

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1.1 Deskripsi Uji Pendahuluan

1.1.1 Pengujian Aspal

Aspal yang digunakan pada penelitian ini adalah aspal keras yang berasal dari Cilacap Jawa Tengah yang sudah tersedia di Laboratorium Jalan Balai Irigasi Bekasi. Hasil uji pendahuluan untuk aspal dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Pendahuluan Aspal

Jenis Pemeriksaan	Standar uji	Persyaratan		Hasil Pengujian	Satuan	Lampiran
		Pen 80				
		min	max			
1. Berat jenis (25°C)	SNI 06-2488-1991	1	-	1,04965	-	4
2. Daktilitas (25°C, 5 cm / menit)	SNI 06-2432-1991	100	-	125	Cm	5
3. Titik Nyala (clev, open cup)	SNI 06-2433-1991	225	-	340	°C	6
4. Titik Lembek	SNI 06-2434-1991	46	54	47	°C	7
5. Penetrasi (25°C, 5 detik)	SNI 06-2456-1991	80	99	80	0,1 mm	8

1.1.2 Pengujian Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan merupakan batu pecah yang sudah disediakan oleh pihak laboratorium, tabel 4.2 berikut adalah hasil uji pendahuluan agregat kasar. Untuk analisa saringan dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

Jenis Pemeriksaan	Standar	Persyaratan		Hasil Pengujian	Lampiran
		Min	Maks		
Agregat Kasar					
Berat Jenis	SNI-03-1969-2008	2,5	-	2,6	9
Penyerapan	SNI-03-1969-2008	-	3%	2,4146%	9
Keausan Agregat	SNI-03-2417-1991	-	40%	18%	10

Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa agregat kasar yang digunakan memenuhi syarat sebagai bahan penyusun lapis perkerasan jalan.

1.1.3 Pengujian Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah 100% pasir Pantai Carita, 100% pasir Bangka Belitung, dan 50% campuran keduanya. Untuk uji analisa saringan terdapat pada lampiran. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Pasir Pantai (Agregat Halus)

Jenis Pemeriksaan	Standar	Persyaratan		Hasil Pengujian	Lampiran
		Min	Maks		
Agregat Halus					
Berat Jenis	SNI-03-1970-2008	2,5 gr/cc		0,3437	14
Penyerapan air	SNI-03-1970-2008		3%	3,0 %	14
Kadar Lumpur	SNI 3423-2008		1%	0,9387%	12

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Pasir Bangka Belitung

Jenis Pemeriksaan	Standar	Persyaratan		Hasil Pengujian	Lampiran
		Min	Maks		
Agregat Halus					
Berat Jenis	SNI-03-1970-2008	2,5		2,5634	13
Penyerapan air	SNI-03-1970-2008		3%	2,5247%	13
Kadar Lumpur	SNI 3423-2008		1%	1,0%	11

Tabel 4.5 Uji Analisa Saringan Pasir Pantai

Gradasi Pasir Pantai Carita		
Berat (gr)	Prosen Tertahan(%)	Prosen Lolos (%)
		100
		100
		100
0	0	100
0,20	0,04	99,96
3,70	0,75	99,21
-	-	-
403,40	81,86	17,35
83,50	16,94	0,41
2,00	0,41	0
492,80		

Tabel 4.6 Uji Analisa Saringan Pasir Bangka Belitung

Gradasi Pasir Bangka Belitung		
Berat (gr)	Prosen Tertahan(%)	Prosen Lolos (%)
		100
		100
		100
0	0	100
0,80	0,09	99,91
120,90	12,96	86,95
-	-	-
522,30	55,99	30,97
286,88	30,75	0,21
2,00	0,21	0
932,88		

1.1.4 Pengujian *Filler*

Bahan pengisi (*filler*) yang digunakan adalah semen OPC tipe 1 merek Tiga Roda sesuai SNI 15-2049-2004. Uji pendahuluan untuk *filler* hanya dilakukan untuk berat jenis dan pengayakan, berat jenis yang diperoleh sebesar 3,121405 memenuhi standar minimum berat jenis agregat sebesar 2,5 dengan

hasil selisih dari dua kali pengujian sebesar $0,00051 < \text{pengujian maksimum } 0,03$ dan persen lolos dari saringan no.200 sebesar 96%.

1.2 Pembuatan Benda Uji

1.2.1 Perencanaan Campuran

Hasil dari proporsi campuran Lataston (HRS-WC) secara lengkap bisa dilihat pada lampiran 15. Kesimpulan dari perhitungan proporsi masing-masing bahan penyusun HRS-WC seperti pada tabel 4.4 berikut ini:

Tabel 4.7 Proporsi Bahan Campuran

Variasi Pasir Pantai	Jumlah (gram)					Total
	Aspal (5%)	Agregat Kasar (38%)	Filler (9%)	Pasir (53%)		
				Pantai	Babel	
0%	600	4560	1080	0	6360	12000
50%	600	4560	1080	3180	3180	12000
100%	600	4560	1080	6360	0	12000

1.2.2 Pencampuran Benda Uji

Pencampuran benda uji dilakukan dengan memanaskan agregat sekurangnya 4 jam di dalam oven, pisahkan agregat dalam fraksi yang dikehendaki dengan cara penyaringan dan lakukan penimbangan. Lakukan pengujian kekentalan aspal untuk memperoleh temperatur pencampuran dan pemadatan. lalu panaskan aspal sampai mencapai kekentalan yang disyaratkan untuk pekerjaan seperti terlihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Alat Memanaskan Aspal

Peralatan pencampur bahan (*asphalt mixer*) seperti terlihat pada gambar 4.2a dipanaskan hingga mencapai suhu maksimum 135°C , kemudian masukan agregat yang telah di oven lalu aduk hingga rata dan tuangkan aspal yg sudah dipanaskan hingga cair kedalam *asphalt mixer* seperti pada gambar 4.2b.



