

NILAI HYDRAULIC CONDUCTIVITY DARI CAMPURAN ASBUTON DENGAN MODIFIER BIO-FLUX OIL

by Hasyim Hasyim

Submission date: 20-Apr-2023 04:54PM (UTC-0500)

Submission ID: 2070711232

File name: Prosiding_Seminar_Nasional_InSINAS-2014.pdf (547.76K)

Word count: 3313

Character count: 19444

NILAI HYDRAULIC CONDUCTIVITY DARI CAMPURAN ASBUTON DENGAN MODIFIER BIO-FLUX OIL

Ratna Yuniarti¹⁾, Made Mahendra¹⁾, Hasyim¹⁾

¹⁾Lembaga Penelitian Universitas Mataram

Jl. Majapahit 62 Mataram 83125

Telp. (0370) 641552, 638265

e-mail: ratna_yuniarti@yahoo.com

Bandung, 1 - 2 Oktober 2014

ABSTRAK

Mengingat besarnya potensi Indonesia sebagai penghasil tambang aspal alam, penggunaan asbuton seyogyanya terus ditingkatkan untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor aspal minyak. Namun hal tersebut masih dihadapkan pada kendala bahwa kualitas asbuton butiran masih belum bisa bersaing dengan aspal minyak karena bitumen asbuton masih terperangkap pada mineralnya dan sulit keluar. Agar aspal pada asbuton dapat berfungsi sebagai pengikat, dibutuhkan bahan pelunak (modifier) namun modifier yang digunakan saat ini belum mampu menghasilkan campuran yang dapat memikul beban lalu lintas berat. Pada penelitian ini, digunakan bio-flux oil sebagai modifier pada asbuton butiran. Bio-flux oil tersebut dibuat dari campuran minyak biji nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.), getah pinus dan bahan-bahan lain dengan komposisi tertentu. Untuk mengetahui tingkat keawetannya, dilakukan pengujian terhadap kualitas bio-flux oil yang langsung digunakan setelah dibuat dan dibandingkan dengan kualitas bio-flux oil yang disimpan selama 3 bulan. Sesuai dengan persyaratan yang harus dipenuhi bahwa campuran perkerasan jalan harus cukup kedap untuk menahan rembesan air, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai koefisien permeabilitas (hydraulic conductivity) dari campuran asbuton yang menggunakan bio-flux oil sebagai modifiernya. Campuran asbuton dengan kadar aspal optimum 5% menggunakan bio-flux oil yang disimpan selama 0 bulan mempunyai nilai hydraulic conductivity sebesar $3,12 \times 10^{-6}$ cm/detik dan campuran asbuton dengan bio-flux oil yang disimpan selama 3 bulan mempunyai nilai hydraulic conductivity sebesar $2,82 \times 10^{-6}$ cm/detik. Ditinjau dari nilai voids in the mineral aggregate (VMA), voids in mix (VIM), voids filled with asphalt (VFA), stabilitas Marshall, kelelahan, Marshall Quotient dan Marshall immersion, baik bio-flux oil yang disimpan 0 bulan maupun yang disimpan selama 3 bulan memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

Kata Kunci : bio-flux oil, modifier, asbuton butiran, hydraulic conductivity

I. PENDAHULUAN

Dengan cadangan tambang aspal alam yang sangat besar di Pulau Buton, seyogyanya penggunaan aspal alam di Indonesia perlu dioptimalkan untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor aspal minyak. Namun hal tersebut masih dihadapkan pada kendala bahwa kualitas dari asbuton belum bisa bersaing dengan aspal minyak. Hal tersebut antara lain disebabkan karena aspal pada asbuton masih terperangkap pada mineralnya sehingga tidak mudah keluar dan

mencair. Dalam penggunaannya, asbuton butiran perlu ditambahkan dengan bahan pelunak agar aspal pada asbuton dapat berfungsi sebagai pengikat untuk merekatkan partikel-partikel agregat dengan baik. Hanya saja, bahan pelunak yang digunakan pada asbuton butiran saat ini belum mampu menghasilkan campuran yang dapat memikul beban lalu lintas berat.^[1]

