

PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN TAMBAH SERBUK KARET BAN PADA CAMPURAN LAPIS ASPAL BETON

Tevit Dwi Septiawan (2110512021)

ABSTRAK

Seiring dengan meningkatnya beban pada perkerasan jalan, maka bahan lapis keras dituntut lebih mampu meneruskan dan menyebarkan beban yang diterima kemudian meneruskannya dan menyebarkan beban tersebut ke lapis yang berada dibawahnya. Salah satu usaha untuk meningkatkan kualitas aspal adalah dengan menambahkan bahan tambah. Tujuan penelitian ini adalah: (1) Untuk mengetahui campuran lapisan aspal beton tanpa penambahan serbuk karet ban ditinjau dari parameter marshall; (2) Untuk mengetahui campuran lapisan aspal beton dengan penambahan serbuk karet ban sebesar 1%, 3%, 5%, 7%, dan 9% ditinjau dari parameter marshall; dan (3) Untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk karet ban sebesar 1%, 3%, 5%, 7%, dan 9% pada campuran lapisan aspal beton ditinjau dari parameter marshall.

Metode penelitian dibagi menjadi tahapan pemilihan bahan, tahapan benda uji, tahapan pengujian benda uji, dan tahapan analisis data. Dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah agregat, aspal penetrasi 60/70, *filler* abu batu, dan serbuk karet ban sebagai bahan tambah. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian agregat, pengujian aspal, dan pengujian parameter marshall.

Hasil dari penelitian menyebutkan bahwa nilai stabilitas, *flow*, *marshall quotient*, VIM, dan VMA penggunaan bahan tambah serbuk karet ban menunjukkan pengaruh nilai yang lebih baik dibandingkan benda uji tanpa menggunakan bahan tambah serbuk karet ban pada campuran lapis aspal beton ditinjau dari parameter marshall. Sedangkan dari hasil uji statistik yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan adalah nilai stabilitas dan *marshall quotient* pada prosentase penambahan serbuk karet ban 7% dan 9%, hal ini menunjukkan bahwa adanya pengaruh penggunaan bahan tambah serbuk karet ban terhadap nilai stabilitas dan *marshall quotient* pada campuran lapis aspal beton ditinjau dari parameter marshall.

Kata kunci : bahan tambah, serbuk karet ban, lapis aspal beton

PENDAHULUAN

Kendaraan bermotor di Indonesia meningkat tiap tahunnya, peningkatan kendaraan bermotor didominasi oleh kendaraan penumpang, truk, bis dan sepeda motor. Pada tahun 2009 jumlah kendaraan bermotor di Indonesia mencapai 67.336.644 unit, kemudian pada tahun 2010 meningkat menjadi 76.907.127 unit (Badan Pusat Statistik Republik Indonesia).

Seiring dengan meningkatnya beban pada perkerasan jalan, maka bahan lapis keras dituntut lebih mampu meneruskan dan menyebarkan beban yang diterima kemudian meneruskannya dan menyebarkan beban tersebut ke lapis yang berada dibawahnya. Salah satu usaha

untuk meningkatkan kualitas aspal adalah dengan menambahkan bahan tambah.

Dengan tambahan bahan *additive* tersebut karakteristik aspal sebagai bahan ikat akan lebih baik, antara lain: (a) viskositas meningkat, (b) tingkat keplastisan meningkat (*rentang antara titik lembek *traas breaking point**), (c) kohesi bitumen meningkat, (d) ketahanan terhadap deformasi permanen meningkat, (e) ketahanan terhadap kelelahan pada suhu rendah meningkat, (f) kerentanan bitumen terhadap panas menurun, dan (g) proses oksidasi bitumen menurun (Suprpto, 2004:22).

Serbuk karet ban merupakan salah satu bahan tambahan yang diharapkan mampu meningkatkan kualitas aspal dalam

memenuhi karakteristik aspal sebagai bahan ikat. Dari uraian tersebut penulis melakukan penelitian lapis permukaan aspal beton yang ditambahkan dengan serbuk karet ban.

