



PENGARUH PENAMBAHAN SASOBIT PADA WARM MIX ASPHALT TERHADAP MUTU CAMPURAN BERASPAL

Eka Hadi Purwanto, Hartomo Sandi Sakti, Bagus Hario Setiadji^{*)}, Supriyono^{*)}

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Teknologi campuran aspal hangat (WMA) memungkinkan pencampuran, penghamparan, dan pematatan pada temperatur lebih rendah dibandingkan pencampuran aspal panas (HMA). Teknologi ini dilakukan dengan menambahkan bahan aditif bernama Sasobit. Oleh karena itu dilakukan percobaan terhadap campuran beraspal dengan metode Asphalt Institute dengan kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5% yang ditambahkan Sasobit dengan kadar 0%, 2%, 3%, dan 4% guna menentukan temperatur suhu pencampuran dan pematatan pada campuran, membandingkan kualitasnya dengan campuran tanpa Sasobit sebagai kontrol. Dari hasil percobaan disebutkan bahwa penurunan suhu akibat penambahan Sasobit dengan kadar 2% turun hingga 6°C, akibat penambahan Sasobit dengan kadar 3% turun hingga 7,5°C, dan akibat penambahan Sasobit dengan kadar 4% turun hingga 7,8°C. Manfaat lain dari penambahan Sasobit kepada campuran beraspal adalah meningkatkan nilai stabilitas, menurunkan kadar persentase penggunaan aspal, dan mengurangi emisi gas buang hasil proses pencampuran aspal. Namun campuran dengan tambahan Sasobit juga memiliki kekurangan dimana campuran menjadi lebih kaku dan keras sehingga dapat lebih rentan rusak akibat retak bila dibandingkan campuran tanpa Sasobit.

kata kunci : *warm mix asphalt, sasobit, karakteristik marshall*

ABSTRACT

Warm mix asphalt technology have possibility to makes, spreading, and compress in lower temperature than hot mix asphalt. This technology used with add the additive material named Sasobit. Because of that we did the research about mixing asphalt with Asphalt Institute methode. The asphalt degree is 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5% add into Sasobit 0%, 2%, 3%, and 4% to establish mixing and solid temperature in the mix. This research compared the quality between mixing asphalt with Sasobit and mix without Sasobit as a control. Result of this research showed that decrease temperatur because of increment Sasobit 2% reduce until 6°C, increment Sasobit 3% reduce until 7,5%, dan increment Sasobit 4% reduce until 7,8%. The other benefit from adding the Sasobit into mix asphalt is increase stability value, decrease presentage degree of utilizing asphalt, and decrease

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

the gas emission from mixing asphalt. However, mixing with add Sasobit have lack, where the mix become more stiff and hard so that the asphalt is easier to be damage if compared with mix without Sasobit.

keywords: *warm mix asphalt, sasobit, marshall's characteristic*

LATAR BELAKANG

Perkerasan lentur merupakan salah satu jenis perkerasan yang paling umum digunakan di dunia. Perkerasan lentur dapat tersusun dari beberapa jenis campuran beraspal, namun jenis campuran beraspal panas (*hot mix asphalt*) merupakan jenis campuran beraspal yang paling sering ditemui. Campuran beraspal ini diperoleh dengan mencampurkan kedua komponen utama, yaitu agregat dan aspal dimana sebelumnya kedua komponen tersebut dipanaskan pada temperatur yang tinggi, agar didapat mutu campuran yang baik. Oleh karena itu dibutuhkan bahan bakar yang banyak guna meningkatkan temperatur dari suhu lingkungan ke tinggi temperatur yang diharapkan.

Tantangan untuk menggunakan aspal yang dapat diolah dengan temperatur lebih rendah mulai dirasakan saat manusia dihadapkan kepada masalah pemanasan global dan pengaruh terhadap lingkungan kerja pekerja aspal maupun masyarakat sekitar.

Upaya pengurangan emisi gas buang adalah dengan mengurangi temperatur pada saat produksi campuran beraspal yang memerlukan panas tertentu dalam produksi dan pelaksanaan di lapangan, untuk mendapatkan hasil yang baik. Pemanasan ini mempunyai dampak yang cukup besar terhadap lingkungan dan penggunaan bahan bakar. Panas yang digunakan dalam produksi campuran beraspal panas (HMA) adalah salah satu target utama untuk mengurangi energi dan dampak lingkungan. Temperatur rendah pada campuran menunjukkan penghematan energi yang cukup besar dan terkait mitigasi emisi. Salah satu teknologinya adalah campuran beraspal hangat (*Warm Mix Asphalt*).