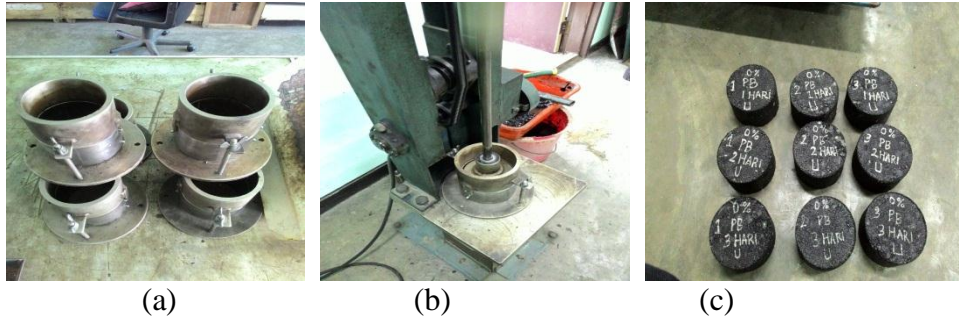
(a)



(b)

Gambar 4.2 Alat Pengaduk Bahan Campuran Aspal

Setelah tercampur sempurna campuran aspal tersebut dimasukkan ke dalam cetakan benda uji gambar 4.3a lalu ditumbuk sebanyak 75 kali untuk kedua sisinya gambar 4.3b lalu diamkan selama ± 5 menit kemudian lepaskan benda uji dari cetakan Gambar 4.3c.



Gambar 4.3 (a) Cetakan Benda Uji, (b) Pemadatan Benda Uji, (c) Hasil Benda Uji Setelah Pemadatan

1.3 Deskripsi Hasil Pengujian *Marshall*

Pengujian *Marshall* dilakukan untuk mencari parameter *Marshall* pada kondisi standar lalu-lintas berat yaitu 2 x 75 tumbukan. Disiapkan masing-masing 3 benda uji dengan perendaman 1 hari, 2 hari, dan 3 hari. Variasi kadar agregat halus yaitu 0% ; 50% ; 100%.

Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Marshall

No	Karakteristik	Syarat	% Variasi Kadar Pasir			Hari
			0	50	100	
1	Stabilitas (kg)	Min 800	735,264	927,072	621,878	0
			781,440	783,938	724,442	1
			824,231	810,023	824,064	2
			846,375	780,108	769,730	3
2	Kelelehan (mm)	Min 3	3,3	3,5	3,4	0
			3,5	2,8	3,5	1
			3,2	2,7	3,2	2
			3,2	3,4	3,5	3
3	MQ (kg/mm)	Min 250	222,807	264,878	182,905	0
			223,935	285,345	208,448	1
			257,923	304,999	258,941	2
			264,209	229,444	222,751	3
4	VMA (%)	Min 18	19,391	15,777	13,146	0
			16,869	16,255	14,403	1
			17,328	16,142	14,537	2
			17,071	16,350	14,529	3
5	VFB (%)	Min 68	54,465	69,941	86,560	0
			64,654	67,530	78,035	1
			62,523	68,070	77,114	2
			63,675	67,038	77,440	3
6	VIM (%)	3-6	8,496	4,394	1,407	0
			5,633	4,936	2,834	1
			6,154	4,807	2,986	2
			5,863	5,044	2,977	3

1.4 Pembahasan Hasil Pengujian

1.4.1 Uji Pendahuluan

Untuk mengetahui apakah bahan-bahan yang akan dipakai sebagai bahan campuran HRS-WC, dilakukan uji pendahuluan terlebih dahulu. Berikut adalah pembahasan dari uji pendahuluan yang telah dilakukan :

1. Aspal

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, didapat angka penetrasi 80 mm sehingga aspal yang dipakai dalam penelitian ini termasuk dalam aspal penetrasi 80. Untuk hasil pengujian lainnya masih memenuhi persyaratan yang digunakan sehingga aspal dari Cilacap ini dapat digunakan sebagai bahan campuran HRS-WC.

2. Agregat Kasar

Dari ketiga jenis pengujian yang dilakukan untuk agregat kasar, ketiganya memenuhi persyaratan sebagai campuran dalam HRS-WC yaitu nilai keausan 18% dari nilai maksimum 40%, penyerapan 2,41% dari nilai maksimum 3%, dan nilai berat jenis 2,54 dari nilai minimum 2,5. Dari hasil tersebut maka agregat kasar tersebut dapat digunakan dalam campuran HRS-WC.

