

SIFAT-SIFAT MARSHALL PADA LAPIS TIPIS CAMPURAN ASPAL PANAS DENGAN PENAMBAHAN CRUMB RUBBER

Nugroho Febrianto¹⁾, Ary Setyawan²⁾, Djoko Sarwono³⁾

¹⁾Mahasiswa Program S1 Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret

^{2) 3)}Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret

Jalan Ir. Sutami No.36A Surakarta 57126.Telp: 0271647069.

Email : nugrohofebrianto71@gmail.com/nugrohofebrianto71@yahoo.com

Abstract

The use of a thin layer of hot mix asphalt is one alternative that can be used to anticipate problems in the thickness of the normal overlay. Crumb rubber is a material that has a flexible nature. From the addition of crumb rubber in the material overlay (layer re) pavement on thin-layer hot mix asphalt is expected to improve the quality of the pavement in terms of the value of the characteristic Marshall. In addition it is also expected to reduce the use of road pavement bitumen in the mix.

This study aims to find the optimum bitumen content and optimum crumb rubber in hot mix asphalt with a thin layer of crumb rubber added material. In addition, to determine the effect of these characteristics in terms of the value of Marshall. Methods of data analysis is the method of linear regression analysis. This research was conducted at the Laboratory of Highway Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

From the analysis it was concluded that the addition of crumb rubber in asphalt oil in a thin layer of hot mix asphalt marshall stability value indicates the better, the higher the flow rate, the lower the quotient marshall, the lower the void ratio, the lower the density value. In addition, the results of the analysis obtained charts the relationship of several parameters, namely the optimum bitumen content for each grade of crumb rubber 0%, 0.1%, 0.3% and 0.5%, ie 5.82%, 4.61%, 4.42% and 4.49%. This suggests that along with the addition of crumb rubber levels lead to the use of diminishing petroleum asphalt.

Keyword: *crumb rubber, thin surfacing hot mix asphalt, Marshall properties*

Abstrak

Penggunaan lapis tipis campuran aspal panas merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengantisipasi masalah ketebalan pada *overlay* biasa. *Crumb rubber* merupakan bahan yang mempunyai sifat lentur. Dari penambahan *crumb rubber* dalam bahan *overlay* (lapis ulang) perkerasan jalan pada lapis tipis campuran aspal panas diharapkan dapat meningkatkan mutu perkerasan jalan yang ditinjau dari nilai karakteristik *Marshall*. Selain itu diharapkan juga dapat mengurangi penggunaan aspal dalam campuran perkerasan jalan.

Penelitian ini bertujuan untuk mencari kadar aspal optimum dan *crumb rubber* optimum pada campuran lapis tipis aspal panas dengan bahan tambah *crumb rubber*. Selain itu juga untuk mengetahui pengaruh penambahan tersebut ditinjau dari nilai karakteristik *Marshall*. Metode analisis data yang digunakan adalah metode analisis regresi linier. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Dari hasil analisis didapatkan kesimpulan yaitu penambahan *crumb rubber* pada aspal minyak dalam lapis tipis campuran aspal panas menunjukkan nilai stabilitas marshall yang semakin baik, nilai flow yang semakin tinggi, marshall quotient semakin rendah, angka pori yang semakin rendah, nilai densitas yang semakin rendah. Selain itu dari hasil analisa grafik hubungan beberapa parameter diperoleh kadar aspal optimum yaitu untuk masing-masing kadar *crumb rubber* 0%, 0,1%, 0,3% dan 0,5% yaitu 5,82%, 4,61%, 4,42% dan 4,49%. Hal ini menunjukkan bahwa seiring dengan penambahan kadar *crumb rubber* menyebabkan penggunaan aspal minyak semakin berkurang.

Kata kunci: *crumb rubber, lapis tipis campuran aspal panas, karakteristik Marshall*

PENDAHULUAN

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang mempunyai peranan penting untuk memperlancar kegiatan perekonomian dan pemerataan pembangunan. Di Indonesia jalan merupakan prasarana yang sangat vital bagi kelancaran kegiatan yang ada. Oleh karena itu kerusakan pada jalan meskipun hanya kecil akan berimbas pada tidak lancarnya roda kegiatan yang ada di Indonesia.

