

KARAKTERISTIK PENAMBAHAN EKSTRAKSI ASBUTON EMULSI PADA ASPAL PENETRASI 60/70 SEBAGAI MODIFIKASI BITUMEN (SEMARBUT ASPAL TIPE 2)

Djoko Sarwono¹⁾, Agus Sumarsono²⁾ Luqman Try Wibowo³⁾

1) 2) Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

3) Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Roadmate Research Grup, Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

e-mail : sarwono60@yahoo.co.id, agus_sibedil@yahoo.com, liqmantry@gmail.com

Abstract

Asphalt Semarbut Type 2 is the study of the addition of Extraction of Emulsion Asbuton penetration bitumen is optimum 60/70 eligible where the asphalt can coat the entire aggregate. This study aims to determine the value of test results between the extraction characteristic emulsion modification asbuton with 60/70 penetration bitumen, and also to find out the addition of the optimum extraction of bitumen emulsion asbuton at 60/70 penetration bitumen corresponding to 60/70 penetration bitumen specifications. This research used the experimental method based on the requirements and standards to obtain the best possible results in accordance with the requirements of SNI. Secondary data obtained from previous studies that the composition of the manufacture of emulsion asbuton optimum extraction. Primary data obtained from the test characteristics of bitumen modification, which consist of softening point, test ductility, test flash point and burns, penetration testing, test viscosity and solubility test asphalt modification, test results of these characteristics are used levels of addition of the most extraction asbuton emulsion. Results of testing the characteristics of asphalt modification (Semarbut Asphalt Type 2) obtained the additional extraction asbuton bitumen emulsion at the most optimum 60/70 penetration is 42.5%. These results are better when compared with previous studies that semarbut bitumen type 1, namely the addition of the emulsion asbuton extraction just only 27.5%.

Keywords: *Asbuton, Extraction Asbuton Emulsion, Asphalt Modification, Characteristics of Asphalt.*

Abstrak

Semarbut Aspal Tipe 2 adalah penelitian tentang penambahan Ekstraksi Asbuton Emulsi optimum dengan aspal penetrasi 60/70 yang memenuhi syarat dimana aspal dapat melapisi keseluruhan agregat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai hasil uji karakteristik aspal modifikasi antara ekstraksi asbuton emulsi dengan aspal penetrasi 60/70, selain itu juga untuk mengetahui penambahan ekstraksi asbuton emulsi optimum pada aspal penetrasi 60/70 yang sesuai spesifikasi aspal penetrasi 60/70. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental berdasarkan syarat dan standar yang ada untuk mendapatkan hasil yang terbaik sesuai dengan ketentuan SNI. Data sekunder didapat dari penelitian sebelumnya yaitu komposisi pembuatan ekstraksi asbuton emulsi yang optimum. Data primer didapat dari uji karakteristik aspal modifikasi, yang meliputi uji titik lembek, uji daktilitas, uji titik nyala dan bakar, uji penetrasi, uji kelekatan dan uji kelarutan aspal modifikasi, dari hasil uji karakteristik tersebut digunakan kadar penambahan ekstraksi asbuton emulsi yang paling optimum. Hasil pengujian karakteristik aspal modifikasi (Semarbut Aspal Tipe 2) didapatkan penambahan ekstraksi asbuton emulsi pada aspal penetrasi 60/70 yang paling optimum adalah 42,5%. Hasil ini lebih baik apabila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yaitu semarbut aspal tipe 1, yaitu penambahan ekstraksi asbuton emulsinya hanya 27,5%.

Kata kunci: Asbuton, Ekstraksi Asbuton Emulsi, Aspal Modifikasi, Karakteristik Aspal.

PENDAHULUAN

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sadu Januar (2014) tentang Semarbut Aspal Tipe I menghasilkan penambahan optimum ekstraksi asbuton emulsi yang memenuhi spesifikasi aspal penetrasi 60/70 menurut SNI 06-2456-1991 adalah penambahan 27,5%. Hasil uji penetrasinya masih belum memenuhi persyaratan aspal penetrasi 60/70. Diharapkan pada penelitian ini dapat menghasilkan penambahan optimum ekstraksi asbuton emulsi yang lebih besar sehingga dapat mengurangi penggunaan aspal minyak. Semarbut Aspal Tipe 2 adalah penelitian tentang penambahan Ekstraksi Asbuton Emulsi optimum dengan aspal penetrasi 60/70 yang memenuhi syarat dimana aspal dapat melapisi keseluruhan agregat. Pencampuran asbuton emulsi dengan aspal minyak menggunakan metode panas dingin. Ekstraksi asbuton emulsi selanjutnya akan diuji karakteristik dari modifikasi bitumennya. Penelitian ini diharapkan dapat menggambarkan sifat fisik bitumen hasil modifikasi dari ekstraksi asbuton emulsi. Pengujian yang akan dilakukan meliputi uji penetrasi aspal, berat jenis aspal, daktilitas, titik nyala, titik bakar, titik lembek aspal dan kelekatan bitumen.