3. Agregat Halus

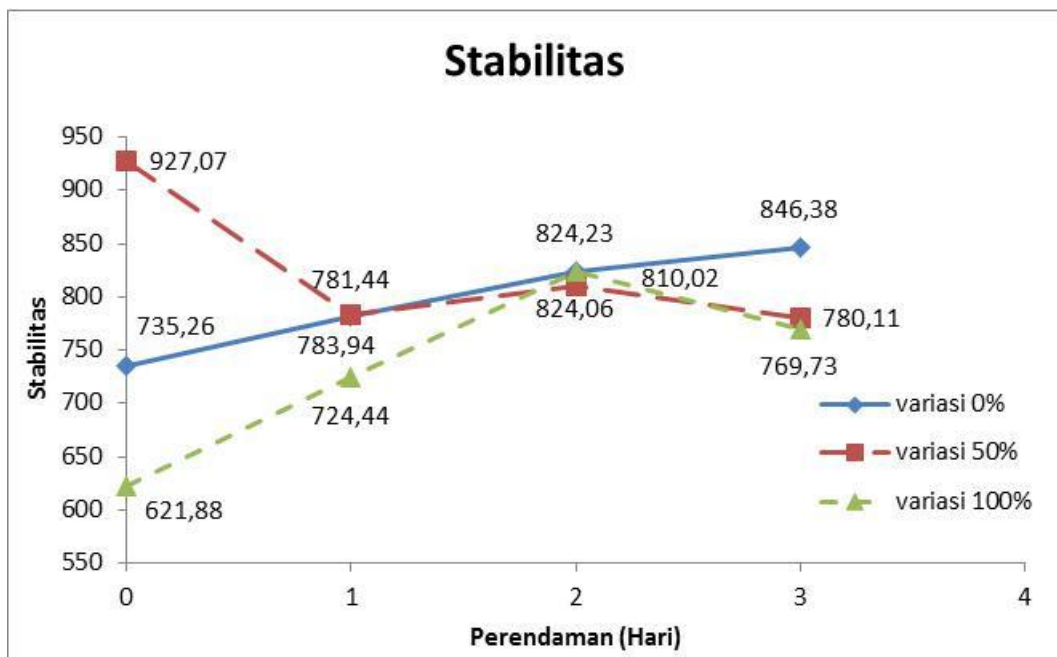
Hasil yang didapatkan dari uji pendahuluan yang dilakukan terhadap agregat halus pasir pantai menyatakan bahwa pasir pantai Carita dapat digunakan sebagai agregat halus dalam campuran HRS-WC dengan nilai penyerapan 3,0 % yang masih dibawah batas maksimal 3%, berat jenis 3,0574, kadar garam 0%, dan kadar lumpur 0,9387% masih dibawah nilai maksimum 1%.

4. Filler

Dengan berat jenis sebesar 3,12 dan persen lolos dari saringan no.200 sebesar 96% maka dapat dinyatakan bahwa semen pc tersebut dapat digunakan sebagai bahan pengisi lapis perkerasan jalan.

1.4.2 Stabilitas

Stabilitas merupakan indikator kekuatan lapis perkerasan dalam memikul beban lalu-lintas. Spesifikasi umum 2011 menetapkan bahwa stabilitas minimum yang disyaratkan adalah 800 kg. Hubungan antara kadar aspal dengan nilai stabilitas dapat dilihat pada Gambar 4.4 dibawah ini :

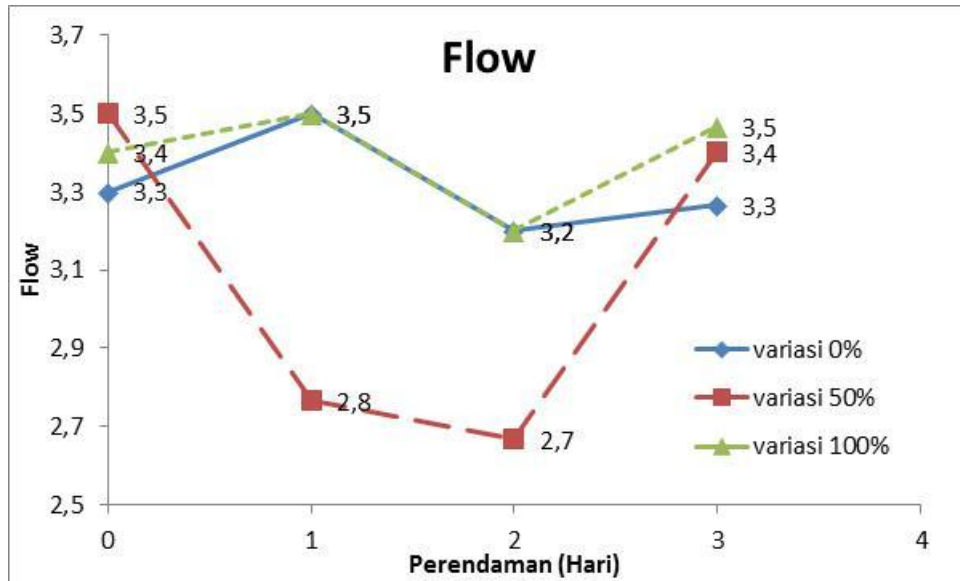


Gambar 4.4 Grafik Stabilitas Sampel Dengan Perendaman

Sampel tanpa perendaman pada Gambar 4.4, variasi 0% nilai stabilitas sebesar 735,26 kg kemudian naik pada hari pertama, kedua, dan ketiga. Nilai optimum berada pada perendaman hari ketiga sebesar 846,38 kg. Variasi 50% tanpa perendaman nilai stabilitas tinggi yaitu, sebesar 927,07 kg, kemudian turun pada hari pertama sebesar 781,44 kg dan naik pada hari kedua sebesar 824,23 kg kemudian turun pada hari ketiga sebesar 780,11 kg. Variasi 100% tanpa perendaman nilai stabilitas sebesar 621,88 kg kemudian naik pada hari pertama sebesar 724,44 kg dan kedua 824,06 kg kemudian turun pada hari ketiga sebesar 769,73 kg. Hasil ini menunjukkan bahwa faktor dari gradasi bahan susun campuran aspal serta perlakuan dengan perendaman dapat meningkatkan nilai stabilitas pada parameter *Marshall*.