Salah satu metode yang sering dipakai untuk memperbaiki kondisi jalan adalah dengan cara *overlay* (lapis ulang). *Overlay* digunakan sebagai pemeliharaan jalan atau jika kondisi struktur perkerasan sudah menurun, yaitu tegangan yang terjadi pada struktur perkerasan sudah melebihi tegangan izinnnya sehingga perlu dibuat lapisan baru yang dapat mendukung kerja struktur perkerasan tersebut. Namun pelapisan baru struktur perkerasan dengan tingkat ketebalan cukup tebal serta dilakukan terus menerus akan membentuk ketebalan lapisan permukaan jalan yang semakin tinggi, sehingga akan menimbulkan beberapa dampak terhadap lingkungan baik dari segi ekonomi maupun segi yang lain.

Penggunaan lapis tipis campuran aspal panas (Thin Surfacing Hot Mix Asphalt) merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengantisipasi masalah ketebalan itu sendiri. Lapis tipis campuran aspal panas ini

merupakan salah satu teknologi yang sedang dikembangkan sebagai usaha preventif dan resurfacing untuk perkerasan jalan. Lapisan ini memiliki tebal yang berkisar antara 25-40 mm dan diharapkan lapisan ini dapat mengatasi masalah kerusakan jalan seperti *fretting* (pelepasan agregat), lebih *impermeabilitas* (kedap terhadap penetrasi air) dan meningkatkan *skid resistance* (kekesatan).

Crumb rubber merupakan bahan yang mempunyai sifat lentur. Dari sifat tersebut akan dicoba dalam penambahan bahan overlay perkerasan jalan pada lapis tipis campuran aspal panas yang diharapkan dapat meningkatkan mutu perkerasan jalan dengan tujuan dapat mengurangi tingkat ketebalan lapisan aspal, mengurangi tingkat kebisingan yang diakibatkan oleh kendaraan yang melewati jalan karena dapat meredam getaran, serta dapat mengurangi tingkat kerusakan jalan karena jalan menjadi lebih lentur.

Penggunaan *crumb rubber* sebagai bahan campuran aspal diharapkan juga dapat mengurangi penggunaan aspal secara berlebihan, sehingga dapat menghemat aspal yang seperti kita ketahui merupakan salah satu sumber daya alam yang tak terbarukan. *Crumb rubber* dapat kita peroleh dengan mudah karena merupakan bahan sisa dari industri vulkanisir ban, jadi secara tidak langsung kita melakukan upaya daur ulang terhadap bahan yang tidak terpakai.

Thin Surfacing Hot Mix Asphalt

Thin Surfacing HMA merupakan lapis permukaan yang sangat tipis seperti permukaan dressing dan slurries, lapis permukaan tipis ini memiliki ketebalan dari 30 mm sampai 40 mm (Nicholls, 1998). Tujuan dari perbaikan lapis tipis ini adalah sebagai lapisan non-struktural yang diterapkan untuk pemeliharaan lapis permukaan perkerasan, baik korektif atau preventif. Secara umum, perawatan lapis tipis mempunyai ketebalan kurang dari 1½ inci (37,5 mm). (Caltrans, 2007).

Berdasarkan British Broad Agreement HAPAS, tebal dari *Thin Surfacing HMA* dibagi menjadi 3 tipe, yaitu:

- Tipe A dengan ketebalan kurang dari 18 mm
- Tipe B dengan ketebalan antara 18 – 25 mm
- Tipe C dengan ketebalan antara 25 – 40 mm

Spesifikasi yang digunakan pada campuran *Thin Surfacing HMA* mengacu pada **National Asphalt Pavement Association (NAPA)**. Gradasi yang digunakan pada campuran ini adalah gradasi *envelope* yang merupakan standar dari *North Carolina*.

