

KAJIAN LABORATORIUM PARAMETER MARSHALL DENGAN PASIR PANTAI CARITA SEBAGAI AGREGAT HALUS DALAM HRS-WC

Ayu Nastiti, Tri Mulyono, Adhi Purnomo

Abstrak

Indonesia sebagai negara dengan garis pantai terpanjang nomor 4 di dunia yaitu 106.000 km memiliki potensi luas lahan pasir pantai sebesar 1.060.000 hektar. Berdasarkan kajian dan penelitian, pemanfaatan secara ekonomis pasir pantai belum optimal dalam bidang konstruksi termasuk lapis perkerasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai parameter Marshall dalam HRS-WC yang menggunakan pasir pantai sebagai agregat halusnya. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium Jalan Balai Irigasi Bekasi

Data agregat halus dari Pasir Pantai Carita yang diambil pada jarak 30 meter dari bibir pantai saat ketinggian muka air laut rendah. Penelitian menggunakan 5 variasi kadar aspal yaitu 2%; 3%; 4%; 5%; dan 6% dengan sampel uji masing-masing kadar sebanyak 6 (enam) buah. Dengan perlakuan yang sama menghasilkan (1) kadar aspal optimum sebesar 3 % dengan nilai stabilitas 110,39 kg, nilai kelelehan 2,9 mm, nilai VMA 15,53 %, nilai VFB 53,12 %, nilai VIM 7,28 %, nilai MQ 383,06 kg/mm, dan kepadatan 2,95 gr/cc; (2) Parameter marshall yang didapatkan dengan menggunakan pasir pantai memenuhi Spesifikasi Umum 2011-DPU kecuali nilai VMA. Nilai VMA akan memenuhi persyaratan jika dipakai kadar aspal 8% (hasil perpanjangan persamaan hubungan kadar aspal dan VMA untuk $VMA > 18\%$ dicapai dengan Kadar Aspal 8%); (3) Hubungan antara kadar aspal dengan Flow, VMA, VFB, dan kepadatan membentuk kecenderungan positif secara linier atau dengan kenaikan kadar aspal akan meningkatkan nilai Flow, VMA, VFB, dan kepadatan serta sebaliknya, akan menurunkan nilai VIM secara linier dan MQ secara polinomial. Meningkatnya kepadatan secara linier akan meningkatkan VMA dan VFB serta menurunkan VIM. Berdasarkan hasil ini dapat dinyatakan (1) Pasir Pantai Carita tidak dapat dimanfaatkan sebagai agregat halus pada HRS-WC pada lalu-lintas sedang karena nilai VMA tidak memenuhi persyaratan; (2) Pasir Pantai Carita kemungkinan dapat digunakan sebagai agregat halus pada campuran HRS-WC dengan kadar sekitar 8% untuk lalu lintas sedang; (3) Pasir pantai Carita sebaiknya digunakan untuk HRS-WC dengan lalu lintas ringan.

Kata kunci: Pasir Pantai Carita, HRS-WC, Parameter Marshall

<p><i>Ayu Nastiti</i> Alumni Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, 13220</p>	<p><i>Ir. Tri Mulyono, MT</i> Staff Pengajaran Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, 13220 email: trimulyono@unj.ac.id</p>	<p><i>Adhi Purnomo, MT</i> Staff Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, 13220 email: adhipurnomo@unj.ac.id</p>
---	---	---

PENDAHULUAN

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu-lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (Peraturan Pemerintah No. 34 Tahun 2006). Pada tahun 2012 panjang jalan yang ada di Indonesia mencapai 501.969 km yang terdiri dari 285.252 km jalan aspal dan 216.717 jalan non aspal, dan terbagi menjadi 38.570 km jalan negara, 53.642 km jalan provinsi, dan 409.757 km jalan kabupaten / kota (BPS, 2012).

Indonesia mengenal dua jenis konstruksi lapisan perkerasan jalan yaitu perkerasan kaku yang dibuat dari beton semen dan perkerasan lentur yang dibuat dari campuran aspal dan agregat. Perkerasan lentur ada yang bersifat struktural seperti Lapen, Lasbutag, Laston dan non struktural seperti Burtu, Burda, Latasir, Buras, Latasbum, dan HRS-WC.

Lapis Tipis Aspal Beton (HRS-WC), terdiri dari dua jenis campuran yaitu HRS Fondasi (*HRS-Base*) dan HRS Lapis Aus (HRS-WC). Ukuran maksimum agregat untuk masing-masing campuran adalah 19 mm. *HRS-Base* mempunyai proporsi fraksi agregat kasar lebih besar daripada HRS – WC (DPU, 2010). HRS-WC merupakan lapisan penutup yang terdiri dari campuran agregat bergradasi timpang, *filler* dan aspal keras dengan perbandingan tertentu yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas dengan ketebalan padat antara 2,5-3,0 cm. HRS-WC sebaiknya digunakan pada jalan dengan lalu lintas ringan sampai sedang (<1.000.000 SST) (Depkimpraswil)

Pada umumnya, agregat halus yang digunakan dalam campuran beton aspal adalah agregat alam dan agregat buatan. Agregat alam merupakan agregat halus dengan tekstur tajam, berupa pasir sungai, pasir gunung, atau pasir laut dengan berat jenis minimal 2,5 gr/cc.

