PENGARUH KEPADATAN MUTLAK TERHADAP KEKUATAN CAMPURAN ASPAL PADA LAPISAN PERMUKAAN HRS-WC

Januardi[1)]

Abstrak

Dalam Ditjen (2011), khusus pada sifat-sifat campuran perkerasan hanya terdapat standar untuk nilai rongga dalam campuran pada kondisi kepadatan mutlak (*refusal*). Tujuannya untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kepadatan mutlak terhadap kekuatan campuran aspal pada lapisan permukaan HRS-WC, baik menggunakan 2×400 tumbukan maupun dengan alat pemadat getar listrik, dibandingkan dengan kepadatan standar 2×75 tumbukan. Dari penelitian laboratorium dihasilkan bahwa kepadatan mutlak memiliki nilai stabilitas sebesar 1429 kg untuk 2×400 tumbukan, 1423 kg untuk getar dan 1336 kg untuk 2×75 tumbukan. Stabilitas sisa sebesar 97,61% untuk 2×400 tumbukan, 97,20% untuk getar dan 95,10% untuk 2×75 tumbukan. *Flow* sebesar 3,03 mm untuk 2×400 tumbukan, 3,10 mm untuk getar dan 3,70 mm untuk 2×75 tumbukan. KAO (kadar aspal optimum) sebesar 7,05% untuk 2×400 tumbukan, 7,05% untuk getar dan 7,32% untuk 2×75 tumbukan. Kepadatan mutlak memiliki sifat dapat memikul beban lalu lintas yang lebih besar, durabilitasnya lebih baik, tidak mudah retak (nilai *flow* sebesar 3,03% > 3%), masih memungkinkan untuk tambahan pemadatan akibat beban lalu lintas yang berulang terutama kendaraan berat dan masih menyediakan rongga bagi aspal pada saat suhu perkerasan tinggi serta kadar aspal yang digunakan lebih rendah tetapi kekuatan campuran dapat ditingkatkan dibanding kepadatan standar.

Kata-kata kunci: kepadatan mutlak, kekuatan, lapisan HRS-WC

1. PENDAHULUAN

Prasarana jalan di Provinsi Kalimantan Barat pada umumnya menggunakan konstruksi perkerasan lentur. Perkerasan lentur yang biasa dipakai sebagai lapis permukaan antara lain Laston (Lapis Aspal Beton), Lataston (Lapis Tipis Aspal Beton), Lapen (Lapisan Penetrasi Macadam) dan lain sebagainya. Propinsi Kalimantan Barat yang berada pada garis khatulistiwa memiliki iklim tropis.

Provinsi Kalimantan Barat merupakan daerah yang sedang berkembang. Untuk mendukung percepatan perkembangan suatu daerah akan berdampak pada peningkatan pergerakan lalu lintas. Peningkatan lalu lintas ini dapat berupa peningkatan dalam jumlah pergerakan kendaraan maupun peningkatan dalam jenis kendaraan yang digunakan seperti penggunaan truk tiga as sepuluh roda atau yang lebih besar. Kondisi seperti ini setidaknya diiringi dengan peningkatan kualitas jalan yang lebih baik sehingga perkembangan suatu daerah dapat didukung.

Berdasarkan Ditjen (2011), khusus pada sifat-sifat campuran, baik untuk perkerasan Laston maupun Lataston, hanya terdapat standar untuk nilai rongga dalam

1) Alumnus Prodi Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura

campuran atau VIM (*Void in Mix*) yaitu sebesar 2,5% untuk Laston dan 3% untuk Lataston pada kondisi *refusal*, sedangkan untuk nilai stabilitasnya tidak ada standarnya. Berdasarkan hal ini, menarik untuk dilakukan pengujian terhadap kekuatan campuran aspal pada kondisi kepadatan mutlak yang diharapkan dapat melayani lalu lintas berat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kepadatan mutlak (*refusal density*) terhadap kekuatan campuran aspal pada lapisan permukaan HRS-WC, baik menggunakan 2×400 tumbukan maupun dengan alat pemadat getar listrik, dibandingkan dengan kepadatan standar 2×75 tumbukan yang mengacu pada Ditjen (2011).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lataston