Proses yang dapat diterapkan untuk menurunkan kebutuhan temperatur tinggi diperkenalkan dengan menggunakan *water releasing agent*, seperti bahan zeolites. (Renaudeau, 2007). Banyak jenis bahan yang telah dipatenkan dan digunakan sebagai penurun temperatur, seperti Aspha-Min®, WAM-Foam®, Sasobit®, Evotherm®, Advera®, dan Asphaltan B®. Pada percobaan ini akan dipilih Sasobit sebagai bahan additif campuran aspal hangat.

RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan pada pembahasan latar belakang sebelumnya, maka dapat dirumuskan beberapa masalah, antara lain:

1. Untuk melakukan evaluasi mengenai pemanfaatan bahan aditif Sasobit dalam metode pencampuran hangat sehingga dapat diperoleh informasi rentang suhu pencampuran dan pematatan;
2. Mengkaji seberapa besar signifikansi penurunan temperatur campuran dengan menggunakan metode *Warm Mix Asphalt*;

3. Mengkaji *Job Mix Formula* untuk *Warm Mix Asphalt* guna mendapatkan mutu dan kekuatan yang sama bahkan lebih baik dari *Hot Mix Asphalt*.

TUJUAN PERCOBAAN

Secara garis besar tujuan dari dilakukannya percobaan ini adalah untuk mencoba mengaplikasikan inovasi baru dalam upaya mewujudkan teknologi pembuatan atau proses pencampuran aspal yang lebih ramah lingkungan dan berbasis *green technology* yang dapat diterapkan dalam kegiatan pelaksanaan konstruksi perkerasan jalan raya.

Maka dari itu melalui percobaan ini akan dikaji lebih mendalam terkait dengan peninjauan penambahan Sasobit ke dalam aspal, dimana tujuan dilakukannya percobaan ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan temperatur suhu pencampuran dan pemadatan campuran aspal setelah ditambahkan Sasobit dengan kadar tertentu.
2. Membandingkan kualitas campuran melalui parameter dari uji Marshall antara aspal tanpa Sasobit dengan aspal ber-Sasobit.

KAJIAN PUSTAKA

Campuran Aspal Hangat/*Warm Mix Asphalt*

Teknologi campuran aspal hangat (WMA) memungkinkan pencampuran, penghamparan, dan pemadatan campuran beraspal pada temperatur jauh lebih rendah dibandingkan dengan pencampuran aspal panas (HMA). Menurut Shad Sargand, J. Ludwig Figueroa, Willaim Edwards, dan Abdalla S. Al-Rawashdeh dalam laporan percobaan yang berjudul "*Performance Assesment of Warm Mix Asphalt (WMA) Pavement*" menyebutkan bahwa HMA diproduksi pada rentang suhu antara 138°C dan 160°C. Sementara WMA diproduksi pada rentang suhu antara 121°C dan 135°C.

Sasobit

Sasobit adalah *crystalline* yang baik, rantai panjang *aliphatic polymethylene hydrocarbon* yang diproduksi dari *coal gasification* menggunakan proses *fischer-tropsch* (FT), disebut juga *FT hard wax*. Sasobit mencair pada rentang suhu antara 185°F sampai 239°F (85°C sampai 115°C) dan Sasobit benar-benar larut di dalam aspal pada suhu di atas 239°F (115°C). Sehingga pencampuran Sasobit pada AMP dapat dilakukan dengan memasukkan Sasobit ke dalam tangki aspal dan dipanaskan bersamaan dengan aspal pada suhu di atas 115°C.