NMAS	12.5 mm		9.5 mm		6.3 mm		4.75 mm	
Agency	Alabama	North Carolina	Nevada	Utah	New York	Maryland	Georgia	Ohio
Gradation								
Sieve Size	% Passing							
19 mm	100	100						
12.5 mm	90 - 100	85 - 100	100	100			100	100
9.5 mm	<90	60 - 80	85 - 100	90 - 100	100	100	90 - 100	95 - 100
4.75 mm		28 - 38	50 - 75	<90	90 - 100	80 - 100	75 - 95	85 - 95
2.36 mm	28 - 58	19 - 32		32 - 67	37 - 70	36 - 76	60 - 65	53 - 63
0.30 mm		8 - 13					20 - 50	4 - 19
0.075 mm	2 - 10	4 - 7	3 - 8	2 - 10	2 - 10	2 - 12	4 - 12	3 - 8

Gambar 1. Gradations for Small NMAS Dense-Graded Asphalt Mixtures

Gradasi Agregat

Agregat adalah partikel mineral yang berbentuk butiran-butiran yang merupakan salah satu penggunaan dalam kombinasi dengan berbagai macam tipe mulai dari sebagai bahan material di semen untuk membentuk beton, lapis pondasi jalan, material pengisi, dan lain-lain (Harold N. Atkins, PE. 1997).

Perencanaan gradasi campuran berdasarkan pada *National Asphalt Pavement Association (NAPA)*, *North Carolina*. Rencana gradasi yang digunakan disajikan pada tabel sebagai berikut ini:

Tabel 1. Perencanaan gradasi

Ukuran Saringan (mm)	Spesifikasi	Median	Gradasi Pilihan
3/4" (19 mm)	100	-	100
1/2" (12,7 mm)	85 - 100	92,5	92,65
3/8" (9,51 mm)	60 - 80	70	69,3
No.4 (4,76 mm)	28 - 38	33	33,62
No.8 (2,38 mm)	19 - 32	25,5	25,16
No.50 (0,297 mm)	8 - 13	10	10,6
No.200 (0,074 mm)	4 - 7	5,5	5,68

Berdasarkan Pedoman Teknik No.028 / T / BM / 1999, kadar aspal optimum rencana (Pb) diperoleh persamaan sebagai berikut ini:

$$P = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%filler) + K \dots\dots\dots [Rumus 1]$$

Dengan:

- P = Kadar aspal tengah/ideal, persen terhadap berat campuran.
- 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 saringan no.200.
- K = Konstanta (0,5 – 1 untuk laston; 2 – 3 untuk lataston; 1 – 2,5 untuk campuran lain).

Karakteristik Campuran Lapis Tipis Campuran Aspal Panas

Lapis perkerasan harus memenuhi karakteristik *tertentu* sehingga didapat suatu lapisan yang kuat menahan beban, aman dan dapat dilalui kendaraan dengan nyaman. Karakteristik perkerasan antara lain :

Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan lapis perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang (deformasi permanen), alur ataupun *bleeding* (keluarnya aspal ke permukaan). Stabilitas terjadi dari hasil geseran antar agregat, penguncian butir partikel (*interlock*) dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal. Sehingga stabilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan mengusahakan penggunaan:

- Agregat dengan gradasi yang rapat.
- Agregat dengan permukaan kasar.
- Agregat berbentuk kubikal.
- Aspal dengan penetrasi rendah.
- Aspal dalam jumlah yang mencukupi untuk ikatan antar butir.

Angka - angka stabilitas benda uji didapat dari pembacaan alat uji *Marshall*. Angka stabilitas ini masih harus dikoreksi lagi dengan kalibrasi alat dan ketebalan benda uji. Nilai stabilitas yang dihitung dengan rumus 2.

$$S = q \times k \times H \times 0,454 \dots\dots\dots [Rumus 2]$$

Dimana :

- S = Stabilitas (kg).
- q = Pembacaan stabilitas alat (lb).
- k = Faktor kalibrasi alat.
- H = Koreksi tebal benda uji.
- 0,454 = Konversi satuan dari (lb) ke (kg).