Dalam perencanaan infrastruktur konstruksi perkerasan jalan, pengambilan keputusan dalam pemilihan jenis perkerasan jalan tidak cukup hanya mempertimbangkan parameter perencanaan konstruksi perkerasan jalan. Tetapi juga harus mempertimbangkan faktor lain seperti pemilihan material yang menyangkut pada ketersediaan material dan dana agar didapat hasil yang sesuai dengan kebutuhan.

Indonesia sebagai negara kepulauan dengan panjang garis pantai 106.000 km, dan potensi luas lahan pasir pantai sebesar 1.060.000 ha (BBPP Lembang, 2011). Data lainnya pada tahun 2013, Badan Informasi Geospasial menyebutkan bahwa panjang garis pantai Indonesia

mencapai 99.000 km (*National Geographic Indonesia*, 2013). Dengan panjang pantai nomor 4 di dunia (Departemen Kelautan Indonesia), pemanfaatan secara ekonomis pasir pantai belum optimal karena penggunaan batuan atau material konstruksi sampai saat ini lebih banyak menggunakan batuan vulkanik (pasir gunung atau pasir kali).

Salah satu pantai yang berada di Indonesia adalah Pantai Carita, pantai ini terbentang sepanjang Teluk Carita, biasa dimanfaatkan sebagai tempat pariwisata. Pasir yang terdapat pada Pantai Carita pun berbeda-beda, ada pasir yang berwarna putih dan ada yang berwarna hitam, teksturnya cenderung lebih halus dari pasir sungai. Dengan penelitian lebih lanjut pasir Pantai Carita memungkinkan untuk dipakai pada campuran HRS-WC. Sebagai pasir pantai yang berada dekat dengan laut maka terdapat kemungkinan bahwa pasir pantai memiliki kadar garam, batasan maksimum kandungan garam CaCl (*Calcium Chloride*) dari agregat laut sebesar 1% dari berat semen yang digunakan (SNI-2847-2013).

Penggunaan aspal sebagai lapis perkerasan ditentukan dari kelas jalan dan lalu-lintas harian rata-rata. AC (*asphalt cement*) dengan penetrasi rendah dipakai untuk daerah yang memiliki cuaca panas atau volume lalu-lintas tinggi, sedangkan AC dengan penetrasi tinggi dipakai untuk daerah dingin atau volume lalu-lintas rendah (Departemen Perhubungan, 2013).

Berdasarkan penelitian Kusharto (2004) dan Suparto (2008), pasir pantai yang digunakan memenuhi persyaratan sebagai bahan untuk lapis perkerasan. Hasil penelitian pasir dari pantai yang berbeda menghasilkan parameter marshall yang berbeda pula, hasil penelitian terkait dengan perkerasan HRS-WC atau berdasarkan jenis lapis perkerasan lainnya untuk lalu-lintas ringan atau lainnya yang menggunakan material pasir pantai dengan menggunakan metode uji *Marshall* untuk melihat parameternya seperti stabilitas, densitas, kelelahan, *Marshall quotient*, rongga terisi aspal, rongga dalam campuran, dan rongga antara mineral agregat belum banyak dilakukan di Indonesia. Pasir pantai yang mengandung Fe sebesar 40% - 50% yang digunakan sebagai agregat halus pada lapis perkerasan aspal beton menghasilkan nilai stabilitas dan flow yang lebih tinggi dari campuran dengan agregat halus pasir sungai (Krisbiyanto, 2014).

METODA

Uji Marshall akan dilaksanakan di Laboratorium Jalan Balai Irigasi yang terletak di Jl. Cut Mutiah Bekasi, sedangkan pasir pantai diambil dari Pantai Carita di Kabupaten Pandeglang Provinsi Banten. Waktu penelitian dilakukan di bulan Desember 2014 s/d Februari 2015.

Metode yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter cetakan 10,16 cm dan tinggi 7,62 cm yang menggunakan agregat halus pasir pantai dari Pantai Carita di Kabupaten Pandeglang Provinsi Banten dengan jarak pengambilan pasir 30 meter dari bibir pantai saat surut air laut (siang hari) sebagai pengganti seluruh pasir kali.

Variabel-variabel pada penelitian ini, yaitu:

1. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pasir Pantai Carita di Kabupaten Pandeglang Provinsi Banten.
2. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah Parameter *Marshall*.

Pengambilan sampel dalam populasi dilakukan dengan teknik acak (*random*) dan *stratified*. Populasi dalam penelitian ini adalah benda uji yang menggunakan pasir pantai sebagai pengganti seluruh pasir kali yang pasir pantainya itu sendiri berasal dari Pantai Carita yang diambil pada jarak 30 m dari garis bibir pantai saat surut. Kedalaman pengambilan pasir Pantai Carita ± 20 cm dan lebar ± 50 cm dari batas yang ditentukan.