Perancangan Campuran Beraspal Dengan Metode Marshall

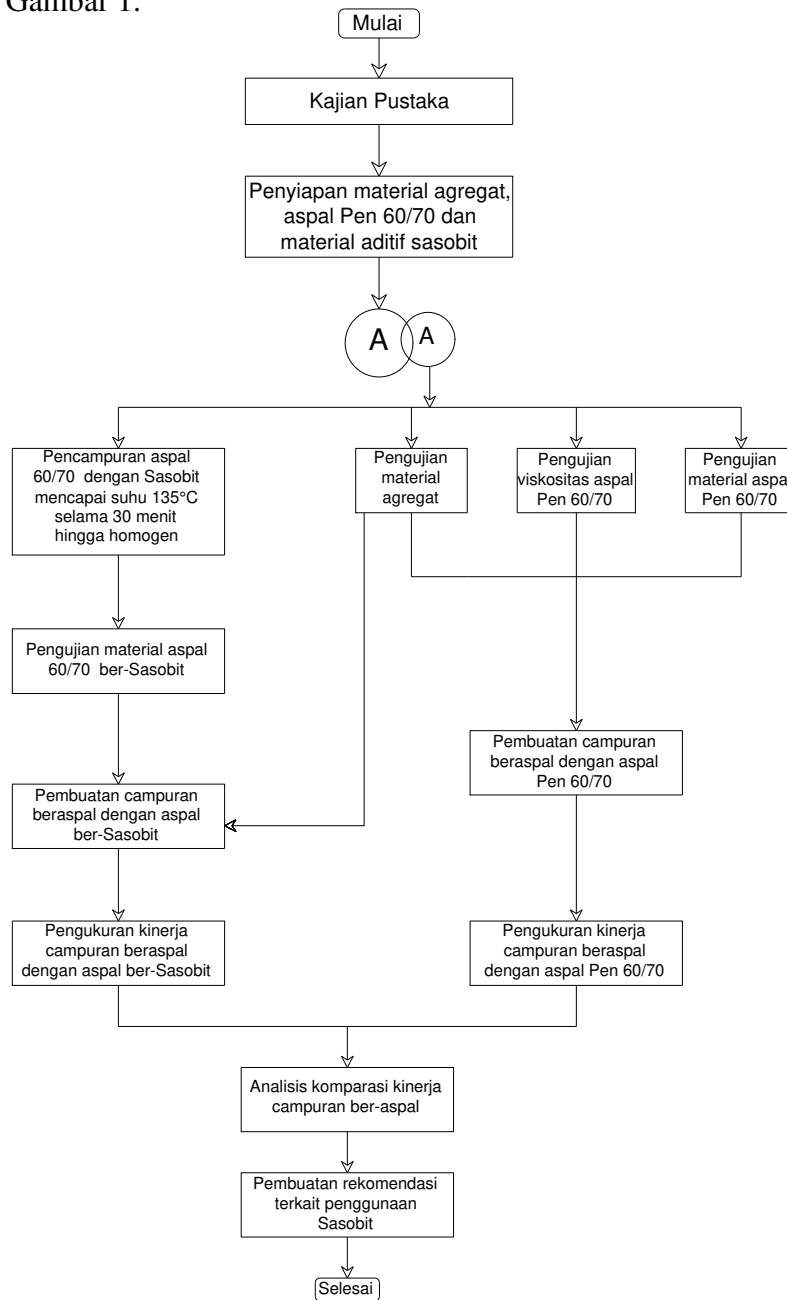
Pada perancangan campuran beraspal ini, akan digunakan metode Marshall, yaitu suatu metode perancangan campuran beraspal yang ditemukan oleh Bruce Marshall. Selanjutnya, metode Marshall ini dikembangkan oleh US Corps of Engineers, sehingga diperoleh metode Marshall yang ada pada saat ini. Metode pengujian campuran aspal dengan alat Marshall di Indonesia mengacu pada SNI 06-2489-1991, meliputi pengukuran stabilitas

dan alir (*flow*) dari suatu campuran aspal dengan agregat ukuran maksimum 25,4 mm. Metode ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan campuran aspal dengan alat Marshall dengan tujuan untuk mendapatkan suatu campuran aspal yang memenuhi ketentuan yang telah ditetapkan di dalam kriteria perencanaan.

Pengujian ini menghasilkan nilai-nilai berikut dari campuran beraspal, yaitu *void in mix* (VIM), *voids in mineral aggregate* (VMA), *void filled with asphalt* (VFA), stabilitas, *flow*, Marshall *quotient*, dan *density*. Dengan spesifikasi umum yang ditunjukkan pada tabel 2.4.

METODE PERCOBAAN

Metode percobaan yang digunakan pada percobaan ini, akan digambarkan sesuai dengan diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Percobaan

Penyiapan Dan Pengujian Material

Material yang digunakan pada percobaan ini terdiri dari material agregat, aspal Pen 60/70 dan aditif Sasobit. Material aspal yang digunakan merupakan aspal Pertamina, sedangkan material agregat diperoleh dari *quarry* lokal dengan jenis gradasi rapat (*dense graded*) bergradasi halus (Dirjen Bina Marga, 2010), dimana masing-masing material agregat kasar dan agregat halus penyusun gradasi tersebut harus diuji dan dipastikan memenuhi persyaratan/spesifikasi.

Material aspal merupakan material yang lebih kompleks dibandingkan dengan material agregat. Sebelum material aspal tersebut digunakan dalam pembuatan campuran beraspal, maka material aspal yang digunakan harus diuji dan dipastikan memenuhi persyaratan berdasarkan pengujian. Berikut juga dilakukan pengujian dengan uji yang sama pada aspal ber-Sasobit dengan kadar Sasobit 2%, 3%, dan 4%). Pengujian aspal yang akan dilakukan antara lain: Pemeriksaan penetrasi aspal, pemeriksaan titik lembek/lunak, pemeriksaan titik nyala dan titik bakar dengan *cleveland open cup*, pemeriksaan kelarutan bitumen dalam karbon tetraklorida/karbon bisulfida (*solubility test*), pemeriksaan daktilitas aspal, pemeriksaan berat jenis aspal (*specific gravity test*), dan pemeriksaan viskositas.

