

PENGARUH GENANGAN AIR HUJAN TERHADAP LASTON WEARING COURSE MENGGUNAKAN MODIFIKASI ASBUTON LGA TIPE 50/30

Mirka Pataras¹, Aztri Yuli Kurnia¹, Yulia Hastuti¹, Rizki Prasetya Person¹, dan Nanda Putri Anindita¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang
E-mail: patarasmirka@gmail.com
E-mail: aztri_zainuddin@yahoo.com

Abstrak. Penelitian ini membahas mengenai pengaruh genangan air hujan terhadap laston AC-WC dengan memanfaatkan modifikasi asbuton LGA tipe 50/30. Proporsi yang digunakan pada modifikasi LGA adalah 50% asbuton LGA tipe 50/30 dan 50% aspal penetrasi 80/100. Proporsi tersebut dipilih berdasarkan hasil pengujian karakteristik modifikasi LGA yang memenuhi untuk menggantikan aspal penetrasi 60/70. Berdasarkan pengujian *Marshall* yang telah dilakukan, didapatkan nilai KAO sebesar 5,8% untuk campuran laston AC-WC standar dan 6,2% untuk campuran laston AC-WC modifikasi. Dari nilai KAO tersebut didapatkan parameter *Marshall* untuk campuran laston AC-WC standar, yaitu nilai stabilitas senilai 1036,608 Kg dan *flow* sebesar 3,422 mm. Sedangkan campuran laston AC-WC modifikasi menghasilkan nilai stabilitas senilai 1045,183 Kg dan *flow* sebesar 3,358 mm. Setelah itu dilakukan perendaman benda uji dengan air hujan yang telah ditampung dengan durasi perendaman 0 jam, 4 jam, 8 jam, 24 jam, dan 48 jam, dan dilanjutkan dengan pengujian *Marshall*. Persentase perubahan karakteristik pada campuran laston AC-WC standar pada durasi perendaman akhir (48 jam) sebesar -23,12% pada stabilitas dan -4,01% pada *flow* serta campuran laston AC-WC modifikasi sebesar -21,35% pada stabilitas dan -3,43% pada *flow*. Sesuai hasil tersebut di atas, modifikasi asbuton LGA tipe 50/30 dapat menjadi alternatif pengganti aspal penetrasi 60/70 pada campuran laston AC-WC.

Kata kunci: AC-WC, air hujan, LGA 50/30, *marshall*

I. PENDAHULUAN

Aspal merupakan material utama pembentuk campuran perkerasan jalan yang dicampur dengan agregat serta bahan pengisi. Pada kegiatan pembangunan jalan di Indonesia, aspal yang digunakan biasanya adalah jenis aspal keras penetrasi 60/70 dan 80/100 dari Pertamina ataupun aspal impor dari luar negeri seperti Singapura dan Malaysia. Namun terkait dengan isu pemanasan global, penggunaan aspal penetrasi 80/100 pada kegiatan pembangunan jalan perlahan mulai ditinggalkan. Hal ini membuat produsen aspal penetrasi 80/100 mengalami kerugian dan memutuskan untuk menurunkan harga aspal penetrasi 80/100.

Oleh karena hal tersebut, perlu dilakukan penelitian mengenai penggunaan aspal penetrasi 80/100 pada campuran laston AC-WC yang akan dicampur dengan aspal alam Indonesia, yaitu asbuton butir jenis LGA (*Lawele Granular Asphalt*) tipe 50/30. Penggunaan asbuton LGA tipe 50/30 tersebut bertujuan untuk memanfaatkan potensi aspal alam dalam negeri yang sebenarnya dapat dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya

untuk kegiatan pembangunan jalan di Indonesia. Asbuton, adalah jenis aspal alam yang merupakan campuran bitumen dengan bahan mineral lainnya dalam bentuk batuan dan memiliki kadar bitumen.

Penelitian ini bermaksud untuk mendapatkan nilai kadar aspal optimum (KAO) dari campuran laston yang diteliti serta mengecek apakah nilai parameter campuran beraspal dengan metode pengujian *Marshall* (VMA, VFA, VIM, stabilitas, kelelahan, dan MQ) yang didapatkan dapat memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3.

Kemudian tahap berikutnya yang dilakukan adalah merendam benda uji campuran laston AC-WC standar dan campuran laston AC-WC modifikasi menggunakan genangan air hujan dengan durasi perendaman 0 jam, 4 jam, 8 jam, 24 jam, dan 48 jam. Setelah melakukan perendaman benda uji, maka dilaksanakan pengujian *Marshall* untuk mengetahui perubahan karakteristik campuran laston AC-WC sebelum dan sesudah dilakukan perendaman.