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, digunakan bahan-bahan nabati sebagai modifier pada asbuton butiran. Penggunaan bahan-bahan

nabati untuk meningkatkan kinerja campuran aspal telah dilakukan oleh sejumlah peneliti. Nigen-Chaidron and Porot (2008) menyebutkan bahwa bahan peremaja dari minyak sawit cocok digunakan pada proses pengaspalan dengan teknik daur ulang di tempat (*in place recycling*) dan *central plant recycling* jenis *hotmix*.^[2] Bailey et al. (2010) menyebutkan bahwa *waste vegetable oil* dapat digunakan untuk meremajakan aspal yang telah mengalami penurunan kualitas. *Waste vegetable oil* tersebut adalah limbah minyak wijen, limbah minyak bunga matahari, limbah minyak kedelai, limbah minyak jagung, limbah minyak sawit atau limbah minyak kacang tanah.^[3] Juniarti (2012) menyimpulkan bahwa penggunaan *bio-flux oil* dari minyak biji nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) dan bahan nabati lainnya sebagai *modifier* pada asbuton butiran dapat menghasilkan campuran *asphalt concrete-wearing course* untuk memikul beban lalu lintas berat.^[4] Pada penelitian ini, digunakan *bio-flux oil* dari campuran minyak biji nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.), getah pinus dan bahan-bahan lain dengan komposisi tertentu. Untuk mengetahui tingkat keawetannya, perlu dilakukan pengujian terhadap kualitas *bio-flux oil* yang langsung digunakan setelah dibuat dan dibandingkan dengan kualitas *bio-flux oil* yang disimpan selama 3 bulan.

Agar dapat berfungsi dengan baik, campuran beraspal harus memenuhi syarat stabilitas, durabilitas, fleksibilitas, tahanan geser, kedap air, kemudahan pekerjaan dan ketahanan kelelahan.^[5] Lapisan perkerasan harus mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air maupun perubahan suhu. Rembesan air ke badan jalan dapat menyebabkan ikatan antara butir-butir agregat dan aspal menjadi lepas. Untuk menghindari hal tersebut, lapis permukaan harus didesain sedemikian rupa agar kedap terhadap air. Sehubungan dengan itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai koefisien rembesan (*hydraulic conductivity*) dari campuran asbuton yang menggunakan *bio-flux oil* sebagai bahan pelunaknya.

II. METODE

Penelitian yang dilakukan di sini merupakan penelitian eksperimental di laboratorium yang masing-masing metode pengujiannya sesuai dengan prosedur yang ditentukan SNI.

Campuran asbuton yang dibuat adalah *Laston Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*. Lapisan ini merupakan lapisan aus yang memiliki tebal nominal minimum 4 cm dengan spesifikasi sebagaimana yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi sifat-sifat campuran Laston AC-WC^[6]

Sifat-sifat campuran	Laston AC-WC
Jumlah tumbukan per bidang	75
Rongga dalam campuran (VIM), %	3,5 - 5,5
Rongga dalam agregat (VMA), %	Min. 15
Rongga terisi aspal (VFA), %	Min. 65
Stabilitas Marshall, kg	Min. 1000
Kelelahan (<i>flow</i>), mm	Min. 3
Marshall Quotient, kg/mm	Min. 300
Stabilitas Marshall sisa setelah perendaman selama 24 jam, 60°C, %	Min. 80
Stabilitas dinamis, lintasan/mm	Min. 2500

Asbuton yang digunakan adalah asbuton type T5/20. Kadar aspal rencana diperhitungkan berdasarkan kadar aspal optimum yang direkomendasikan Puslitbang Jalan, yaitu^[7]:

$$P_b = 0,035 (\% \text{ CA}) + 0,045 (\% \text{ FA}) + 0,18 (\% \text{ filler}) + \text{konstanta (1)}$$

Di mana:

P_b = perkiraan kadar aspal optimum.

CA = agregat kasar, tertahan saringan nomor 8.

FA = agregat halus, lolos saringan nomor 8 dan

tertahan saringan nomor 200.

Filler = agregat yang lolos saringan nomor 200.

Nilai konstanta berkisar 0,5 - 1,0 (untuk Laston).

Dalam penelitian ini dipakai konstanta 1,0.