Pembuatan Dan Pengujian Campuran Beraspal

Secara garis besar, prosedur pembuatan dan pengujian campuran beraspal dengan menggunakan pedoman Dirjen Bina Marga (2010) adalah sebagai berikut:

- a. Pembuatan sampel/briket campuran beraspal untuk mencari campuran beraspal dengan kadar aspal optimum (KAO), dengan mengikuti tahapan-tahapan sebagai berikut:
 - Pembuatan *design mix formula*. Pada awalnya diperlukan 5 kadar aspal yang berbeda, sesuai dengan prosedur Marshall, dihitung dari P_b , dengan selisih antara 2 kadar aspal yang berbeda adalah $\pm 0.5\%$ dari total berat campuran. Secara lengkap, kadar aspal yang akan dibuat adalah $P_b - 1\%$, $P_b - 0.5\%$, P_b , $P_b + 0.5\%$, $P_b + 1\%$, P_b . Disini P_b adalah kadar aspal yang digunakan sebagai perkiraan awal kadar aspal rancangan, yang dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$P_b = 0.035 (\% CA) + 0.045 (\% FA) + 0.18 (\% filler) + \text{konstanta}$$

Dimana:

P_b = % kadar semen aspal minimum

CA = agregat kasar tertahan saringan No.8 (100%-%lolos saringan No.8)

FA = agregat halus lolos saringan No.8 dan tertahan saringan No. 200 (%lolos saringan No.8 - %lolos saringan No.200)

Filler = agregat halus lolos saringan No. 200

Nilai konstanta sekitar 0,5 sampai 1,0 untuk AC

- Selanjutnya dari 5 kadar aspal tersebut sample briket dibuat *triplo*, sehingga masing-masing kadar aspal dibuat briket sebanyak 3 buah atau secara total terdapat 15 briket campuran beraspal.
- Proses pembuatan campuran beraspal dilakukan dengan cara panas, dengan suhu pencampuran campuran beraspal sesuai dengan suhu pencampuran dari hasil pengujian viskositas material aspal.

- Pembuatan briket untuk aspal ber-Sasobit dibuat juga dengan metode *triplo* dari 5 kadar aspal rancangan di atas, dimana dari masing-masing kadar aspal tersebut dicampur dengan Sasobit sebanyak 2%, 3%, dan 4% dari kadar aspal tersebut dengan suhu pencampuran dan suhu pemadatan yang disesuaikan untuk masing-masing kadar Sasobit sesuai dari hasil uji viskositas. Masing-masing campuran dibuat sebanyak 3 buah, sehingga total benda uji sebanyak $5 \times 3 \times 3 = 45$ buah.
- b. Setelah proses pencampuran antara agregat dan aspal selesai dilakukan, maka tahap berikutnya adalah proses pemadatan untuk memperoleh briket campuran beraspal. Sama dengan proses pencampuran, suhu pemadatan campuran beraspal harus sesuai dengan suhu pemadatan dari hasil pengujian viskositas aspal. Pada tahap ini, kesemua campuran beraspal dipadatkan dengan jumlah tumbukan 2×75 kali.
- c. Setelah itu, briket didinginkan sampai suhunya sama dengan suhu ruang, dan kemudian briket tersebut dianalisis property volumetriknya. Terakhir, setelah briket tersebut direndam dalam air bersuhu 60°C selama kurang lebih 30-45 menit, briket tersebut diuji tekan Marshall untuk mendapatkan parameter stabilitas dan kelelahan (deformasi).
- d. Enam karakteristik Marshall: stabilitas kelelahan dan hasil bagi Marshall (dari pengujian tekan) dan VIM, VMA, dan VFB (dari analisis volumetrik) kemudian digunakan untuk menentukan KAO.
- e. Nilai KAO untuk masing-masing campuran tanpa Sasobit dan campuran ber-Sasobit menghasilkan nilai karakteristik Marshall untuk masing-masing campuran tersebut yang kemudian digunakan sebagai acuan penentu kadar Sasobit optimum (KSO).

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Penentuan Kadar Aspal Rencana

Penentuan kadar aspal rencana diperoleh melalui perhitungan berikut:

$$P_b = 0.035 (\%CA) + 0.045 (\%FA) + 0.18 (\% \text{ filler}) + \text{konstanta}$$

$$P_b = 0.035 (49,55) + 0.045 (46,39) + 0.18 (4,06) + 0,5$$

$$P_b = 5,053\% \approx 5,5\%$$

Dari kadar aspal rencana yang didapat maka diperoleh kadar aspal yang akan dibuat adalah 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5%.