Dari penelitian yang dilakukan tersebut akan mendapatkan kesimpulan apakah aspal modifikasi yang

dihasilkan dari pencampuran asbuton LGA tipe 50/30 dan aspal 80/100 dapat digunakan sebagai alternatif pengganti aspal penetrasi 60/70 sebagai bahan pengikat pada campuran laston AC-WC.

Selain itu, dengan melakukan perendaman benda uji dengan beberapa durasi perendaman yang telah ditentukan, maka dapat ditarik kesimpulan apakah pengaruh yang ditimbulkan dari genangan air hujan pada karakteristik campuran laston AC-WC yang memanfaatkan modifikasi asbuton LGA tipe 50/30 sebagai bahan pengikatnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan pengikat yang membentuk lapisan perkerasan, yang terletak di antara roda kendaraan dan lapisan tanah dasar. Perkerasan jalan memiliki fungsi untuk menyalurkan beban lalu lintas ke lapisan terbawah pada konstruksi jalan yaitu lapisan tanah dasar agar beban yang diterima dapat terbagi rata sehingga membuat jalan tidak mengalami kerusakan secara berarti sebelum tercapainya umur rencana.

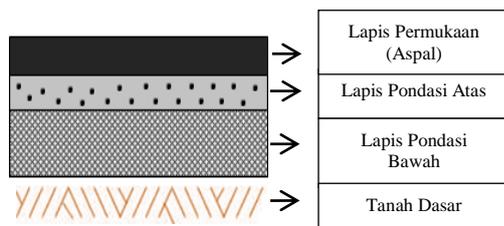
Berdasarkan bahan pengikatnya, konstruksi perkerasan jalan terbagi ke dalam tiga jenis (Sukirman, 1992), yaitu:

1. Perkerasan Lentur
2. Perkerasan Kaku
3. Perkerasan Komposit

B. Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)

Perkerasan lentur merupakan jenis perkerasan jalan yang terdiri dari beberapa lapisan yang telah dimampatkan dan diletakkan di atas tanah dasar. Lapisan-lapisan yang terdapat pada perkerasan lentur memiliki peran sebagai penyalur beban lalu lintas yang berasal dari roda kendaraan (Sukirman, 1992).

Beberapa lapisan yang terdapat pada perkerasan lentur adalah lapis permukaan yang terbagi lagi ke dalam beberapa lapisan, yaitu lapis pondasi, lapis pondasi bawah, dan lapis tanah dasar.



Gambar 1. Lapisan pada perkerasan lentur

C. Asbuton

Aspal buton adalah aspal alam berbentuk batu-batuan (*rock asphalt*) dari Indonesia yang terdapat di Pulau Buton dan ditemukan sejak tahun 1928. Asbuton berfungsi sebagai pengganti sebagian aspal minyak dan bahan tambah campuran beton aspal (Soehartono, 2015).

Terdapat beberapa jenis asbuton olahan yang telah diproduksi dan dapat dimanfaatkan untuk pembangunan jalan di Indonesia, yaitu sebagai berikut:

1. BMA (*Butonic Mastic Asphalt*)
2. Retona (*Refined Buton Asphalt*)
3. BGA dan LGA (*Buton Granulated Asphalt* dan *Lawele Granulated Asphalt*)



Gambar 2. Asbuton LGA tipe 50/30

D. Air Hujan

Berdasarkan peta keasaman (pH) air hujan di Indonesia Februari 2012 oleh BMKG, pada sampel air hujan dari stasiun pemantau Kota Palembang menghasilkan pH air hujan sebesar 5,37 (asam). PH air hujan tersebut lebih asam bila dibandingkan dengan standar pH air minum (PDAM) yang disyaratkan oleh Departemen Kesehatan dengan rentang 6,0-8,5.

III. METODOLOGI

A. Persiapan Material dan Peralatan

Material-material yang diperlukan pada penelitian ini adalah aspal penetrasi 60/70, aspal penetrasi 80/100, asbuton LGA tipe 50/30, agregat kasar, agregat halus, abu batu, *filler* dan genangan air hujan. Sedangkan peralatan pengujian yang digunakan adalah peralatan yang seluruhnya berada di laboratorium jalan Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional (BBPJN) V Palembang.