Asbuton Emulsi

Asbuton emulsi adalah campuran asbuton dengan bahan *emulsifier*, HCL, bahan pelarut, dan H₂O dalam suatu alat mixer yang hasil akhirnya berupa campuran dingin asbuton emulsi. Campuran tersebut, dipakai dalam fase yang berbeda, yaitu fase cair dan fase padat. Fase cair adalah campuran yang terdiri atas bahan pengemulsi, asam klorida (HCl) yang dilarutkan dalam air aquades (H₂O), sedangkan fase padat adalah asbuton butir yang sudah ditambah bahan pelarut sehingga memiliki nilai penetrasi yang diinginkan. Metode pembuatan asbuton emulsi umumnya sama dengan metode pembuatan aspal emulsi, hanya penggunaan asbuton sebagai bahan baku asbuton emulsi yang membedakan dengan aspal emulsi yang menggunakan aspal minyak sebagai bahan bakunya.

Aspal Penetrasi 60/70

Aspal penetrasi 60/70 merupakan aspal minyak produksi PT. Pertamina (Persero) dengan nilai penetrasi antara 60-79. Aspal ini biasa digunakan untuk kasus jalan dengan volume lalu lintas sedang atau tinggi dan daerah dengan iklim panas. Berikut adalah karakteristik aspal penetrasi 60/70 produksi PT.Pertamina disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Karakteristik aspal penetrasi 60/70

No	Jenis Pengujian	Hasil
1	Daktilitas 25oC; 5 cm/mnt; (cm)	min 100
2	Titik lembek oC)	48;58
3	Penetrasi 25oC; 100 gr; 5 detik; 0,1 mm)	60-79
4	Titik nyala oC)	min 200
5	Titik Bakar oC)	min 200
6	Berat jenis gr/cc)	min 1,00

Uji Karakteristik aspal

Pengujian karakteristik bitumen dilaksanakan berdasarkan SNI 06-2456-1991 tentang uji properti aspal adalah:

- Uji Penetrasi Bitumen
- Uji Titik Lembek Bitumen.
- Uji Titik Nyala dan Titik Bakar Bitumen
- Uji Daktilitas Bitumen
- Uji Berat Jenis Bitumen
- Kelekatan Bitumen Pada Agregat

Analisis Data Hasil Penelitian

Analisis data hasil penelitian yang digunakan adalah dua metode yaitu:

- Analisis Regresi
- Analisis Korelasi

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental berdasarkan syarat dan standar yang ada untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menggambarkan sifat fisik bitumen dan perubahan sifat fisik bitumen yang terjadi akibat penambahan ekstraksi asbuton emulsi. Teknik pengumpulan data yang dilaksanakan dengan metode eksperimen terhadap beberapa benda uji dari berbagai kondisi perlakuan yang diuji di laboratorium berdasarkan SNI. Untuk beberapa hal pada pengujian bahan, digunakan data sekunder yang dikarenakan penggunaan bahan dan sumber yang sama. Jenis data pada penelitian ini dikelompokkan menjadi 2 yaitu data primer dan sekunder.

Data Sekunder

Data sekunder yang dipakai dalam penelitian ini adalah data spesifikasi ekstraksi asbuton emulsi dari data penelitian “Ekstraksi asbuton dengan metode asbuton emulsi menggunakan premium dan emulgator texapon ditinjau dari waktu *mixing fase* padat dengan alat grinder tipe mb 60” (Ponco Setiawan Raharjo, 2016).

Data Primer

Data primer yang dipakai dalam penelitian ini adalah nilai penetrasi bitumen, nilai titik lembek bitumen, nilai titik nyala dan titik bakar bitumen, daktilitas bitumen, berat jenis dan kelekatan bitumen. Modifikasi dengan ekstraksi asbuton emulsi dilakukan pada kadar 20%, 25%, 30%, 35%, 37,5% , 40%, 42,5%, 45%, dan 50%.

Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan ini bertujuan untuk mendapatkan data karakteristik aspal penetrasi 60/70 yang merupakan bahan tambah dan acuan dalam penelitian ini. Penelitian pendahuluan ini dilakukan pula pengujian membandingkan antara penelitian yang dilakukan oleh Ponco Setiawan Raharjo (2016) yang berjudul “*Ekstraksi Asbuton Emulsi Dengan Bahan Peremaja Premium Dan Emulgator Texapon Yang Ditinjau Dari Waktu Mixing Fase Padat Dengan Alat Grinder Tipe Mb 60*” dengan penelitian yang dilakukan oleh Rifqi Surya D (2016) yang berjudul “*Pengaruh Waktu Pemeraman Fase Padat pada Asbuton Emulsi Terhadap Kadar Aspal dengan Emulgator Texapon Menggunakan Grinder Tipe MB 60*”. Dari kedua penelitian ini diambil salah satu yang mempunyai keunggulan untuk digunakan sebagai bahan tambah untuk modifikasi aspal yang disebut semarbut aspal tipe 2. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ponco Setiawan Raharjo dan Rifqi Surya tersaji pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2 Rekapitulasi pengujian karakteristik dan kelarutan ekstraksi asbuton emulsi

No	Ekstraksi asbuton emulsi	Hasil pengujian						
		Daktilitas	Titik lembek	Penetrasi	Titik nyala	Titik bakar	Berat jenis	Kelarutan
		(cm)	(°C)	(x10-1 mm)	(°C)	(°C)	(gr/cc)	(%)
1	Tanpa pemeraman	0	>100	0	270	290	1,6604	96,67
2	Dengan pemeraman	0	90,5	3,2	335	348	1,404	94,76

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tahapan penelitian dilakukan uji penetrasi bitumen, daktilitas, titik lembek, titik nyala dan titik bakar serta berat jenis bitumen. Sampel yang diuji antara lain adalah aspal penetrasi 60/70, modifikasi bitumen dengan kadar ekstraksi asbuton emulsi 20%, 25%, 30%, 35 %, 37,5%, 40%, 42,5%, 45% dan 50%. Hasil uji karakteristik aspal dapat dilihat pada Tabel 3.

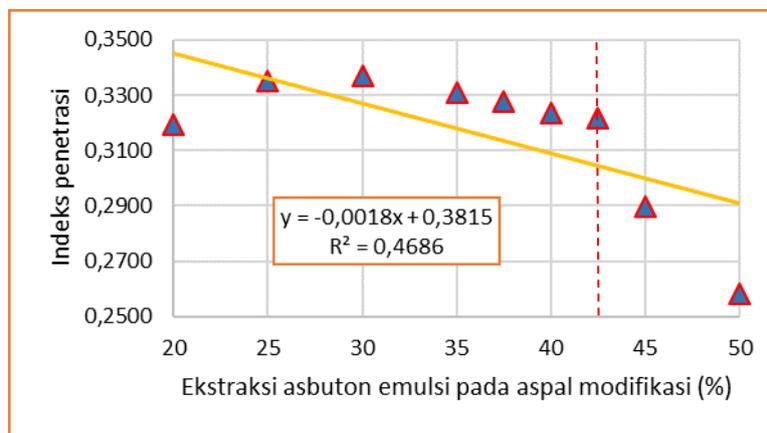
Tabel 3 Rekapitulasi hasil uji karakteristik aspal

No	Kode	Hasil pengujian						
		Daktilitas	Titik lembek	Penetrasi	Titik nyala	Titik bakar	Berat jenis	Kelekatan
		(cm)	(°C)	(x10-1 mm)	(°C)	(°C)	(gr/cc)	(%)
1	K-20	150	48	91	235	280	1,061	100
2	K-25	148,5	50	80,6	217,5	252,5	1,090	100
3	K-30	134,5	50,25	75,7	215	250	1,096	100
4	K-35	131,5	51,75	67,4	212,5	251	1,103	100

5	K-37,5	127	53,25	57,7	210	240	1,104	100
6	K-40	122,5	53,75	54	208	244	1,107	100
7	K-42,5	112,5	54,25	51	205,5	240	1,113	100
8	K-45	84	54	43,9	203	239	1,153	100
9	K-50	63	54,25	34,8	197	234	1,194	100

Indeks Penetrasi

Nilai Indeks Penetrasi (IP) diperoleh dari sifat-sifat fisik bitumen yaitu titik lembek dan nilai penetrasi yang menggambarkan tingkat kepekaan bitumen terhadap perubahan temperature, semakin tinggi nilai penetrasi dan titik lembek maka semakin tinggi pula nilai IP-nya. Peningkatan Indeks Penetrasi bitumen modifikasi ekstraksi asbuton kadar 20%, 25%, 30%, 35 %, 37,5%, 40%, 42,5%, 45% dan 50% disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1 Grafik indeks penetrasi