Hasil Pengujian Aspal Tanpa Sasobit Dan Aspal Ber-Sasobit

Pada tabel di bawah ini ditampilkan hasil pengujian terhadap material aspal tanpa Sasobit dan aspal ber-Sasobit dengan kadar 2%, 3%, dan 4%.

Tabel 1: Hasil Pengujian Aspal

Kadar Aspal	Satuan	Kadar Sasobit			
		0%	2%	3%	4%
Penetrasi	0,1 mm	61,5	50,4	49,8	46,2
Titik Lembek	$^{\circ}\text{C}$	50,5	57,0	80,0	85,0
Titik Nyala	$^{\circ}\text{C}$	250	250	250	250
Kelarutan CCL4	% berat	99,0	72,0	66,0	63,5
Daktilitas	cm	112,5	112,5	112,5	112,5
Berat Jenis	gr/cm ³	1,004	1,024	1,032	1,049

Hasil Pengujian Viskositas

Pengaruh penambahan kadar Sasobit terhadap suhu pencampuran dan suhu pemadatan melalui uji viskositas.

Tabel 2: Hasil Pengujian Viskositas

	0%	2%	3%	4%
Suhu Pencampuran	154,45	148,45	146,95	146,65
Suhu Pemadatan	142,85	137,85	137,45	137,1

Hasil Pengujian Marshall

Pengujian Marshall dilakukan pada 60 Sampel briket pada kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5% dengan variasi kadar Sasobit 0%, 2%, 3%, dan 4% dari total berat kadar aspal yang digunakan. Berdasarkan data pengujian Marshall diperoleh nilai BJ *Bulk*, VIM, VMA, VFA, MQ, Stabilitas, dan *Flow*. Hasil pemeriksaan karakteristik Marshall campuran pada umumnya dilakukan untuk mendapatkan kadar aspal optimum (KAO), tetapi pada pengujian kali ini sesuai dengan tujuan pengujian pada bab I hanya sebatas untuk mengetahui perbandingan mutu antara aspal tanpa menggunakan Sasobit dan aspal yang menggunakan Sasobit. Di bawah ini ditampilkan hubungan antara pengaruh perubahan kadar aspal dan kadar Sasobit terhadap tujuh parameter Marshall. Grafik hubungan parameter marshall terhadap kadar aspal dan kadar sasobit dapat dilihat pada Gambar 2.

Tinjauan Terhadap Density dan Tinggi Briket

Data pada gambar menunjukkan meningkatnya nilai *density*, baik karena pengaruh penambahan aspal maupun penambahan Sasobit. Dan dari data pada tabel menunjukkan menurunnya tinggi benda uji baik karena penambahan aspal maupun penambahan Sasobit. Dari kedua hal di atas dapat diketahui penambahan Sasobit membuat campuran lebih rapat dan berperan dalam mereduksi pori sehingga menambah kekedapan terhadap campuran.