Sampel yang akan diuji dalam penelitian berjumlah 30 sampel yang dibuat dengan bahan pasir pantai yang diambil secara acak. Sampel merupakan keseluruhan dalam populasi yang akan diuji parameter *Marshall* nya. Dimana jumlah sampel minimal yang dipakai sesuai dengan RSNI M-01 2003 tentang Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas dengan Alat *Marshall*.

Tabel 1. Jumlah Benda Uji

Kadar Aspal	Jumlah Benda Uji (buah)	
	Agregat Halus Dengan Pasir Pantai Carita	
	Pantai Jarak 30meter	
2 %	6	
3 %	6	
4 %	6	
5 %	6	
6 %	6	
Jumlah	30	

Data yang dihasilkan dalam pengujian ini adalah nilai slump, berat isi, dan nilai kuat tekan beton. Dalam penelitian ini, instrumen yang digunakan adalah seperangkat alat pengujian slump,

timbangan, mesin uji kuat tekan (*Electric Hydraulic Pump*), serta tabel atau daftar isian untuk mengumpulkan data benda uji.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen, kerikil, pasir kali, pasir pantai, dan air. Alat-alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah seperangkat gelas ukur, skop, oven, timbangan konvensional, timbangan digital, plastik, sarung tangan, ember, masker, laptop, dan alat tulis lainnya.

Pemilihan bahan baku merupakan langkah awal yang perlu diperhatikan, karena akan mempengaruhi mutu aspal beton yang dihasilkan. Perhitungan dan penakaran bahan baku harus dilakukan seakurat mungkin, sesuai dengan perhitungan rancangan kekuatan yang diinginkan. Langkah selanjutnya adalah proses pencampuran bahan baku yang dilakukan dengan memasukkan agregat kasar, agregat halus, *filler* dan aspal ke dalam mixer, lalu dimasukkan ke dalam cetakan dan dipadatkan dengan 75 kali tumbukan masing-masing sisi lalu diamankan selama satu hari. Setelah itu, dilakukan pengujian *Marshall* yang diawali dengan merendam benda uji ke dalam air dengan suhu 60°C selama 30-40 menit lalu masukkan benda uji ke dalam alat *Marshall*.

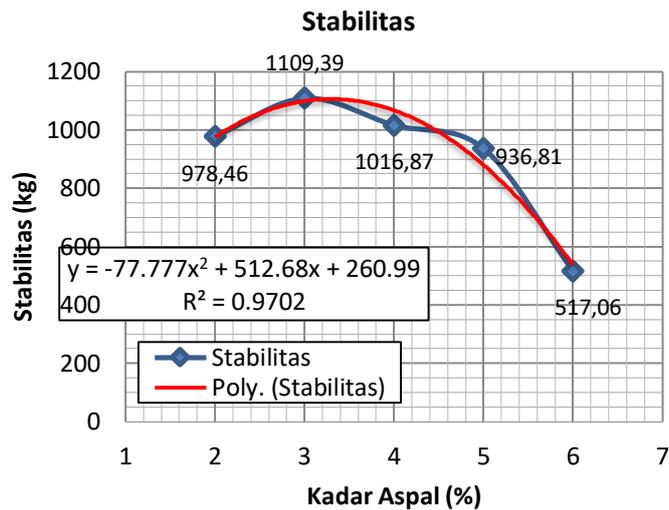
Data yang dihasilkan berupa nilai stabilitas dan flow, selanjutnya dapat dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai parameter *Marshall* yang lainnya seperti, VMA, VIM, VFB, MQ, dan kepadatan lalu dijelaskan secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian *Marshall* dilakukan untuk mencari parameter *Marshall* pada kondisi standar lalu-lintas berat yaitu 2 x 75 tumbukan. Disiapkan masing-masing 6 benda uji untuk tiap-tiap kadar aspal yaitu 2%, 3%, 4%, 5%, dan 6%. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut:

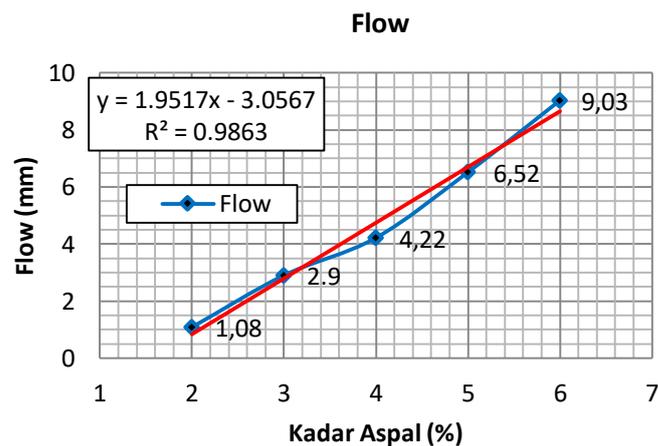
Tabel 2. Hasil Pengujian Marshall

No	Karakteristik	Syarat	% Kadar Aspal Terhadap Total Agregat				
			2	3	4	5	6
1	Stabilitas (kg)	Min 800	978,47	1109,39	1016,87	936,81	517,06
2	Kelelehan (mm)	Min 3	1,08	2,9	4,21	6,51	9,03
3	MQ (kg/mm)	Min 250	912,40	383,06	241,30	143,84	57,25
4	Kepadatan	-	2,94	2,94	2,96	2,97	2,99
5	VMA (%)	Min 18	14,92	15,53	15,89	16,49	16,76
6	VFB (%)	Min 68	37,11	53,12	68,9	82,35	96,97
7	VIM (%)	4-6	9,38	7,28	4,94	2,91	0,50