B. Pengujian Material

Pengujian material yang dilakukan adalah pengujian terhadap agregat, filler, aspal, dan genangan air hujan yang dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Pengujian Aspal

Aspal yang akan diuji pada penelitian ini adalah aspal penetrasi 60/70, aspal penetrasi 80/100, dan 50% campuran asbuton LGA tipe 50/30 + 50% aspal penetrasi 80/100. Beberapa jenis pengujian aspal yang dilaksanakan adalah sebagai berikut:

- a. Peneterasi
- b. Berat Jenis Aspal
- c. Titik Lembek
- d. Titik Nyala dan Titik Bakar
- e. Daktilitas
- f. Viskositas

2. Pengujian Agregat

Pengujian agregat yang dilaksanakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Analisa Saringan Agregat

- b. Berat Jenis dan Penyerapan
- c. Berat Isi
- d. Keausan Agregat dengan Mesin *Los Angeles*
- e. *Aggregate Impact Value*
- f. Kelekatan Agregat Terhadap Aspal
- g. *Sand Equivalent Test*

3. Pengujian Filler

Pengujian filler yang dilaksanakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Analisa Saringan
- b. Berat Jenis

4. Pengujian Genangan Air Hujan

Pada pengujian genangan air hujan, jenis pengujian yang dilaksanakan adalah sebagai berikut:

- a. Pengujian Salinitas
- b. Pengujian pH Air

C. Pembuatan Benda Uji

Setelah melaksanakan pengujian material, maka tahap selanjutnya adalah melakukan pembuatan benda uji. Proses pembuatan benda uji terdiri dari tahap pencampuran agregat dan aspal lalu dilanjutkan dengan tahap pemadatan campuran agregat dan aspal. Bahan pengikat yang digunakan adalah aspal pen 60/70 dan modifikasi asbuton LGA tipe 50/30 yang terdiri dari pencampuran asbuton LGA tipe 50/30 dan aspal penetrasi 80/100.

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan sampel benda uji sebanyak 30 sampel yang terbagi menjadi dua jenis campuran, yaitu 15 sampel campuran laston standar dan 15 sampel campuran laston modifikasi (50% LGA + 50% aspal pen 80/100) dengan kadar aspal rencana 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5%. Kemudian untuk benda uji yang akan direndam dengan genangan air hujan akan dibuat 20 sampel benda uji dengan masing-masing 10 benda uji untuk setiap campuran laston AC-WC.

D. Marshall Test

Setelah tahap pembuatan benda uji, maka dilanjutkan dengan proses pengujian campuran beraspal. Pada tahap pengujian yang dilakukan terhadap benda uji, terdiri dari pengujian berat jenis campuran beraspal dan dilanjutkan dengan pengujian *Marshall*. Dari pengujian *Marshall* tersebut akan didapatkan nilai stabilitas dan kelelahan dari benda uji.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Pencampuran Asbuton LGA tipe 50/30 dan Aspal Penetrasi 80/100

Pada penelitian ini telah dilakukan pengujian pencampuran asbuton LGA tipe 50/30 dan aspal penetrasi 80/100 dengan beberapa variasi proporsi. Dari pengujian tersebut, didapatkan proporsi pencampuran yang memenuhi persyaratan karakteristik

aspal sesuai Spesifikasi Umum PU Bina Marga 2010 Revisi 3 adalah 50% asbuton LGA tipe 50/30 dan 50% aspal penetrasi 80/100. Hasil pengujian tersebut ditunjukkan pada Tabel 1.

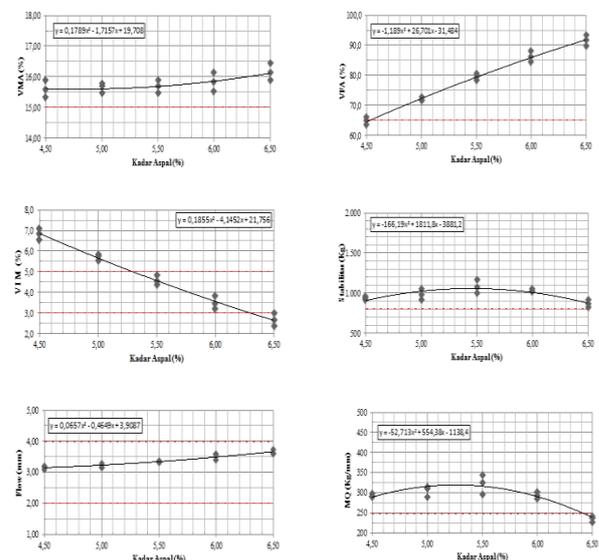
Tabel 1. Hasil pengujian karakteristik aspal modifikasi

No.	Karakteristik	Standar	Hasil
1.	Berat jenis (25°C)	SNI 2441:2011	1,018
2.	Penetrasi (25°C, 100 gr, 5 detik)	SNI 2456:2011	61,1
3.	Titik lembek (°C)	SNI 2434:2011	53,1
4.	Titik nyala (°C)	SNI 2433:2011	341
5.	Titik bakar (°C)	SNI 2433:2011	346
6.	Daktilitas (25°C, 5 cm per menit)	SNI 2432:2011	125

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik aspal di atas, aspal modifikasi dari pencampuran 50% LGA + 50% aspal pen 80/100 dipilih sebagai pembanding aspal penetrasi 60/70 untuk campuran laston AC-WC pada penelitian ini.