Flow

Flow adalah besarnya deformasi vertikal sampel yang terjadi mulai saat awal pembebanan sampai kondisi kestabilan maksimum sehingga sampel hancur, dinyatakan dalam satuan milimeter (mm). Pengukuran flow bersamaan dengan pengukuran nilai stabilitas Marshall. Nilai flow mengindikasikan campuran bersifat elastis dan lebih mampu mengikuti deformasi akibat beban. Nilai flow dipengaruhi oleh kadar aspal dan viskositas aspal, gradasi, suhu, dan jumlah pemadatan. Semakin tinggi nilai flow, maka campuran akan semakin elastis. Sedangkan apabila nilai flow rendah, maka campuran sangat potensial terhadap retak. Angka flow diperoleh dari hasil pembacaan arloji flow yang menyatakan deformasi benda uji. Hasil bagi dari stabilitas dan flow, yang besarnya merupakan indikator dari kelenturan yang potensial terhadap keretakan disebut Marshall Quotient. Nilai Marshall *Quotient* dihitung dengan rumus 3.

$$MQ = \frac{s}{f} \dots\dots\dots [Rumus 3]$$

Dimana:

- MQ = Marshall Quotient (kg/mm)
- s = Stabilitas (kg)
- f = Nilai flow (mm)

Durability (daya tahan)

Durability yaitu kemampuan lapis perkerasan untuk mencegah keausan atau kerusakan selama umur rencananya. Kerusakan dapat terjadi karena pengaruh lalu lintas serta pengaruh buruk dari lingkungan dan iklim (cuaca, air, dan temperatur).

Faktor yang mempengaruhi durabilitas adalah:

- Film aspal atau selimut aspal, lapis aspal yang berdurabilitas tinggi dapat dihasilkan oleh film aspal yang tinggi, tetapi memungkinkan terjadi *bleeding* yang bertambah tinggi.

- Void In Mix (VIM) kecil sehingga lapis kedap air dan udara tidak masuk ke dalam campuran sehingga mencegah terjadinya oksidasi yang membuat aspal menjadi rapuh.
- Void in Material (VMA) besar, sehingga film aspal dapat dibuat tebal. Jika VMA dan VIM kecil serta kadar aspal tinggi kemungkinan terjadi bleeding besar. Untuk mencapai VMA yang besar ini dipergunakan agregat bergradasi senjang.

Skid Resistance (kekesatan)

Skid resistance adalah kemampuan lapis permukaan pada lapis perkerasan untuk memperkecil kemungkinan terjadinya roda selip atau tergelincir pada waktu permukaan basah. Hal ini terjadi karena pada saat terjadi hujan kekesatan pada lapis permukaan akan berkurang. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien gesek antara permukaan jalan dan ban kendaraan. Untuk mendapatkan ketahanan geser yang tinggi dapat dilakukan dengan cara :

- Penggunaan kadar aspal yang tepat sehingga tidak terjadi *bleeding*.
- Penggunaan agregat dengan permukaan kasar.
- Penggunaan agregat yang cukup.
- Penggunaan agregat berbentuk kubikal.

Fleksibilitas

Fleksibilitas pada lapis perkerasan adalah kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas yang berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume.

Porositas

Porositas adalah prosentase pori atau rongga udara yang terdapat dalam suatu campuran. Porositas dipengaruhi oleh densitas dan *specific gravity* campuran. Densitas menunjukkan besarnya kepadatan pada campuran. Densitas diperoleh dari rumus sebagai berikut:

$$D = \frac{W_{dry}}{(W_s - W_w)} \dots\dots\dots [Rumus 4]$$

Dimana:

- D = Densitas/berat isi
- W_{dry} = Berat kering/berat di udara (gr)
- W_s = Berat SSD (gr)
- W_w = Berat di dalam air (gr)