Gambar 1. Hubungan Stabilitas Dengan Kadar Aspal

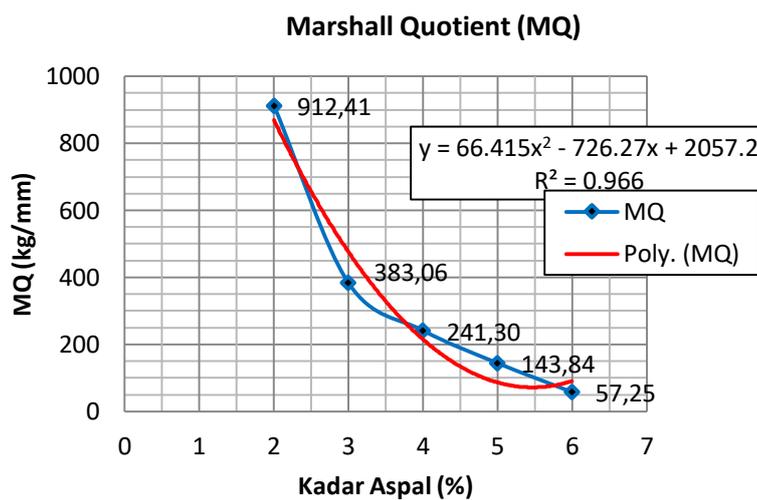
Dari Gambar 1 di atas terlihat bahwa nilai stabilitas yang memenuhi persyaratan lalu-lintas berat berada pada kadar 2%-4%. Pada kadar 2% nilai stabilitas naik sampai kadar aspal 3%. Selanjutnya stabilitas turun yang menunjukkan bahwa lapisan aspal yang menyelimuti agregat terlalu tebal, sehingga stabilitas menjadi turun.



Gambar 2. Hubungan Antara Flow Dengan Kadar Aspal

Dari Gambar 2 di atas dapat terlihat bahwa nilai *flow* yang sesuai dengan spesifikasi lalu-lintas berat terdapat pada kadar di atas 3%. Dengan penambahan kadar aspal maka nilai *flow* juga naik, hal ini disebabkan dengan bertambahnya aspal maka campuran akan semakin plastis.

Dari Gambar 2 hubungan antara *flow* dengan kadar aspal dinyatakan dengan persamaan, $Flow = 1,9517 KA - 3,0567$, dengan *Flow* dalam mm dan KA yaitu kadar aspal dalam % (persen), menunjukkan bahwa kenaikan nilai *flow* untuk setiap kenaikan 1 (satu) persen kadar aspal akan meningkatkan nilai *flow* sebesar 1,9517 mm ~ 2 mm. Kekuatan hubungan persamaan tersebut sebesar 0,986.

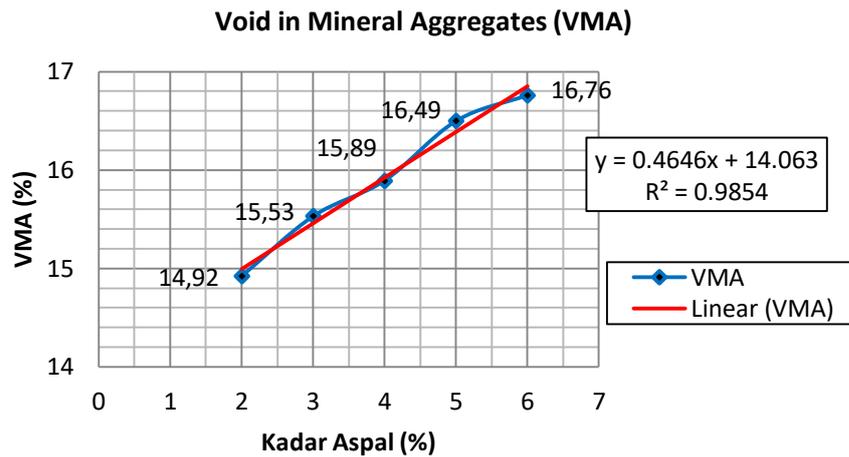


Gambar 3. Hubungan Marshall Quotient dengan Kadar Aspal

Hubungan antara kadar aspal dengan nilai MQ menghasilkan hubungan polinomial yang dinyatakan dalam persamaan:

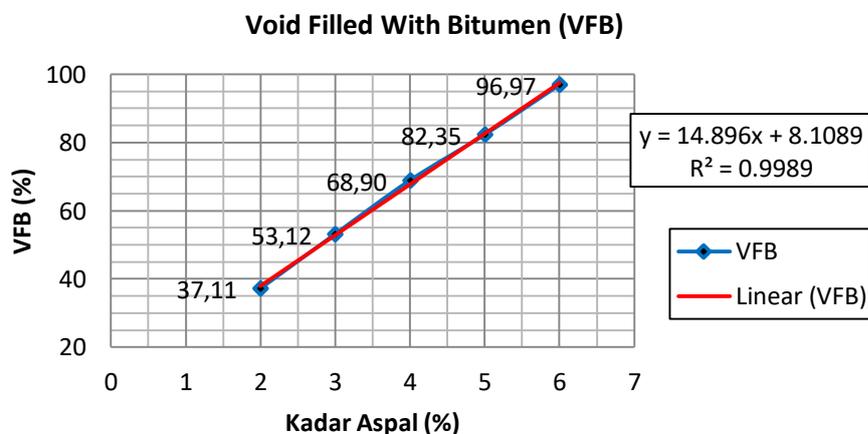
$$MQ = 66,415(KA)^2 - 726,27 (KA) + 2057,2$$

Nilai MQ dalam kg/mm dan KA yaitu kadar aspal dalam % (persen), menunjukkan bahwa setiap penambahan kadar aspal sebesar satu persen akan menurunkan nilai rata-rata MQ sebesar 327,8 kg/mm sampai dengan kadar aspal 5% dan nilai MQ akan konstan jika kadar aspal lebih besar dari 5%. Kekuatan hubungan antara kadar aspal dengan MQ sebesar 0,966



Gambar 4. Hubungan VMA dengan Kadar Aspal

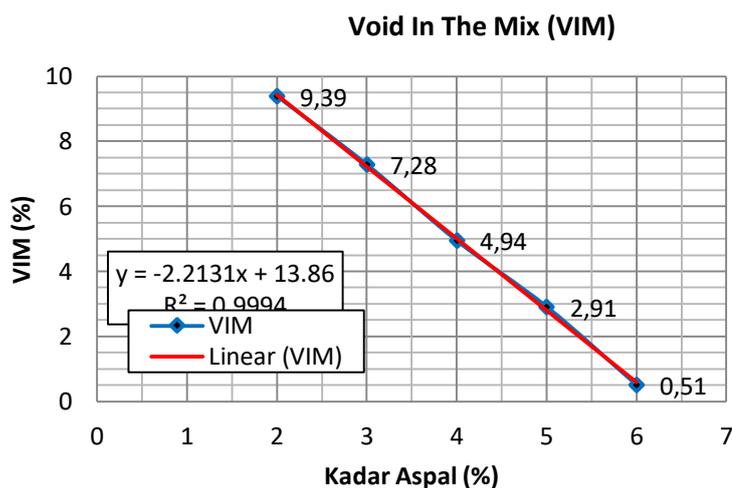
Dari Gambar 4 di atas terlihat bahwa semakin bertambahnya aspal, nilai VMA semakin besar, karena rongga yang terisi aspal semakin banyak. Nilai VMA yang memenuhi syarat untuk lalu-lintas berat yaitu lebih dari 18% tidak terdapat pada kadar aspal antara 2% sampai 6% pada penelitian ini. Dari Gambar 4, hubungan antara kadar aspal dengan VMA dalam persen dinyatakan dalam $VMA = 0,4646 (KA) + 14,063$ dengan kekuatan hubungan sebesar 0,9854. Berdasarkan persamaan tersebut setiap kenaikan kadar aspal sebesar satu persen akan meningkatkan VMA sebesar 0,4646%. Untuk memenuhi persyaratan lalu-lintas berat dengan $VMA > 18\%$ didapatkan dari persamaan tersebut pada kadar aspal lebih dari 8%.



Gambar 5. Hubungan VFB dengan Kadar Aspal

Dari Gambar 5 di atas dapat dilihat bahwa nilai VFB naik seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Nilai VFB yang memenuhi syarat lalu-lintas ringan yaitu lebih dari 68% terdapat pada kadar di atas 4%.

Hubungan antara VFB dengan kadar aspal dinyatakan dalam persamaan $VFB = 14,896 (KA) + 8,1089$, dengan kekuatan hubungan sebesar 0,9989 menunjukkan bahwa dengan kenaikan satu persen kadar aspal akan meningkatkan 14,896% nilai VFB.



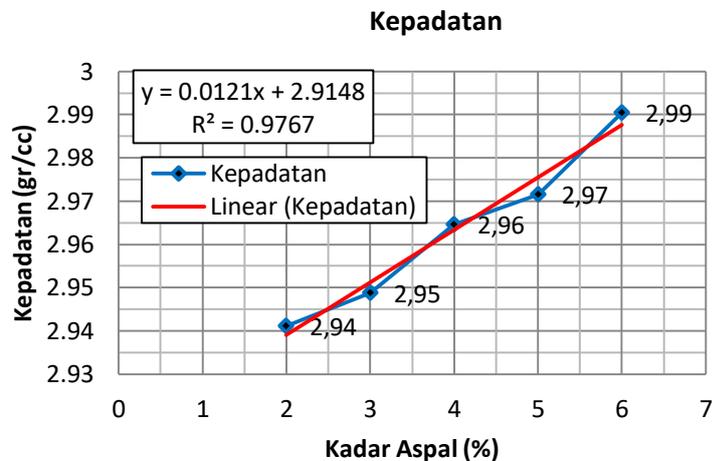
Gambar 6. Hubungan VIM dengan Kadar Aspal