B. Hasil Pengujian Marshall

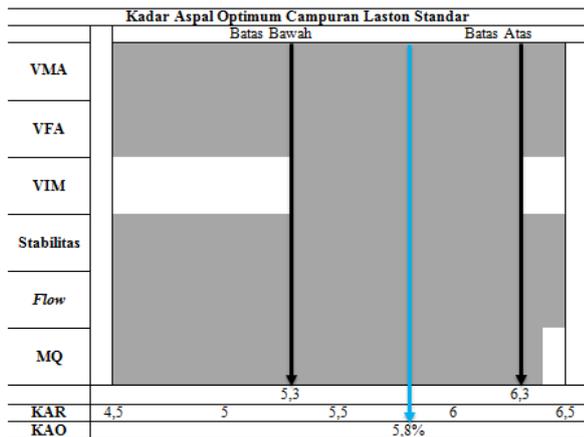
Adapun hasil pengujian *Marshall* campuran laston standar dan campuran laston modifikasi (50% LGA + 50% aspal pen 80/100) ditunjukkan pada Gambar 3.



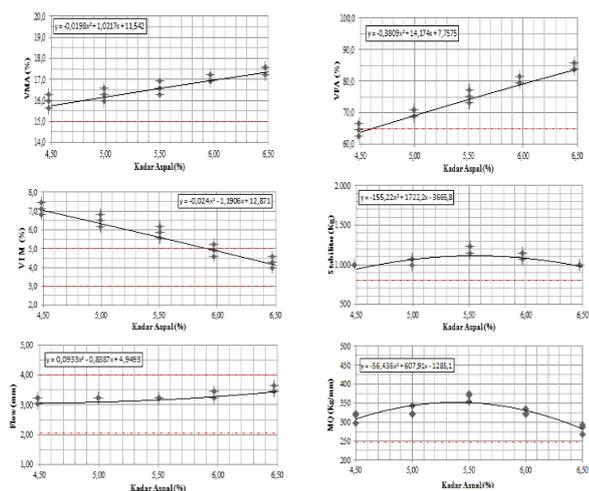
Gambar 3. Nilai parameter *Marshall* campuran laston standar

Berdasarkan penentuan kadar aspal optimum untuk campuran laston standar, nilai VMA, VFA, VIM, stabilitas, kelelahan, dan MQ yang memenuhi persyaratan secara keseluruhan adalah dari kadar aspal 5,3% sampai 6,3%.

Sesuai langkah-langkah penentuan nilai KAO di atas, didapatkan nilai kadar aspal optimum untuk campuran laston standar yang menggunakan aspal penetrasi 60/70 sebagai bahan pengikatnya adalah sebesar 5,8%. Gambar penentuan nilai KAO campuran laston standar dapat dilihat pada Gambar 4.

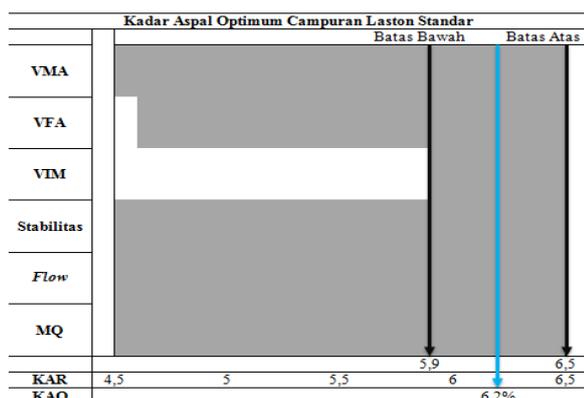


Gambar 4. KAO campuran laston AC-WC standar



Gambar 5. Nilai parameter Marshall campuran laston modifikasi

Berdasarkan gambar penentuan kadar aspal optimum untuk campuran laston modifikasi di atas, dapat diketahui bahwa yang memenuhi ketentuan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3 secara keseluruhan adalah rentang kadar aspal dari 5,9% sampai 6,5%. Maka dapat ditentukan kadar aspal optimum untuk campuran laston modifikasi adalah 6,2%.



Gambar 6. KAO campuran laston AC-WC modifikasi

Berdasarkan data yang telah didapatkan, nilai KAO untuk campuran laston standar dan campuran laston modifikasi adalah 5,8% dan 6,2%. Campuran laston standar memiliki nilai KAO yang lebih rendah sehingga membutuhkan aspal yang lebih sedikit dibandingkan campuran laston modifikasi.