1.4.3 Kelelehan (*Flow*)

Flow merupakan indikator kelenturan campuran beraspal panas dalam menahan beban lalu-lintas. Nilai *flow* menyatakan besarnya deformasi pada benda uji, campuran yang mempunyai nilai *flow* rendah dan stabilitas tinggi akan cenderung menghasilkan campuran yang kaku dan getas sehingga akan mudah retak apabila terkena beban lalu-lintas tinggi dan berat. Sebaliknya, apabila campuran memiliki *flow* terlalu tinggi maka campuran akan bersifat plastis, hingga mudah berubah bentuk (deformasi plastis) akibat beban lalu-lintas yang tinggi dan berat. Hubungan antara kadar aspal dengan nilai *flow* dapat dilihat pada Gambar 4.5 dibawah ini :



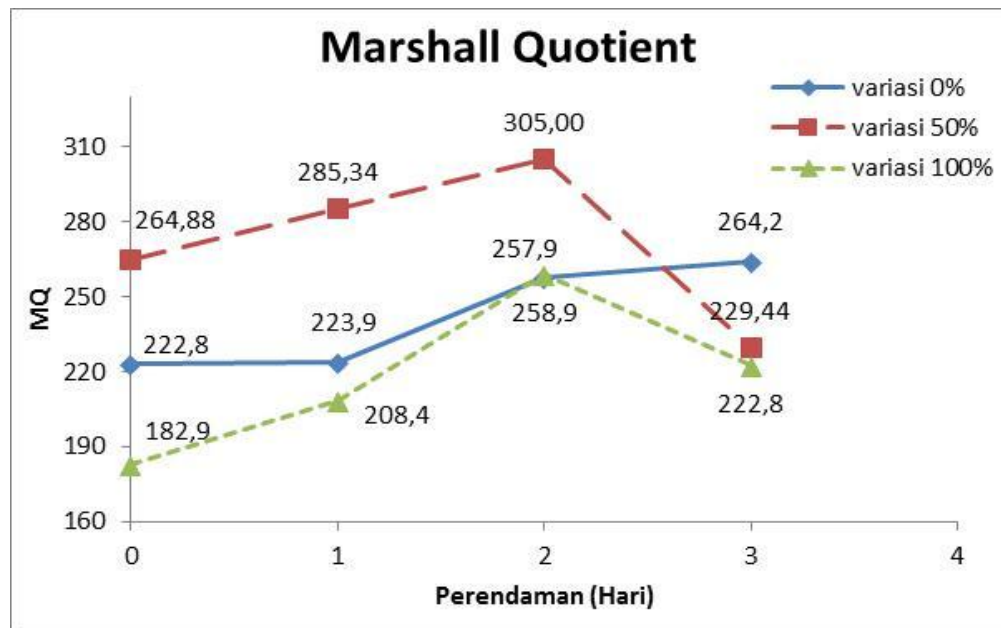
Gambar4.5 Grafik Kelelahan (*flow*) Sampel dengan Perendaman

Sampel tanpa perendaman pada Gambar 4.5, variasi 0% nilai *flow* sebesar 3,3 mm kemudian naik pada hari pertama sebesar 3,5 mm, pada hari kedua turun sebesar 3,2 mm, dan hari ketiga naik sebesar 3,3 mm. Variasi 50% tanpa perendaman nilai *flow* sebesar 3,5 mm, kemudian turun pada hari pertama dan kedua, kemudian naik pada hari ketiga sebesar 3,4 mm. Variasi 100% tanpa perendaman nilai *flow* sebesar 3,4 mm kemudian naik pada hari pertama sebesar 3,5 mm dan pada hari kedua turun sebesar 3,2 mm dan naik kembali pada hari ketiga sebesar 3,5 mm. Nilai *flow* variasi 50% pada perendaman hari pertama dan kedua tidak memenuhi persyaratan minimal sebesar 3 mm.

1.4.4 Marshall Quotient (MQ)

MQ merupakan hasil bagi antara stabilitas dan *flow* yang mengindikasikan pendekatan terhadap kekakuan dan fleksibilitas dari suatu campuran aspal beton. Campuran yang memiliki nilai MQ rendah akan semakin fleksibel, cenderung

menjadi plastis dan lentur sehingga mudah mengalami deformasi pada saat menerima beban lalu-lintas yang tinggi dan berat. Sedangkan campuran yang memiliki nilai MQ tinggi akan bersifat kaku dan getas. Nilai minimum MQ sebesar 250 kg/mm.