Specific Gravity Campuran adalah perbandingan persen berat tiap komponen pada campuran dan *specific gravity* tiap komponen. Besarnya *Specific Gravity* campuran penting untuk menentukan besarnya porositas. Untuk menghitung berat jenis campuran (*Specific Gravity* Campuran) digunakan rumus berikut:

$$SG_{mix} = \frac{100}{\left(\frac{\%ca}{SG_{ca}} + \frac{\%fa}{SG_{fa}} + \frac{\%f}{SG_f} + \frac{\%cr}{SG_{cr}} + \frac{\%b}{SG_b}\right)} \dots\dots\dots [Rumus 5]$$

Dimana:

- SG_{mix} = Specific Gravity Campuran (gr/cm³)
- $\%W$ = % berat tiap komponen pada campuran
- SG = Specific Gravity tiap komponen (gr/cm³)
- (*ca* = course aggregate, *fa* = fine aggregate, *f* = filler, *b* = bitumen, *cr* = crumb rubber)

Dari nilai densitas dan *specific gravity* campuran dapat dihitung besarnya porositas dengan rumus 6.

$$P = \left[1 - \frac{D}{SG_{mix}}\right] \times 100\% \dots\dots\dots [Rumus 6]$$

Dimana:

- P = Porositas benda uji (%)
- D = Densitas benda uji yang dipadatkan (gr/cm³)
- SG_{mix} = Spesific gravity campuran (gr/cm³)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Pembuatan campuran *Thin Surfacing HMA* berdasarkan *National Asphalt Pavement Association* (NAPA), dan standar-standar pengujian yang digunakan sebagian menggunakan standar yang dikeluarkan oleh *The Asphalt Institute (1997) Superpave Series No.1 (SP-1)* serta sebagian besar mengadopsi dari metode – metode yang disahkan atau distandarkan oleh Bina Marga yang berupa SK SNI.

Pengujian pada penelitian ini meliputi uji penentuan hasil kadar aspal optimum serta pengaruh penambahan *crumb rubber* pada lapis tipis campuran aspal panas yang ditinjau dari karakteristik *Marshall*. Jenis analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis regresi dan korelasi.

Tabel 2. Jumlah Benda Uji dalam Penelitian

Kadar Aspal	pb -1	pb - 0.5	Pb	pb + 0.5	pb +1
<i>Crumb Rubber</i> 0	3	3	3	3	3
0,1	3	3	3	3	3
0,3	3	3	3	3	3
0,5	3	3	3	3	3

HASIL DAN ANALISIS

Kadar Aspal Optimum

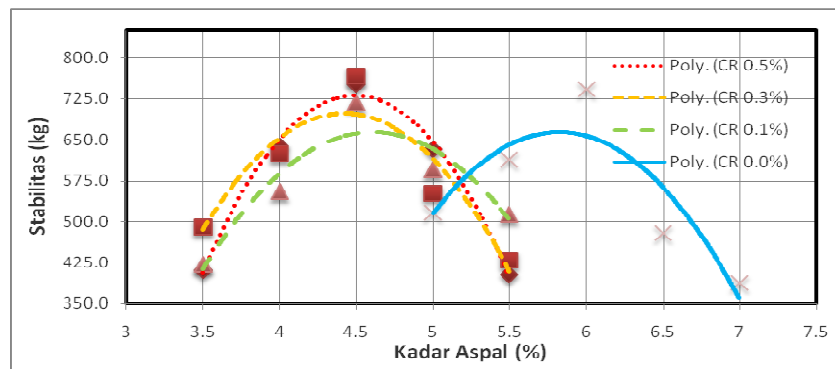
Kadar aspal optimum dapat ditentukan dengan melakukan uji *Marshall* atau yang sering disebut dengan metode Asphalt Institute. Pengujian *Marshall* dilakukan berdasarkan perkiraan kadar aspal sementara dengan variasi kadar aspal 3,5%, 4%, 4,5%, 5%, 5,5% (Job Mix Design dapat dilihat pada Lampiran). Sebelum uji *Marshall* dilakukan, terlebih dahulu dilakukan uji Volumetrik meliputi pengukuran diameter, tebal dan berat di udara, kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai densitas, SGmix, dan porositas. Kemudian baru dilakukan pengujian *Marshall* dan didapatkan nilai stabilitas, *flow*, dan *Marshall Quotient*. Dari nilai – nilai tersebut dapat ditentukan sifat campuran yang terbaik atau kadar aspal optimum yang kemudian dijadikan sebagai dasar dalam pembuatan benda uji berikutnya.