C. Hasil Pengujian Marshall terhadap Nilai KAO

Nilai KAO yang telah didapatkan kemudian menjadi acuan untuk mendapatkan parameter Marshall pada kedua campuran laston yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil parameter Marshall terhadap nilai KAO campuran laston standar dan modifikasi

No.	Parameter	Hasil		Syarat
		Standar	Modifikasi	
1.	VMA	15,775	17,115	Min. 15%
2.	VFA	83,384	80,995	Min. 65%
3.	VIM	3,955	4,567	Min. 3%
4.	Stabilitas	1036,608	1045,183	Maks. 5%
5.	Kelelahan	3,422	3,358	Min. 800 Kg
6.	MQ	303,739	314,773	Min. 2 mm
				Maks. 4 mm
				Min. 250 Kg/mm

Berdasarkan nilai VMA pada grafik di atas, aspal yang ada pada campuran laston standar lebih baik dalam menyelimuti agregat dibandingkan aspal yang ada pada campuran laston modifikasi (50% LGA + 50% aspal pen 80/100). Tingginya nilai VMA pada campuran laston modifikasi (50% LGA + 50% aspal pen 80/100) dikarenakan adanya pengaruh dari butiran asbuton LGA tipe 50/30 yang membuat campuran beraspal menjadi kurang padat sehingga masih banyak memunculkan rongga di antara agregat.

Pada perbandingan nilai VMA menunjukkan bahwa rongga udara di antara agregat pada campuran laston standar lebih banyak terisi aspal dibandingkan dengan rongga udara di antara agregat pada campuran laston modifikasi (50% LGA tipe 50/30 + 50% aspal pen 80/100).

Rendahnya nilai VFA pada campuran laston asbuton LGA dan aspal penetrasi 80/100 diakibatkan adanya pengaruh butiran asbuton LGA tipe 50/30 yang tidak dapat menutupi rongga udara di antara agregat pada campuran laston tersebut.

Berdasarkan perbandingan nilai VIM, dapat disimpulkan bahwa nilai VIM pada campuran laston standar lebih ideal dibandingkan campuran laston modifikasi (50% LGA + 50% aspal pen 80/100), karena sisa rongga udara di antara agregat pada campuran laston standar lebih sedikit dibandingkan campuran laston modifikasi (50% LGA + 50% aspal pen 80/100).

Hasil tersebut menjadi penanda bahwa campuran laston modifikasi (50% LGA + 50% aspal pen 80/100) lebih rentan mengalami keretakan dan pengelupasan partikel dibandingkan campuran laston standar. Hal ini disebabkan adanya pengaruh dari butiran asbuton LGA tipe 50/30 yang membuat aspal tidak sepenuhnya dapat mengisi rongga udara.

Dari nilai stabilitas di atas, diketahui bahwa stabilitas terhadap nilai KAO campuran laston modifikasi (50% LGA + 50% aspal pen 80/100) lebih baik dalam menahan beban yang diberikan dibandingkan dengan campuran laston standar. Dengan kadar aspal yang telah ditentukan, pencampuran asbuton LGA tipe 50/30 dan aspal penetrasi 80/100 memberikan kekuatan yang lebih pada suatu campuran beraspal.

Sesuai hasil *flow* dapat disimpulkan bahwa campuran laston modifikasi (50% LGA + 50% aspal pen 80/100) lebih baik dibandingkan campuran laston standar karena memiliki nilai kelelahan yang lebih rendah. Hal ini menandakan bahwa campuran laston modifikasi (LGA tipe 50/30 + 50% aspal pen 80/100) memiliki perubahan bentuk yang lebih kecil.

Pencampuran asbuton LGA tipe 50/30 dan aspal penetrasi 80/100 menghasilkan campuran beraspal yang lebih kaku karena adanya pengaruh dari sifat asbuton yang lebih cepat dalam proses pengerasan.

Berdasarkan data hasil nilai MQ dari kedua campuran laston tersebut dapat diketahui bahwa campuran laston modifikasi (50% LGA + 50% aspal pen 80/100) lebih baik karena memiliki kekakuan dan ketahanan terhadap perubahan bentuk yang lebih tinggi dari campuran laston standar. Hal tersebut dikarenakan asbuton LGA tipe 50/30 yang membuat campuran beraspal cepat mengeras. Namun dengan tingginya nilai MQ, campuran laston modifikasi (50% LGA + 50% aspal pen 80/100) memiliki kerentanan terhadap keretakan yang lebih tinggi dibandingkan campuran laston standar.