Dari gabungan agregat yang digunakan, diperoleh *coarse aggregate* = 62%, *fine aggregate* = 33% dan *filler* sebesar 5%. Dengan konstanta sebesar 1,0; diperoleh perkiraan kadar aspal optimum = 5,56%. Selanjutnya dibuat benda uji dengan kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5%. Asbuton yang ditambahkan pada campuran adalah sebagai berikut^[8]:

$$\text{Prosentase asbuton pada campuran} = 46 \times \text{kadar aspal rencana} / \text{kadar aspal asbuton} \quad (2)$$

$$\text{Modifier} = 0,62 \times \text{kadar aspal rencana} \quad (3)$$

$$\text{Agregat} = 100\% - (\text{asbuton} + \text{modifier}) \quad (4)$$

Berdasarkan perhitungan di atas, proporsi campuran pada benda uji sesuai dengan Tabel 2:

Tabel 2. Proporsi campuran asbuton

Kadar aspal (%)	Proporsi campuran (%)		
	Asbuton	Modifier	Agregat
4,5	10,35	2,79	86,86
5	11,50	3,10	85,40
5,5	12,65	3,41	83,94
6	13,80	3,72	82,48
6,5	14,95	4,03	81,02

Untuk masing-masing kadar aspal, dibuat campuran yang dipanaskan pada suhu 155°C kemudian dipadatkan dengan 75 kali tumbukan pada kedua sisinya. Karakteristik campuran diuji melalui pengukuran rongga di antara mineral agregat (*voids in the mineral aggregate* = VMA), rongga dalam campuran (*voids in mix* = VIM), rongga yang diselimuti aspal (*voids filled with asphalt* = VFA), stabilitas, kelelahan, dan Marshall Quotient.

Berdasarkan nilai VIM, VMA, VFA, stabilitas Marshall, kelelahan dan Marshall Quotient pada rentang kadar aspal yang memenuhi standar spesifikasi dapat ditentukan kadar aspal optimumnya. Pada kadar aspal optimum ini, dilakukan pengujian Marshall immersion dan permeabilitas. Marshall immersion dimaksudkan untuk mengetahui ketahanan campuran setelah direndam selama 24 jam pada suhu 60°C. Stabilitas Marshall sisa ditentukan melalui perbandingan antara nilai Marshall rendaman dan nilai Marshall standar yang dinyatakan dalam %. Adapun nilai *hydraulic conductivity* dengan test *falling head* diperoleh dari persamaan berikut [9]:

$$k = \frac{a \cdot L}{A \cdot t} \ln \frac{h_1}{h_2} \quad (5)$$

Di mana:

a = luas burette (cm²)

A = luas sampel (cm²)

L = panjang sampel (cm)

t = waktu (detik)

h₁ = tinggi head mula-mula (= 200 cm)

h₂ = tinggi head akhir (cm)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik agregat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil pengujian agregat kasar

Jenis pengujian	Hasil pengujian	Persyaratan [6]
Keausan <i>impact</i> (%)	9,27	Maks. 40
Berat jenis bulk	2,683	Min. 2,5
Berat jenis semu	2,785	Min. 2,5
Penyerapan terhadap air (%)	1,62	Maks. 3
Kadar air (%)	1,6	Maks. 2
Kelekatan agregat terhadap aspal (%)	100	Min. 95

Tabel 4. Hasil pengujian agregat halus

Jenis pengujian	Hasil pengujian	Persyaratan [6]
Berat jenis bulk	2,718	Min. 2,5
Berat jenis semu	2,743	Min. 2,5
Penyerapan terhadap air (%)	0,34	Maks. 3
Kadar air (%)	1,09	Maks. 2

Tabel 5. Hasil pengujian asbuton

Sifat-sifat asbuton	Hasil pengujian	Spesifikasi asbuton TS/20 [10]
Kadar bitumen (%)	21,93	18 - 22
Kadar air (%)	0,775	< 2
Penetrasi pada 25°C, 5 detik; 0,1 mm	9,4	≤ 10
Berat jenis bulk	1,993	-
Berat jenis kering permukaan jenuh	2,047	-
Berat jenis semu	2,107	-

Tabel 6. Ukuran butiran asbuton

Ukuran saringan	Persen lolos saringan	Persyaratan ^[10]
Saringan No. 8	100	100
Saringan No. 16	97,53	Min. 95
Saringan No. 30	89,29	-
Saringan No. 50	74,02	-
Saringan No. 200	29,93	-