Pengujian Lapis Tipis Campuran Aspal Panas

Pengujian dalam penelitian ini dilakukan pengujian yang meliputi pengujian nilai *Marshall*.

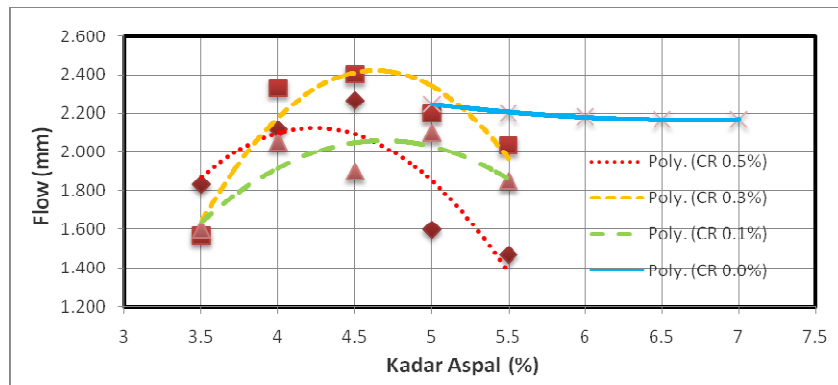
Hasil dan Pembahasan

a. Stabilitas



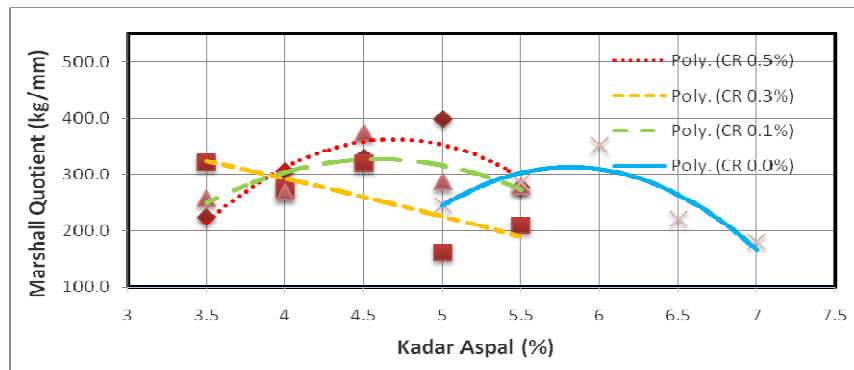
Gambar 2. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas

b. Flow



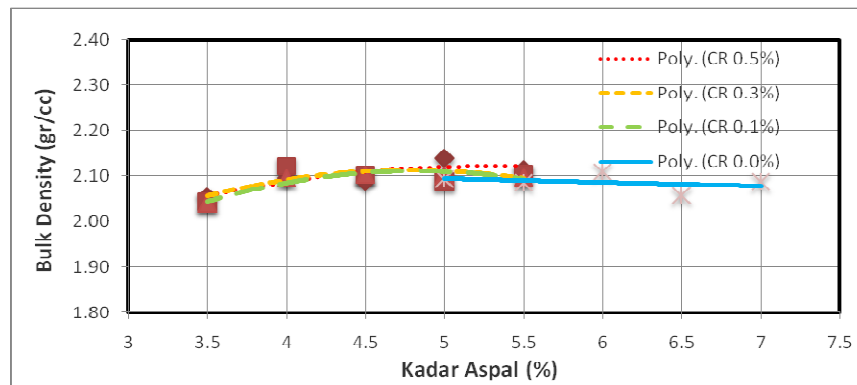
Gambar 3. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Flow

