunakan untuk lalu-lintas berat dan cuaca yang panas begitu pula sebaliknya. Di Indonesia pada umumnya menggunakan aspal penetrasi 60/70.

Tabel 1. Persyaratan Sifat - Sifat Fisis Aspal Penetrasi 60/70

No.	Sifat - Sifat Fisis Aspal	Standar	Syarat
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 <i>Trichloroethylene</i> (%)	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: Rancangan Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal, Campuran Beraspal Panas Seksi 6.

a. Jenis-Jenis Aspal

Secara kimia bitumen terdiri dari gugusan *aromat*, *naphten* dan *alkan* sebagai bagian-bagian terpenting dan secara kimia fisika merupakan campuran *colloid*. Aspal yang digunakan untuk material jalan terdiri dari beberapa jenis yaitu :

a) Aspal Alam

Aspal alam di Indonesia ditemukan di Pulau Buton Sulawesi Tenggara dan dikenal dengan sebutan *Asbuton* (*Aspal Buton*). Selain itu aspal alam ditemukan juga di Perancis, Swiss dan Amerika.

b) Aspal Buatan

Merupakan aspal hasil olahan manusia biasanya berasal dari hasil olahan minyak bumi atau hasil penyulingan pembakaran batu bara.

c) Ter

Ter adalah istilah umum untuk cairan yang diperoleh dari mineral organik seperti kayu atau batu bara melalui proses pemijaran atau destilasi pada suhu tinggi tanpa zat asam. Ter mempunyai bau khusus karena adanya gugusan -OH seperti *plenol* dan *eresol*.

b. Fungsi Aspal

Aspal pada lapis perkerasan jalan berfungsi sebagai bahan ikat antar agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan dan ketahanan campuran dalam mendukung beban lalu lintas. Aspal dibutuhkan dalam jumlah tertentu untuk mengikat partikel-partikel agregat, mengisi rongga antar agregat dan mengisi pori-pori dalam agregat. Kadar aspal yang rendah dalam campuran akan mengurangi keawetan, kelenturan, kekuatan, kedap terhadap air dan dapat mengurangi kemudahan dalam pengerjaan.

2. Agregat

a. Pengertian Agregat

Agregat adalah salah satu dari bahan material yang berupa sekumpulan batu pecah, kerikil, pasir baik berupa hasil alam atau lainnya (Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. 1998).

b. Jenis-Jenis Agregat

- 1) *Fine Agregate* (*sand size*/ukuran pasir) : Sebagian besar partikel agregat berukuran antara 4,75mm (*no.4 sieve test*) dan 75 μ m (*no.200 sieve test*).
- 2) *Coarse Agregate* (*gravel size*/ukuran kerikil) : Sebagian besar agregat berukuran lebih besar dari 4,75mm (*no.4 sieve test*).
- 3) *Pit run* : agregat yang berasal dari pasir atau *gravel pit* (biji kerikil) yang terjadi tanpa melewati suatu proses atau secara alami.
- 4) *Crushed gravel* : *pit gravel* (kerikil dengan pasir atau batu bulat) yang mana telah didapatkan dari salah satu alat pemecah untuk menghancurkan banyak partikel batu yang berbentuk bulat untuk menjadikan ukuran yang lebih kecil atau untuk memproduksi lapisan kasar (*rougher surfaces*).
- 5) *Crushed rock* : agregat dari pemecahan batuan. Semua bentuk partikel tersebut bersiku-siku/tajam (*angular*), tidak ada bulatan dalam material tersebut.
- 6) *Screenings* : kepingan-kepingan dan debu atau bubuk yang merupakan produksi dalam pemecahan dari batuan (*bedrock*) untuk agregat.
- 7) *Concrete sand* : pasir yang (biasanya) telah dibersihkan untuk menghilangkan debu dan kotoran.
- 8) *Fines* : endapan lumpur (*silt*), lempung (*clay*) atau partikel debu lebih kecil dari 75 μ m (*no.200 sieve test*), biasanya terdapat kotoran atau benda asing yang tidak diperlukan dalam agregat.

c. Agregat Kasar

Fraksi agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan No. 8 (2,36 mm) yang dilakukan secara kering dan harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan yang diberikan pada Tabel 2 sesuai Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal, Campuran Beraspal Panas Seksi 6.3. Persyaratan teknis agregat kasar untuk bahan

campuran beraspal panas Asbuton dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2. Ketentuan Sifat-Sifat Fisis Agregat Kasar

Pengujian		Metoda Pengujian	Nilai
Kekekalan Bentuk Agregat Terhadap Larutan	<i>Natrium Sulfat</i>	SNI 3407:2008	Maks. 12 %
	<i>Magnesium Sulfat</i>		Maks 18 %
Abrasi Dengan Mesin Los Angeles	Campuran AC	100 Putaran	Maks. 6 %
	Modifikasi dan SMA	500 Putaran	Maks. 30 %
	Semua Jenis	100 Putaran	Maks. 8 %
	Beraspal Bergradasi Lainnya	500 Putaran	Maks. 40 %
Kelekatan Agregat Terhadap Aspal		SNI 2439:2011	Min. 95 %
Butir Pecah Pada Agregat kasar	SMA	SNI 7619:2012	100/90
	Lainnya		95/90
Partikel Pipih dan Lonjong	SMA	ASTM D4791-10	Maks. 5 %
	Lainnya	Perbandingan 1:5	Maks. 10 %
Material Lolos Ayakan No.200		SNI ASTM C117:2012	Maks. 1 %

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

d. Agregat Halus

Agregat halus dari masing-masing sumber harus terdiri atas pasir alam atau hasil pemecah batu dan harus disediakan dalam ukuran nominal maksimum 2,36 mm. Pasir boleh digunakan dalam campuran beraspal panas dengan asbuton olahan. Persentase maksimum yang diijinkan untuk laston (AC) adalah 15%.