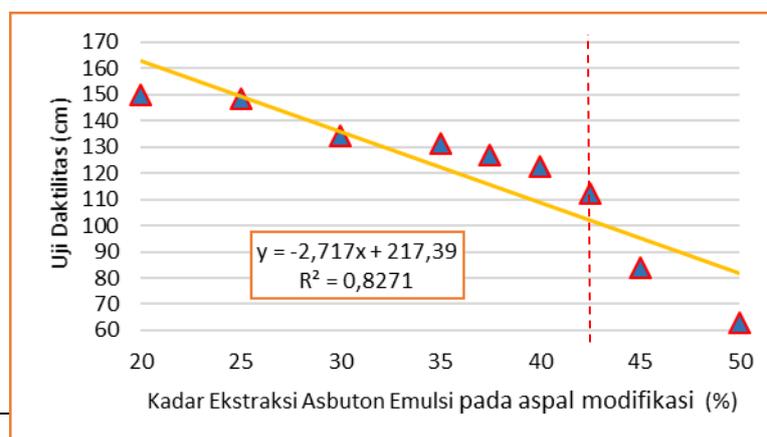
Nilai Indeks Penetrasi bitumen yang baik berkisar antara -3 sampai +7 (Departemen Kimpraswil). Nilai IP rendah menunjukkan bitumen lebih peka terhadap perubahan temperatur dan nilai IP tinggi kurang peka terhadap perubahan temperature (*Shell Bitumen*, 1990 dan Tjitjik W, 1993).

Dari Gambar 1 grafik didapat Indeks Penetrasi dengan persamaan $y = -0,1815x + 0,3815$ dan $R = 0,4686$, sehingga nilai koefisien Korelasi $R = 0,4686$, menunjukkan hubungan penambahan ekstraksi asbuton sangat berpengaruh terhadap perubahan nilai Indeks Penetrasi.

Nilai Indeks Penetrasi yang semakin menurun seiring dengan penambahan ekstraksi asbuton emulsi pada bitumen, menunjukkan bitumen modifikasi akan semakin tidak tahan terhadap perubahan temperatur.

Daktilitas Bitumen

Maksud pengujian ini adalah mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang berisi bitumen keras sebelum putus pada suhu dan kecepatan tertentu. Uji daktilitas dari modifikasi bitumen antara asbuton ekstraksi dan aspal penetrasi ditunjukkan pada Gambar 2 berikut:

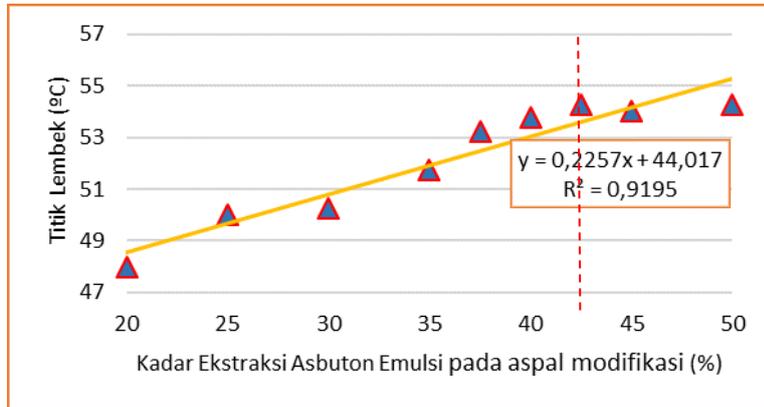


Gambar 2 Grafik hasil uji daktilitas

Grafik di atas menunjukkan bahwa penambahan maksimal ekstraksi asbuton emulsi yang masih memenuhi syarat adalah antara penambahan ekstraksi asbuton 20% hingga 42,5% dengan nilai daktilitas 112,5cm dimana batas minimum nilai daktilitas aspal pen 60/70 adalah 100cm. Nilai daktilitas yang semakin rendah menunjukkan bahwa daya kohesi bitumen semakin berkurang. Daya kohesi yang semakin rendah akan kurang baik dalam mengikat butir-butir agregat.

Titik Lembek Bitumen

Hasil pengujian titik lembek yang telah dilaksanakan didapat hasil sesuai dengan Gambar 3 sebagai berikut:

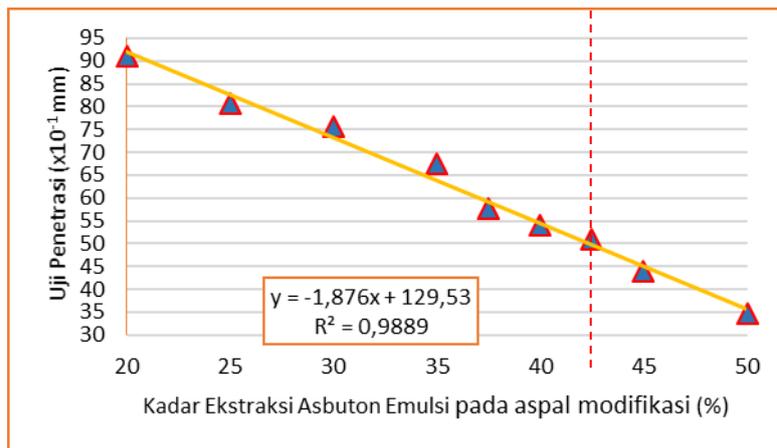


Gambar 3 Grafik hasil uji titik lembek

Grafik diatas menunjukkan bahwa penambahan ekstraksi asbuton emulsi tetap memiliki titik lembek yang tinggi, hal itu menunjukkan bahwa aspal modifikasi ini kurang peka terhadap perubahan temperatur sekitar, dengan kurang peka terhadap temperatur sekitar maka baik digunakan sebagai bahan pengikat. Bila dibandingkan dengan titik lembek aspal penetrasi 60/70 nilai titik lembek setelah penambahan ekstraksi asbuton emulsi tidak berbeda jauh yaitu berada diantara suhu 50°C dan tetap masuk pada spesifikasi aspal penetrasi 60/70 yaitu antara suhu 48 °C -58 °C. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan ekstraksi asbuton emulsi dari kadar 20% hingga 50% masih memenuhi syarat spesifikasi aspal penetrasi 60/70.

Penetrasi Bitumen

Hasil pengujian penetrasi bitumen yang telah dilaksanakan didapat hasil sesuai dengan Gambar 4 sebagai berikut:

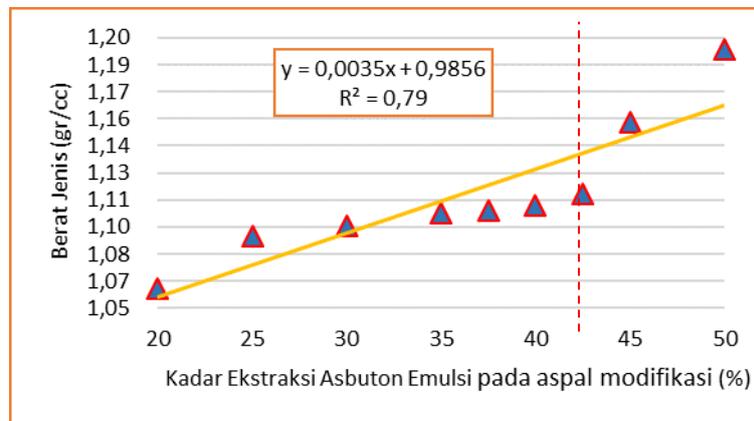


Gambar 4 Grafik hasil uji penetrasi bitumen

Grafik diatas menunjukkan bahwa pada penambahan ekstraksi asbuton emulsi memiliki nilai penetrasi yang tinggi tapi setelah ditambahkan lebih banyak lagi kadar ekstraksi asbuton emulsinya nilai penetrasi semakin turun. Hal ini terjadi karena adanya kandungan aspalten pada ekstraksi asbuton emulsi, dimana semakin banyak kandungan *asphaltens* maka semakin keras (rendah) nilai penetrasi benda uji.

Berat Jenis Bitumen

Hasil pengujian berat jenis bitumen yang telah dilaksanakan didapat hasil sesuai dengan Gambar 5 sebagai berikut:

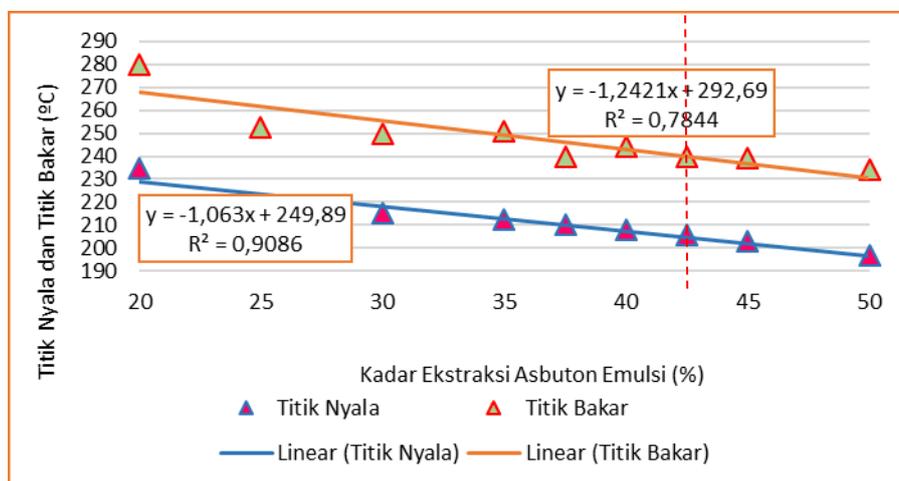


Gambar 5 Grafik hasil uji berat jenis

Grafik diatas menunjukkan bahwa hasil perhitungan berat jenis mengalami kenaikan seiring penambahan ekstraksi asbuton emulsi. Hal tersebut menunjukkan bahwa kandungan bitumen dalam aspal modifikasi tersebut semakin besar. Hal positif yang bisa diambil dari hasil tersebut diantaranya perhitungan volume yang dibutuhkan semakin sedikit saat proses pengiriman dengan catatan suhu tetap terjaga. Dengan informasi berat jenis dan temperatur perhitungan volume yang didapatkan akan semakin akurat. Semua hasil penambahan ekstraksi asbuton emulsi memenuhi syarat semua yaitu lebih dari 1,00 gr/cc.

Titik Nyala dan Titik Bakar Bitumen

Hasil pengujian titik nyala dan titik bakar yang telah dilaksanakan didapat hasil sesuai dengan Gambar 6 sebagai berikut:



Gambar 6 Grafik hasil uji berat jenis

Pada aspal pen 60/70 diisyaratkan bahwa nilai titik nyala minimum adalah 200°C. Grafik diatas menunjukkan bahwa pada penambahan kadar 50% terjadi penurunan yang menunjukkan bahwa nilai titik nyala kurang dari 200°C. Penurunan ini terjadi kemungkinan karena adanya keterkaitan dengan kadar bensin premium dalam ekstraksi asbuton emulsi yang mana proses peremajaannya diperkirakan belum selesai.

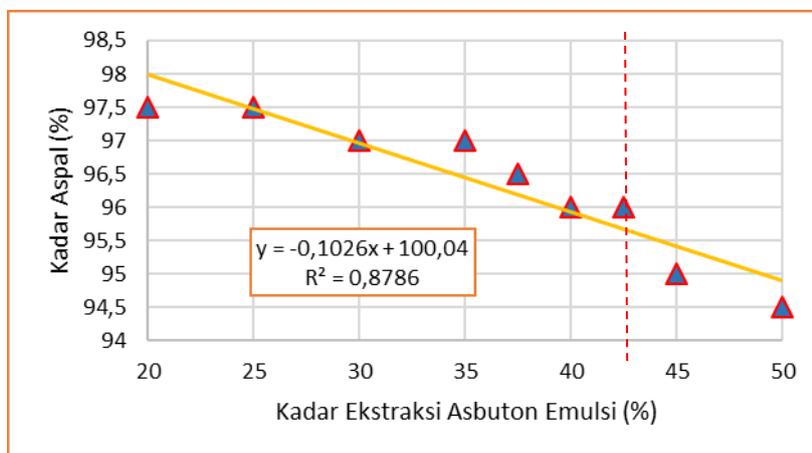
Kelekatan Bitumen

Dengan modifikasi ekstraksi asbuton emulsi ini sifat adhesi aspal setelah dimodifikasi sangat baik, hal ini dapat dilihat dari pengamatan visual dengan kaca pembesar terhadap benda uji yang menunjukkan bahwa bitumen

modifikasi masih dapat 100% menyelimuti agregat dengan baik . Ini berarti modifikasi bitumen dengan ekstraksi asbuton emulsi masih memiliki daya lekat yang sangat baik sebagai binder.

Kelarutan Bitumen

Uji kelarutan aspal modifikasi merupakan pengujian untuk mengetahui persentase kadar aspal modifikasi yang dapat terlarut dalam Trichloroethylene teknis (TCE). Pengujian ini menggunakan pendekatan pedoman SNI 2438:2015. Pengujian kelarutan dilakukan pada 9 kadar aspal modifikasi yang dibuat, dengan rincian kadar aspal modifikasi 20%, 25%, 30%, 35%, 37,5%, 40%, 42,5%, 45% dan 50%. Hasil pengujian kelarutan bitumen yang telah dilaksanakan didapat hasil sesuai dengan Gambar 7 sebagai berikut:



Gambar 7 Grafik hasil uji kelarutan

Grafik diatas menunjukkan bahwa masih terdapat *filler* pada semua variasi aspal modifikasi. Hal ini terjadi karena ekstraksi asbuton emulsi masih mengandung *filler* sebelum dicampurkan dengan aspal penetrasi 60/70.