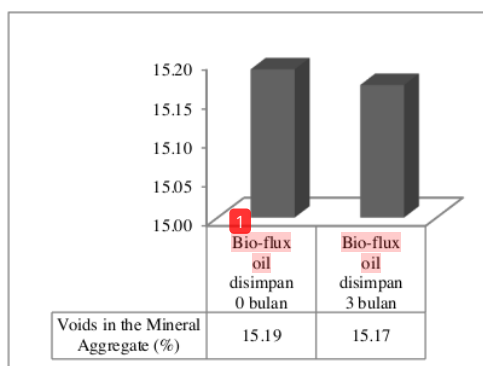
Tabel 7. Hasil pengujian *bio-flux oil*

Jenis pengujian	Hasil pengujian		Persyaratan ^[11]
	Disimpan selama 0 bulan	Disimpan selama 3 bulan	
Berat jenis	1,005	1,021	Min. 0,95
Viscositas pada 60°C (cSt)	562,34	597,6	-
Penurunan berat (%)	0,745	0,299	Maks. 1
Titik nyala (°C)	211	217,5	Min. 200

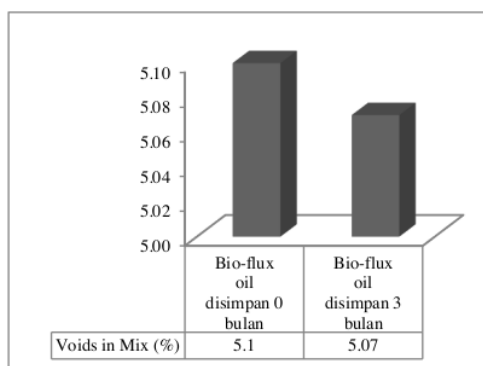
Berdasarkan Tabel 3 - Tabel 6 di atas, terlihat bahwa agregat kasar, agregat halus dan asbuton butiran yang digunakan pada penelitian ini memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan. Tabel 7 menunjukkan perbedaan antara karakteristik *bio-flux oil* yang disimpan selama 0 bulan dan 3 bulan. Berat jenis *bio-flux oil* yang disimpan selama 3 bulan lebih besar dari berat jenis *bio-flux oil* yang langsung diuji setelah selesai dibuat. Selama proses penyimpanan, diindikasikan bahwa unsur-unsur yang ringan dari *bio-flux oil* tersebut dapat menguap sehingga meningkatkan nilai berat jenisnya. Indikasi tersebut diperkuat dengan viscositas *bio-flux oil* yang menjadi lebih tinggi setelah disimpan, di mana *bio-flux oil* tersebut menjadi lebih kental dibandingkan dengan semula. Ketika *bio-flux oil* diuji kehilangan beratnya melalui pengovenan selama 5 jam pada suhu 163°C segera setelah selesai dibuat, prosentase kehilangan beratnya mencapai 0,745%, sedangkan *bio-flux oil* yang disimpan selama 3 bulan memiliki prosentase kehilangan berat sebesar 0,299%. Fraksi-fraksi yang ringan dari *bio-flux oil* diindikasikan hilang selama proses penyimpanan sehingga ketika dilakukan pengujian, tingkat kehilangan beratnya

menjadi lebih kecil. Demikian pula halnya dengan titik nyala, di mana *bio-flux oil* yang disimpan selama 3 bulan memiliki titik nyala yang lebih tinggi dari *bio-flux oil* yang tidak disimpan. Ditinjau dari spesifikasi yang telah ditentukan, baik *bio-flux oil* yang tidak disimpan maupun *bio-flux oil* yang disimpan selama 3 bulan memenuhi persyaratan.