Persyaratan teknis agregat halus untuk bahan campuran beraspal panas Asbuton dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini :

Tabel 3. Ketentuan Sifat-Sifat Fisis Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Maks. 50%
Uji Kadar Rongga Tanpa Pemasatan	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: Rancangan Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal, Campuran Beraspal Panas Seksi 6.3

3. Lawele Granular Asphalt (LGA)

a. Pengertian 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.

Tipe *LGA* yang digunakan dalam penelitian ini adalah tipe 50/30 yang terdapat pada Tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Spesifikasi *Lawele Granular Asphalt (LGA)*

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Asbuton Butir
			Tipe 50/30
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 DIEKSTRAKSI			
1	Penetrasi 25 ^o c 100 g, 5 detik (0,1 mm)	SNI -2456-2011	40 - 60
2	Berat Jenis (gr/cc)	SNI-2432-2011	Min 10
3	Titik Nyala (°c)	SNI-2432-2011	Min 232

Sumber : PT. PUTINDO BINTECH

b. Sifat dan Keunggulan Lawele Granular Asphalt (LGA)

Aspal Buton dalam hal ini, *Lawele Granular Aspal (LGA)* memiliki beberapa keunggulan di antaranya sebagai berikut :

- 1) Kuat, kokoh dan keras (asphaltene tinggi)
- 2) Lengket dan lentur/fleksibel (maltene/resin tinggi)
- 3) Tahan terhadap perubahan temperatur (softening point tinggi)
- 4) Tahan terhadap perubahan bentuk/deformasi (stabilitas dinamis yang tinggi)
- 5) Awet/durability tinggi, sehingga umur pelayanan lebih lama.

- 6) Mempunyai titik lembek tinggi, sangat sesuai bila dicampur dengan aspal minyak untuk meningkatkan ketahanan terhadap panas permukaan jalan (deformasi plastis), paparan sinar ultra violet (ageing dan getas) dan kelelahan/fatigue (beban berulang)
- 7) Mempunyai kandungan filler alami yang tercampur rata sehingga membentuk mastik aspal alam yang sangat stabil
- 8) Meningkatkan nilai strength/kekerasan dan stabilitas dinamis dari konstruksi jalan.

c. Gradasi Agregat

Gradasi agregat merupakan partikel-partikel agregat berdasarkan ukuran yang saling mengisi dan membentuk suatu ikatan saling mengunci (*interlocking*) sehingga dapat mempengaruhi stabilitas perkerasan (Bukhari, et al, 2007 : 18, Sukirman, 1999 : 45). Gradasi agregat merupakan kondisi yang sangat besar pengaruhnya terhadap kualitas perkerasan secara keseluruhan, gradasi agregat dapat dibedakan atas :

- 1) Gradasi rapat (*dense graded*), merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam pori yang berimbang, yang juga dapat dikatakan sebagai agregat bergradasi baik/menerus (*well graded*).
- 2) Gradasi seragam (*uniform graded*) adalah agregat dengan ukuran yang hampir sama/sejenis, dengan perkataan lain mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat, gradasi seragam di sebut juga gradasi terbuka.
- 3) Gradasi buruk/jelek, merupakan campuran agregat dengan I (satu) fraksi hilang, yang di sebut juga dengan agregat bergradasi senjang. Gradasi ini umumnya digunakan untuk lapisan perkerasan gradasi celah (*gap graded*).

Gradasi yang digunakan dalam perencanaan aspal yang sesuai Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal,

Campuran Beraspal Panas Seksi 6.3 adalah seperti pada Tabel 5 di bawah ini :

Tabel 5. Persyaratan Gradasi Agregat Campuran Beraspal Panas Asbuton Lawele

Ukuran Ayakan (mm)	% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat dalam Campuran			
	ASTM (mm)	Lapis Aus (HMA_Asb-WC)	Lapis Antara (HMA_Asb-BC)	Lapis Fondasi (HMA_Asb-Base)
1/2"	37.5			100
1"	25		100	90-100
3/4"	19	100	90-100	73-90
1/2"	12.5	90-100	71-90	55-78
3/8"	9.5	75-90	58-82	45-71
No. 4	4.75	47-69	37-64	28-57
No. 8	2.36	28-53	23-49	19-45
No. 16	1.18	19-40	15-38	12-35
No. 30	0.6	13-30	10-28	7-25
No. 50	0.30	8-21	7-20	4-17
No. 100	0.150	5-14	5-13	2-11
No. 200	0.075	2-10	2-8	1-7

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

4. Polimer Low Density Polyethylene (LDPE)

Low Density Polyethylene (LDPE) adalah suatu bahan yang termasuk dalam golongan polimer, dalam bahasa komersial lebih dikenal dengan nama plastik, karena bahan tersebut bersifat termoplastik. Jika polietilen diradiasi, maka bahan tersebut akan mengalami perubahan strukturnya, yang pada umumnya akan terjadi perubahan sifat-sifat fisisnya. Perubahan sifat- sifat fisis yang paling menonjol, adalah terjadinya pembentukan ikat silang. Sejalan dengan pembentukan ikat silang, beberapa informasi yang dapat diperoleh, yaitu :

- a. Harga derajat kristalinitas, yang diuji dengan difraksi sinar-x.
- b. Kekuatan tarik, diuji dengan peralatan mesin instron-500.
- c. Nilai titik leleh berkisar 120 °C-135 °C.