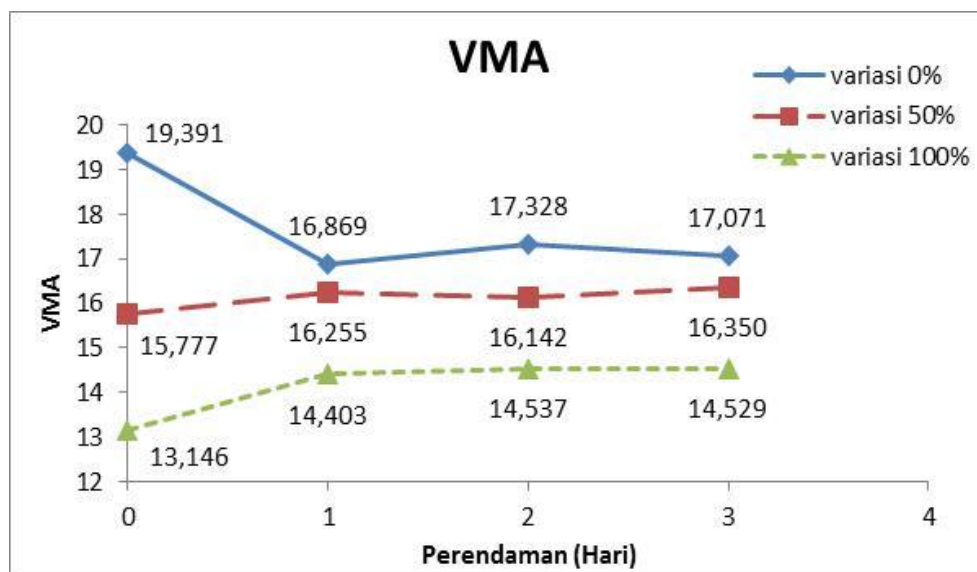


Gambar 4.6 Grafik MQ Sampel dengan Perendaman

Nilai MQ yang memenuhi persyaratan minimal 250 kg/mm untuk lalu-lintas berat pada Gambar 4.6 adalah variasi 0% nilai MQ optimum pada perendaman hari ketiga sebesar 264,2 kg/mm. Variasi 50% nilai MQ optimum pada perendaman hari kedua yaitu sebesar 305 kg/mm, cenderung menurun di hari ketiga. Variasi 100% nilai optimum pada perendaman hari kedua yaitu sebesar 258,9 kg/mm.

1.4.5 Rongga Dalam Agregat (VMA)

VMA digunakan sebagai ruang untuk menampung aspal dan volume rongga udara yang diperlukan dalam campuran aspal beton. Besarnya nilai VMA dipengaruhi oleh kadar aspal, gradasi bahan susun, energi pemadatan, dan kadar filler. Nilai minimum VMA sebesar 18%.

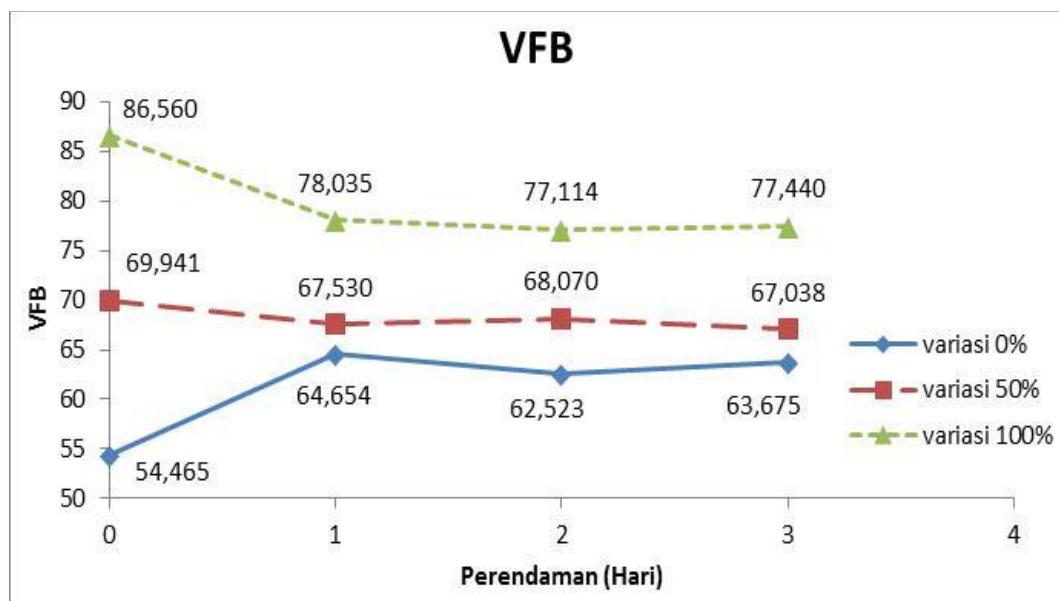


Gambar 4.7 Grafik VMA Sampel dengan Perendaman

Nilai VMA yang memenuhi syarat untuk lalu-lintas berat yaitu lebih dari 18% tidak terdapat pada variasi 0% 50% 100% sampel dengan perendaman, pada Gambar 4.7 menunjukkan bahwa semakin tipis gradasi agregat yang masuk, nilai VMA semakin kecil, karena rongga yang terisi agregat semakin sedikit. Variasi tanpa perendaman nilai VMA diatas 18% terjadi pada variasi 0% yaitu sebesar 19,39%. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tipis gradasi bahan susun agregat halus dalam campuran aspal maka nilai VMA semakin kecil.

1.4.6 Rongga Terisi Aspal (VFB)

Nilai VFB menunjukkan persentase besarnya rongga yang dapat terisi oleh aspal, besarnya VFB menentukan keawetan suatu campuran beraspal panas, semakin besar nilai VFB maka akan semakin kecil nilai VIM yang berarti rongga yang terisi aspal semakin banyak, oleh karena itu, campuran HRS-WC akan semakin awet. Begitu sebaliknya, apabila VFB terlalu kecil, maka rongga yang terisi aspal akan semakin sedikit sehingga agregat yang terselimuti aspal akan semakin tipis yang menyebabkan campuran beton aspal tidak awet. Nilai minimum VFB sebesar 68%.