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan perbedaan dan pengaruh yang lebih baik antara lapis aspal beton yang menggunakan bahan tambah serbuk karet ban dengan yang tidak menggunakan bahan tambah tersebut.

Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

- 1) Bagaimanakah campuran lapisan aspal beton tanpa penambahan serbuk karet ban ditinjau dari parameter marshall?
- 2) Bagaimanakah campuran lapisan aspal beton dengan penambahan serbuk karet ban sebesar 1%, 3%, 5%, 7% dan 9% ditinjau dari parameter marshall?
- 3) Bagaimanakah pengaruh penambahan serbuk karet ban sebesar 1%, 3%, 5%, 7% dan 9% pada campuran lapisan aspal beton ditinjau dari parameter marshall?

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Untuk mengetahui campuran lapisan aspal beton tanpa penambahan serbuk karet ban ditinjau dari parameter marshall.
- 2) Untuk mengetahui campuran lapisan aspal beton dengan penambahan serbuk karet ban sebesar 1%, 3%, 5%, 7%, dan 9% ditinjau dari parameter marshall.
- 3) Untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk karet ban sebesar 1%, 3%, 5%, 7%, dan 9% pada campuran lapisan aspal beton ditinjau dari parameter marshall.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui pengaruh penambahan bahan tambah serbuk karet ban

terhadap campuran lapisan aspal beton.

- b. Mengetahui cara-cara pengujian campuran lapisan aspal beton dengan parameter marshall.

LANDASAN TEORI

Lapis Aspal Beton

Menurut Sukirman (2007:75) beton aspal adalah jenis perkerasan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Material-material pembentuk beton aspal dicampur di instalasi pencampur pada suhu tertentu, kemudian diangkut ke lokasi, dihamparkan, dan dipadatkan.

Bahan Tambah

Serbuk karet ban merupakan salah satu limbah karet dari sisa bahan yang dihasilkan ban mobil atau truk yang berada di kota Malang. Serbuk karet ban merupakan salah satu bahan tambah yang diharapkan mampu meningkatkan kualitas aspal dalam memenuhi karakteristik aspal sebagai bahan ikat, serta meningkatkan karakteristik pada campuran lapis aspal beton terutama pada stabilitas, fleksibilitas dan durabilitas.

Parameter Marshall

Pengujian yang umum dilakukan untuk menentukan kinerja beton aspal, terlihat bahwa hanya nilai stabilitas dan *flow* yang ditentukan dengan mempergunakan alat marshall, sedangkan parameter lainnya ditentukan melalui penimbangan benda uji dan perhitungan.

Stabilitas

Pengujian nilai stabilitas adalah kemampuan maksimum beton aspal padat menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis (Sukirman, 2007:102).

Kelelahan (*Flow*)

Pengujian kelelahan (*flow*) adalah besarnya perubahan bentuk plastis dari beton aspal padat akibat adanya beban sampai batas keruntuhan (Sukirman, 2007:102).

Void in The Compacted Mixture (VIM)

VIM adalah volume pori yang masih tersisa setelah campuran beton aspal dipadatkan. VIM ini dibutuhkan untuk tempat bergesernya butir-butir agregat, akibat pemadatan tambahan yang terjadi oleh repetisi beban lalu lintas, atau tempat jika aspal menjadi lunak akibat meningkatnya temperatur. VIM yang terlalu besar akan mengakibatkan beton aspal padat berkurang kekedapan airnya, sehingga berakibat meningkatnya proses oksidasi aspal yang dapat mempercepat penuaan aspal dan menurunkan sifat durabilitas beton aspal. VIM yang terlalu kecil akan mengakibatkan perkerasan mengalami *bleeding* jika temperatur meningkat (Sukirman, 2007:80).

Voids in The Mineral Aggregate (VMA)

Menurut Sukirman (2007:85) pori dalam agregrat campuran adalah banyaknya pori atau rongga di antara butir-butir agregrat di dalam beton aspal padat.