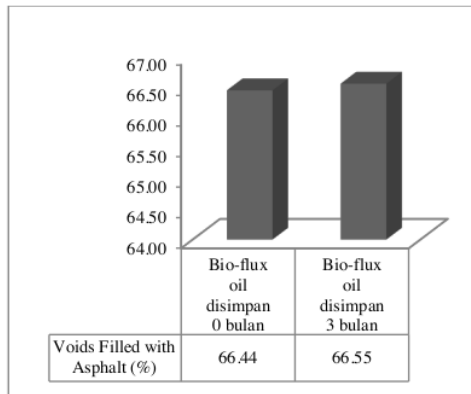
Sebagaimana yang tercantum pada Tabel 2, dibuat campuran pada rentang kadar aspal 4,5% -6,5% untuk menentukan kadar aspal optimumnya. Pada campuran asbuton yang menggunakan *bio-flux oil* yang tidak disimpan maupun yang disimpan selama 3 bulan, diperoleh kadar aspal optimum = 5%. Selanjutnya, hasil pengujian VMA, VIM, VFA, stabilitas Marshall, kelelahan, Marshall Quotient dan Marshall immersion pada kadar aspal optimum tersebut disajikan pada Gambar 1 - Gambar 7.



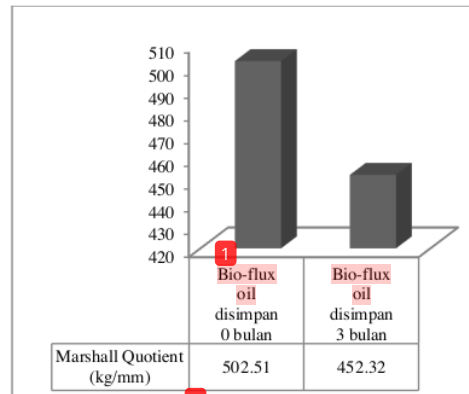
Gambar 1. Nilai VMA campuran asbuton pada kadar aspal optimum



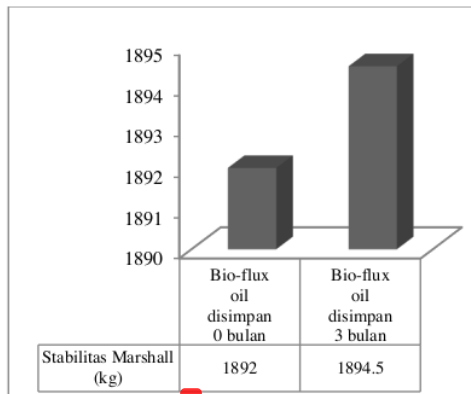
Gambar 2. Nilai VIM campuran asbuton pada kadar aspal optimum



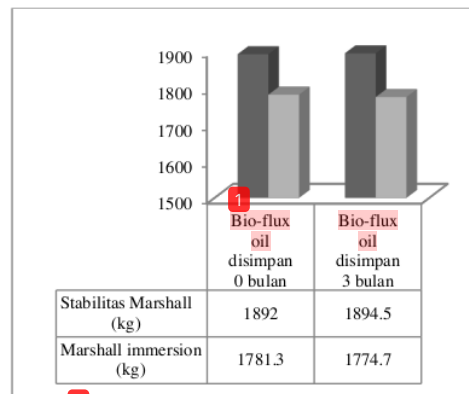
Gambar 3. Nilai VFA campuran asbuton pada kadar aspal optimum



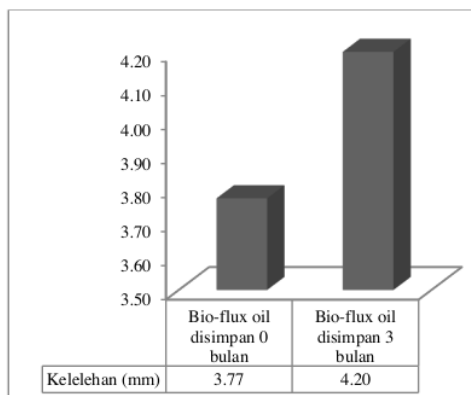
Gambar 6. Nilai Marshall Quotient campuran asbuton pada kadar aspal optimum