Sifat-sifat dari polimer jenis *Low Density Polyethylene (LDPE)* adalah sebagai berikut:

1. Penampakan bervariasi, dari transparan hingga keruh.
2. Mudah dibentuk, lemas dan mudah ditarik.
3. Daya rentang tinggi tanpa sobek.
4. Tidak cocok untuk digunakan mengemas bahan berlemak atau mengandung minyak.
5. Tidak cocok untuk mengemas produk beraroma karena transmisi gas cukup tinggi.
6. Tahan terhadap asam, basa, alkohol dan deterjen.
7. Dapat digunakan untuk menyimpan bahan pada suhu pembekuan hingga -50°C.
8. Kedap air dan uap air.

C. METODOLOGI PENELITIAN

1. Tinjauan Umum Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan untuk campuran aspal harus sesuai dengan spesifikasi dan beragam pengujian yang dilakukan untuk menjamin bahan yang digunakan memiliki sifat-sifat seperti yang diharapkan. Dalam penelitian ini, pengujian bahan dilakukan dengan menggunakan Spesifikasi Umum 2018 Divisi 6 Perkerasan Aspal, Campuran Beraspal Panas Seksi 6.3 dan metode pengujian karakteristik bahan penyusun campuran aspal di laboratorium mengacu sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI).

2. Lokasi dan Waktu Penelitian

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

Jadwal penelitian dilaksanakan ± 2 bulan, dari bulan September-Oktober 2018. Tahapan waktu yang digunakan dalam penelitian ini dimulai dari persiapan dilaksanakan pada bulan September minggu

ke I dan ke II, kemudian dilanjutkan dengan persiapan alat dan bahan dilaksanakan pada minggu ke III dan ke IV, pada bulan Oktober minggu ke I dilaksanakan pengujian karakteristik bahan, kemudian pembuatan benda uji minggu ke II, selanjutnya pengujian benda uji dilaksanakan pada minggu ke III dan minggu ke IV Analisa hasil ujian.

3. Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan sampel untuk agregat halus (pasir) dan agregat kasar (split dan medium) dilakukan secara langsung dilokasi. Hal ini dilakukan agar sampel yang diambil benar-benar langsung bersumber dari lokasi tersebut. Sampel kemudian dimasukkan kedalam satu tempat (karung sampel) untuk pemeriksaan data-data karakteristik dan mix design. Lokasi pengambilan material agregat kasar dan agregat halus berasal dari kecamatan sorawolio, kelurahan Bugi.

4. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Agregat Kasar (*Split*) dan Agregat Halus serta Abu batu yang bersumber dari Kecamatan Sorawolio, Kelurahan Bugi hasil produksi AMP PT. Tunas Harapan Lakina Wolio.
- 2) Aspal yang digunakan adalah Aspal Drum Pertamina pen 60/70.
- 3) Lawele Granular Asphalt (LGA) yang bersumber dari PT. Putindo Bintech.
- 4) Bahan tambah *Low Density Polyethylene (LDPE)*

D. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Hasil penelitian

- a. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat

Sebagaimana yang telah disampaikan pada Bab III 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		Hasil		Spec	
		Pemeriksaan	Pengujian	Min	Max	Min	Max
A. Batu Pecah Sorawolio							
1 Bulk	gr/cc	SNI 1969:2008	2,56	2,5	-	-	-
2 Apparent	gr/cc	SNI 1969:2008	2,70	2,5	-	-	-
3 Efektif	gr/cc	SNI 1969:2008	2,63	2,5	-	-	-
4 Absorsi	%	SNI 1969:2008	1,95	-	3	-	-
5 Bahan Lolos 200	%	SNI ASTM C117:2012	0,94	-	1	-	-
6 Abrasi Los Angeles	%	SNI 2417:2008	34,10	-	40	-	-
B. Agregat Halus Sorawolio							
1 Bulk	gr/cc	SNI 1970:2008	2,58	2,5	-	-	-
2 Apparent	gr/cc	SNI 1970:2008	2,77	2,5	-	-	-
3 Efektif	gr/cc	SNI 1970:2008	2,68	2,5	-	-	-
4 Absorsi	%	SNI 1970:2008	2,68	-	3	-	-
5 Bahan Lolos 200	%	SNI ASTM C117:2012	0,94	-	1	-	-
C. Abu Batu Sorawolio							
1 Bulk	gr/cc	SNI 1970:2008	2,53	2,5	-	-	-
2 Apparent	gr/cc	SNI 1970:2008	2,74	2,5	-	-	-
3 Efektif	gr/cc	SNI 1970:2008	2,63	2,5	-	-	-
4 Absorsi	%	SNI 1970:2008	2,95	-	3	-	-
5 Bahan Lolos 200	%	SNI ASTM C136:2012	5,72	-	8	-	-