Marshall Quotient

Menurut Sukirman (2007:102) *marshall quotient* adalah perbandingan antara nilai stabilitas dan *flow*.

METODE PENELITIAN

Tahap Pemilihan Bahan

Adapun bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain:

Aspal Minyak atau Aspal Keras

Aspal yang digunakan untuk lapis aspal beton dalam penelitian ini adalah aspal keras penetrasi 60/70.

Bahan Tambah

Bahan tambah (*Additive*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk karet ban yang berasal dari limbah atau bahan bekas pakai dari mobil atau truk di Kota Malang. Serbuk karet ban ini haruslah bersih dari kotoran dan lolos saringan gradasi menerus fraksi campuran No.3.

Agregat

Agregat kasar yang digunakan berasal dari Kota Lumajang. Spesifikasi untuk Agregat Kasar dan Halus dan sesuai

dengan spesifikasi rencana yang menggunakan gradasi menerus fraksi campuran No. 3.

Bahan Pengisi (Filler)

Filler haruslah bersih dari kotoran, adapun *filler* yang digunakan dalam penelitian ini adalah abu batu. *Filler* ini didapatkan dari pengayakan agregat (pan).

Benda Uji

Dalam penelitian terdapat dua benda uji yaitu: benda uji dengan kadar aspal sebanyak 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7% tanpa tambahan serbuk karet ban bekas yang digunakan sebagai sampel kontrol dengan kode sample (K), serta benda uji yang ditambahkan serbuk karet ban sebanyak 0%, 1%, 3%, 5%, 7% dan 9% sebagai sampel penelitian dengan kode sample (A). Adapun pelaksanaan penelitian bertempat di laboratorium jalan raya jurusan teknik sipil Universitas Negeri Malang.

Pengujian Benda Uji

- 1) Pengujian Agregrat
- 2) Pengujian Aspal
- 3) Pengujian Marshall

Analisa Data

Langkah-langkah analisa data yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Memasukkan nilai masing-masing benda uji hasil tes marshall, kemudian membuat rata-rata nilai stabilitas, kelelahan/*flow*, VIM, VMA dan *marshall quotient*.
- b. Melakukan uji statistik menggunakan analisis varian satu arah.
- c. Melakukan uji statistik menggunakan analisis anova satu jalur dengan bantuan program SPSS 16.0.
- d. Menarik kesimpulan.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pengujian Agregat

Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar diperoleh hasil

berat jenis bulk agregat kasar adalah 2,60 gr/cm³ dan penyerapan agregat kasar adalah 1,97%. Merujuk pada metode pemeriksaan SNI No: 1737-1989-F penyerapan maksimum yang diijinkan adalah 3% dan berat jenis bulk minimal 2,5 gr/cm³. Berarti hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

Tabel 4.1 Data Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Pengujian	A	B	Rata-Rata	Spesifikasi
1. Berat benda uji	3000	3000		
2. Berat kering oven (Bk)	2983	2953		
3. Berat SSD (Bj)	3034	3019		
4. Berat dalam air (Ba)	1890	1887		
5. Berat Jenis (Bulk) = $\frac{Bk}{\frac{Bj}{Bj-Ba}}$	2,60	2,60	2,60	Min 2,5 gr/cm ³
6. Berat Jenis SSD = $\frac{Bj}{\frac{Bj}{Bj-Ba}}$	2,65	2,66	2,65	
7. Berat Jenis Semu = $\frac{Bk}{\frac{Bk}{Bk-Ba}}$	2,72	2,77	2,74	
8. Penyerapan = $\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\%$	1,70%	2,23%	1,97%	Max 3 %

Pengujian Keausan Agregat Kasar

Hasil pengujian keausan agregat kasar diperoleh nilai keausan agregat sebesar 16,58%. Menurut spesifikasi agregat untuk beton aspal yang merujuk pada metode SNI No: 1737-1989-F keausan agregat maksimum yang diijinkan adalah 40%. Berarti hasil pengujian keausan agregat kasar (*Los Angeles*) telah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