Gambar 4. Nilai stabilitas Marshall campuran asbuton pada kadar aspal optimum



Gambar 7. Nilai Marshall immersion campuran asbuton pada kadar aspal optimum



Gambar 5. Nilai kelelehan campuran asbuton pada kadar aspal optimum

Berdasarkan Gambar 1 dan Gambar 2, terlihat bahwa nilai VMA dan VIM dari campuran asbuton menggunakan *bio-flux oil* yang disimpan selama 3 bulan lebih kecil dibandingkan dengan nilai VMA dan VIM dari campuran asbuton menggunakan *bio-flux oil* yang tidak disimpan. VMA adalah besarnya rongga pori di antara partikel-partikel agregat dalam campuran yang dipadatkan, dan nilai ini dipengaruhi oleh karakteristik *bio-flux oil* sebagaimana yang disajikan pada Tabel 7. *Bio-flux oil* yang disimpan selama 3 bulan menghasilkan daya ikat yang lebih baik sehingga rongga antara agregat yang terbentuk cenderung menjadi lebih kecil. VMA dan VIM tersebut adalah indikator dari durabilitas,

yaitu keawetan perkerasan terhadap cuaca, air, maupun gesekan kendaraan. Sebagaimana yang disajikan pada Tabel 1, persyaratan nilai VMA adalah minimal 15% sedangkan VIM berada pada rentang 3,5 - 5,5%. Baik VMA maupun VIM campuran asbuton menggunakan *bio-flux oil* yang disimpan 0 bulan maupun 3 bulan memenuhi kriteria ini.

Berbanding terbalik dengan VMA dan VIM, nilai VFA campuran asbuton menggunakan *bio-flux oil* yang disimpan selama 3 bulan lebih besar dari nilai VFA campuran menggunakan *bio-flux oil* yang tidak disimpan sebagaimana yang disajikan pada Gambar 3. VFA adalah rongga pori di antara butiran agregat yang terisi aspal. Meningkatnya viskositas *bio-flux oil* setelah disimpan selama 3 bulan diindikasikan merupakan penyebab dari lebih sedikitnya jumlah aspal yang terabsorpsi oleh partikel-partikel agregat sehingga mempertebal selimut aspal yang terbentuk.

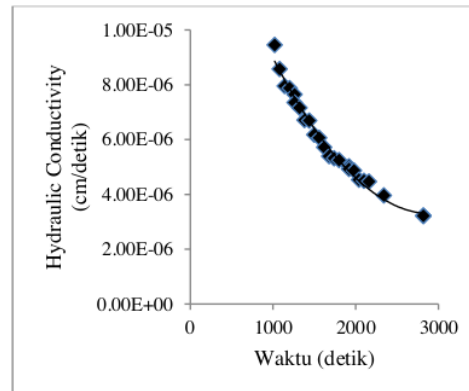
Sebagaimana yang disajikan pada Gambar 4, stabilitas Marshall pada campuran asbuton menggunakan *bio-flux oil* yang disimpan selama 3 bulan lebih besar dari nilai stabilitas campuran menggunakan *bio-flux oil* yang langsung digunakan setelah selesai dibuat. Hal tersebut menunjukkan bahwa masing-masing komponen pembentuk *bio-flux oil* lebih menyatu selama masa penyimpanan dan menghasilkan ikatan yang lebih baik sehingga lebih mampu menahan beban yang diberikan.

Gambar 5 menunjukkan nilai kelelahan campuran asbuton pada kadar aspal optimumnya yang merupakan indikator dari kelenturan. Penggunaan *bio-flux oil* yang disimpan selama 3 bulan pada campuran asbuton menghasilkan nilai kelelahan 4,20 mm, sedangkan *bio-flux oil* yang langsung digunakan setelah dibuat menghasilkan nilai kelelahan 3,77 mm. Berdasarkan Tabel 1 bahwa persyaratan kelenturan campuran adalah minimal 3 mm, dapat dikatakan bahwa penyimpanan *bio-flux oil* selama 3 bulan menghasilkan kelenturan yang lebih baik.

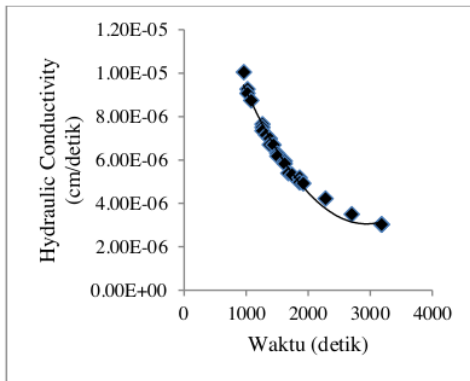
Marshall Quotient adalah hasil bagi antara stabilitas Marshall dan kelelahan sehingga angka ini secara otomatis sangat tergantung dari besarnya stabilitas dan kelelahan tersebut. Pada Gambar 6 terlihat bahwa nilai MQ pada campuran asbuton menggunakan *bio-flux oil* yang disimpan selama 3 bulan memiliki tingkat kekakuan yang lebih rendah dari campuran asbuton yang menggunakan *bio-flux oil* yang tidak disimpan.

