

PEMANFAATAN ASPAL STARBIT E-55 UNTUK MENAHAN PENURUNAN KINERJA AKIBAT RENDAMAN AIR HUJAN PADA CAMPURAN SPLIT MASTIC ASPHALT

Miftahul Fauziah

Program Studi Teknik Sipil
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km 14,5
Kampus Terpadu UII, Yogyakarta 55584
Tlp. (0274) 898444
miftahul.fauziah@uii.ac.id

Ade Handaka

Program Studi Teknik Sipil
Universitas Islam Indonesia
Jln. Kaliurang Km 14,5
Kampus Terpadu UII, Yogyakarta 55584
Tlp. (0274) 898444
adehandaka@gmail.com

Abstract

Rain water is a liquid contains dissolved materials as well as acidic salts which may results in pavement damage. This paper presents the laboratory test results on the effect of the rain water immersion on Marshall characteristic and durability of Split Mastic Asphalt mixture using two types of binder, namely Starbit E-55 and AC 60/70. Initially, laboratory tests were conducted to find the optimum bitumen content based on Bina Marga (2010) standards. Then, the Marshall and immersion tests after various immersion on rain water were run. The results showed that the longer the rain water immersion, the lower stability, Marshall Quotient, and index of retained strength, but the higher the flow of the mixture. Specimen using Starbit E-55 was found having a better strength performance and durability due to rain water immersion than that of the mixture using conventional bitumen of AC 60/70.

Keywords: rain water immersion, durability, Starbit E-55, and Split Mastic Asphalt

Abstrak

Air hujan merupakan cairan yang mengandung bahan-bahan terlarut maupun garam-garam yang bersifat asam sehingga dapat menyebabkan gangguan kinerja dan dapat menyebabkan kerusakan perkerasan. Paper ini menyajikan hasil pengujian laboratorium tentang pengaruh rendaman air hujan terhadap karakteristik Marshall dan durabilitas campuran Split Mastic Asphalt, dengan menggunakan dua jenis aspal sebagai bahan ikatnya, yaitu aspal Starbit E-55 dan aspal AC 60/70. Pengujian laboratorium awal untuk mencari kadar aspal optimum berdasarkan spesifikasi Bina Marga 2010 dan dilanjutkan dengan pengujian Marshall Standard dan *Immersion* pada berbagai variasi lama rendaman air hujan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu rendaman air hujan nilai stabilitas campuran, Marshall Quotient dan nilai index of retained strength semakin menurun dan nilai kelelahan semakin meningkat. Campuran SMA yang menggunakan bahan ikat aspal Starbit E-55 memiliki kemampuan mempertahankan kinerja Marshall dan durabilitas akibat rendaman air hujan yang lebih baik dibandingkan campuran SMA dengan bahan ikat aspal AC 60/70.

Kata-kata kunci: rendaman air hujan, durabilitas, Starbit E-55, dan Split Mastic Asphalt

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan iklim tropis yang memiliki dua musim. yakni musim kemarau dan musim penghujan. Curah hujan tinggi yang terjadi saat musim penghujan datang yang tidak didukung dengan sistem drainase yang memadai merupakan salah satu penyebab banjir di berbagai kota di Indonesia. Banjir yang terjadi

dapat merendam fasilitas umum, termasuk di dalamnya adalah perkerasan jalan. Lama waktu banjir yang terjadi seringkali sulit ditentukan karena bergantung pada letak geografis suatu daerah dan kondisi tata kota serta sistem drainase yang ada. Perkerasan jalan yang terendam oleh air hujan yang mengandung asam dan kotoran merupakan salah satu penyebab terjadinya kerusakan pada perkerasan jalan. Gangguan air pada perkerasan akan mempengaruhi ikatan antara aspal dan agregat yang mempercepat terjadinya oksidasi sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan dini pada lapisan permukaan jalan. Kondisi ini dapat diperparah apabila jalan terendam dalam waktu lebih dari 24 jam.