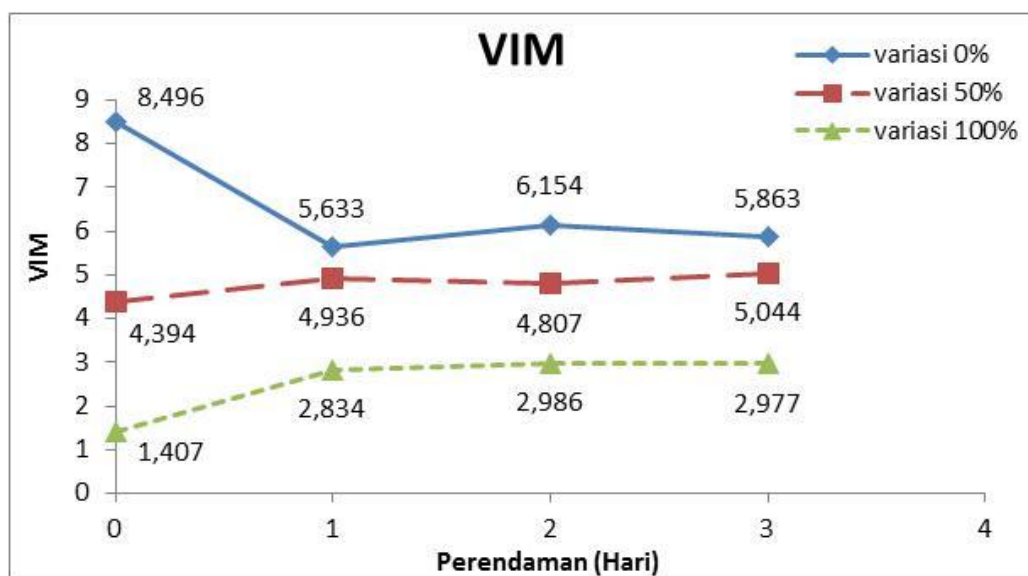
Gambar 4.8 Grafik VFB Sampel dengan Perendaman

Nilai VFB naik seiring banyak rongga yang terisi oleh aspal, pada Gambar 4.8 menunjukkan bahwa variasi 0% sampel tanpa perendaman nilai VFB masih dibawah nilai minimum sebesar 68%. Variasi 50% sampel tanpa perendaman dan pada perendaman hari kedua nilai VFB memenuhi syarat minimum VFB sebesar

68%. Variasi 100% nilai VFB cenderung tinggi, hal ini disebabkan oleh gradasi bahan susun agregat halus pasir pantai yang tipis, sehingga rongga terisi aspal semakin banyak.

1.4.7 Rongga Dalam Campuran (VIM)

VIM menyatakan banyaknya persentase rongga dalam campuran total. Nilai rongga dalam campuran dipengaruhi oleh kadar aspal pada campuran dan gradasi agregat yang digunakan, dengan bertambahnya kadar aspal, maka jumlah aspal yang dapat mengisi rongga antar butiran agregat semakin bertambah, sehingga volume rongga dalam campuran semakin berkurang. Nilai minimum VIM sebesar 3% dan maksimum sebesar 6%.

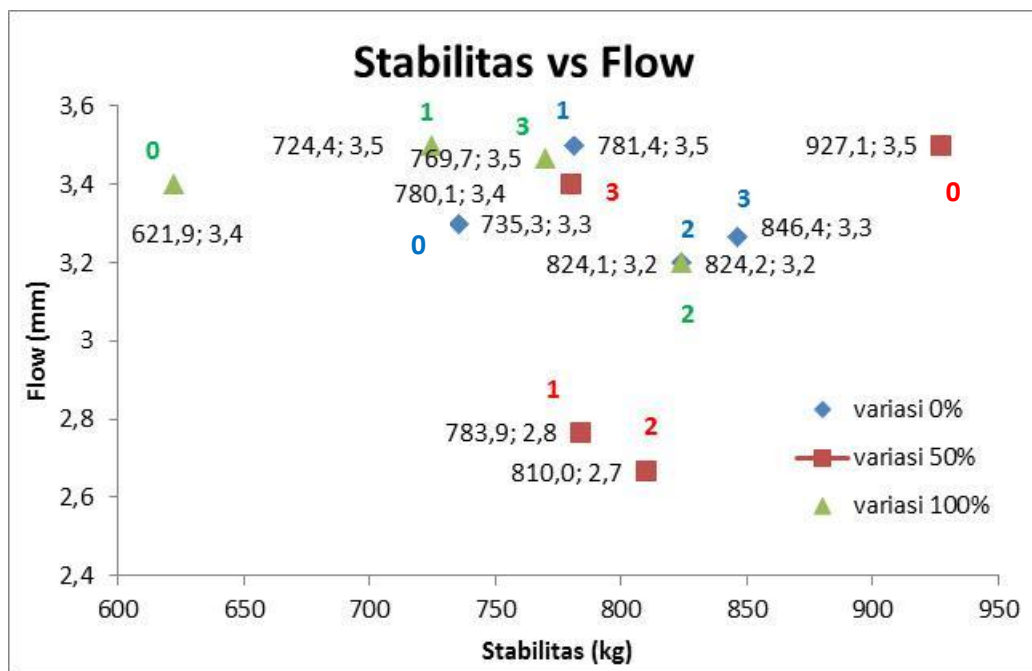


Gambar 4.9 Grafik VIM Sampel dengan Perendaman

Nilai VIM pada variasi 0% sampel tanpa perendaman sangat tinggi yaitu sebesar 8,496% melewati batas maksimum VIM sebesar 3-6%. Variasi 50% nilai

VIM sampel tanpa perendaman dan sampel dengan perendaman memenuhi persyaratan minimal yaitu dengan rentang 3-6%, sedangkan pada variasi 100% nilai maksimum 2,99% pada hari kedua perendaman tetapi tidak memenuhi persyaratan minimum sebesar 3%. Hasil dari nilai VIM variasi 100% tersebut memperlihatkan bahwa pasir pantai Carita memiliki gradasi yang tipis.