Tabel 4.2 Data Pengujian Keausan Agregat Kasar (*Los Angeles*)

Saringan		Benda Uji I	Benda Uji II	Spesifikasi
Lewat	Lolos	I	II	
76.2 mm (3" mm)	63.5 mm (2 1/2")	-	-	Max 40 %
63.5 mm (2 1/2")	50.8 mm (2")	-	-	
50.8 mm (2")	37.5 mm (1 1/2")	-	-	
37.5 mm (1 1/2")	25.4 mm (1")	-	-	
25.4 mm (1")	19.0 mm (3/4")	-	-	
19.0 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	2500 gr	2500 gr	
12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	2500 gr	2500 gr	
9.5 mm (3/8")	6.3 mm (1/4")	-	-	
6.3 mm (1/4")	4.75 mm (no.4)	-	-	
4.75 mm (no.4)	2.36 mm (no.8)	-	-	
Jumlah berat (a) (jumlah bola adalah 11 buah)		5000 gr	5000 gr	
Berat tertahan saringan No. 12 (b)		4233 gr	4109 gr	
Keausan = $\frac{a-b}{a} \times 100\%$		15,34%	17,82%	
Rata-rata		16,58%		

Pengujian Aspal

Pengujian Berat jenis Aspal

Hasil pengujian berat jenis aspal diperoleh nilai sebesar 1,049. Menurut metode pemeriksaan SNI No: 1737-1989-F tentang spesifikasi aspal untuk campuran beton aspal nilai minimum berat jenis aspal adalah 1 gram/cc, maka hasil pengujian

berat jenis aspal telah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

Benda Uji	I (gram)	II (gram)	Spesifikasi
1. Berat piknometer dengan penutup (A)	23,5	23,1	
2. Berat piknometer berisi air (B)	48,0	47,7	
3. Berat piknometer berisi aspal (C)	44,5	44,6	
4. Berat piknometer berisi aspal dan air (D)	48,8	48,9	
5. Berat jenis = $\frac{(C-A)}{(B-A)-(D-C)}$	1,039 gr/cm ³	1,059 gr/cm ³	
Berat jenis rata-rata	1,049 gr/cm ³		

Pengujian Penetrasi Aspal

Hasil pengujian penetrasi diperoleh nilai sebesar 64,8 mm. Menurut metode pemeriksaan SNI No: 1737-1989-F nilai penetrasi aspal penetrasi 60/70 yang diijinkan adalah 60-70 mm, maka hasil pengujian penetrasi aspal telah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

Benda uji	Sampel I	Sampel II	Sampel III	Spesifikasi
Pengamatan 1	66	67	60	
Pengamatan 2	69	70	69	
Pengamatan 3	60	65	63	
Pengamatan 4	58	60	67	
Pengamatan 5	63	63	72	
Rata-rata	63,2	65	66,2	
Penetrasi	64,8 mm			

Pengujian Titik Lembek Aspal

Hasil pengujian titik lembek aspal untuk campuran beton aspal yang merujuk pada metode SNI No: 1737-1989-F nilai minimum titik lembek aspal penetrasi 60/70 adalah minimum 48°C dan nilai maksimum adalah 58°C. Dari hasil pengujian di dapatkan titik lembek sebesar 50°C, maka hasil pengujian titik lembek telah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

No.	Suhu yang diamati (°C)	Waktu (menit)		Titik lembek (°C)		Spesifikasi
		I (kiri)	II (kanan)	I (kiri)	II (kanan)	
1	5	0	0	-	-	48-58 °C
2	10	3'32"	3'32"	-	-	
3	15	8'05"	8'05"	-	-	
4	20	12'30"	12'30"	-	-	
5	25	17'10"	17'10"	-	-	
6	30	21'39"	21'39"	-	-	
7	35	25'51"	25'51"	-	-	
8	40	29'27"	29'27"	-	-	
9	45	31'50"	31'50"	-	-	
10	50	34'19"	34'19"	Jatuh	-	
11	50	34'40"	34'40"	-	Jatuh	
Rata-rata				50		