Dari keseluruhan data hasil parameter *Marshall* campuran laston standar dan campuran laston modifikasi (50% LGA + 50% aspal pen 80/100) yang telah didapatkan dan dibandingkan per parameter, dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan nilai KAO, campuran laston standar lebih unggul dalam hal penyerapan aspal terhadap agregat. Sedangkan campuran laston modifikasi (50% LGA + 50% aspal pen 80/100) lebih unggul dalam kekuatan untuk menahan beban dan ketahanan untuk mencegah perubahan bentuk.

D. Hasil Pengujian Marshall terhadap Nilai KAO dengan Rendaman Genangan Air Hujan

Pengujian Marshall laston AC-WC standar dan modifikasi (aspal pen 60/70) dilakukan dengan 10 benda uji yang dibuat menggunakan kadar aspal optimum 5,8% dan 6,2%, yang kemudian dibagi menjadi 5 kelompok durasi perendaman, yaitu 0 jam, 4 jam, 8 jam, 24 jam, dan 48 jam.

Berdasarkan data hasil pengujian Marshall Laston AC-WC rendaman air hujan, diketahui nilai karakteristik campuran Laston AC-WC standar an campuran Laston AC-WC modifikasi untuk setiap durasi perendaman.

Nilai karakteristik masing-masing campuran Laston tersebut kemudian dibuat kedalam bentuk grafik berdasarkan persentase perubahan pada setiap durasi

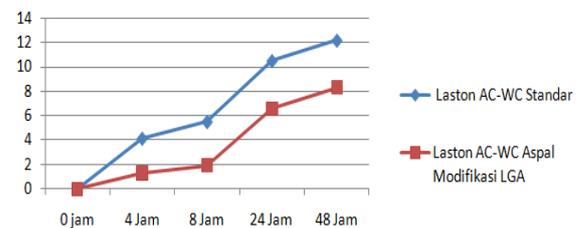
perendaman untuk mengetahui pengaruh genangan air hujan pada campuran Laston AC-WC modifikasi serta perbandingannya terhadap campuran Laston AC-WC standar.

1. VMA (Void in Mineral Aggregate)

Nilai dan persentase perubahan VMA tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai dan Persentase Perubahan VMA

Durasi Rendaman (Jam)	Laston AC-WC Standar		Laston AC-WC Aspal Modifikasi LGA	
	VMA (%)	Persentase Perubahan (%)	VMA (%)	Persentase Perubahan (%)
0 jam	15,80	0,00	17,21	0,00
4 jam	16,46	4,14	17,44	1,31
8 jam	16,67	5,51	17,54	1,92
24 jam	17,46	10,50	18,35	6,59
48 jam	17,73	12,18	18,64	8,31



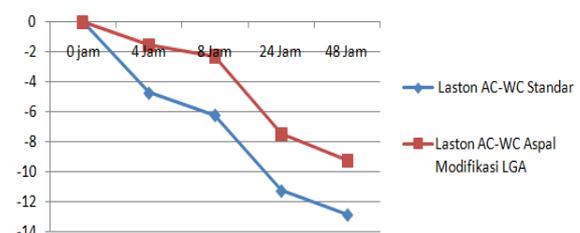
Gambar 7. Perbandingan persentase perubahan VMA

2. VFA (Void Filled with Asphalt)

Nilai dan persentase perubahan VFA tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai dan Persentase Perubahan VFA

Durasi Rendaman (Jam)	Laston AC-WC Standar		Laston AC-WC Aspal Modifikasi LGA	
	VFA (kg)	Persentase Perubahan (%)	VFA (kg)	Persentase Perubahan (%)
0 jam	83,23	0,00	80,42	0,00
4 jam	79,30	-4,72	79,17	-1,55
8 jam	78,07	-6,20	78,59	-2,27
24 jam	73,87	-11,25	74,42	-7,46
48 jam	72,54	-12,84	73,01	-9,22



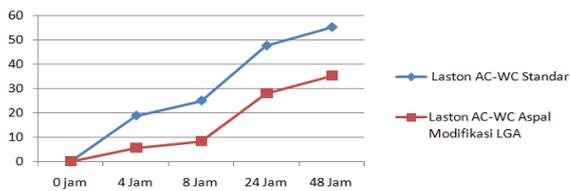
Gambar 8. Perbandingan persentase perubahan VFA

3) VIM (Void in Mix)

Nilai dan persentase perubahan VIM tersaji pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai dan persentase perubahan VIM