Sumber : Hasil Analisa Data

b. Hasil Pengujian Karakteristik Aspal Pen 60/70

Pemeriksaan dilakukan terhadap sifat fisik Aspal Pertamina Pen 60/70 mengacu pada Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga Devisi 6.3.2.(5) Perkerasan Aspal Tahun 2010 sebagai acuan, hasil pemeriksaan karakteristik Aspal Pen 60/70 dapat dilihat pada Tabel 13 berikut :

Tabel 7. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal Pen 60/70

Jenis Pemeriksaan	Satuan	Metode		Hasil		Spec	
		Pemeriksaan	Pengujian	Min	Max	Min	Max
1 Berat Jenis	gr/cc	SNI 2441:2011	1.03	1.0	-	-	-
2 Penetrasi	Mm	SNI 2456:2011	68.67	60	70	-	-
3 Daktilitas	Cm	SNI 2432:2011	106.50	100	-	-	-
4 Kehilangan Berat	%	SNI 06-2441-1991	0.25	-	0.8	-	-

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

c. Hasil Pemeriksaan Marshall Test

Hasil pengujian ini untuk menentukan karakteristik Marshall yaitu: *Stabilitas, Flow, Density, VIM, VMA, VFB, dan MQ*, yang memenuhi syarat campuran beraspal panas Lawele Granular Asphalt. Pada pengujian ini menggunakan persyaratan yang sesuai dengan Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga Devisi 6. (Revisi 3) Perkerasan Aspal Tahun 2018. Rekapitulasi hasil pengujian Marshall campuran beraspal panas Asbuton (Lawele Granular Asphalt) dengan bahan tambah Low Density Polyethylene (LDPE) dapat dilihat pada tabel 13 sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Marshall tanpa dan dengan Bahan Tambah Low Density Polyethylene (LDPE)

No	Karakteristik Campuran	Variasi Persentase				Spesifikasi Bina Marga 2018
		Low Density Polyethylene (LDPE)				
		0%	3%	3.5%	4%	
1	Stabilitas (kg)	1929,36	1146,09	1233,03	1351,20	Min. 800
2	Kelelahan (mm)	3,52	3,58	3,55	3,53	Min. 2 dan Max. 4
3	Kepadatan (gr/cm ³)	2,31	2,33	2,33	2,33	-
4	VIM (%)	4,73	3,82	4,10	4,92	Min. 3 dan Max. 5
5	VMA (%)	17,89	17,11	17,35	18,06	Min. 15
6	VFB (%)	73,98	78,21	78,43	80,63	Min. 65
7	MQ (kg/mm)	540,00	337,0	350,70	389,50	Min. 250

Sumber: Hasil Analisa Data

d. Hasil Penggabungan Agregat

Pada penelitian ini jenis campuran aspal dengan bahan tambah Low Density Polyethylene (LDPE) pada lapis permukaan menggunakan gradasi menerus. Data yang diperlukan adalah hasil gradasi dari ketiga fraksi (batu pecah, abu batu dan agregat halus yang berasal dari Sorawolio) yang dilaksanakan sesuai SNI 03-1968-1990. Penentuan komposisi masing-masing bahan dilakukan dengan metode coba-coba (*trial and error*) dimana penggabungan agregat dilakukan dengan cara mengkombinasi ke tiga fraksi dengan komposisi tertentu berdasarkan tabel 9 sehingga total persen lolos gabungan harus berada diantara batas

atas dan batas bawah spesifikasi gabungan agregat untuk campuran beraspal panas Asbuton *Lawele Granular Asphalt*. Hasil penggabungan agregat dengan menggunakan gradasi menerus dapat dilihat pada Tabel 9 sebagai berikut:

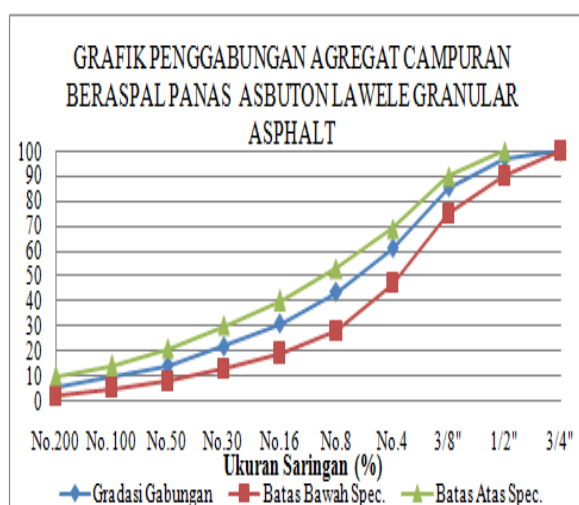
Tabel 9. Hasil Penggabungan Agregat

No. Saringan	Persen Lolos Saringan			Batu Pecah	Agregat Halus	Abu batu	Total Mix	Spec.
	ASTM	mm	Batu Pecah					
3/4"	19.1	100	100	56.00	38.00	6.00	100.00	100
1/2"	12.7	95	100	53.20	38.00	6.00	97.20	90 - 100
3/8"	9.7	85	86	47.60	32.68	5.25	85.53	75 - 90
No.4	4.76	61	61	34.16	23.18	3.86	61.20	47 - 69
No.8	2.38	44	43	24.64	16.34	2.51	43.50	28 - 53
No.16	1.18	32	30	17.92	11.40	1.74	31.06	19 - 40
No.30	0.595	21	24	11.76	9.22	1.13	22.10	13 - 30
No.50	0.29	12	17	6.86	6.56	0.71	14.12	8 - 21
No.100	0.150	9	11	6.25	5.04	4.28	9.69	5 - 14
No.200	0.074	5	6	6.00	2.80	2.28	5.44	2 - 10

Sumber: Hasil Analisa Data

Dari tabel 9 diatas dikomposisikan berat total campuran agregat batu pecah digunakan 56%, agregat halus digunakan 38% dan abu batu digunakan 6%.