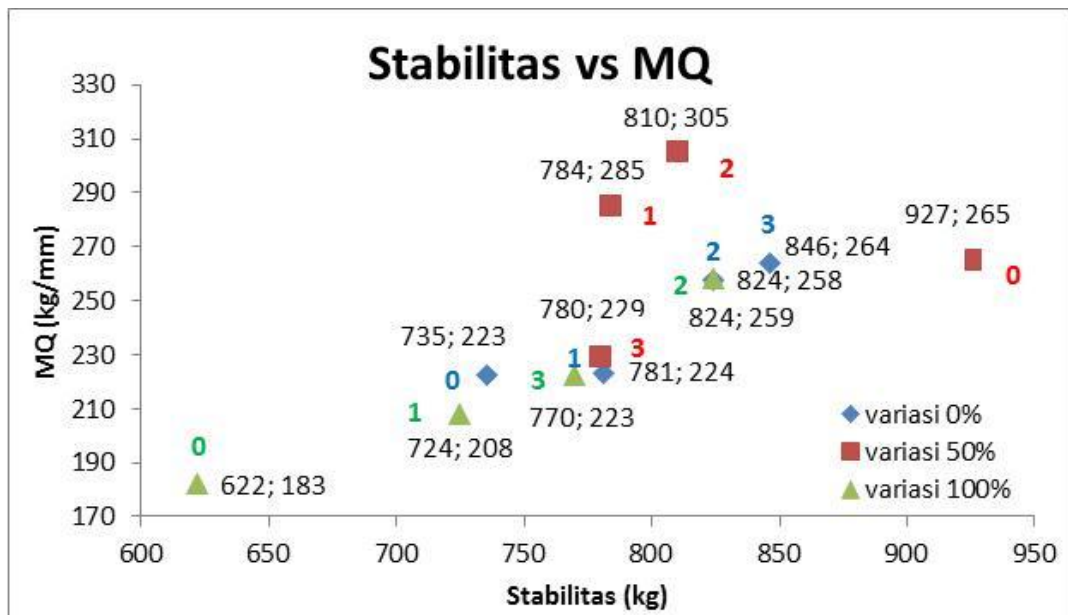
1.4.8 Hubungan Stabilitas dengan Flow, MQ, VMA, VFB, dan VIM



Gambar 4.10 Hubungan stabilitas dengan kelelahan (*flow*)

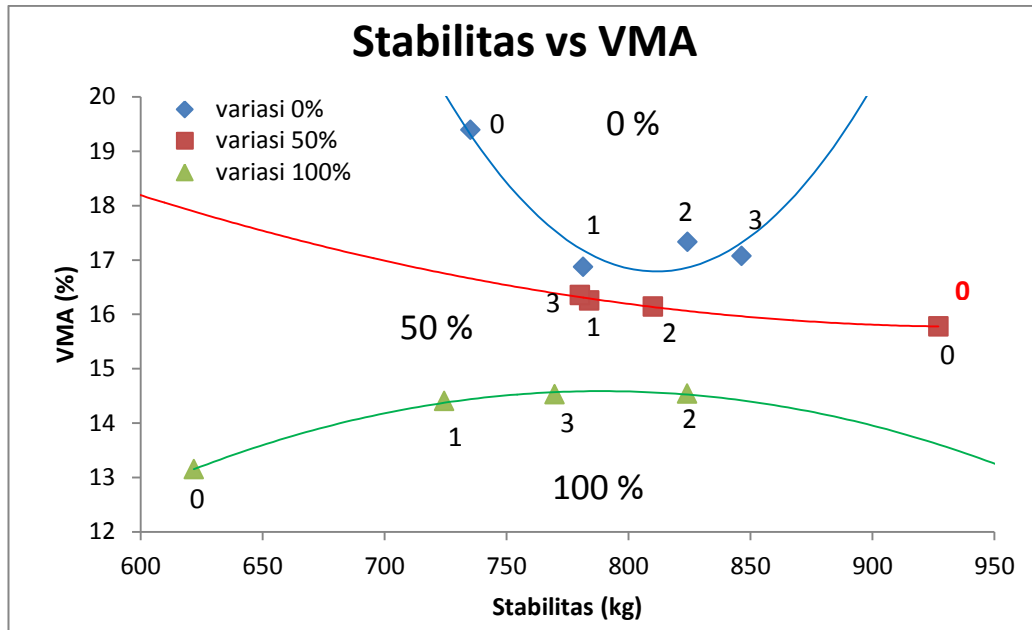
Hubungan antara stabilitas dengan kelelahan (*flow*) pada Gambar 4.10 variasi 0% nilai stabilitas dengan *flow* memperlihatkan bahwa semakin tinggi nilai stabilitas maka nilai *flow* semakin rendah. Variasi 50% hubungan nilai stabilitas dengan *flow* tidak signifikan ,yaitu pada sampel tanpa perendaman dengan nilai 927,1 ; 3,5. Nilai ini memperlihatkan bahwa sampel tanpa perendaman ini memiliki tingkat elastisitas yang tinggi. Variasi 100% hubungan antara stabilitas

dengan *flow* pada sampel tanpa perendaman dengan nilai 621,9 ; 3,4 yaitu pada nilai stabilitas tersebut nilai *flow* cenderung tinggi, memperlihatkan bahwa sampel ini memiliki elastisitas yang tinggi.