Durasi Rendaman (Jam)	Laston AC-WC Standar		Laston AC-WC Aspal Modifikasi LGA	
	VIM (kg)	Persentase Perubahan (%)	VIM (kg)	Persentase Perubahan (%)
0 jam	3,98	0,00	4,68	0,00
4 jam	4,73	18,76	4,94	5,54
8 jam	4,97	24,92	5,06	8,13
24 jam	5,87	47,54	5,98	27,90
48 jam	6,18	55,14	6,32	35,18



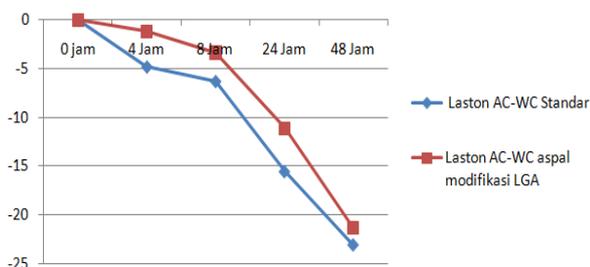
Gambar 9. Perbandingan Persentase Perubahan VIM

4. Stabilitas

Stabilitas merupakan kemampuan campuran aspal pada lapisan perkerasan jalan dalam menahan beban lalu lintas tanpa terjadi deformasi atau perubahan bentuk. Nilai dan persentase perubahan stabilitas dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai dan persentase perubahan stabilitas

Durasi Rendaman (Jam)	Laston AC-WC Standar		Laston AC-WC Aspal Modifikasi LGA	
	Stabilitas (kg)	Persentase Perubahan (%)	Stabilitas (kg)	Persentase Perubahan (%)
0 jam	1029,58	0,00	1060,53	0,00
4 jam	980,05	-4,81	1048,19	-1,16
8 jam	964,71	-6,30	1025,16	-3,34
24 jam	869,22	-15,58	942,54	-11,13
48 jam	791,52	-23,12	834,15	-21,35



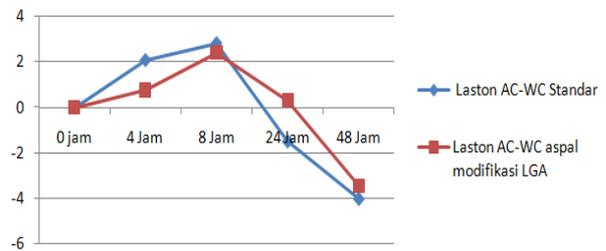
Gambar 10. Perbandingan persentase perubahan stabilitas

5. Flow (Kelelahan)

Flow atau kelelahan merupakan suatu nilai yang menunjukkan penurunan secara vertikal atau perubahan bentuk pada benda uji ketika pengujian Marshall berlangsung. Nilai dan persentase perubahan Flow pada Laston AC-WC rendaman air hujan dari hasil pengujian Marshall tersaji pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai dan persentase perubahan flow

Durasi Rendaman (Jam)	Laston AC-WC Standar		Laston AC-WC Aspal Modifikasi LGA	
	Flow (kg)	Persentase Perubahan (%)	Flow (kg)	Persentase Perubahan (%)
0 jam	3,41	0,00	3,35	0,00
4 jam	3,44	2,08	3,38	0,75
8 jam	3,46	2,82	3,43	2,39
24 jam	3,32	-1,49	3,36	0,30
48 jam	3,23	-4,01	3,24	-3,43



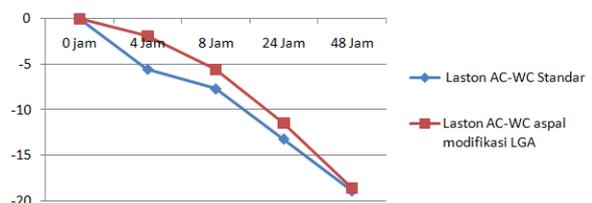
Gambar 11. Perbandingan persentase perubahan flow

6. Marshall Quotient (MQ)

MQ merupakan perbandingan nilai stabilitas dengan nilai kelelahan pada suatu benda uji campuran aspal. Nilai dan persentase perubahan MQ dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai dan persentase perubahan MQ

Durasi Rendaman (Jam)	Laston AC-WC Standar		Laston AC-WC Aspal Modifikasi LGA	
	MQ (kg)	Persentase Perubahan (%)	MQ (kg)	Persentase Perubahan (%)
0 jam	301,95	0,00	316,58	0,00
4 jam	285,31	-5,51	310,58	-1,89
8 jam	278,82	-7,66	298,90	-5,58
24 jam	262,21	-13,16	280,52	-11,39
48 jam	245,04	-18,85	257,86	-18,55



Gambar 12. Perbandingan persentase perubahan MQ

V. KESIMPULAN

- Sesuai dengan hasil karakteristik aspal modifikasi dari pencampuran asbuton LGA tipe 50/30 dan aspal penetrasi 80/100, aspal modifikasi dari pencampuran dengan proporsi 50% asbuton LGA tipe 50/30 dan 50% aspal penetrasi 80/100 lebih baik dibandingkan dengan proporsi 70% asbuton LGA tipe 50/30 dan 30% aspal penetrasi 80/100.