Tabel 9 Hasil penggabungan agregat di atas dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Grafik Penggabungan Agregat Campuran Beraspal Panas Asbuton Lawele Granular Asphalt

Sumber : Hasil Analisa Data

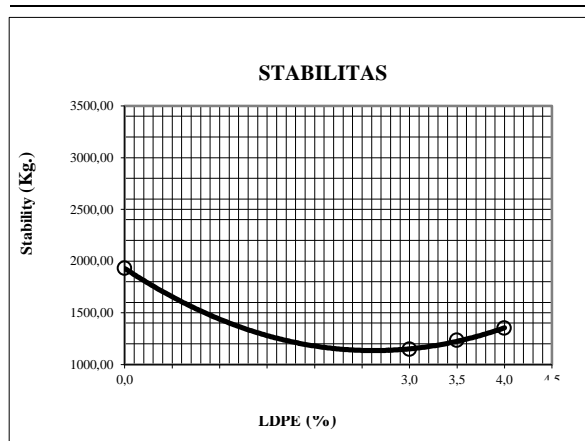
2. Pembahasan

a. Tinjauan Terhadap Nilai Stabilitas

Stabilitas merupakan kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap, seperti gelombang dan *bleeding*. Tinjauan nilai stabilitas pada campuran beraspal panas tanpa bahan tambah dan dengan bahan tambah *low density polyethylene* dengan kadar aspal *Lawele Granular Asphalt* sebesar 3% (10%), diperlihatkan pada tabel 15 dan gambar 5 sebagai berikut:

Tabel 10. Hubungan LDPE dan Sabilitas

No.	LDPE	Stabilitas (Kg)
1	0%	1929.36 Kg
2	3%	1146.09 Kg
3	3.5%	1233.03 Kg
4	4%	1351.20 Kg



Gambar 2. Grafik Hubungan LDPE dan Stabilitas

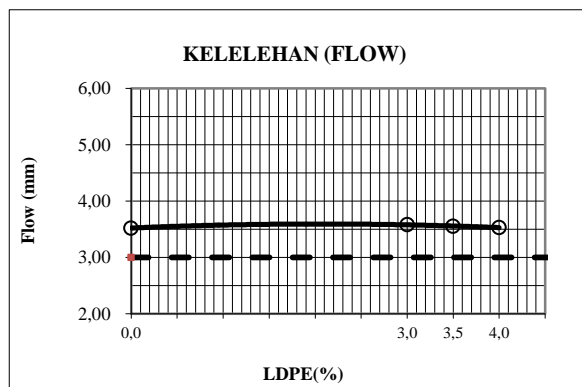
Dari tabel 10 dan gambar 2 menunjukkan nilai stabilitas campuran tanpa bahan tambah *low density polyethylene* diperoleh sebesar 1929,36 kg, sedangkan nilai stabilitas tertinggi yang menggunakan bahan tambah *low density polyethylene* 4% diperoleh sebesar 1351,20 kg. Pada kadar *low density polyethylene* 3,5% diperoleh nilai stabilitas sebesar 1233,03 kg dan Pada kadar *low density polyethylene* terendah 3% diperoleh nilai stabilitas sebesar 1146,09 kg. Nilai stabilitas untuk semua variarsi *low density polyethylene* memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018, yaitu dengan nilai minimum sebesar 800 kg.

b. Tinjauan Terhadap Nilai *Flow*

Kelelahan (*Flow*) merupakan besarnya perubahan plastis dari benda uji akibat adanya beban sampai batas keruntuhan, untuk nilai *flow* persyaratan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018 minimum 2 mm dan maksimal 5 mm. Tinjauan nilai *flow* pada campuran beraspal panas Asbuton (*LGA*) dengan tanpa bahan tambah dan dengan menggunakan variasi bahan tambah *LDPE* 3%, 3,5%, 4% diperlihatkan pada tabel 11 dan gambar 3 sebagai berikut :

Tabel 11. Hubungan *LDPE* dan Kelelahan (*Flow*)

No.	LDPE	Kelelahan (mm)
1	0%	3.52 mm
2	3%	3.58 mm
3	3.5%	3.55 mm
4	4%	3.53 mm



Gambar 3. Grafik Hubungan *LDPE* dan Kelelahan (*Flow*)

Dari tabel 11 dan gambar 3 menunjukkan bahwa nilai *flow* pada campuran tanpa bahan tambah *Low Density polyethylene* diperoleh nilai 3,52 mm dan pada bahan tambah *Low Density polyethylene* 3% nilai kelelahan diperoleh 3,58 mm, Pada *Low Density polyethylene* 3,5% nilai kelelahan diperoleh 3,55 mm sedangkan pada *Low Density polyethylene* 4% nilai kelelahan diperoleh 3,53 mm.