Sebagian besar perkerasan jalan di Indonesia menggunakan jenis perkerasan lentur yang menggunakan bahan ikat aspal. Salah satu jenis campuran perkerasan lentur beraspal panas yang digunakan di Indonesia adalah *Split Mastic Asphalt* (SMA). Campuran SMA adalah salah satu aspal campuran panas yang bergradasi terbuka dengan material yang terbuat dari split atau agregat kasar dengan jumlah fraksi yang tinggi, yakni 70% *mastic asphalt* yang merupakan campuran yang terdiri atas agregat halus, *filler* dan aspal, serta *additive* yang berfungsi sebagai bahan yang mampu menstabilkan aspal. Campuran SMA dianggap mempunyai kelebihan dalam hal kemampuan *skid resistant* tinggi karena kadar agregat kasarnya besar dan tingginya kadar aspal yang menjadikan lebih awet. Campuran SMA diformulasikan khusus untuk meningkatkan durabilitas, fleksibilitas, ketahanan alur dan ketahanan terhadap oksidasi. Karena campuran ini merupakan campuran yang bergradasi terbuka maka campuran tersebut tentu memiliki pori atau *void* (rongga atau ruang kosong) yang cukup besar di dalamnya. Campuran SMA dirancang dengan gradasi terbuka, namun apabila rongga udara dalam campuran (*void in mix*) terlalu besar akibat kurangnya jumlah aspal, maka potensi terjadinya campuran yang kurang kedap terhadap udara dan air menjadi lebih tinggi. Oleh karena itu, aspal lebih mudah teroksidasi, yang dapat mengakibatkan melemahnya ikatan aspal pada agregat, yang selanjutnya mengakibatkan gangguan ikatan aspal pada agregat.

Jakarta, Bandung, dan Samarinda merupakan beberapa kota yang sering dilanda bencana banjir ketika datang musim penghujan. Bencana banjir yang sering terjadi karena curah hujan yang sangat tinggi menyebabkan rendaman air hujan pada perkerasan jalan. Campuran aspal yang bergradasi terbuka dan memiliki rongga yang tinggi memiliki potensi lebih tinggi terisinya air pada rongga-rongganya yang dapat menyebabkan risiko kerusakan pada perkerasan jalan. Beberapa upaya dilakukan untuk mengurangi risiko gangguan air hujan pada perkerasan dengan cara menggunakan bahan ikat yang lebih baik dalam menahan gangguan air pada perkerasan. Hal ini mendorong perlunya dilakukan kajian lebih lanjut tentang pengaruh lamanya rendaman air hujan pada campuran bergradasi terbuka, khususnya SMA dengan menggunakan bahan ikat alternatif, yaitu aspal polimer jenis Starbit E-55 yang dibandingkan dengan aspal konvensional pen 60/70. Aspal polimer Starbit merupakan produk aspal komersial yang sudah diberikan bahan tambah atau *additive*, sehingga kualitasnya lebih baik dibandingkan dengan aspal konvensional yang sering digunakan di Indonesia.

Kajian tentang penurunan kinerja campuran perkerasan akibat pengaruh gangguan air sebelumnya pernah diteliti oleh Djalante (2011), yang menguji pengaruh rendaman air laut terhadap karakteristik mekanis dan durabilitas beton aspal AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course) yang menggunakan Asbuton butir tipe 5/20. Dari hasil pengujian laboratorium disimpulkan bahwa campuran dengan menggunakan asbuton butir memiliki nilai stabilitas yang lebih baik dibanding campuran nonasbuton pada perendaman dengan menggunakan air laut dengan derajat keasaman yang berada dalam batas yang disyaratkan sebesar 8,1 mg/l.

Penelitian tersebut juga menegaskan bahwa kadar bitumen yang terkandung di dalam asbuton butir memperkecil intrusi air laut masuk ke pori-pori agregat, sehingga keawetan (durabilitas) campuran dengan asbuton butir yang direndam air laut untuk periode 24 jam, 72 jam, dan 120 jam lebih baik dibandingkan campuran nonasbuton butir. Investigasi lain yang sejalan namun pada jenis campuran aspal porus yang menggunakan asbuton juga telah diteliti oleh Rahim (2012). Dari hasil penelitian yang dilakukan mengindikasikan bahwa campuran beraspal porus menunjukkan pengaruh terhadap nilai karakteristik aspal porus di mana aspal porus mengalami penurunan kekuatan terutama dari akibat tingginya temperatur rendaman serta dengan lamanya perendaman yang dilakukan. Faktor yang mempengaruhi penurunan karakteristik tersebut terdiri atas faktor dari dalam, yakni nilai porositas dari campuran dan kereaktifan senyawa parafin dalam aspal yang sangat peka terhadap temperatur.