Hubungan antara VIM dengan kadar aspal dinyatakan dalam persamaan $VIM = -2,2131 (KA) + 13,86$, dengan kekuatan hubungan sebesar 0,9994 menunjukkan bahwa dengan kenaikan satu persen kadar aspal akan menurunkan 2,2% nilai VIM, dan untuk kadar aspal lebih dari 7% nilai VIM akan menjadi 0 "Nol".

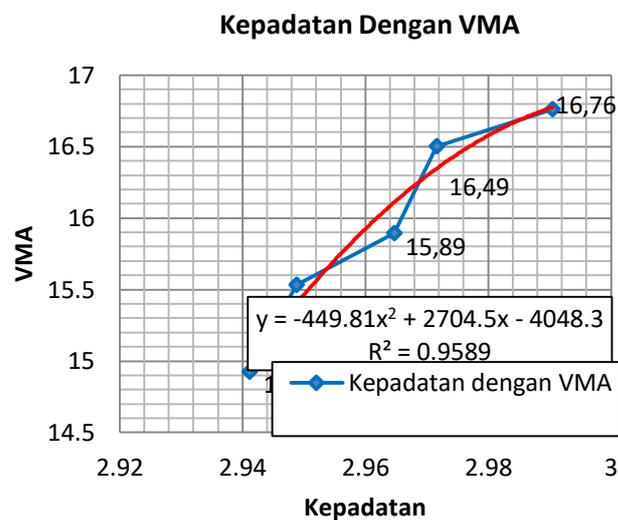
Seperti terlihat pada Gambar 7, semakin tinggi kadar aspal semakin rapat campurannya. Hal ini disebabkan karena setiap penambahan kadar aspal, rongga dalam campuran masih dapat terisi oleh aspal sehingga rongga dalam campuran semakin sedikit yang mengakibatkan campuran menjadi semakin rapat. Dalam spesifikasi tidak disebutkan persyaratan khusus mengenai tingkat kepadatan.

Hubungan antara kepadatan (disimbolkan $D = Density$) dengan kadar aspal dinyatakan dalam persamaan $D = 0,0121 (KA) + 2,9148$, dengan kekuatan hubungan sebesar 0,9767

menunjukkan bahwa dengan kenaikan satu persen kadar aspal akan meningkatkan kepadatan sebesar nilai 0,0121.



Gambar 7. Hubungan Kepadatan dengan Kadar Aspal



Gambar 8. Hubungan Kepadatan dengan VMA

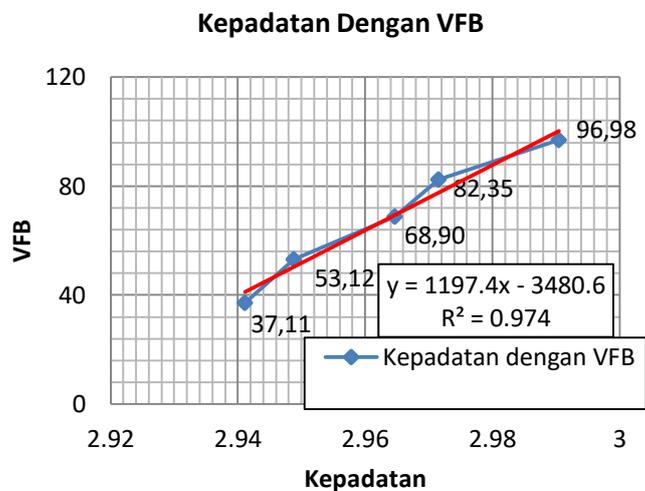
Dari Gambar 8, terlihat bahwa semakin padat benda uji maka rongga antar butir agregat semakin besar, hal ini dikarenakan kepadatan bertambah seiring kadar aspal meningkat sehingga rongga di antara agregat semakin banyak yang dibuktikan dengan meningkatnya rongga terisi

aspal pada gambar 9. Hubungan antara kepadatan (D) dengan VMA dan VFB dinyatakan dalam persamaan:

$$\text{VMA} = -449,8 (D)^2 + 2704 (D) - 4048$$

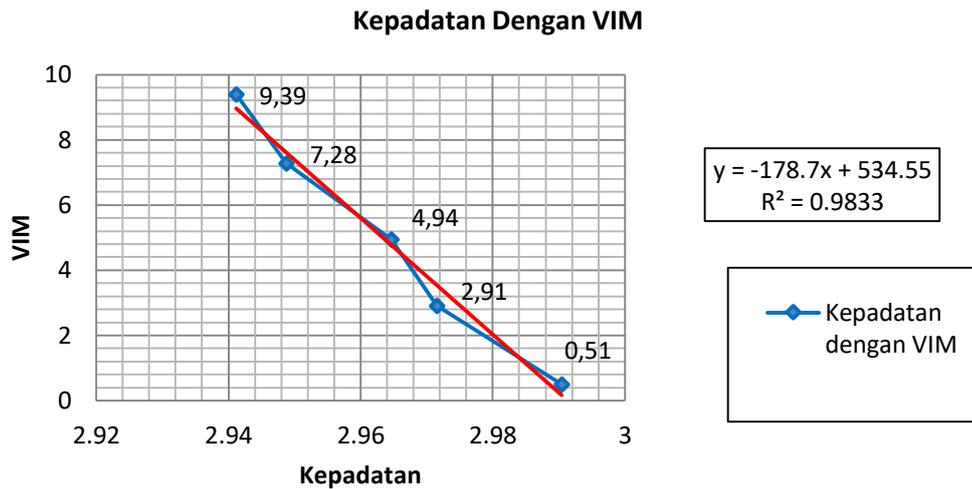
$$\text{VFB} = 1197 (D) - 3480$$

Dari kedua persamaan tersebut menunjukkan bahwa dengan naiknya kepadatan sebesar 0,01 (dalam satuan kepadatan) akan meningkatkan VMA sebesar 0,546 dan VFB sebesar 11,97. Kenaikan nilai kepadatan sebesar 0,01 diikuti dengan penurunan VIM sebesar 1,787 sampai dengan nilai kepadatan lebih dari 3, maka VIM mendekati nol (gambar 10). Kekuatan hubungan antara kepadatan dengan VIM sebesar 0,983 dalam persamaan $\text{VIM} = -178,7 (D) + 534,5$.



Gambar 9. Hubungan Kepadatan dengan VFB

Berdasarkan Gambar 10, terlihat bahwa nilai VIM semakin berkurang, hal ini disebabkan dengan bertambahnya kadar aspal, maka jumlah aspal yang dapat mengisi rongga antar butiran agregat semakin bertambah, sehingga benda uji semakin padat dan volume rongga dalam campuran semakin berkurang karena terisi aspal.



Gambar 10. Hubungan Kepadatan dengan VIM

KESIMPULAN

Penelitian yang dilakukan untuk konstruksi lapisan jalan raya, yaitu jenis lapis tipis aspal beton (HRS-WC-*wearing course*) dengan menggunakan pasir pantai Carita dengan unsur dominan (Fe) sebesar 52,2% sebagai bahan agregat halus yang dikaji terhadap parameter *Marshall* dengan kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai stabilitas, kelelahan (*flow*), *Marshall quotient* (MQ), VFB, VIM, dan kepadatan memenuhi persyaratan parameter marshall untuk lalu-lintas berat berdasarkan SNI 06-2489-1991.
2. Nilai VMA tidak memenuhi persyaratan parameter marshall untuk lalu-lintas berat (Hasil perpanjang persamaan hubungan kadar aspal dan VMA untuk VMA >18% dicapai dengan Kadar Aspal 8%), tetapi memenuhi persyaratan parameter marshall untuk lalu-lintas ringan.
3. Kadar aspal optimum didapatkan sebesar 3% berdasarkan nilai hubungan stabilitas dengan kadar aspal.
4. Hubungan antara kadar aspal dengan parameter Marshall yaitu Flow, VMA, VFB, dan kepadatan membentuk kecenderungan positif secara linier atau
5. dengan kenaikan kadar aspal akan meningkatkan nilai Flow, VMA, VFB, dan kepadatan serta sebaliknya, akan menurunkan nilai VIM secara linier dan MQ secara polinomial. Meningkatnya kepadatan secara linier akan meningkatkan VMA dan VFB serta menurunkan VIM.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO T 2-91, (2010), *Sampling of Aggregates AASHTO T 248, Reducing Samples of Aggregate to Testing Size*. Washington, DC 20001-USA: American Association of State and Highway Transportation Officials.
- AASHTO T-27-11, (2012), *Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregate*, Washington, DC 20001-USA: American Association of State and Highway Transportation Officials.
- AASHTO T 176-08, (2013), *Standard Method of Test for Plastic Fines in Graded Aggregates and Soils by Use of the Sand Equivalent Test*, Washington, DC 20001- USA: American Association of State and Highway Transportation Officials.
- AETN, (2014), *Biographies: Thomas Telford*, Dipetik 11 3, 2014, dari AETN UK: <http://www.history.co.uk/biographies/thomas-telford>
- ASCE, (2014), McAdam, John Loudon, Dipetik 11 3, 2014, dari American Society of Civil Engineers: <http://www.asce.org/People-and-Projects/People/Bios/McAdam,-John-Loudon/>
- Asphalt-Guide, (2014), *Asphalt History*, Dipetik 11 3, 2014, dari Asphalt-Guide: <http://www.asphalt-guide.com/asphalt-history.html>
- Departemen Kelautan Indonesia, (t.thn.), *Garis Pantai Indonesia Terpanjang ke Empat*, Dipetik Januari 20, 2015, dari Departemen Kelautan Indonesia: <http://www.dekin.kkp.go.id/viewt.php?id=20111106210310652339567237753972939794806095>
- Departemen Permukiman dan Pengembangan Wilayah, (2013), *Pekerjaan Perkerasan Jalan Raya*. Jakarta.
- Departemen Permukiman, (2013), *Pekerjaan Perkerasan Jalan*, Jakarta: Virama Karya.
- Depkimpraswil, *Manual Pekerjaan Beraspal Panas Buku 1*, Jakarta: DPU.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, (1987), *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya SKBI-2.4.26.1987 UDC :625.75(02)*, Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, (1983), *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Tipis Aspal Beton (FLEXIBLE) (LATASTON)*, Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- DPU, (2010), *Divisi 6 Perkerasan Aspal: Seksi 6.3 Campuran Beraspal Panas*, Dalam Spesifikasi teknis Bina Marga 2010-2011 (hal. 6.1-6.112), Jakarta: DPU-BINA MARGA.
- DPU, (1999), *Buletin Pengawasan, No. 16* .