Sebagaimana yang telah dikemukakan sebelumnya, Marshall immersion adalah pengujian untuk mengukur daya tahan campuran setelah direndam air selama 24 jam pada suhu 60°C. Stabilitas Marshall sisa diperoleh dari perbandingan antara nilai Marshall immersion dan nilai Marshall standar. Sesuai dengan Gambar 7, Marshall immersion adalah sebesar 1781,3 kg dan 1774,7 kg untuk campuran asbuton menggunakan *bio-flux oil* yang tidak disimpan dan disimpan selama 3 bulan, sehingga nilai stabilitas Marshall sisa masing-masing adalah 94,15% dan 93,68%. Ditinjau dari persyaratan campuran *asphalt concrete-wearing course* bahwa nilai stabilitas Marshall sisa adalah minimal 80%, maka hasil pengujian ini memenuhi spesifikasi dimaksud.

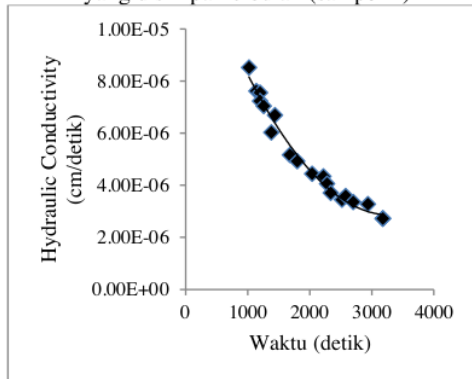
Adapun koefisien permeabilitas campuran asbuton dengan *bio-flux oil* yang disimpan 0 bulan dan 3 bulan disajikan pada Gambar 8 - Gambar 11.



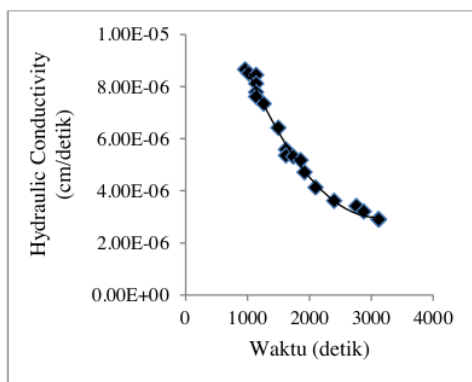
Gambar 8. *Hydraulic conductivity* campuran asbuton menggunakan *bio-flux oil* yang disimpan 0 bulan (sampel 1)



Gambar 9. *Hydraulic conductivity* campuran asbuton menggunakan *bio-flux oil* yang disimpan 0 bulan (sampel 2)



Gambar 10. *Hydraulic conductivity* campuran asbuton menggunakan *bio-flux oil* yang disimpan 3 bulan (sampel 1)



Gambar 11. *Hydraulic conductivity* campuran asbuton menggunakan *bio-flux oil* yang disimpan 3 bulan (sampel 2)