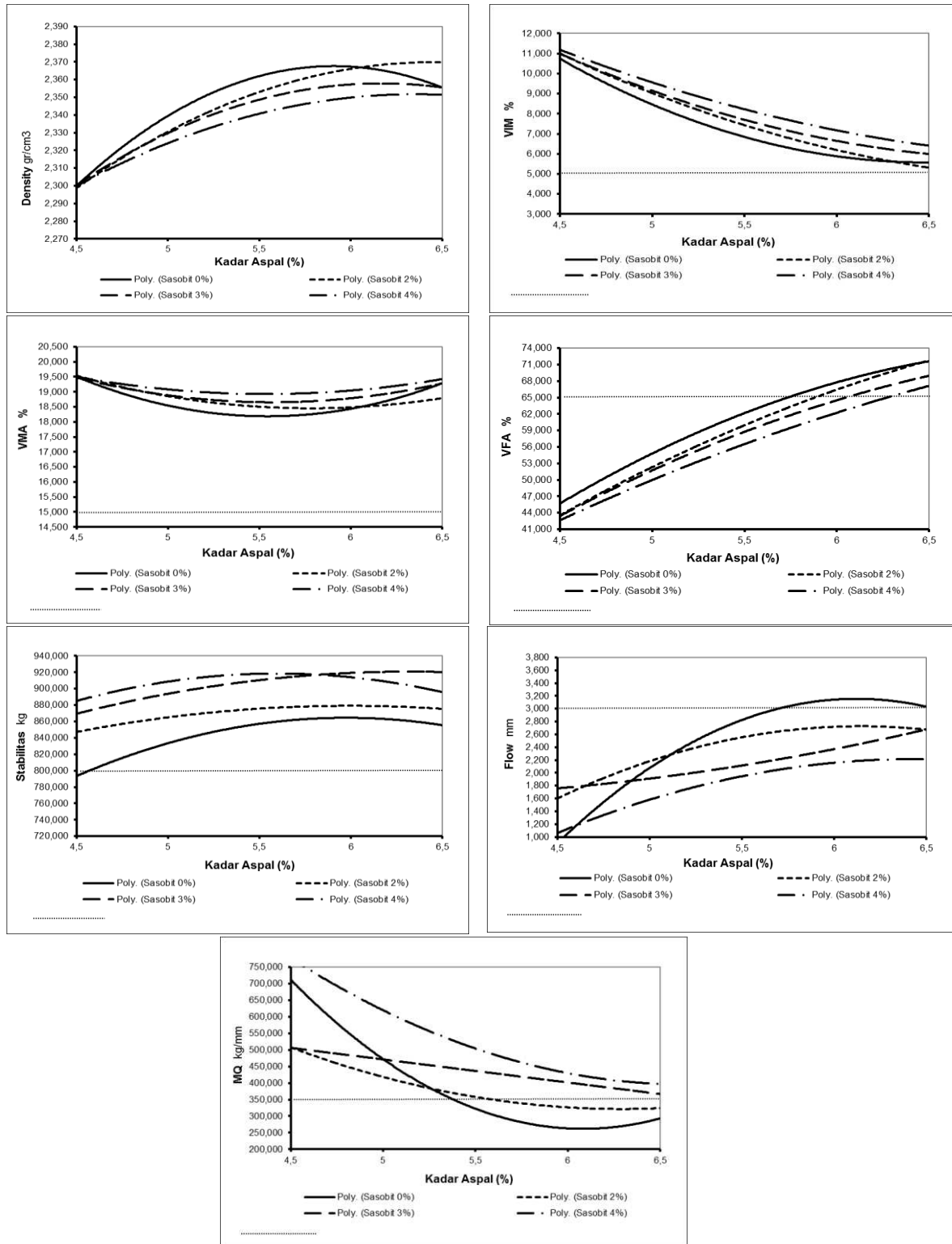
Tinjauan Terhadap Pori

Penambahan Sasobit menyebabkan nilai VMA bertambah, hal ini disebabkan nilai *density* yang terus mengecil sehingga rongga antar agregat pun semakin membesar. Begitu pun dari hasil uji viskositas menunjukkan karakteristik aspal yang lebih cair membuat aspal lebih mudah diserap agregat. Seiring dengan penambahan Sasobit karakteristik aspal semakin lebih cair sehingga menyebabkan nilai VFA akan terus mengecil karena semakin banyaknya aspal yang terserap oleh agregat. Dengan semakin besar nilai VMA dan mengecilnya nilai VFA maka nilai VIM akan semakin membesar.

Tinjauan Terhadap Stabilitas

Baik penambahan kadar aspal maupun kadar Sasobit menaikkan nilai stabilitas. Namun hanya sampai pada titik optimum tertentu. Hal ini menunjukkan bahwa dengan bertambahnya aspal menyebabkan penguncian antar partikel agregat dan daya ikat aspal terhadap agregat menjadi lebih kuat, juga daya adhesi dan kohesi dari aspal menjadi lebih baik. Sementara itu dengan adanya penambahan Sasobit menyebabkan aspal bersifat lebih

kaku dan keras. Penambahan kadar aspal yang terus menerus tidaklah menyebabkan nilai stabilitas semakin tinggi, karena sudah tidak efektif lagi. Kadar aspal yang terlalu tinggi menyebabkan aspal tidak dapat menyelimuti agregat dengan baik.



Gambar 2: Hubungan Parameter Marshall terhadap Kadar Aspal dan Kadar Sasobit

Tinjauan Terhadap Flow

Pada gambar diperlihatkan bahwa dengan penambahan kadar aspal mengakibatkan bertambahnya nilai kelelahan plastis (*flow*). Hal ini disebabkan karena bertambahnya aspal yang mengisi rongga sehingga volume rongga semakin kecil yang membuat rentang kelelahan aspal semakin besar. Berbeda dengan pengaruh penambahan kadar Sasobit, pada gambar menunjukkan penambahan kadar Sasobit menyebabkan nilai *flow* semakin berkurang. Hal ini dipengaruhi oleh sifat Sasobit itu sendiri yang bersifat kaku dibandingkan aspal.