Hal tersebut dikarenakan nilai penetrasi yang dihasilkan pada aspal modifikasi dari pencampuran 50% asbuton LGA tipe 50/30 dan 50% aspal penetrasi 80/100 yaitu sebesar 61,1 memenuhi persyaratan untuk menggantikan aspal penetrasi 60/70 sebagai bahan pengikat campuran

aspal. Sedangkan nilai penetrasi pada pencampuran 70% asbuton LGA tipe 50/30 dan 30% aspal penetrasi 80/100 hanya menghasilkan nilai sebesar 56,6.

2. Nilai kadar aspal optimum (KAO) yang dihasilkan dari campuran laston modifikasi (50% LGA + 50% aspal pen 80/100) adalah sebesar 6,2% lebih tinggi dari nilai KAO campuran laston standar yang bernilai 5,8%. Hal ini menandakan bahwa campuran laston standar membutuhkan persen komposisi aspal yang lebih sedikit dibandingkan dengan campuran laston modifikasi (50% LGA + 50% aspal pen 80/100).
3. Untuk nilai VMA, VFA, dan VIM yang paling ideal dimiliki oleh campuran laston standar. Hal ini dikarenakan pada campuran laston standar, bahan pengikat yang berupa aspal penetrasi 60/70 lebih mampu mengurangi rongga udara yang ada di antara mineral agregat. Sedangkan pada campuran laston modifikasi (50% LGA + 50% aspal pen 80/100), terdapat pengaruh dari butiran asbuton LGA tipe 50/30 yang mengakibatkan aspal penetrasi 80/100 tidak leluasa untuk mengisi rongga udara di antara agregat.
4. Campuran laston modifikasi (50% LGA + 50% aspal pen 80/100) memiliki nilai stabilitas, kelelahan, dan MQ yang lebih baik dibandingkan campuran laston standar. Pengaruh dari asbuton LGA tipe 50/30 yang membuat campuran aspal menjadi lebih cepat keras, membuat kelelahan dari campuran laston tersebut menjadi berkurang.
5. Berdasarkan grafik parameter *Marshall* terhadap pengaruh rendaman genangan air hujan di atas, dapat disimpulkan bahwa semakin lama durasi perendaman, maka akan semakin memperbesar rongga-rongga yang ada pada agregat dan rongga yang ada di antara agregat. Kemudian rendaman genangan air hujan tersebut membuat nilai stabilitas, kelelahan, dan MQ semakin mengecil. Hal tersebut menandakan bahwa jika perkerasan aspal terlalu lama terkena atau bahkan

terendam air hujan akan menurunkan kekuatan dari perkerasan aspal tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, S.S., 2016, *Perbandingan Penggunaan Lawele Granular Asphalt (LGA) Aspal Lawele Tipe 50/30 dan Aspal Lawele Tipe 5/20 sebagai Bahan Campuran AC-WC Asbuton Panas terhadap Karakteristik Aspal Beton*, Skripsi tidak dipublikasikan, Kendari: Universitas Halu Oleo.
- Alit. M. M., 2014, *Pengaruh Curah Hujan Terhadap Kinerja Perkerasan Lentur Laston AC-WC Menggunakan Metode Marshall*, Skripsi tidak dipublikasikan, Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga., 2010, *Spesifikasi Umum Revisi 3 tentang Perkerasan Aspal*.
- Hardiyatmo, H. C., 2015, *Perancangan Pakerasan Jalan & Penyelidikan Tanah (Edisi ke 2)*, Jogjakarta: Gadjah Mada University Press.
- Heriyanto, Saleh S. M., Muhammad I., 2015, "Pengaruh Substitusi Asbuton Butir 20/25 pada Aspal Pen 60/70 terhadap Karakteristik Campuran Beton Aspal AC-WC", *Jurnal Teknik Sipil Pascasarjana Universitas Syah Kuala*, Vol. 4, No.1.
- Syaifuddin., 2013, "Analisa Parameter *Marshall* Aspal Beton AC-WC dengan Menggunakan Campuran Retona Blend 55 dan Aspal Pen 60/70", *Jurnal Portal Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe*, Vol. 5, No. 2.
- Soehartono., 2015, *Teknologi Aspal dan Penggunaannya dalam Konstruksi Perkerasan Jalan*, Jogjakarta: Penerbit ANDI.