Kadar Aspal Optimum

Berdasarkan pegujian karakteristik aspal maka dapat diketahui bahwa kadar aspal optimum berdasarkan batas persyaratan minimum dari ekstraksi asbuton emulsi pada modifikasi bitumen adalah 42,5% sedangkan kadar aspal penetrasinya adalah 57,5%. Kadar 42,5% ekstraksi asbuton emulsi pada bitumen modifikasi semua memenuhi spesifikasi pada nilai daktilitas sebesar 112,5 cm, titik lembek sebesar 54,25°C, penetrasi sebesar 51x10⁻¹mm, titik nyala sebesar 205,5 °C, titik bakar sebesar 240 °C, berat jenis sebesar 1,113 gr/cc serta kelekatan sebesar 100%.

Karakteristik Aspal Modifikasi

Hasil uji karakteristik aspal modifikasi yang telah dilakukan menunjukkan beberapa perubahan sifat pada aspal modifikasi. Penambahan ekstraksi asbuton emulsi selalu mengalami peningkatan pada kadar 20% hingga kadar 42,5%. Namun ketika penambahan kadar 45% ekstraksi asbuton emulsi sifat aspal modifikasi sudah mulai mengalami penurunan. Seperti contoh adalah nilai uji daktilitasnya mengalami penurunan pada kadar 45%, selain itu juga mengalami penurunan pada uji penetrasi, uji titik nyala dan titik bakar. Pada pengujian titik lembek, berat jenis dan kelekatan semua kadar memenuhi persyaratan spesifikasi aspal penetrasi 60/70. Berdasarkan pengujian laboratorium tersebut, karena penambahan bahan tambah sampai dengan batas tertentu penambahan ini dapat memperbaiki sifat-sifat *rheologi* aspal dan campuran tetapi penambahan yang berlebihan justru akan memberikan pengaruh yang negatif. Mengacu pada sifat-sifat aspal diatas maka aspal modifikasi (semarbut tipe 2) merupakan aspal yang bahan tambahannya adalah aspal polymer *plastomer*.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini antara lain:

1. Hasil karakteristik campuran aspal modifikasi antara ekstraksi asbuton emulsi dengan aspal penetrasi 60/70 adalah sebagai berikut:
 - Nilai Titik Lembek Bitumen cenderung naik seiring penambahan kadar ekstraksi asbuton emulsi. Semua kadar ekstraksi asbuton emulsi memenuhi persyaratan yaitu berada diantara 48-58°C
 - Nilai daktilitas cenderung turun seiring penambahan kadar ekstraksi asbuton emulsi. Penambahan optimum yang masih memenuhi spesifikasi adalah 42,5% kadar ekstraksi asbuton emulsi dengan nilai daktilitas sebesar 112,5cm.

- Nilai penetrasi cenderung turun seiring penambahan kadar ekstraksi asbuton emulsi. Kadar optimum ekstraksi asbuton emulsi yang sesuai dengan spesifikasi adalah kadar 42,5% dengan nilai penetrasi sebesar $51 \times 10^{-1} \text{mm}$.
 - Titik nyala dan titik bakar juga cenderung turun seiring penambahan kadar ekstraksi asbuton emulsi. Hampir semua kadar ekstraksi asbuton emulsi memenuhi persyaratan, hanya kadar 50% yang tidak memenuhi persyaratan yaitu diatas 200°C .
 - Berat jenis aspal modifikasi cenderung meningkat seiring penambahan ekstraksi asbuton emulsi. Semua kadar ekstraksi asbuton emulsi memenuhi persyaratan yaitu nilai berat jenisnya semua diatas 1,00 gr/cc.
 - Nilai kelekatan aspal modifikasi semua kadar penambahan ekstraksi asbuton emulsi 100% sehingga memenuhi persyaratan.
2. Penambahan optimum yang dapat ditambahkan dari kadar ekstraksi asbuton emulsi yang memenuhi persyaratan spesifikasi adalah 42,5%.
 3. Apabila dibandingkan dengan aspal modifikasi semarbut tipe 1, semarbut tipe 2 memiliki keunggulan dengan jumlah kadar ekstraksi asbuton emulsinya lebih besar sebesar 42,5% sedangkan semarbut tipe 1 hanya 27,5%.

REKOMENDASI

Rekomendasi yang dapat kami berikan untuk menindaklanjuti hasil penelitian ini adalah:

1. Perlu adanya penelitian penerapan *setting* ekstraksi asbuton emulsi untuk didiamkan dalam waktu yang lebih lama, karena diperkirakan disini proses peremajaan belum sepenuhnya selesai.
2. Aspal modifikasi dengan ekstraksi asbuton emulsi ini tahan terhadap perubahan temperatur sampai temperatur tertentu sehingga lebih cocok untuk dipakai pada daerah bertemperatur rendah.
3. Untuk mengetahui karakteristik campuran perlu dilakukan pengujian lapangan terlebih dahulu.