Menurut Ditjen (2011), jenis campuran beraspal Lataston yang selanjutnya disebut HRS (*Hot Rolled Sheet*), terdiri dari dua jenis campuran, *HRS-Base* (HRS fondasi) dan HRS-WC (*HRS Wearing Course*/HRS Lapis Aus) dan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm. *HRS-Base* mempunyai proporsi fraksi agregat kasar lebih besar daripada HRS-WC. Untuk mendapatkan hasil yang memuaskan maka campuran harus dirancang sampai memenuhi semua ketentuan yang diberikan dalam spesifikasi. Dua kunci utama adalah:

a) Gradasi yang benar-benar senjang. Agar diperoleh gradasi yang benar-benar senjang maka selalu dilakukan pencampuran pasir halus dengan agregat pecah mesin.

b) Sisa rongga udara pada kepadatan membal (*refusal density*) harus memenuhi ketentuan yang ditunjukkan dalam spesifikasi. Proses pencampuran antara bahan-bahan pembentukan beton, yaitu semen, pasir, kerikil (batu pecah) dan air dalam perbandingan yang baik disebut proses pengadukan beton. Bahan baku yang telah ditakar dicampur dan diaduk sehingga menghasilkan campuran yang seragam.

2.2 Kepadatan Mutlak

Berdasarkan Ditjen Bina Marga (1999), kepadatan mutlak dimaksudkan sebagai kepadatan tertinggi (maksimum) yang dicapai sehingga walaupun dipadatkan terus, campuran tersebut praktis tidak dapat menjadi lebih padat lagi.

Menurut Yamin (2002) dalam Lusyana (2007), kepadatan mutlak (*refusal density*) yaitu usaha pemadatan yang lebih besar sebagai simulasi adanya pemadatan sekunder oleh lalu lintas, hingga benda uji tidak bertambah padat lagi. Setelah beberapa tahun umur rencana, terjadinya deformasi plastis pada lapis campuran beraspal dapat dikurangi.

2.3 Prosedur Perencanaan Kepadatan Mutlak

Prosedur Perencanaan pencampuran aspal dengan pendekatan kepadatan mutlak mengacu pada Ditjen Bina Marga (1999).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium UPMKL (Unit Pengujian Mutu Konstruksi dan Lingkungan) Dinas Pekerjaan Umum Propinsi Kalimantan Barat. Diagram alir penelitian disajikan pada Gambar 1.

Data sekunder diperoleh dari Kusnata (2012) berupa data hasil pengujian agregat, baik kasar maupun halus, *filler*, dan aspal penetrasi 60/70. Data primer yang diperlukan pada saat melakukan penelitian di laboratorium dapat dilihat pada Tabel 1 s.d. Tabel 3. Jumlah sampel