Pengujian Daktilitas Aspal

Hasil pengujian daktilitas aspal menurut metode pemeriksaan SNI No: 1737-1989-F nilai daktilitas aspal penetrasi 60/70 yang diijinkan minimum 100 cm, maka hasil pengujian daktilitas telah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan karena dari pengujian didapatkan nilai sebesar 137,2 cm.

Benda Uji	Pembacaan Pengukuran Alat	Spesifikasi
I	140	Min 100
II	134,7	
III	137,1	
Rata-rata	137,2 cm	

Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal

Hasil pengujian titik nyala dan titik bakar aspal diperoleh nilai titik nyala aspal yaitu 325°C dan titik bakar aspal 343°C. Menurut spesifikasi aspal SNI No: 1737-1989-F nilai minimum titik nyala dan titik bakar aspal penetrasi 60/70 adalah 200°C, maka hasil pengujian memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.

No.	Benda Uji		Titik Nyala / Titik Bakar
	Waktu	Suhu °C	
1	0' 00"	100	-
2	1' 36"	120	-
3	2' 57"	140	-
4	6' 01"	160	-
5	8' 18"	180	-
6	10' 12"	200	-
7	11' 30"	220	-
8	14' 18"	240	-
9	17' 14"	260	-
10	20' 54"	280	-
11	22' 58"	300	-
12	24' 15"	320	-
13	24' 31"	325	Titik Nyala
14	27' 01"	340	-
15	27' 29"	343	Titik Bakar

Grafik Pengujian Parameter Marshall Penambahan Serbuk Karet Ban

Grafik Pengujian Stabilitas

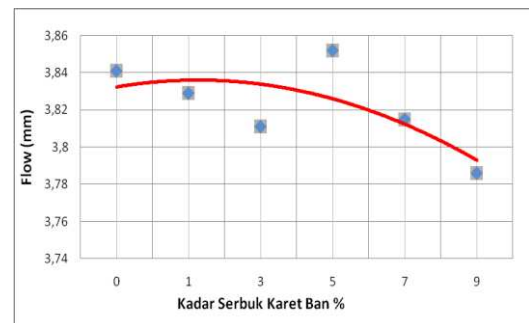
Pengujian nilai stabilitas adalah kemampuan maksimum beton aspal padat menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis. Dari grafik pengujian stabilitas menunjukkan bahwa adanya pengaruh penggunaan serbuk karet ban terhadap kenaikan stabilitas dibandingkan campuran yang tanpa menggunakan bahan tambah serbuk karet ban, dimana nilai terendah stabilitas dari campuran yang menggunakan

serbuk karet ban diperoleh nilai 1314,57 kg dan nilai tertinggi stabilitas yang diperoleh adalah 1414,87 kg.



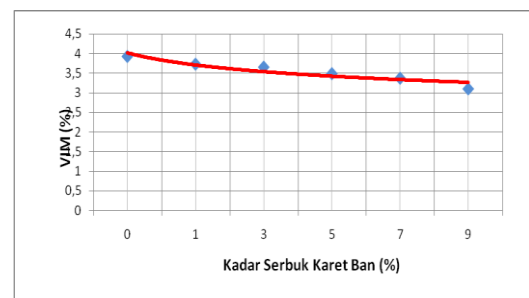
Grafik Pengujian Flow

Dari grafik pengujian flow menunjukkan adanya pengaruh penggunaan bahan tambah serbuk karet ban terhadap nilai flow, yaitu nilai flow naik sampai nilai maksimum dan akan menurun seiring semakin bertambahnya bahan tambah serbuk karet ban.