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan. Terselesainya penyusunan penelitian ini berkat dukungan dan doa dari orang tua, untuk itu kami ucapkan terima kasih. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Ir. Djoko Sarwono, MT dan Ir. Agus Sumarsono, MT selaku pembimbing yang dengan penuh kesabaran telah memberi koreksi dan arahan sehingga menyempurnakan penyusunan. Rasa terima kasih penulis sampaikan khusus untuk teman-teman research grup asbuton yang pantang menyerah. Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah berperan dalam mewujudkan penelitian ini secara langsung maupun tidak langsung khususnya mahasiswa sipil UNS 2012.

REFERENSI

- Affandi, F., 2008. *Karakteristik Bitumen Asbuton Butir untuk Campuran Beraspal Panas*. Bandung: Pusat Litbang Jalan dan Jembatan. Bandung.
- Ardhyanto, Dhani, 2012, "Ekstraksi Asbuton dengan Metode Asbuton Emulsi Menggunakan Emulgator Cocamide DEA Ditinjau Dari Konsentrasi HCL dan Waktu Ekstraksi", Surakarta.
- Bina Marga, 1999, "Pedoman Pembuatan Aspal Emulsi Jenis Kationik", PT. Mediatama Saptakarya, Pedoman Teknik No: 024/ T / BM / 1999. Jakarta.
- Didit Cahya Utama, 2015, "Ekstraksi Asbuton dengan Menggunakan Metode Asbuton Emulsi Menggunakan Emulgator Texapon Ditinjau dari Konsentrasi HCl dan Waktu Ekstraksi". Surakarta.
- Fauzi, Hendra, 2012. "Ekstraksi Bitumen Dari Batuan Aspal Buton Menggunakan Gelombang Mikro Dengan Pelarut N-Heptana, Toluena, Dan Etanol". Universitas Indonesia, Depok.
- Kementerian Pekerjaan Umum Ditjen Bina Marga, 2006, *Pemanfaatan Asbuton*. Pedoman No: 001 – 01 / BM / 2006.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 1989. *SNI 03-1737-1989 tentang tata cara pelaksanaan lapis aspal beton*. Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 1990. *SNI 03-1970 tentang agregat halus, Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air*. Jakarta
- Kementerian Pekerjaan Umum. 1991. *SNI 03-2417 tentang cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles*. Jakarta
- Kementerian Pekerjaan Umum. 1991. *SNI 06-2432 tentang pengujian daktilitas aspal*. Jakarta
- Kementerian Pekerjaan Umum. 1991. *SNI 06-2433 tentang pengujian titik nyala, titik bakar aspal*. Jakarta
- Kementerian Pekerjaan Umum. 1991. *SNI 06-2434 tentang pengujian titik lembek aspal*. Jakarta
- Kementerian Pekerjaan Umum. 1991. *SNI 06-2439 tentang pengujian kelekatan bitumen terhadap agregat*. Jakarta

- Kementrian Pekerjaan Umum. 1991. *SNI 06-2441 tentang aspal padat, Metode pengujian berat jenis*. Jakarta
- Kementrian Pekerjaan Umum. 1991. *SNI 06-2456 tentang pengujian penetrasi aspal*. Jakarta
- Kementrian Pekerjaan Umum. 1991. *SNI 06-2488 tentang pengujian berat jenis aspal*. Jakarta.
- Lanjar Anas P, 2013, "*Ekstraksi Asbuton Butir dengan Metode Asbuton Emulsi Menggunakan Pengemulsi Texapon Ditinjau dari Konsentrasi Air dan Waktu Ekstraksi*", Surakarta.
- Nurrrohman, Arif, 2013, "*Ekstraksi Asbuton dengan Metode Asbuton Emulsi Menggunakan Emulgator Cocamide Dea Ditinjau dari Konsentrasi Kerosin dan Lama Pengadukan*", Surakarta.
- Sadu Januar Eka Nugraha, 2012, "*Kinerja Properti SEMARBUT Aspal Tipe I (Penambahan Ekstraksi Asbuton Emulsi sebagai Modifikasi Bitumen)*", Surakarta.
- Suaryana, Nyoman. 2008. *Pemanfaatan Asbuton Butir di Kolaka Sulawesi Tenggara*. Bandung : Pusat Litbang Jalan dan Jembatan.
- Widhisasongko, Arif, 2015, "*Ekstraksi Asbuton dengan Menggunakan Metode Asbuton Emulsi Menggunakan Emulgator Texapon Ditinjau dari Konsentrasi Kerosin dan Waktu Mixing Fase padat*", Surakarta.
- Wijayanto, Indra, 2012, "*Ekstraksi Asbuton dengan Metode Asbuton Emulsi Menggunakan Emulgator Cocamide DEA Ditinjau Dari Konsentrasi AIR dan Waktu Ekstraksi*", Surakarta.