Di lain pihak, Soandrijanie (2014) menguji penggunaan minyak pelumas bekas (MPB) pada beton aspal yang terendam air laut dan air hujan. Hasil studi menunjukkan bahwa beton aspal dengan penambahan minyak pelumas bekas (MPB) masih memiliki nilai stabilitas dua kali lipat dari yang disyaratkan dan memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap pengaruh dari rendaman air laut dan air hujan, dibandingkan dengan beton aspal tanpa tambahan minyak pelumas. Ambarwati dan Arifin (2009) mengkaji tentang pemanfaatan piropilit sebagai *filler* untuk mengatasi pengaruh hujan asam pada campuran *Hot Rolled Sheet* (HRS). Dari hasil penelitian tersebut disimpulkan bahwa hujan asam pada campuran HRS yang menggunakan *filler* piropilit masih belum mempengaruhi kekuatan dan keawetan campuran. Penurunan kinerja campuran akibat pengaruh kandungan air hujan terhadap karakteristik *Marshall* campuran Laston juga telah diteliti oleh Arifin, dkk (2008). Dari hasil studi eksperimental tersebut telah disimpulkan bahwa secara umum karakteristik *Marshall* campuran Laston mengalami penurunan seiring bertambahnya kandungan air hujan. Nilai stabilitas rerata pada campuran yang tidak mengandung air hujan sebesar 941,3 kg menurun menjadi 772,3 kg pada kandungan air hujan 5 ml. Nilai *flow* menurun menjadi 2,1 mm pada kandungan air hujan 5 ml dibandingkan campuran yang tidak terkena air hujan sebesar 2,25 ml. Di samping itu, hasil eksperimental juga menunjukkan bahwa semakin bertambah jumlah kandungan air, semakin meningkat persentase Indeks Kekuatan Sisa (IKS). Rerata nilai IKS pada 0 ml kandungan air sebesar 88,442% meningkat menjadi sebesar 97,271% pada kandungan air 5 ml.

Berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya, paper ini menyajikan tentang hasil studi eksperimen laboratorium untuk menganalisis penggunaan aspal polimer Starbit

dalam campuran Split Mastic Asphalt (SMA) untuk mengatasi penurunan kinerja campuran perkerasan akibat pengaruh lama rendaman air hujan. Studi dilaksanakan dengan melakukan eksperimen laboratorium untuk mengukur karakteristik Marshall standard maupun rendaman campuran SMA. Karakteristik Marshall yang diukur dalam studi ini meliputi stabilitas Marshall, kelelahan atau flow, rongga udara atau Void in The Mix (VITM), rongga terisi aspal atau Void Filled With Asphalt (VFWA), rongga di antara mineral agregat atau Voids in Mineral Aggregate (VMA), kerapatan atau density, Marshall Quotient, dan kemampuan mempertahankan kekuatan akibat rendaman atau Index of Retained Strength. pada campuran SMA yang menggunakan bahan ikat aspal AC 60/70 dibandingkan dengan yang menggunakan aspal Starbit E-55 pada berbagai variasi lama rendaman air hujan.

KINERJA STRUKTUR DAN DURABILITAS CAMPURAN BETON ASPAL

Kinerja struktur campuran beton aspal merupakan kemampuan campuran untuk dapat menerima beban terkait dengan fungsi strukturalnya. Pada kajian ini kinerja struktur yang dievaluasi hanya dibatasi karakteristik *Marshall* dan durabilitas campurannya. Karakteristik *Marshall* campuran beton aspal utamanya dinilai dari kekuatan dan kelenturan campuran yang diukur dari nilai stabilitas, kelelahan dan MQ, serta didukung oleh karakteristik rongga yang meliputi VITM, VFWA, VMA, dan kerapatan. Stabilitas adalah kemampuan resistensi suatu campuran beton aspal terhadap deformasi akibat beban lalu lintas. Nilai stabilitas campuran beton aspal sangat dipengaruhi oleh *frictional resistance* dan *interlocking* yang terjadi antara partikel agregat dan kohesi campurannya. Menurut Asphalt Institute (2001) stabilitas adalah kemampuan lapis keras dalam menerima beban lalu lintas tanpa terjadi adanya deformasi permanen. Nilai stabilitas yang diukur dengan metode *Marsall* ditunjukkan oleh beban maksimum yang dapat didukung benda uji pada temperatur 140 °F dengan kecepatan pembebanan 2 inch per menit, sesuai dengan persamaan 1.