Tabel 1. Jumlah sampel yang dipadatkan dengan alat Marshall 2×75 tumbukan

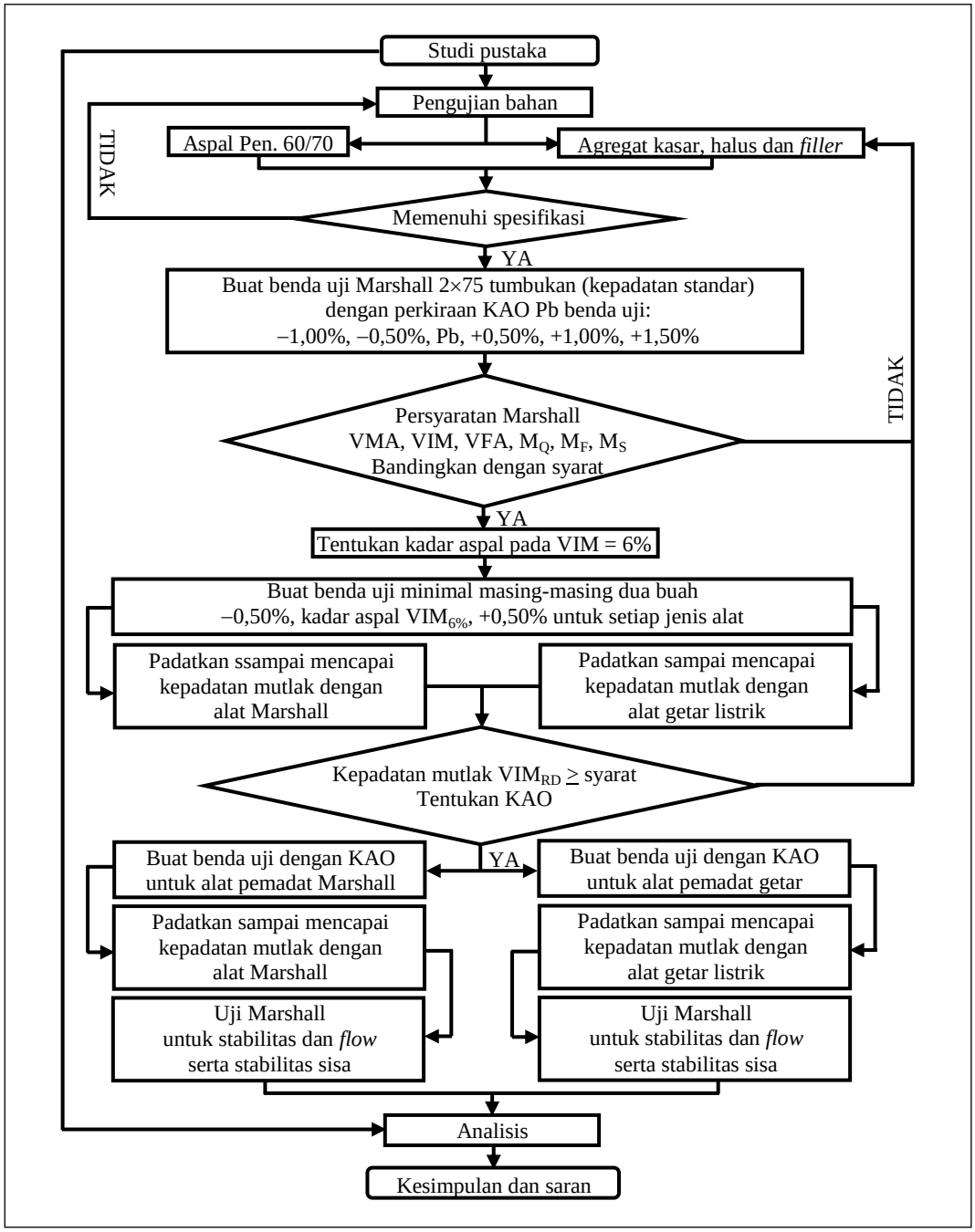
Jenis alat pemadat	Kondisi sampel		Jumlah sampel dengan variasi KA						Jumlah
			–1,0%	–0,5%	KAO Pb%	+0,5%	+1,0%	+1,5%	
Marshall dengan 2×75 tumbukan	Direndam pada suhu ruang selama 24 jam	Direndam pada suhu 60°C ± 1°C selama 30 – 40 menit	1	1	1	1	1	1	6
		Direndam pada suhu 60°C ± 1°C selama 24 jam	1	1	1	1	1	1	6
								Subtotal 1	12

Tabel 2. Jumlah sampel dengan kadar aspal pada $VIM_{6\%}$

Kondisi sampel	Jenis alat pemadat	Jumlah sampel dengan variasi KA			Jumlah
		–0,50%	KA $VIM_{6\%}$	+0,50%	
Direndam pada suhu ruang selama 24 jam	Marshall dengan 2×400 tumbukan	3	3	3	9
	Getar	3	3	3	9
				Subtotal 2	18

Tabel 3. Jumlah sampel dengan kadar aspal pada KAO_{RD}

Jenis alat pemadat	Kondisi sampel		Jumlah sampel dengan KAO_{RD}	Jumlah
Marshall dengan 2×400 tumbukan	Direndam pada suhu ruang selama 24 jam	Direndam pada suhu 60°C ± 1°C selama 30 – 40 menit	3	3
		Direndam pada suhu 60°C ± 1°C selama 24 jam	3	3
Getar	Direndam pada suhu ruang selama 24 jam	Direndam pada suhu 60°C ± 1°C selama 30 – 40 menit	3	3
		Direndam pada suhu 60°C ± 1°C selama 24 jam	3	3
			Subtotal 3	12



Gambar 1. Bagan alir penelitian

dalam penelitian ini berdasarkan data yang diiginkan dengan jumlah total sampel adalah 42 buah.