c. *Marshall Quotient*



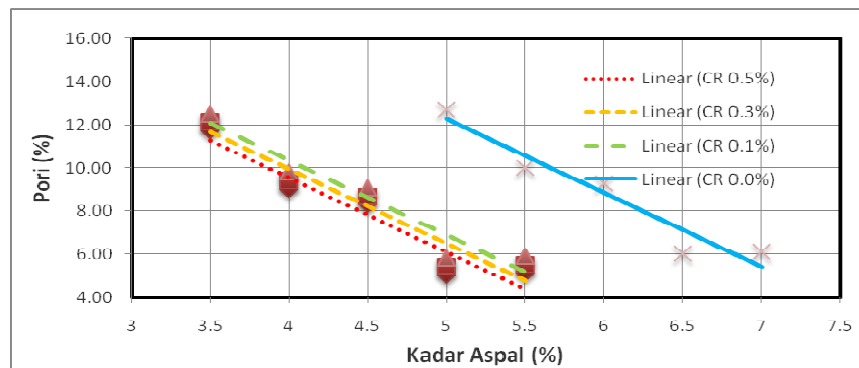
Gambar 4. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan *Marshall Quotient*

d. Densitas



Gambar 5. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Densitas

e. Angka Pori



Gambar 6. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Angka Pori

SIMPULAN

Dari hasil kajian penelitian didapatkan beberapa kesimpulan antara lain:

1. Dari hasil analisa grafik hubungan beberapa parameter diperoleh kadar aspal optimum yaitu untuk masing-masing kadar karet remah 0%, 0,1%, 0,3% dan 0,5% yaitu 5,82%, 4,61%, 4,42% dan 4,49%. Hal ini menunjukkan bahwa seiring dengan penambahan kadar karet remah menyebabkan penggunaan aspal minyak semakin berkurang.
2. Penambahan karet remah pada aspal minyak dalam lapis tipis campuran aspal panas menunjukkan nilai stabilitas marshall yang semakin baik, nilai flow yang semakin tinggi, marshall quotient semakin rendah, angka pori yang semakin rendah, nilai densitas yang semakin rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya sampaikan kepada Ir. Ary Setyawan, MSc, PhD dan Ir. Djoko Sarwono, MT. yang sangat banyak memberikan pengarahan dan dukungan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Adji Adisasmita, Sakti, H. Nur Ali, A. Atwin Amiruddin, dan H. Iskandar Renta. 2012. *Studi Karakteristik Perkerasan HRS-WC Menggunakan Aspal Minyak dan Penambahan Aditif Lateks*. Universitas Hasanuddin
- Alpha Tora K, Wahyu. 2012. *Pengaruh Penambahan Limbah Bubutan Baja Pada Lapis Tipis Campuran Aspal Panas Terhadap Karakteristik Marshall*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Anonim. 1998. *Departemen Pekerjaan Umum – Direktorat Jendral Bina Marga, Spesifikasi*. Jakarta.
- Anonim. 2005. *Buku Pedoman Penulisan Tugas Akhir*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Dwi Ariyanto, Nugroho. 2006. *Pemanfaatan Limbah Vulkanisir Ban (Crumb Rubber) Sebagai Modifikasi Bitumen*. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Pramudya Iskandar, Adhe. 2012. *Pengaruh Penambahan Limbah Bubutan Baja Pada Lapis Tipis Campuran Aspal Panas Terhadap Karakteristik Kuat Tarik Tidak Langsung, Kuat Tekan Bebas Dan Permeabilitas*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Rachmayati, Dina. 2010. *Evaluasi Asphalt Properties Campuran Aspal-Crumb Rubber sebagai Alternatif Pengganti Aspal Minyak*. Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Prasetyo, Anang. 2013. *Karakteristik Thin Surfacing Hot Mix Asphalt Ditinjau Dari Nilai Marshall, Kuat Tarik Tidak Langsung, Kuat Tekan Bebas, Dan Permeabilitas*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Sukirman, Silvia. 1993. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Uzarowski, Ludomir. 2005. *Thin Surfacing - Effective Way of Improving Road Safety within Scarce Road Maintenance Budget*. Annual Conference of the Transportation Association of Canada.