$$S = f(p, k, t) \quad (1)$$

dengan:

S = stabilitas campuran (lbs),

p = nilai pembacaan arloji stabilitas pada alat *Marshall* (lbs),

k = kalibrasi *proving ring* pada alat *Marshall*, dan

t = koreksi tebal benda uji.

Immersion test adalah suatu metode pengujian yang bertujuan untuk mengetahui daya tahan campuran aspal terhadap pengaruh temperatur, cuaca dan air, yang dapat menggambarkan durabilitas campuran. Durabilitas suatu campuran beraspal dapat diukur

melalui nilai indeks tahan sisa (*Index of Retained Strength*) yang dinyatakan dalam persentase, seperti yang tercantum pada persamaan 2.

$$\text{Index of Retained Strength} = \frac{S_{24}}{S_{0,5}} \times 100\% \quad (2)$$

dengan:

$S_{0,5}$ = stabilitas setelah direndam selama 0,5 jam;

S_{24} = stabilitas setelah direndam selama 24 jam.

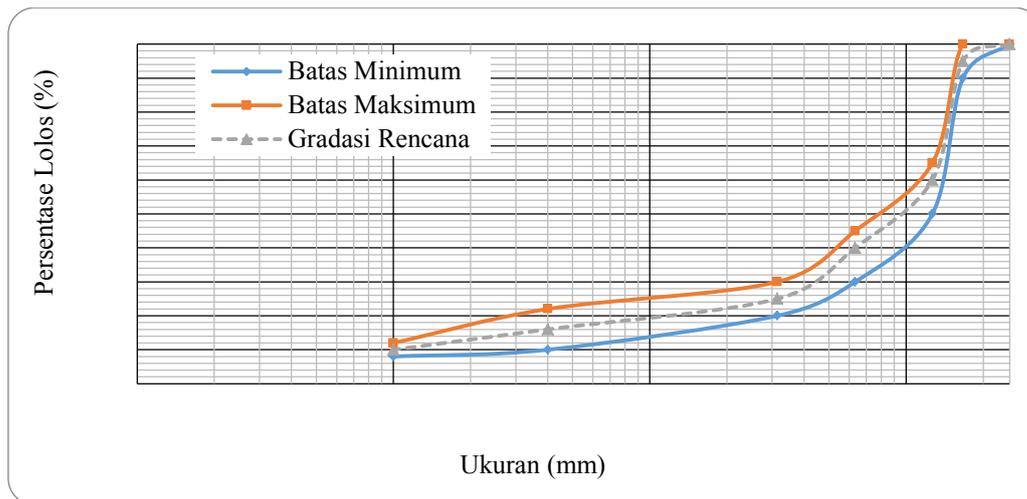
KINERJA STRUKTUR DAN DURABILITAS CAMPURAN

Pekerjaan laboratorium diawali dengan seleksi bahan susun dan pengujian sifat fisik bahan dan dibandingkan dengan spesifikasi standar bahan perkerasan (Bina Marga, 2010). Komponen bahan yang digunakan pada campuran SMA terdiri atas agregat kasar, agregat halus, *filler*, dan aspal. Agregat kasar, agregat halus, dan *filler* berupa debu batu diperoleh dari hasil alat pemecah agregat yang berasal dari Clereng, Yogyakarta. Gradasi yang dipergunakan adalah sesuai dengan nilai tengah yang mengacu pada gradasi yang digunakan dalam campuran SMA, ukuran 19 mm, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Tabel 1 Gradasi Rencana Agregat Campuran Split Mastic Asphalt 0/11

Ukuran Saringan (mm)	Spesifikasi Gradasi, Persen Lolos (%)	Gradasi Rencana (%)
¾ inci 19	100	100
½ inci 12,5	90-100	98
⅜ inci 9,5	50-65	60
No. 4 4,75	30-45	38
No. 8 2,36	20-30	25
No. 50 0,3	10-22	16
No. 200 0,075	8-12	10