Gambar 8 - Gambar 11 menyajikan kurva hubungan antara *hydraulic conductivity* dengan waktu pengamatan. Pada awal pengujian, nilai *hydraulic conductivity* cukup besar kemudian mengecil dan akhirnya konstan. Mula mula, air cukup mudah untuk masuk ke dalam rongga pori yang belum jenuh air. Seiring dengan waktu, rongga pori dalam campuran menjadi jenuh terhadap air sehingga memperlambat kecepatan aliran. Pada campuran asbuton menggunakan *bio-flux oil* yang tidak disimpan, aliran mencapai konstan pada kecepatan $3,21 \times 10^{-6}$ cm/detik untuk sampel 1 dan $3,03 \times 10^{-6}$ cm/detik untuk sampel 2. Dengan demikian, nilai rata-rata *hydraulic conductivity* pada campuran asbuton dengan *bio-flux oil* yang langsung digunakan tersebut adalah sebesar $3,12 \times 10^{-6}$ cm/detik. Untuk campuran asbuton menggunakan *bio-flux oil* yang disimpan selama 3 bulan, nilai *hydraulic conductivity* masing-masing adalah $2,7 \times 10^{-6}$ dan $2,91 \times 10^{-6}$ cm/detik sehingga rata-ratanya adalah sebesar $2,81 \times 10^{-6}$ cm/detik. Berdasarkan data ini, terlihat bahwa *hydraulic conductivity* dari campuran asbuton menggunakan *bio-flux oil* yang disimpan selama 3 bulan lebih kecil dari campuran asbuton menggunakan *bio-flux oil* yang tidak disimpan. Hal tersebut berarti bahwa campuran asbuton dengan penyimpanan *bio-flux oil* selama 3 bulan lebih kedap atau lebih tahan terhadap rembesan air. Bila dilihat dari Gambar 2, nilai VIM dari campuran menggunakan *bio-flux oil* yang disimpan selama 3 bulan lebih kecil daripada *bio-flux oil* yang langsung digunakan. Dengan demikian, terlihat nilai *hydraulic conductivity* mempunyai keterkaitan dengan besarnya rongga dalam campuran. Semakin kecil rongga dalam campuran yang terbentuk, maka koefisien rembesan menjadi semakin kecil yang berarti lapisan perkerasan tersebut lebih awet terhadap pengaruh air dan cuaca.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Penggunaan *bio-flux oil* sebagai modifier pada asbuton butiran menghasilkan campuran dengan nilai VMA, VIM, VFA, stabilitas Marshall, kelelahan, Marshall Quotient dan Marshall immersion yang memenuhi persyaratan *asphalt concrete-wearing course*.

- *Bio-flux oil* yang disimpan selama 3 bulan menghasilkan campuran asbuton dengan nilai *hydraulic conductivity* sebesar $2,81 \times 10^{-6}$ cm/detik, sedangkan campuran menggunakan *bio-flux oil* yang tidak disimpan mempunyai nilai *hydraulic conductivity* sebesar $3,12 \times 10^{-6}$ cm/detik.
- Penggunaan *bio-flux oil* yang disimpan selama 3 bulan sebagai *modifier* asbuton butiran menghasilkan campuran yang lebih tahan terhadap pengaruh air dan cuaca.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agus, R., (1998), Perkembangan Teknologi Asbuton untuk Perkerasan Jalan, Majalah Teknik Jalan dan Transportasi, Nomor 092 Juli 1998, Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia (HPJI), Jakarta.
- [2] Nigen-Chaidron, S. and Porot, L., (2008), Rejuvenating Agent and Process for Recycling of Asphalt, World Intellectual Property Organization.
- [3] Bailey et al., (2010), Asphalt Rejuvenation, United States Patent Application Publication No. US 2010/0034586 A1.
- [4] Yuniarti, R., (2012), Kinerja Bio-Flux Oil Pada Campuran Aspal Buton, Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil ke-6, ISBN : 978-979-25-4297-4, Universitas Trisakti, Jakarta.
- [5] Sukirman, S., (1992), Perkerasan Lentur Jalan Raya, Penerbit Nova, Bandung.
- [6] Departemen Pekerjaan Umum, (2007), Buku III : Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Jakarta.
- [7] Direktorat Jenderal Bina Marga (2006), Buku III : Campuran Beraspal Panas Dengan Asbuton Olahan, Pedoman Pemanfaatan Asbuton, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [8] Direktorat Jenderal Bina Marga, (1998), Petunjuk Pelaksanaan Lasbutag dan Latasbusir, Nomor 006/T/Bt/1998, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [9] Bowles, J. E. (1992). Engineering Properties of Soils and Their Measurement, Fourth Edition, McGraw-Hill, New York.
- [10] Direktorat Jenderal Bina Marga (2006), Buku I : Umum, Pedoman Pemanfaatan Asbuton, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [11] Departemen Pekerjaan Umum, (2004), Asbuton Campuran Panas, Pd T-07-2004-B, Jakarta.

NILAI HYDRAULIC CONDUCTIVITY DARI CAMPURAN ASBUTON DENGAN MODIFIER BIO-FLUX OIL

ORIGINALITY REPORT

15%

SIMILARITY INDEX

15%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

journals.itb.ac.id

Internet Source

11%

2

www.jstl.unram.ac.id

Internet Source

4%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 3%