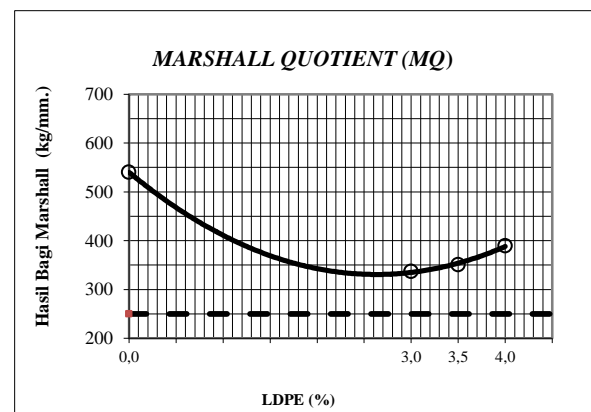
c. Tinjauan Terhadap Nilai *MQ*

Marshall Quotient (MQ) merupakan perbandingan nilai stabilitas dan *flow*

Tinjauan nilai *Marshall Quotient (MQ)*, pada *Lawele Granular Asphalt* terhadap campuran aspal panas tanpa dan dengan bahan tambah *Low Density polyethylene* dengan diperlihatkan pada tabel 12 dan gambar 4 sebagai berikut :

Tabel 12. Hubungan *LDPE* dan *Marshall Quotient (MQ)*

No.	LDPE	Marshall Quotient (Kg/mm)
1	0%	540.00 kg/mm
2	3%	337.00 kg/mm
3	3.5%	350.70 kg/mm
4	4%	389.50 kg/mm



Gambar 4. Grafik Hubungan *LDPE* dan *Marshall Quotient (MQ)*

Dari tabel 12 dan gambar 4 menunjukkan nilai *Marshall Quotient (MQ)* tanpa bahan tambah *Low Density polyethylene* diperoleh 540,00 kg/mm dan dengan menggunakan variasi bahan tambah *low density polyethylene* 3% diperoleh nilai sebesar 337,00 kg/mm dan pada bahan tambah *low density polyethylene* 3,5% diperoleh nilai *Marshall Quotient* sebesar 350,70 kg/mm, sedangkan pada bahan tambah *low density polyethylene* 4% diperoleh nilai *Marshall Quotient* sebesar 389,50 kg/mm. Nilai *Marshall Quotient* untuk semua variasi *low density polyethylene* memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018, yaitu dengan nilai minimum sebesar 250 kg.

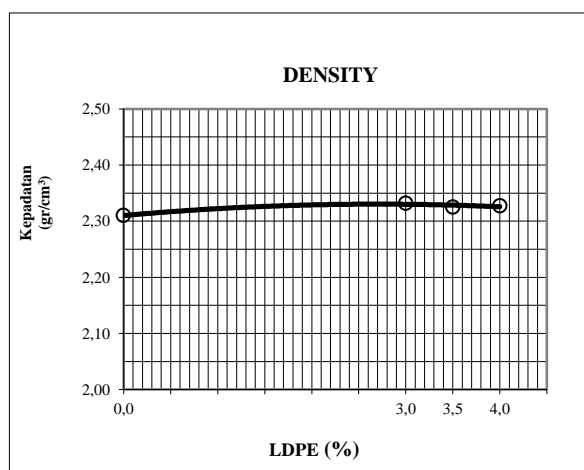
d. Tinjauan Terhadap Nilai Kepadatan

Kepadatan (*Density*) merupakan tingkat kerapatan partikel-partikel secara

mekanis sehingga volume rongga dalam campuran mengecil. Tinjauan nilai kepadatan (*Density*) pada campuran beraspal panas Asbuton *Lawele Granular Asphalt* tanpa dan dengan bahan tambah *low density polyethylene* dengan variasi 3%, 3,5%, dan 4% diperlihatkan pada tabel 13 dan gambar 5 sebagai berikut :

Tabel 13. Hubungan *LDPE* dan Kepadatan (*Density*)

No.	LDPE	Density gr/cm ³
1	0%	2.31 gr/cm ³
2	3%	2.33 gr/cm ³
3	3.5%	2.33 gr/cm ³
4	4%	2.33 gr/cm ³



Gambar 5. Grafik Hubungan *LDPE* dan Kepadatan (*Density*)

Dari tabel 13 dan gambar 5 menunjukkan nilai kepadatan pada campuran Asbuton (*Lawele Granular Asphalt*) terhadap campuran aspal panas tanpa bahan tambah *Low Density polyethylene* diperoleh 2,31 gr/cm³, sedangkan pada bahan tambah *Low Density polyethylene* 3%, 3,5% dan 4% dengan nilai kepadatan yang sama diperoleh 2,33 gr/cm³.