4. ANALISIS HASIL PENELITIAN

4.1 Proporsi Campuran HRS-WC

Proporsi dari lima fraksi yang digunakan pada pembuatan campuran dapat dilihat pada Tabel 4. Komposisi campuran yang digunakan memenuhi syarat Ditjen (2011) dengan jenis perkerasan HRS-WC senjang dan HRS-WC semisenjang. Komposisi campuran adalah sebagai berikut:

a) Batu pecah 1 – 2 cm : 21,0%
b) Batu pecah 0,5 – 1 cm : 16,0%
c) Abu batu : 39,5%
d) Pasir : 21,5%
e) *Filler* (*Potland Cement*) : 2,0%.

Tabel 4. Proporsi campuran gradasi agregat gabungan

Ukuran saringan		Agregat % lolos					Hasil gradasi campuran (gabungan)	Spesifikasi HRS-WC	
		1 – 2 cm	0,5 – 1 cm	Abu batu	Pasir	*Filler*			
Inc	mm	21,0%	16,0%	39,5%	21,5%	2,0%		Senjang	Semisenjang
¾	19,1	100	100	100	100	100	100	100	100
½	12,7	67,38	97,95	100	100	100	92,82	90 – 100	87 – 100
3/8	9,5	17,35	89,97	100	100	100	81,04	75 – 85	55 – 88
No 8	2,4	0,69	4,14	85,33	99,91	100	57,99	50 – 72	50 – 62
No 30	0,6	0	2,97	35,45	98,85	100	37,73	35 – 60	20 – 45
No 50	0,3	0	2,6	18,59	53,88	100	21,34	–	15 – 35
No 200	0,075	0	0,34	8,06	3,64	98,75	6	6 – 10	6 – 10

Tabel 5. Rekapitulasi hasil pengujian

No	Sifat-sifat campuran	Pengujian					
		2×75 tumbukan		2×400 tumbukan		Getar	
		Spesifikasi	KAO 7,32%	Spesifikasi	KAO 7,05%	Spesifikasi	KAO 7,05%
1	Kepadatan (g/cm^3)	–	2,300	–	2,354	–	2,351
2	VIM (%)	4 – 6	4,89	≥ 3	3,05	≥ 3	3,19
3	Stabilitas (kg)	≥ 800	1336	–	1429	–	1423
4	*Flow* (mm)	≥ 3	3,70	–	3,03	–	3,10
5	MQ (Kg/mm)	≥ 250	363	–	472	–	459
6	VFA (%)	≥ 68	74,0	–	81,8	–	81,1
7	VMA (%)	≥ 18	18,9	–	16,7	–	16,9
8	Stabilitas sisa (kg)	–	1271	–	1395	–	1383
9	Stabilitas sisa (%)	≥ 90	95,10	–	97,61	–	97,20

4.2 Hasil Uji Marshall

4.2.1 Hubungan Kerapatan (*Density*), Volume Rongga dengan Kadar Aspal pada Kondisi Standar dan Kondisi *Refusal Density*

Peningkatan jumlah pemadatan akan mempengaruhi nilai kerapatan dan volume rongga yang ada dalam campuran aspal padat. Semakin besar jumlah pemadatan maka akan diperoleh nilai kerapatan campuran aspal padat semakin tinggi. Hal ini diakibatkan oleh bertambahnya jumlah pemadatan mengakibatkan butir-butir agregat akan bergeser menyesuaikan kedudukannya yang kemudian saling mengisi rongga-rongga di antara butir agregat yang ada. Karena pengaruh pergeseran agregat yang saling mengisi rongga-rongga pada campuran aspal padat sehingga rongga di antara butir agregat yang terisi aspal (VFA) semakin besar dan pergeseran agregat yang saling mengisi rongga-rongga pada campuran aspal padat akan memperkecil nilai volume rongga di antara agregat (VMA). Dengan mengecilnya nilai VMA maka mengakibatkan VIM yang tersisa semakin mengecil seperti yang terlihat pada Tabel 5.