Material yang akan digunakan sebagai bahan campuran dengan gradasi *Split Mastic Asphalt* (SMA) terdiri atas campuran agregat dan aspal. Agregat kasar, agregat halus, dan *filler* berupa debu batu berasal dari hasil pengolahan agregat. Aspal yang digunakan adalah aspal Starbit E-55 (Bintang Jaya, 2009) dan aspal curah Pertamina AC 60/70. Gradasi rencana menggunakan gradasi tengah yang mengacu pada gradasi yang digunakan dalam campuran SMA 0/11 untuk *wearing coarse*, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 1. Perkiraan kadar aspal untuk mencari kadar aspal optimum digunakan kadar aspal 5,5%, 6%, 6,5%, 7%, dan 7,5%. Lama durasi rendaman air hujan, yaitu selama 0 jam, 24 jam, 48 jam, dan 72 jam. Kinerja struktur yang diukur pada kajian ini hanya dibatasi pada deformasi plastis dengan uji stabilitas Marshall pada kondisi normal dan akibat rendaman untuk mengukur besarnya tahanan kekuatan sisa.



Gambar 1 Gradasi Rencana Agregat Campuran *Split Mastic Asphalt* (SMA)

Perkiraan awal (P_b) kadar aspal optimum (KAO), yang dihitung dengan persamaan 3, adalah sebagai berikut:

$$P_b = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\% \textit{filler}) + K \quad (3)$$

dengan:

CA = persen agregat tertahan saringan No. 8,

FA = persen agregat lolos saringan No. 8 dan tertahan saringan No. 200,

filler = persen agregat minimal 75% lolos No. 200, dan

K = konstanta.

Jumlah total benda uji sebanyak 150 benda uji, dengan rincian 30 benda uji untuk penentuan kadar aspal optimum dan 120 benda uji untuk menguji karakteristik campuran pada KAO untuk 4 variasi lama waktu rendaman air hujan.

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian sifat fisik aspal, agregat, dan air hujan disajikan pada Tabel 2 sampai dengan Tabel 5. Pengujian air hujan meliputi pengujian tingkat keasaman atau kebasaaan (pH), kekeruhan, dan total zat padat terlarut (*total dissolved solid*). Air hujan diambil dari tampungan di halaman terbuka Dusun Bonjotan, Sleman, Yogyakarta.

Secara umum semua bahan yang dipergunakan dalam campuran memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Jika dibandingkan antara Aspal AC 60/70 dengan aspal Starbit E-55 (Tabel 2), terlihat bahwa aspal Starbit memiliki kekerasan dan titik lembek yang lebih tinggi, dan lebih daktail dibandingkan dengan aspal AC 60/70. Adapun air hujan yang diteliti memiliki cenderung netral dan tidak bersifat asam.

Tabel 2 Hasil Pengujian AC 60/70 dan Starbit E-55

No.	Jenis Pengujian (Satuan)	Persyaratan*)	AC 60/70	Starbit E-55
1	Berat Jenis	$\geq 1,0$	1,037	1,025
2	Penetrasi (0,1 mm)	60-70	68,8	62,7
3	Daktilitas (cm)	≥ 100	164	165
4	Titik Nyala ($^{\circ}\text{C}$)	≥ 232	285	286,7
5	Titik Bakar ($^{\circ}\text{C}$)	≥ 232	310	324
6	Titik Lembek ($^{\circ}\text{C}$)	≥ 48	48,5	49

*) Sumber: Bina Marga (2010)

Tabel 3 Hasil Pengujian Agregat KASAR

No	Jenis Pengujian (Satuan)	Agregat Kasar		Agregat Halus	
		Persyaratan*)	Hasil	Persyaratan*)	Hasil
1	Berat Jenis	$> 2,5$	2,65	$> 2,5$	2,57
2	Penyerapan Agregat terhadap Air (%)	< 3	1,465	< 3	2,1
3	Kelekatan Agregat terhadap Aspal Keausan dengan Mesin Los Angeles (%)	> 95	99	-	-
4	<i>Angeles</i> (%)	< 40	26,04	-	-
5	<i>Sand Equivalent</i> (%)	-	-	> 50	79,74