Grafik Pengujian VIM

Dari grafik pengujian VIM menunjukkan adanya pengaruh penggunaan bahan tambah serbuk karet ban nilai VIM, yaitu nilai VIM akan semakin menurun seiring dengan penambahan bahan tambah serbuk karet ban. Hal ini disebabkan bahan tambah serbuk karet ban telah mengisi rongga-rongga yang ada pada campuran beton aspal.



Grafik Pengujian *Marshall Quotient*

Marshall quotient merupakan hasil bagi dari harga stabilitas dengan *flow*. Dari grafik pengujian diperoleh nilai *marshall quotient* akan meningkat dengan bertambahnya penggunaan bahan tambah serbuk karet ban.



Grafik Pengujian VMA

Dari grafik pengujian VMA menunjukkan adanya pengaruh penggunaan bahan tambah serbuk karet ban nilai VMA, yaitu nilai VMA akan semakin menurun seiring dengan penambahan bahan tambah serbuk karet ban. Hal ini disebabkan bahan tambah serbuk karet ban telah mengisi rongga-rongga antar agregat yang ada pada campuran beton aspal.



Pengujian Hipotesis Menggunakan Analisis Varian Satu Arah Parameter Marshall

Hipotesis Stabilitas

Uji hipotesis menunjukkan bahwa F hitung adalah 4,329 lebih besar dari F tabel yaitu 2,37, dengan demikian hipotesis nihil (H_0) ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa ada perbedaan penggunaan bahan tambah serbuk karet ban terhadap nilai stabilitas ditinjau dari parameter marshall pada lapis aspal beton (Laston).

Hipotesis *Flow*

Uji hipotesis menunjukkan bahwa F hitung adalah 1,955 lebih kecil dari F tabel yaitu 2,37, dengan demikian hipotesis nihil (H_0) diterima. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan penggunaan bahan tambah serbuk karet ban terhadap nilai *flow* ditinjau dari parameter marshall pada lapis aspal beton (Laston).

Hipotesis *Marshall Quotient*

Uji hipotesis menunjukkan bahwa F hitung adalah 4,488 lebih besar dari F tabel yaitu 2,37, dengan demikian hipotesis nihil (H_0) ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa ada perbedaan penggunaan bahan tambah serbuk karet ban terhadap nilai *marshall quotient* ditinjau dari parameter marshall pada lapis aspal beton (Laston).

Hipotesis VIM

Uji hipotesis menunjukkan bahwa F hitung adalah 0,156 lebih kecil dari F tabel yaitu 2,37, dengan demikian hipotesis nihil (H_0) diterima. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan penggunaan bahan tambah serbuk karet ban terhadap nilai VIM ditinjau dari parameter marshall pada lapis aspal beton (Laston).

Hipotesis VMA

Uji hipotesis menunjukkan bahwa F hitung adalah 0,215 lebih kecil dari F tabel yaitu 2,37, dengan demikian hipotesis nihil (H_0) diterima. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan penggunaan bahan tambah serbuk karet ban terhadap nilai VMA ditinjau dari parameter marshall pada lapis aspal beton (Laston).

Pengujian Hipotesis Menggunakan Analisis Anova Satu Jalur *Software SPSS*

16.0 Parameter Marshall

Hipotesis Stabilitas

Uji hipotesis menunjukkan bahwa besarnya nilai probabilitas atau signifikansinya adalah 0,01 lebih kecil dari 0,05, dengan demikian hipotesis nihil (H_0) ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa ada perbedaan penggunaan bahan tambah serbuk karet ban terhadap nilai stabilitas

ditinjau dari parameter marshall pada lapis aspal beton (Laston).

Hipotesis Flow

Uji hipotesis menunjukkan bahwa besarnya nilai probabilitas atau signifikansinya adalah 0,053 lebih besar dari 0,05, dengan demikian hipotesis nihil (H_0) diterima. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan penggunaan bahan tambah serbuk karet ban terhadap nilai *flow* ditinjau dari parameter marshall pada lapis aspal beton (Laston).