Berdasarkan Tabel 5, pemadatan dengan alat Marshall pada kondisi kepadatan standar menunjukkan bahwa campuran beraspal padat dengan cara ini memiliki sifat kurang kedap terhadap udara dan air, sehingga air dan udara dapat mengoksidasi aspal dalam campuran dan keawetan menjadi berkurang serta dapat mengakibatkan terjadinya retakan. Campuran dengan cara ini juga akan lebih berpotensi terhadap terjadinya *bleeding*. Hal ini diakibatkan oleh banyaknya jumlah kadar aspal yang terdapat dalam campuran, sedangkan pergeseran agregat masih mungkin terjadi apabila terjadi peningkatan beban lalu lintas.

Pemadatan dengan alat Marshall pada kondisi kepadatan mutlak menunjukkan bahwa campuran beraspal padat dengan cara ini memiliki sifat lebih kedap terhadap udara dan air, sehingga air dan udara lebih sulit mengoksidasi aspal dalam campuran dan keawetan menjadi lebih baik serta terjadinya retakan dapat dikurangi. Campuran dengan cara ini juga mengurangi terjadinya *bleeding*. Hal ini diakibatkan oleh lebih sedikitnya jumlah kadar aspal yang terdapat dalam campuran walaupun memiliki nilai VIM yang sangat rendah, tetapi masih berada dalam batas-batas yang memenuhi syarat. Pembebanan yang diberikan pada campuran ini mengalami peningkatan sebesar 533,33% dari kepadatan standar, yaitu dari 150 tumbukan menjadi 800 tumbukan. Apabila terjadi peningkatan beban lalu lintas maka kemungkinan terjadinya pergeseran agregat dapat dikurangi.

Pemadatan dengan alat getar listrik pada kondisi kepadatan mutlak memiliki nilai kepadatan, VFA, VIM, VMA dan KAO mendekati nilai pada pemadatan dengan alat Marshall pada kepadatan mutlak. Artinya, campuran beraspal padat dengan cara ini memiliki sifat mendekati kepadatan mutlak dengan alat Marshall.

4.2.2 Hubungan Stabilitas Marshall, Kelelahan Plastis (*Flow*) dan Hasil Bagi Marshall (*MQ*) dengan Kadar Aspal pada Kondisi Standar dan Kondisi *Refusal Density*

Pengaruh penambahan pemadatan yang dapat meningkatkan nilai kerapatan dan mengecilnya nilai VIM akan menaikkan nilai stabilitas serta mempengaruhi nilai kelelehan plastis. Perubahan nilai stabilitas dan nilai kelelehan plastis juga akan berpengaruh terhadap nilai MQ. Nilai VIM yang minimum juga dapat menunjukkan bahwa campuran aspal padat pada posisi yang paling stabil. Pada nilai stabilitas yang tinggi akan mengakibatkan nilai kelelehan plastis menurun. Turunnya nilai kelelehan plastis menunjukkan bahwa campuran aspal padat mempunyai sifat mengunci (*interlocking*) yang tinggi.

Agregat dalam aspal tidak mudah bergeser dari kedudukannya pada saat perkerasan dibebani lalu lintas. Sedangkan pada campuran aspal padat yang nilai kelelehan plastisnya meningkat menunjukkan bahwa butiran agregatnya semakin mudah bergeser dari kedudukannya. Hal tersebut berarti bahwa sifat mengunci antaragregat rendah sehingga mudah bergeser sewaktu dibebani lalu lintas. Dengan kata lain, nilai stabilitasnya menurun.

Dengan adanya campuran yang mempunyai sifat *interlocking* ini maka campuran tersebut tidak mudah mengalami deformasi vertikal. Penambahan jumlah pemadatan akan mengubah campuran aspal padat semakin rapat sehingga deformasi vertikal atau kelelehan plastis mengecil.

Penurunan nilai MQ menunjukkan campuran cenderung menjadi lembek dan tidak getas apabila campuran beraspal padat mengalami peningkatan jumlah pemadatan akibat beban lalu lintas yang lebih berat. Campuran aspal yang lembek dan tidak getas menyebabkan kemampuan untuk menyesuaikan diri akibat lendutan beban atau fleksibelitas meningkat. Besarnya perubahan nilai stabilitas, kelelehan plastis dan hasil bagi Marshall dapat dilihat pada Tabel 5.