- DPU, (1987), *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponens, SKBI-2.3.26.1987, UDC: 625.73(02)*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU.
- DPU, (1977), *Tanah dan Batuan 2*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Kalman, M. (t.thn.). *Pemanfaatan Pasir Laut Tanjung Alang Sebagai Agregat Halus Pada Campuran HRS. Skripsi* .
- Kandi, Y. S. (2012). *Substitusi Agregat Halus Beton Menggunakan Kapur Alam dan Menggunakan Pasir Laut Pada Campuran Beton*. Jurnal Teknik Sipil Undana , 77.
- Krisbiyanto, A. A. (2014). *Pengaruh Penggunaan Pasir Besi Sebagai Agregat Halus pada Campuran Aspal Beton Terhadap Parameter Marshall*. Skripsi . Malang: UNM.
- Kusharto, H. (2004). *Pengaruh Penggunaan Pasir Pantai Terhadap Sifat Marshall Dalam Campuran Beton Aspal*. Jurnal Ilmiah .
- Lilis. (2013, Maret 24). *Jalan Raya Anyer Panurukan*. Dipetik 11 3, 2014, dari Tata Ruang Indonesia: <http://www.tataruangindonesia.com/fullpost/sejarah/1364094258/jalan-rama-anyer-panarukan.html>
- National Asphalt Pavement Associations. (2014). *History of Asphalt*. Dipetik 11 03, 2014, dari NAPA - State Asphalt Pavement Associations: http://www.asphaltpavement.org/index.php?option=com_content&view=article&id=21&Itemid=41
- National Geographic Indonesia. (2013, Oktober 21). *Terbaru: Panjang Garis Pantai Indonesia Capai 99.000 Kilometer*. Dipetik 01 20, 2015, dari National Geographic Indonesia: <http://Nationalgeographic.co.id/berita/2013/10/terbaru-Panjang-Garis-Pantai-Indonesia-Capai-99000-Kilometer>
- Pavement Interactive. (2008, September 30). *Pavement History*. Dipetik 11 3, 2014, dari Pavia Systems, Inc: <http://www.pavementinteractive.org/article/pavement-history/>
- Peraturan Pemerintah No. 34 Tahun 2006 . *Tentang Jalan*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- Permen PU No.28/PRT/M/2007. *Pedoman Pelaksanaan Lapis Campuran Beraspal Panas*. DPU.
- Putri, F. (2011, September 12). *Bertani Di Lahan Pasir Pantai*. Dipetik Desember 20, 2015, dari BBPP Lembang: <http://bbpp-lembang.info/index.php/arsip/artikel/artikel-pertanian/492-bertani-di-lahan-pasir-pantai>

- Road Construction* . (2012, Pebruary 17). Dipetik 11 3, 2014, dari Ritchiewiki:
http://www.ritchiewiki.com/wiki/index.php/Road_Construction
- RSNI M-01 2003. *Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas Dengan Alat Marshall*. Jakarta.
- RSNI M-06-2004. *Cara Uji Campuran Beraspal Panas*. Jakarta: DPU.
- Siswoyo, M. P. (2009). *Pasir Pantai Selatan Jawa Timur Dalam Mortar*. Teknik Sipil & Perencanaan , 111-112.
- SNI 03-1737-1989. *Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya*. Jakarta: BSN.
- SNI 03-3425-1994. *Tata Cara Pelaksanaan Lapis Tipis Aspal Beton Aspal Untuk Jalan Raya*. Jakarta: BSN.
- SNI 06-2489-1991. *Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall*. Jakarta: BSN.
- SNI 06-6723-2002. *Spesifikasi Bahan Pengisi Untuk Campuran Beraspal*. Jakarta: DPU.
- SNI-2847-2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN.
- Sponholtz, S. (2014). *A Brief History of Road Building* . Dipetik 11 3, 2014, dari triplenine.org:
<http://www.triplenine.org/articles/roadbuilding.asp>
- Sukirman, S. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Suparto. (2005). *Kajian Laboratorium Sifat Marshall dan Durabilitas HRS-WC Dengan Menggunakan Agregat Halus Pasir Pantai Sendang Sikucing*. Tesis .