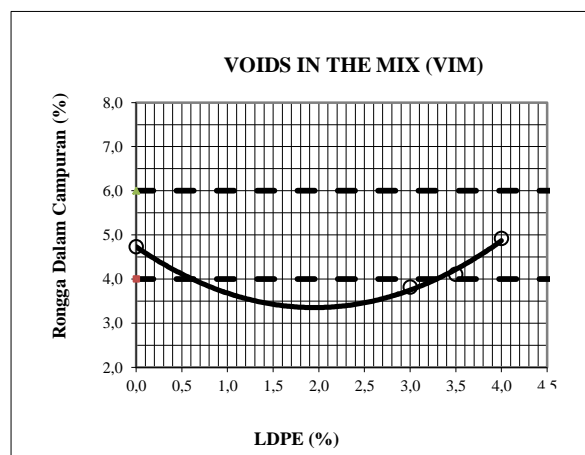
e. Tinjauan Terhadap Nilai *VIM*

Voids In The Mix (VIM) merupakan volume total udara yang berada antara

agregat yang terselimuti aspal dalam suatu campuran yang telah dipadatkan. Tinjauan nilai *VIM* pada campuran beraspal panas Asbuton *Lawele Granular Asphalt* tanpa dengan menggunakan bahan tambah *Low Density polyethylene* dengan variasi 3%, 3,5%, dan 4% diperlihatkan pada tabel 19 dan gambar 9 sebagai berikut :

Tabel 14. Hubungan *LDPE* dan *Voids In The Mix (VIM)*

No.	LDPE	VIM (%)
1	0%	4.73%
2	3%	3.82%
3	3.5%	4.10%
4	4%	4.92%



Gambar 6. Grafik Hubungan *LDPE* dan *Voids In The Mix (VIM)*

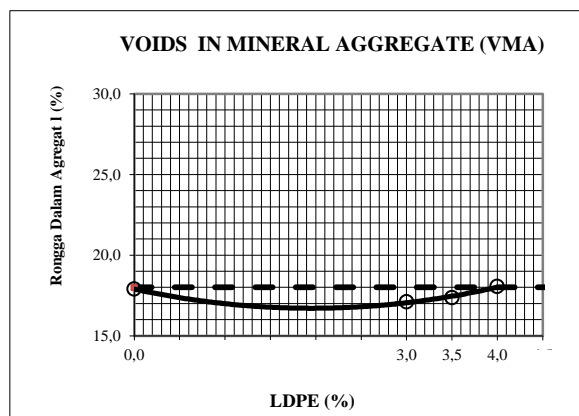
Dari tabel 14 gambar 6 menunjukkan nilai *VIM* tertinggi pada campuran *Lawele Granular Asphalt* yaitu pada bahan tambah *Low Density polyethylene* 4% diperoleh sebesar 4,92% dan nilai *VIM* terendah yaitu pada bahan tambah *Low Density polyethylene* 3% diperoleh sebesar 3,82% dan pada bahan tambah *Low Density polyethylene* 3,5% diperoleh nilai *VIM* sebesar 4,10% sedangkan tanpa menggunakan bahan tambah *Low Density polyethylene* diperoleh nilai *VIM* sebesar 4,73%. Nilai *VIM* untuk semua variasi *low density polyethylene* memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018, yaitu dengan nilai minimum sebesar 3% dan maksimum 5%.

f. Tinjauan Terhadap Nilai VMA

Voids In Mineral Agregate (VMA) merupakan rongga antara butiran agregat dalam campuran aspal yang sudah dipadatkan. Tinjauan nilai VMA pada campuran beraspal panas *Lawele Granular Asphalt* tanpa dan dengan menggunakan bahan tambah *Low Density polyethylene* dengan variasi 3%, 3,5%, dan 4% diperlihatkan pada tabel 15 dan gambar 7 sebagai berikut:

Tabel 15. Hubungan LDPE dan *Voids In Mineral Agregate (VMA)*

No.	LDPE	VMA (%)
1	0%	17.89%
2	3%	17.11%
3	3.5%	17.35%
4	4%	18.06%



Gambar 7. Grafik Hubungan LDPE dan *Voids In Mineral Agregate VMA*

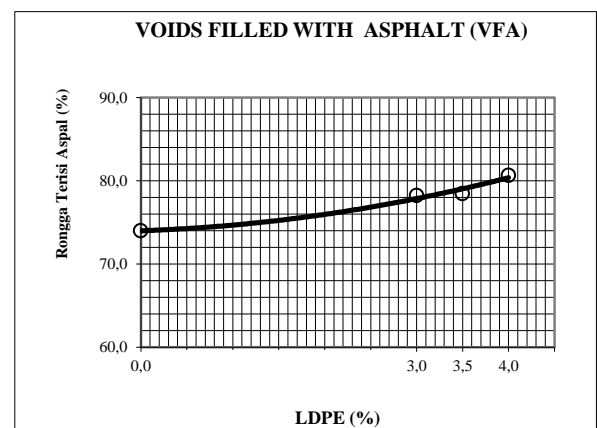
Dari tabel 15 dan gambar 7 menunjukkan nilai VMA tertinggi pada campuran *Lawele Granular Asphalt* yaitu pada bahan tambah *Low Density Polyethylene* 4% diperoleh sebesar 18,06%, nilai VMA terendah yaitu pada bahan tambah *Low Density polyethylene* 3% diperoleh sebesar 17,11% dan pada bahan tambah *Low Density polyethylene* 3,5% diperoleh nilai VMA sebesar 17,35% sedangkan tanpa menggunakan bahan tambah *Low Density polyethylene* diperoleh nilai VMA sebesar 17,89%. Nilai VMA untuk semua variasi bahan tambah *Low Density Polyethylene* memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga 2018, yaitu minimum sebesar 15%.