Berdasarkan Tabel 5, pemadatan dengan alat Marshall pada kondisi kepadatan standar menunjukkan bahwa campuran beraspal padat dengan cara ini memiliki sifat kurang stabil, mudah terjadi deformasi, lebih fleksibel dan tidak getas. Sifat yang lebih fleksibel dan tidak getas diakibatkan oleh banyaknya jumlah kadar aspal yang terdapat dalam campuran.

Aspal merupakan bahan pengikat untuk perkerasan fleksibel. Pemadatan dengan alat Marshall pada kondisi kepadatan mutlak menunjukkan bahwa campuran beraspal padat dengan cara ini memiliki sifat lebih stabil, deformasi dapat dikurangi, kurang fleksibel dan lebih getas. Sifat yang kurang fleksibel dan lebih getas diakibatkan oleh lebih sedikitnya jumlah kadar aspal yang terdapat dalam campuran tetapi nilai *flow* yang dimiliki lebih dari 3 mm, sehingga campuran beraspal padat dengan cara pemadatan dengan alat Marshall pada kondisi kepadatan mutlak tidak mudah retak akibat terjadi peningkatan beban

lalu lintas. Pemadatan dengan alat getar listrik pada kondisi kepadatan mutlak memiliki nilai stabilitas, MQ, *flow*, dan KAO mendekati nilai pada pemadatan dengan alat Marshall pada kepadatan mutlak, sehingga campuran beraspal padat dengan cara ini memiliki sifat mendekati kepadatan mutlak dengan alat Marshall.

4.2.3 Hubungan Stabilitas Marshall Sisa dengan Kadar Aspal pada Kondisi Standar dan Kondisi *Refusal Density*

Peningkatan jumlah pemadatan akan mempengaruhi volume rongga udara yang ada dalam campuran aspal padat. Semakin besar jumlah pemadatan maka akan diperoleh nilai VIM semakin kecil. Karena itu, pengaruh air dan udara yang dapat mengoksidasi campuran akan semakin kecil pula sehingga stabilitas perkerasan campuran aspal tidak banyak berubah. Dengan kata lain, dengan peningkatan jumlah pemadatan maka stabilitas sisa campuran aspal padat meningkat sebagaiman yang terlihat pada Tabel 5.

Berdasarkan Tabel 5, pemadatan dengan alat Marshall pada kondisi kepadatan standar menunjukkan bahwa campuran beraspal padat dengan cara ini memiliki sifat kurang kedap terhadap udara dan air, sehingga air dan udara dapat mengoksidasi aspal dalam campuran dan keawetan menjadi berkurang. Dengan banyaknya jumlah kadar aspal dalam campuran, tidak berpengaruh signifikan akibat proses oksidasi/penuaan terhadap aspal lebih mudah terjadi akibat rongga dalam campuran yang besar.

Pemadatan dengan alat Marshall pada kondisi kepadatan mutlak menunjukkan bahwa campuran beraspal padat dengan cara ini memiliki sifat lebih kedap terhadap udara dan air sehingga air dan udara lebih sulit mengoksidasi aspal dalam campuran dan keawetan menjadi lebih baik. Rongga dalam campuran yang kecil dapat mengurangi proses oksidasi/ penuaan terhadap aspal walaupun jumlah kadar aspal dalam campuran lebih sedikit dan terjadinya retakan dapat dikurangi.

Pemadatan dengan alat getar listrik pada kondisi kepadatan mutlak memiliki nilai stabilitas sisa dan KAO mendekati nilai pada pemadatan dengan alat Marshall pada kepadatan mutlak sehingga campuran beraspal padat dengan cara ini memiliki sifat mendekati kepadatan mutlak dengan alat Marshall.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan perhitungan hasil penelitian pengaruh kepadatan mutlak, baik yang menggunakan 2×400 tumbukan maupun dengan alat getar listrik, terhadap campuran aspal pada perkerasan HRS-WC yang dibandingkan dengan kepadatan standar dapat disimpulkan sebagai berikut:

a) Metode pemadatan pada kepadatan mutlak, baik yang menggunakan metode 2×400 tumbukan maupun dengan cara digetar, tidak memiliki

perbedaan yang sangat signifikan sehingga sifat-sifat campuran aspal hampir sama.

b) Sifat-sifat campuran aspal dengan metode kepadatan mutlak dibanding dengan kepadatan standar adalah sebagai berikut:

   1) Memiliki nilai stabilitas yang lebih tinggi sehingga dapat memikul beban yang lebih besar.