Tinjauan Terhadap Marshall Quotient

Dari grafik pada gambar dapat diperlihatkan bahwa penambahan kadar aspal menyebabkan nilai MQ semakin menurun sampai titik tertentu dan meningkat kembali setelah melewati titik optimum tersebut. Nilai MQ merupakan pendekatan terhadap kekakuan dan kelenturan dari suatu lapis perkerasan. Bila campuran mempunyai nilai MQ yang tinggi berarti campuran itu kaku atau fleksibilitasnya rendah.

Pengaruh Penambahan Sasobit pada Aspal terhadap Suhu

Dari pembahasan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa penambahan Sasobit pada aspal memberikan pengaruh terhadap turunnya temperatur suhu pencampuran dan pematatan campuran beraspal. Hal ini dapat diketahui berdasarkan uji viskositas kinematik dengan alat *Saybolt Furrol*.

Pada percobaan ini, penurunan temperatur hanya sekitar 6,65°C dari penambahan kadar Sasobit terbesar. Bila dibandingkan dengan rentang suhu *Warm Mix Asphalt* yang berkisar antara 121°C - 135°C, maka penambahan Sasobit pada percobaan ini belum dapat dikategorikan *Warm Mix Asphalt*. Dari referensi dan jurnal yang ada, penambahan Sasobit dapat menurunkan temperatur suhu pencampuran antara 16°C hingga 55°C. Oleh karena itu perlu ada pengujian ulang terhadap uji viskositas.

Pengaruh Penambahan Sasobit pada Aspal terhadap Kinerja Campuran

Tujuan utama dari percobaan ini adalah untuk mengetahui nilai penurunan temperatur suhu pencampuran dan suhu pematatan campuran beraspal akibat penambahan Sasobit. Tetapi faktanya, penambahan Sasobit juga memberi beberapa dampak terhadap mutu campuran. Dampak tersebut antara lain meningkatkan nilai stabilitas campuran dan membuat sifat fisik campuran lebih kaku dan keras.

Pengaruh Penambahan Sasobit pada Aspal terhadap Lingkungan

Dari pengamatan biasa, dengan penambahan Sasobit asap yang dihasilkan saat proses pencampuran campuran beraspal, jumlahnya lebih sedikit bila dibandingkan dengan aspal tanpa Sasobit. Namun perlu dilakukan uji laboratorium untuk mengetahui persentase pasti pengurangan emisi yang dihasilkan dari hasil proses pencampuran.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis grafik pada bab IV dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengaruh penambahan kadar Sasobit terhadap suhu pencampuran dan suhu pemadatan melalui uji viskositas
 - a. Suhu pencampuran aspal 154,45°C dan suhu pemadatan 142,85°C
 - b. Suhu pencampuran ketika ditambahkan Sasobit 2% turun menjadi 148,45°C
 - c. Suhu pencampuran ketika ditambahkan Sasobit 3% turun menjadi 146,95°C
 - d. Suhu pencampuran ketika ditambahkan Sasobit 4% turun menjadi 146,65°C

Sehingga bila ditinjau dari hasil penurunan suhu penambahan Sasobit melebihi 3% dapat dikatakan kurang efektif dimana hanya menurunkan 0,3°C saja tiap 1% penambahannya.

2. Pengaruh kadar aspal dan Sasobit terhadap karakteristik campuran
 - a. *Density* campuran bertambah seiring dengan pertambahan kadar aspal, namun nilai *density* semakin menurun dengan semakin bertambahnya Sasobit karena semakin banyak aspal yang tergantikan oleh Sasobit sehingga kerapatan campuran semakin rendah.
 - b. *Void in Mineral Agregates* (VMA) pada campuran semakin membesar sebagai akibat *density* yang juga membesar dengan adanya penambahan Sasobit.
 - c. *Void Filled with Asphalt* (VFA) pada campuran semakin kecil seiring penambahan kadar Sasobit hal ini dikarenakan dari hasil uji viskositas sifat aspal yang ditambah Sasobit lebih cair sehingga aspal ber-Sasobit lebih mudah diserap oleh agregat.
 - d. *Void In Mix* (VIM) semakin membesar akibat nilai VMA dan VFA pada campuran yang semakin membesar dengan adanya penambahan Sasobit.
 - e. Stabilitas bertambah dengan bertambahnya kadar aspal sampai batas maximum kemudian kembali manurun. Lain halnya dengan penambahan kadar Sasobit, stabilitas terus naik sejalan dengan penambahan kadar Sasobit.
 - f. Secara konstan *flow* naik dengan penambahan kadar aspal, tetapi terjadi fluktuasi pada penambahan kadar Sasobit.
 - g. Marshall Quotient (MQ) menurun dengan bertambahnya kadar aspal sampai batas minimum kemudian begitu pula pengaruh akibat penambahan kadar Sasobit.
3. Dengan penambahan Sasobit meningkatkan stabilitas campuran dan cukup memberi manfaat dalam menghemat penggunaan aspal dan mengurangi emisi hasil pencampuran pada suhu yang lebih rendah.
4. Ditinjau dari pori dalam campuran, penambahan Sasobit juga memiliki kekurangan campuran menjadi lebih kaku dan keras, sehingga lebih cepat rusak akibat retak dibandingkan campuran tanpa Sasobit.
5. Dengan penambahan Sasobit penurunan suhu dari pencampuran sampai pemadatan tidak terlalu signifikan atau tidak *drop*.