Hipotesis Marshall Quotient

Uji hipotesis menunjukkan bahwa besarnya nilai probabilitas atau signifikansinya adalah 0,000 lebih kecil dari 0,05, dengan demikian hipotesis nihil (H_0) ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa ada perbedaan penggunaan bahan tambah serbuk karet ban terhadap nilai *marshall quotient* ditinjau dari parameter marshall pada lapis aspal beton (Laston).

Hipotesis VIM

Uji hipotesis menunjukkan bahwa besarnya nilai probabilitas atau signifikansinya adalah 0,966 lebih besar dari 0,05, dengan demikian hipotesis nihil (H_0) diterima. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan penggunaan bahan tambah serbuk karet ban terhadap nilai VIM ditinjau dari parameter marshall pada lapis aspal beton (Laston).

Hipotesis VMA

Uji hipotesis menunjukkan bahwa besarnya nilai probabilitas atau signifikansinya adalah 0,933 lebih besar dari 0,05, dengan demikian hipotesis nihil (H_0) diterima. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan penggunaan bahan tambah serbuk karet ban terhadap nilai VMA ditinjau dari parameter marshall pada lapis aspal beton (Laston).

PENUTUP

Kesimpulan

Sesuai dengan rumusan masalah dan tujuan penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Pada campuran lapis aspal beton tanpa penambahan serbuk karet ban ditinjau dari parameter marshall didapatkan nilai stabilitas adalah 1309,92 kg, nilai *flow* yang dihasilkan adalah 3,841 mm, nilai VIM adalah 3,93%, nilai *marshall quotient* adalah 341,17 kg/mm, dan nilai VMA adalah 18,05%.
- 2) Pada campuran lapis aspal beton dengan penambahan serbuk karet ban 1%, 3%, 5%, 7%, dan 9% ditinjau dari parameter marshall didapatkan bahwa:
 - a) Nilai stabilitas campuran lapis aspal beton pada kadar serbuk karet ban 1% adalah 1314,57 kg, pada kadar serbuk karet ban 3% adalah 1325,42 kg, pada kadar serbuk karet ban 5% adalah 1347,50 kg, pada kadar serbuk karet ban 7% adalah 1394,01 kg, dan pada kadar serbuk karet ban 9% adalah 1414,87 kg.
 - b) Nilai *flow* campuran lapis aspal beton pada kadar serbuk karet ban 1% nilai *flow* adalah 3,83 mm, pada kadar serbuk karet ban 3% adalah 3,81 mm, pada kadar serbuk karet ban 5% adalah 3,85 mm, pada kadar serbuk karet ban 7% adalah 3,82 mm, dan pada kadar serbuk karet ban 9% adalah 3,79 mm.
 - c) Nilai VIM campuran lapis aspal beton pada kadar serbuk karet ban 1% adalah 3,74%, pada kadar serbuk karet ban 3% adalah 3,66%, pada kadar serbuk karet ban 5% adalah 3,50%, pada kadar serbuk karet ban 7% adalah 3,38%, dan pada untuk kadar serbuk karet ban 9% adalah 3,11%.
 - d) Nilai *marshall quotient* campuran lapis aspal beton pada kadar serbuk karet ban 1% adalah 343,43 kg/mm, pada kadar serbuk karet ban 3% adalah 347,93 kg/mm, pada kadar serbuk karet ban 5% adalah 349,72 kg/mm, pada kadar serbuk karet ban 7% adalah 365,56 kg/mm, dan pada kadar serbuk

karet ban 9% adalah 373,94 kg/mm.