g. Tinjauan Terhadap Nilai VFB

Voids Filledin Bituments (VFB) merupakan bagian dari rongga yang berada diantara mineral agregat yang terisi aspal. Tinjauan nilai VFB pada campuran beraspal panas *Asbuton Lawele Granular Asphalt* tanpa dengan menggunakan bahan tambah *Low Density polyethylene* dengan variasi 3%, 3,5%, dan 4% diperlihatkan pada tabel 16 dan gambar 8 sebagai berikut :

Tabel 16. Hubungan LDPE dan *Voids Filledin Bituments*

No.	LDPE	VFB (%)
1	0%	73.98%
2	3%	78.21%
3	3.5%	78.43%
4	4%	80.63%



Gambar 8. Grafik Hubungan LDPE dan VFB

Dari tabel 16 dan gambar 8 menunjukkan nilai VFB tertinggi pada campuran *Lawele Granular Asphalt* dengan bahan tambah yaitu pada bahan tambah *Low Density polyethylene* 4% diperoleh sebesar 80,63% dan nilai VFB terendah yaitu tanpa bahan tambah diperoleh sebesar 73,98%. Pada bahan tambah *Low Density polyethylene* 3% diperoleh nilai VFB sebesar 78,21% sedangkan pada bahan tambah *Low Density polyethylene* 3% diperoleh nilai VFB sebesar 78,43%. Nilai VFB untuk semua variasi kadar aspal memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga 2018, yaitu minimum sebesar 65%.

E. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian di laboratorium tentang “Studi Karakteristik Lawele Granular Asphalt (LGA) Berbahan Tambah Low Density Polyethylene (LDPE) Terhadap Campuran Aspal Panas” dengan campuran menggunakan kadar aspal rencana 7% terhadap berat total aspal dengan komposisi aspal penetrasi 60/70 dan *Lawele Granular Asphalt* sebesar 3% yang memiliki kadar bitumen 10%, dengan perbandingan tanpa dan dengan menggunakan bahan tambah *Low Density Polyethylene (LDPE)* dengan variasi 3%, 3,5% dan 4% dapat disimpulkan bahwa :

- a. Dari hasil pengujian marshall, penambahan *Low Density Polyethylene (LDPE)* dengan variasi 3%, 3,5% dan 4% menurunkan nilai stabilitas dan nilai marshall quotient (MQ).
- b. Penambahan *Low Density Polyethylene (LDPE)* dengan variasi 3%, 3,5% dan 4% memberikan pengaruh pada campuran aspal panas terhadap berbagai karakteristik marshall, yakni nilai kelelahan, kepadatan, *VIM*, *VMA*, dan *VFB* yang mengalami peningkatan dan dapat memperbaiki campuran.

DAFTAR PUSTAKA

Affandi, Furqon. (2009). Sifat Campuran Beraspal Panas Dengan Asbuton Butir. *Jurnal Jalan dan Jembatan*, vol.26, No.2. Ali, Nur, Hus

Tim Muralia 2004. Analisis Indeks Durabilitas Campuran Beraspal Berbasis Asbuton Lawele, Penelitian, Universitas Hasanuddin.

Balitbang Departemen Pekerjaan Umum. (2007). *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan*. Balitbang Departemen Pekerjaan Umum. (2009). Asbuton.

Bukhari, ddk, 2007, *Rekayasa Bahan dan Tebal Perkerasan*, Fakultas Teknik, Univesitas Sya Kuala.

Direktorat Jenderal Bina Marga, 2014, Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga Edisi 2010 Revisi 3 Divisi 6, Kementrian Pekerjaan Umum, Jakarta.

Direktorat Bina Marga, 2010. Spesifikasi Khusus Intern Campuran Beraspal Panas dengan Asbuton Lawele. Republik Indonesia Kementrian Pekerjaan Umum.

Harold. N. Atkins, (1997), *Highway Material, Soil and Concretes, 3th Edition Prentice Hall*, New Jersey.

Hermadi, Madi. (2009). Peluang dan Tantangan Dalam Penggunaan Asbuton Sebagai bahan Pengikat Pada Perkerasan jalan. *Jurnal Jalan dan Jembatan*.

Kamaluddin, Andi, 2004, Kinerja Campuran Beraspal Panas (*Asphalt Concrete Wearing Course*) Menggunakan Jenis Filler Berbeda, Skripsi, Universitas Tadulako, Palu.

Rahim, Al Agus. (2018) *Studi Karakteristik Lawele Granular Asphalt (LGA) dengan Bahan Tambah Polyethylene (PE) terhadap Campuran Aspal Panas*, Fakultas Teknik, Univesitas Dayanu ikhsanuddin.

Rahmawati, Anita. 2015, Pengaruh Penggunaan *Polyethylene (PE)* dan *High Density Polyethylene (HDPE)* Pada Campuran *Lataston-WC* Terhadap Karakteristik *Marshall*, *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Sukirman, Silvia. (2003). Beton Aspal Campuran Panas. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.

Wasiyah. Tjitjik, Suroso. 2008. Pengaruh Penambahan plastik *LDPE (Low Density Polyethylene)* Cara Basah dan Cara Kering Terhadap Kinerja Cmpuran Beraspa, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Jl. A.H Nasution No. 264, Bandung.

Widi, Wantoro, dkk, 2014. Pengaruh Penambahan Plastik Bekas Tipe *Low Density Polyethylene (LDPE)*, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Diponegoro.

Young, J.Francis., Mindess, Sidney, Gray, Robert J., & Bentur, Arnon. (1998). *The Science and Technology of Civil Engineering Materials. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.*