SARAN

Layaknya dalam sebuah percobaan ataupun sebuah percobaan pasti ada beberapa kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu sebagai upaya meminimalisir kesalahan yang dibuat untuk percobaan lebih lanjut, maka penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. lakukan langkah kerja percobaan sesuai dengan metode yang berlaku,
2. selalu mengecek dan mengkalibrasi ulang alat setiap akan menguji benda uji,
3. membuat benda uji sampai kondisi SSD disarankan menggunakan handuk kering agar didapat benda uji yang SSD. Pada percobaan ini, diduga benda uji SSD masih terlalu basah sehingga menimbulkan beberapa keliruaan saat melakukan analisis data,
4. pengujian viskositas dilakukan dengan menggunakan uji viskositas kinematik untuk aspal keras, diduga kesalahan pembacaan nilai penurunan temperatur akibat kekeliruan penggunaan alat viskosimeter,
5. pembacaan nilai stabilitas dilakukan dengan benar dan teliti untuk menghindari kesalahan pembacaan,
6. perlu dilakukan uji ulang viskositas pada aspal bersasobit karena hasil uji viskositas pada percobaan ini tidak signifikan bila dibandingkan dengan hasil percobaan yang lain, dan lebih teliti dalam melakukan percobaan ini,
7. lakukan pengukuran temperatur suhu setelah campuran dituangkan pada cetakan untuk mengontrol penurunan temperatur dari suhu pencampuran sampai suhu pemadatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adibroto, Fauna. Dan Hamid, Desmon. *Penentuan Temperatur Campuran dan Pemadatan Campuran di Lapangan dengan menggunakan Shall Bitumen Test Data Chart*. Padang, 2013
- Arshad, Ahmad Kamil., Kridan, Frag Ahmed Ma., & Rahma, Mohd. Yusuf Abdul. *The Effect of Sasobit Modifier on Binder of High and Intermediate Temperatures*. Kuala Lumpur: International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), 2013
- Cao, Dongwei.& Ji, Jie. *Evaluation of the Long-Term Properties of Sasobit Modified Asphalt*. China: International Journal of Pavement Research and Technology, 2011.
- Dirjen Bina Marga (2010), Spesifikasi Umum Divisi 6 Seksi 6.3 Campuran Beraspal Panas, Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum.
- FHWA (2012a), *Warm Mix Asphalt Introduction, Federal Highway Administration, US Department of Transportation*, <http://www.fhwa.dot.gov/everydaycounts/technology/asphalt/intro.cfm>, diakses pada Maret 2013.
- FHWA (2012b), *Warm Mix Asphalt Introduction, Federal Highway Administration, US Department of Transportation*, <http://www.fhwa.dot.gov/everydaycounts/technology/asphalt/intro.cfm>, diakses pada Maret 2013.
- Hurley, G. C. And Prowell, B. D. (2005b). *Evaluation of Sasobit for Use in Warm Mix Asphalt*, Report NCAT 06-02, National Centre for Asphalt Technology, Auburn University, Auburn, Alabama.
- Lee, R. *A Summary of Texas, Experience with Warm Mix Asphalt*. Presentation at Louisiana Warm Mix Demonstration – Shreveport, LA, June 2008.
- Perkins, Steven W. *Synthesis of Warm Mix Asphalt Paving Strategies for Usen in Montana Highway Construction*. Bozeman, 2009.

- Sasol Wax GmbH (2004), *Sasobit: the Bitumen Additive for Highly Stable Easily Compactible Asphalts*, Product Information, Hamburg, Jerman.
- Sukirman Silvia. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Jakarta: Nova, 1999
- Sukirman Silvia. *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta: Granit, 2003
- Sargand, Shad., Figuera, J. Ludwig., Edwards, William., and Al-Rawashdheh, Abdalla S. *Performance Assesment of Warm Mix Asphalt (WMA) Pavement*. Ohio: Ohio Research Institute for Transportation and the Environment, 2009.
- You, Zhanping., Goh, Shu Wei. *Laboratory Evaluation of Warm Mix Asphalt :A Preliminary Study*. China: International Journal of Pavement Research and Technology, 2008.