- e) Nilai VMA campuran lapis aspal beton akan semakin menurun dengan bertambahnya prosentase penggunaan serbuk karet ban, yaitu pada kadar serbuk karet ban 1% adalah 18,13%, pada kadar serbuk karet ban 3% adalah 17,93%, pada kadar serbuk karet ban 5% adalah 17,86%, pada kadar serbuk karet ban 7% adalah 17,81%, dan pada kadar serbuk karet ban 9% adalah 17,70%.
- 3) Pengaruh penambahan serbuk karet ban 1%, 3%, 5%, 7%, dan 9% pada campuran ditinjau dari parameter marshall adalah sebagai berikut:
 - a) Seiring dengan bertambahnya prosentase penggunaan bahan tambah serbuk karet ban, maka nilai stabilitas pada campuran lapis aspal beton akan semakin meningkat.
 - b) Nilai *flow* naik sampai nilai maksimum dan akan menurun seiring semakin bertambahnya bahan tambah serbuk karet ban.
 - c) Nilai VIM campuran lapis aspal beton akan semakin menurun dengan bertambahnya prosentase penggunaan serbuk karet ban.
 - d) Seiring dengan bertambahnya prosentase penggunaan bahan tambah serbuk karet ban, maka nilai *marshall quotient* pada campuran lapis aspal beton akan semakin meningkat.
 - e) Nilai VMA campuran lapis aspal beton akan semakin menurun dengan bertambahnya prosentase penggunaan serbuk karet ban.

Saran

1. Agar diperoleh nilai grafik yang lebih akurat dari parameter marshall, disarankan agar pembuatan benda uji lebih dari 10 buah pada setiap kadarnya.
2. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut dengan penggunaan bahan tambah serbuk karet ban dengan prosentase

di atas 9% untuk mengetahui sampai sejauh mana pengaruh penggunaan bahan tambah serbuk karet ban terhadap lapis aspal beton.

3. Bila perlu dilakukan uji di lapangan agar hasil penelitian dapat menghasilkan keakuratan data, sehingga dapat mengetahui sampai sejauh mana bahan tambah serbuk karet ban dapat digunakan pada lapis aspal beton sebagai salah satu konstruksi lapisan permukaan jalan raya.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Republik Indonesia. 2012. *“Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis tahun 1987-2010”*. Online: http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabel=1&dftar=1&id_subyek=17¬ab=12.
- Darunifah, N. 2007. *“Pengaruh Bahan Tambahan Karet Padat Terhadap Karakteristik Campuran Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS - WC)”*. Online: http://eprints.undip.ac.id/18493/1/Nurkhayati_Darunifah.pdf. Diakses pada 2007.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *“Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya/SNI No.1737-1989-F”*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1983. *“Petunjuk Pemeriksaan Lapisan Aspal Beton(Laston) No. 13/PT/B/1983”*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

- Hafizullah, A. 2011. "Jurnal Aspal". Online: <http://ahmadhafizullahrito.nga.blog.usu.ac.id/page/4/>.
- Hartono. 2008. "SPSS 16.0 Analisa Data Statika dan Penelitian". Pekanbaru: Pustaka Pelajar.
- Oglesby, C.H. & Hicks, R.G. 1996. "Teknik Jalan Raya". Jakarta: Erlangga.
- Sugiyono. 1997. "Statistika untuk Penelitian". Bandung: Alfabeta.
- Sugiyanto, G. 2008. "Kajian Karakteristik Campuran Hot Rolled Asphalt Akibat Penambahan Limbah Serbuk Ban Bekas". Online: <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/uaj/article/viewFile/17525/17444>. Diakses pada 2009.
- Sukirman, S. 1992. "Perkerasan Lentur Jalan Raya". Bandung: Nova.
- Sukirman, S. 2007. "Beton Aspal Campuran Panas." Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Suprpto. 2004. "Bahan dan Struktur Jalan Raya". Bandung: KMTS FT UGM.
- Suryadharma, H. & Susanto, B. 2008. "Rekayasa Jalan Raya". Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Tenriajeng, A.T. 2002. "Laston Sebagai Bahan Alternatif Pada Pekerjaan Pelapis Jalan". Online: http://research.mercubuana.ac.id/proceeding/hal_7_sd_13_Laston_Andi_Tenrisukki_T.pdf.
- Tim Penulis PS. 2008. "Panduan Lengkap Karet". Depok: Penebar Swadaya.