*) Sumber: Bina Marga (2010)

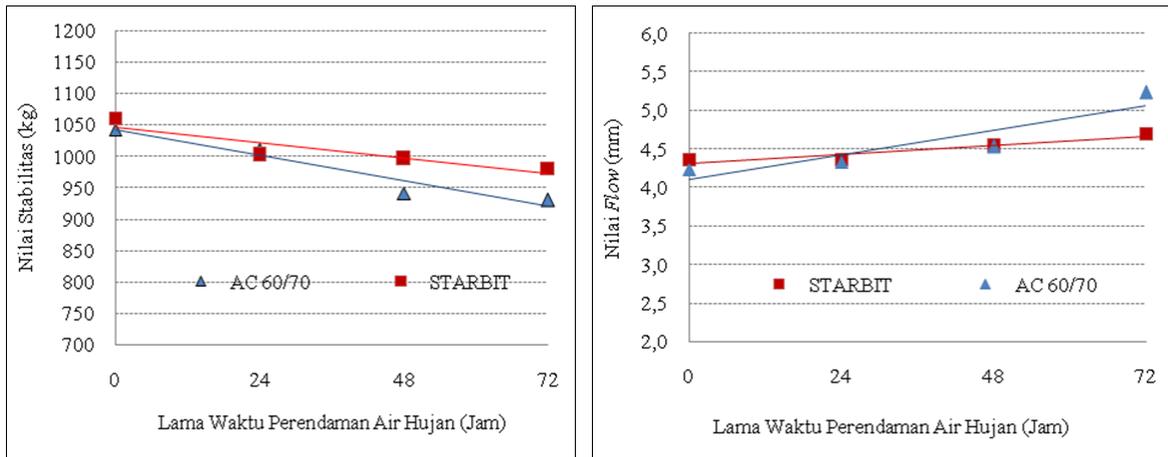
Tabel 4 Hasil Pengujian Air Hujan

No	Parameter	Satuan	Hasil	Baku Mutu
1	Kekeruhan	NTU	0,64	5
2	<i>Total Disolved Solid</i> (TDS)	mg/L	23	500
3	pH	-	6,48	6,5-8,5

Tabel 5 Hasil Pengujian Karakteristik Volumetrik Campuran

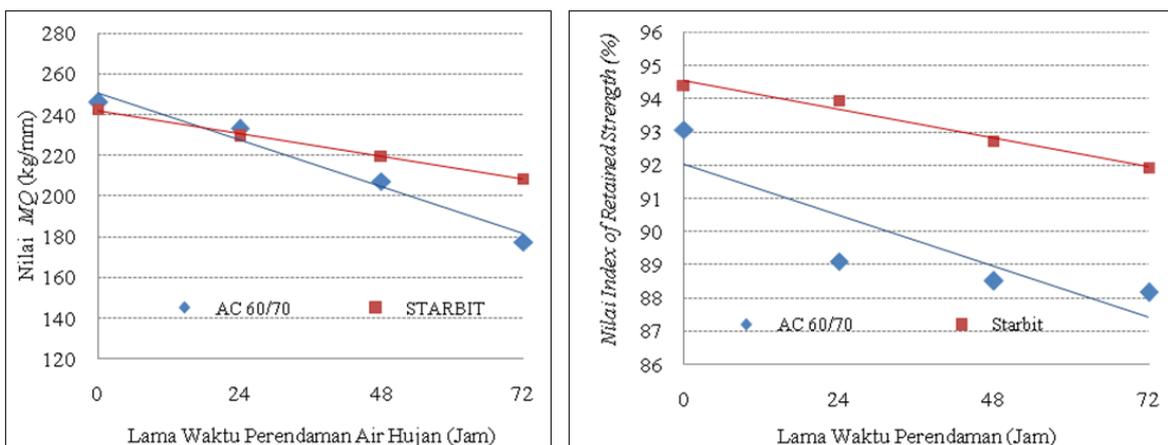
Jenis Bahan Ikat	<i>KAO</i> (%)	<i>Density</i> (kg/mm)	<i>VMA</i> (%)	<i>VFWA</i> (%)	<i>VIM</i> (%)
Starbit E-55	7,3	2,23	12,24	75,14	3,04
Spesifikasi	-	=	-	75-85	3-5

Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 5, dapat dilihat dari karakteristik volumetrik kedua campuran, baik yang menggunakan bahan ikat aspal Starbit E-55 maupun aspal Pen 60/70 memiliki nilai VMA, VIM, dan VFWA serta *density* yang tidak jauh berbeda. Rendaman air hujan memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap penurunan kinerja struktur campuran SMA pada kedua jenis campuran. Campuran SMA yang menggunakan bahan ikat aspal Starbit E-55, memiliki ketahanan stabilitas, durabilitas, karakteristik rongga, yang meliputi rongga dalam campuran, rongga terisi aspal, kerapatan, maupun rongga di antara mineral agregat yang lebih baik yang diakibatkan pengaruh rendaman air hujan, dibandingkan campuran SMA yang menggunakan bahan ikat aspal AC 60/70. Hal ini disebabkan karena secara umum Starbit memiliki kekerasan, daktilitas, dan indeks penetrasi yang lebih baik dibandingkan dengan aspal konvensional AC 60/70, sehingga penggunaan Starbit sebagai bahan ikat berakibat menghasilkan campuran SMA yang memiliki nilai stabilitas, kekakuan, dan kemampuan tarik yang lebih baik dibandingkan dengan campuran SMA dengan bahan ikat aspal konvensional.



Gambar 2 Grafik Hubungan antara Waktu Perendaman dengan Nilai Stabilitas dan *Flow*

Grafik hubungan antara lamanya rendaman air hujan dengan nilai stabilitas dan *flow* ditunjukkan pada Gambar 2. Dapat dilihat bahwa untuk kedua jenis campuran, nilai stabilitas campuran turun seiring bertambahnya lama waktu rendaman air hujan. Penurunan nilai stabilitas ini disebabkan karena gangguan ikatan antara agregat dan aspal oleh air hujan. Semakin lama terendam air nilai stabilitas akan semakin turun. Terlebih lagi air hujan mengandung asam meskipun dalam jumlah sedikit, sehingga memperbesar gangguan ikatan yang terjadi. Laju penurunan nilai stabilitas akibat rendaman air hujan terlihat lebih besar pada campuran yang menggunakan bahan ikat aspal AC 60/70. Campuran dengan bahan ikat AC 0/70 bisa mempertahankan nilai stabilitasnya sebesar 89,23% setelah lama rendaman 72 jam, sedangkan campuran dengan bahan ikat aspal Starbit masih memiliki 92,63% nilai stabilitas setelah terendam air hujan dengan lama rendaman yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa campuran dengan bahan ikat aspal Starbit E-55 lebih mampu mempertahankan nilai stabilitasnya akibat gangguan air hujan dibandingkan dengan campuran dengan bahan ikat aspal konvensional.



Gambar 3 Hubungan antara Lama Perendaman Air Hujan dengan Nilai *Marshall Quotient* dan Nilai *Index of Retained Strength*

Nilai *Marshall Quotient (MQ)* merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan kelelahan (*flow*) dalam kondisi KAO. Nilai *MQ* digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas dari suatu lapis perkerasan. *Index of retained strength (IRS)* diukur untuk mengetahui kekuatan (*strength*) yang dimiliki campuran setelah mengalami proses perendaman. Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium diperoleh nilai grafik hubungan antara lama rendaman air hujan dengan nilai *MQ* dan nilai *IRS*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.

Dari Gambar 3 grafik pertama terlihat bahwa untuk kedua jenis campuran nilai *MQ* semakin menurun dengan bertambahnya lama rendaman air hujan, yang berarti bahwa rendaman air hujan dapat menurunkan kekakuan campuran. Dilihat dari laju penurunan kekakuan campuran terlihat bahwa campuran dengan bahan ikat Starbit lebih mampu menahan penurunan kekakuan dibandingkan dengan campuran dengan bahan ikat aspal konvensional pen 60/70. Penurunan sampai lama rendaman 72 jam pada campuran dengan bahan ikat Starbit sebesar 17,39% lebih rendah dibanding campuran dengan bahan ikat aspal pen sebesar 27,83%.