   2) Memiliki nilai stabilitas sisa yang lebih tinggi sehingga dari segi durabilitas lebih baik.

   3) Memiliki nilai VIM yang lebih rendah, akan tetapi masih memenuhi syarat yaitu sebesar 3,03% > 3% sehingga tidak mudah retak dan rongga udara yang harus disiapkan untuk memungkinkan tambahan pemadatan akibat beban lalu lintas yang berulang terutama kendaraan berat, serta masih tersedia rongga bagi aspal pada saat suhu perkerasan tinggi.

   4) Memiliki nilai KAO yang lebih rendah, akan tetapi kekuatan campuran dapat ditingkatkan. Hal tersebut dapat ditunjukkan pada nilai stabilitasnya.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut:

a) Untuk menangani lalu lintas yang berat sebaiknya perencanaan menggunakan pendekatan kepadatan mutlak di samping memiliki nilai stabilitas yang lebih baik dan umur perkerasan juga akan lebih baik karena nilai stabilitas sisa yang merupakan ukuran untuk memprediksi nilai keawetan (*durability*) lebih tinggi.

b) Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam mengaplikasikan metode kepadatan mutlak adalah sebagai berikut:

   1) Usahakan menggunakan material yang memiliki nilai abrasi hasil pengujian menggunakan mesin Los Angeles yang lebih rendah atau sama dengan hasil pengujian yaitu sebesar 17,625%. Apabila digunakan nilai abrasi yang lebih besar dikhawatirkan material akan pecah walaupun untuk syarat berdasarkan Ditjen (2011) untuk HRS sebesar 40%. Hal ini akibat adanya peningkatan beban sebesar 5,33 kali dari kepadatan standar.

   2) Untuk mencari nilai VIM ≥ 3% dan rentang kadar aspal optimum mendekati ± 0,3% sangat sulit. Dalam penelitian ini hanya tercapai rentang kadar aspal optimum hanya ± 0,25%. Untuk menangguli kondisi seperti ini perlu pengaturan penggunaan gradasi agregat kasar yang lebih banyak dan mengurangi penggunaan agregat halus tetapi harus masih memenuhi syarat dari spesifikasi perkerasan yang ditentukan.

c) Untuk penelitian lebih lanjut, disarankan kepada yang berminat melanjutkan penelitian ini terhadap hal-hal sebagai berikut:

   1) Pengujian WTM (*Whell Tracking Machine*) yang berfungsi untuk

mengetahui kemampuan campuran HRS-WC terhadap nilai stabilitas dinamis yang dinyatakan dengan lintasan/mm.

2) Aspal yang digunakan harus ditambah dengan bahan aditif kelekatan dan anti-pengelupasan (*anti-striping agent*) sesuai Ditjen (2011). Dalam penelitian ini tidak digunakan bahan tersebut.

3) Dalam mengoptimalkan penggunaan alat pemadat getar listrik sebagai alat dalam pembuatan JMF (*Job Mix Formula*) maka dapat dilakukan penelitian variasi waktu getar terhadap 2×75 tumbukan pada alat pemadat Marshall sehingga diperoleh nilai konversinya.

Daftar Pustaka

Direktorat Jenderal Bina Marga. 1999. *Pedoman Teknik Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak*. Jakarta: PT. Medisa (PT. Mediatama Saptakarya).

Direktorat Jenderal Bina Marga. 2011. *Spesifikasi Umum 2010 Divisi 6 Seksi 6.3. Campuran Beraspal Panas*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

Kusnata. 2012. *Perubahan Karakteristik Campuran Aspal Akibat Penggunaan Retona Blend 55 Pada Jenis Perkerasan Lataston (HRS–WC)*. Skripsi. Pontianak: Universitas Tanjungpura.

Lusyana. 2007. "Kajian Deformasi dan Stabilitas Dinamis Campuran Lataston Lapis Aus (HRS–WC) Yang Mengandung Asbuton Lawele". *Jurnal Ilmiah Poly Rekayasa*. Politeknik Negeri Padang. Vol 2(2), hlm. 53-62.