Dari grafik kedua dapat disaksikan bahwa nilai *index of retained strength* juga menurun dengan bertambahnya lama rendaman air hujan, dengan laju penurunan yang lebih tajam pada campuran dengan bahan ikat aspal konvensional pen 60/70. Campuran dengan bahan ikat aspal pen 60/70 mengalami penurunan kekuatan sampai dengan 88% setelah lama rendaman 72 jam, sedangkan campuran dengan bahan ikat Starbit hanya turun sebesar 91,9%, dengan selisih penurunan masing-masing berturut-turut sebesar 5,37% dan 2,65%.

Meskipun demikian, kedua jenis campuran terlihat masih dapat mempertahankan kekuatannya sesuai standar Bina Marga (2010) sampai rendaman 72 jam, yaitu lebih besar dari 75%. Secara umum dapat diambil simpulan bahwa penurunan kinerja terjadi akibat rendaman air hujan. Namun, sampai dengan rendaman air hujan selama 72 jam kinerja campuran masih relatif dapat dipertahankan. Di samping itu, terlihat bahwa laju penurunan kinerja yang terjadi akibat rendaman air hujan dapat dihambat dengan menggunakan aspal *modified* Starbit.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dipaparkan, beberapa kesimpulan dapat diambil sebagai berikut:

- 1) Campuran SMA yang diberikan perlakuan berupa rendaman air hujan mengalami penurunan kinerja *Marshall*. Nilai stabilitas dan *Marshall quotient* semakin turun, sedangkan nilai *flow* semakin meningkat seiring lamanya waktu perendaman air hujan. Campuran SMA dengan bahan ikat aspal Starbit E-55 mampu mempertahankan penurunan stabilitas akibat perendaman air hujan sebesar 92,63%, setelah lama rendaman

72 jam lebih baik dibandingkan dengan campuran yang menggunakan bahan ikat aspal AC 60/70 sebesar 89,23% dari stabilitas awal.

- 2) Keawetan campuran yang digambarkan dalam nilai IRS semakin turun akibat pengaruh perendaman air hujan. Durabilitas atau keawetan campuran ikut menurun seiring lamanya perendaman air hujan, tetapi sampai dengan perendaman air hujan selama 72 jam masih memiliki ketahanan yang baik terhadap air dan masih memiliki nilai IRS > 75%. Campuran SMA dengan bahan ikat aspal Starbit E-55 memiliki ketahanan lebih baik dalam mempertahankan kekuatan akibat gangguan rendaman air hujan dibandingkan yang menggunakan aspal AC 60/70.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarwati, L. dan Arifin, Z. 2009. *Campuran Hot Rolled Sheet (HRS) dengan Material Piropilit sebagai Filler yang Tahan Hujan Asam*. Jurnal Rekayasa Sipil, 3 (1): 17-29.
- Arifin, Z., Jakfar, L., dan Martina, G. 2008. *Pengaruh Kandungan Air Hujan terhadap Nilai Karakteristik Marshall dan Indeks Kekuatan Sisa (IKS) Campuran Lapis Aspal Beton (Laston)*. Jurnal Rekayasa Sipil, 2 (1): 39-45.
- Asphalt Institute. 2001. *Construction of Hot Mix Asphalt Pavement MS-22*. Lexington, KY: Asphalt Institute
- Bintang Jaya, PT. 2009. *Starbit: Modifikasi Aspal dengan Polimer*. Semarang.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2010. *Dokumen Pelelangan Nasional Pekerjaan Jasa Pelaksanaan Konstruksi (Pemborongan) untuk Kontrak Harga Satuan Bab VII Spesifikasi Umum*. Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Djalante. 2011. *Pengaruh Ketahanan Beton Aspal (AC-BC) yang Menggunakan Asbuton Butir Tipe 5/20 terhadap Air Laut Ditinjau dari Karakteristik Mekanis dan Durabilitasnya*. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Transportasi, I: (1): 57-68.
- Rahim, A. 2012. *Pengaruh Air Laut terhadap Karakteristik Perkerasan Aspal Porus yang Menggunakan Asbuton sebagai Bahan Pengikat*. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Soandrijanie, L. 2014. *Pengaruh Penggunaan Minyak Pelumas Bekas pada Beton Aspal yang Terendam Air Laut dan Air Hujan*. Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil 8. Institut Teknologi Nasional. Bandung.