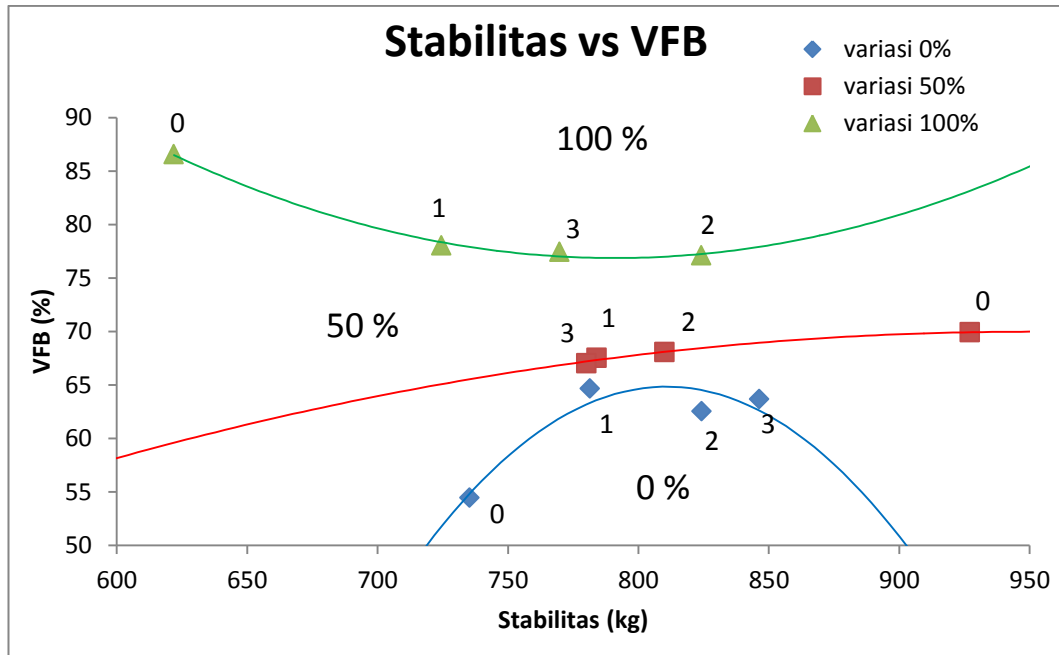
Gambar 4.11 Hubungan stabilitas dengan *marshall quotient* (MQ)

Hubungan antara stabilitas dengan *marshall quotient* (MQ) pada Gambar 4.11 variasi 0% ; 50% ; 100% pasir Pantai Carita terlihat bahwa nilai stabilitas berbanding lurus dengan nilai *marshall quotient* (MQ), pada variasi 0% naik pada hari pertama, kedua, dan ketiga. Pada variasi 50% dan 100% pasir Pantai Carita turun pada hari ketiga. Hubungan ini memperlihatkan, campuran yang memiliki nilai MQ rendah akan semakin fleksibel, cenderung menjadi plastis dan lentur sehingga mudah mengalami deformasi pada saat menerima beban lalu-lintas yang tinggi dan berat. Sedangkan campuran yang memiliki nilai MQ tinggi akan bersifat kaku dan getas.



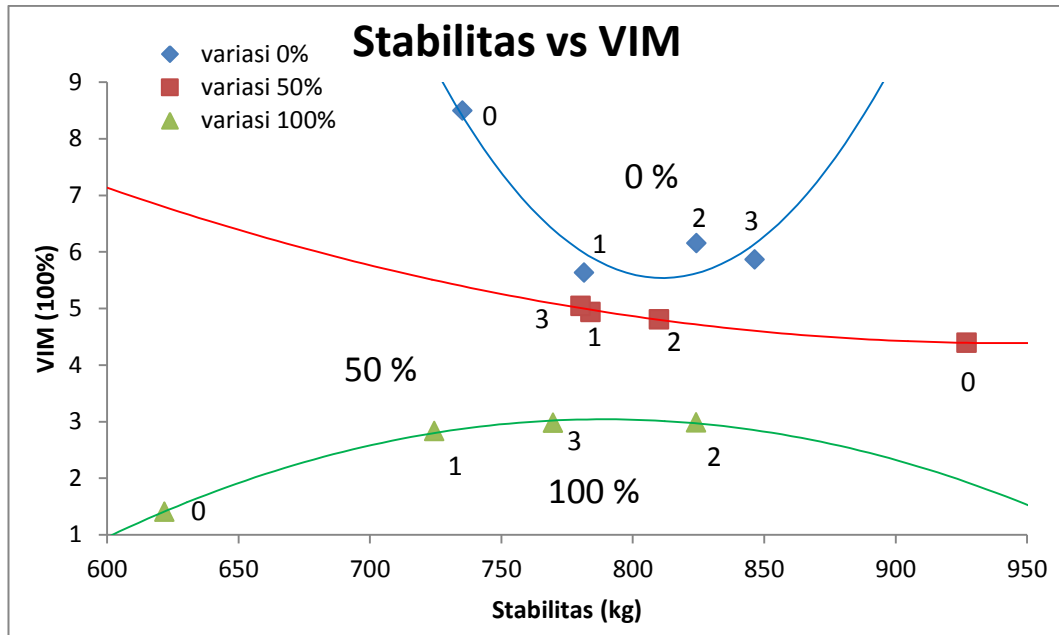
Gambar 4.12 Hubungan stabilitas dengan void in mineral aggregates (VMA)

Hubungan antara stabilitas dengan void in mineral aggregates (VMA) pada Gambar 4.12 Variasi 0% berada di zona atas, menunjukkan bahwa nilai stabilitas dalam rentang 700-850 kg, nilai VMA berada dalam 17-19%. Ini dipengaruhi oleh faktor durabilitas dan gradasi bahan susun agregat karena semakin lama sampel terendam air maka akan semakin getas sehingga nilai stabilitas meningkat. Variasi 50% berada di zona tengah dengan rentang nilai VMA 15-17% dan nilai stabilitas 750-927 kg, gradasi agregat pada variasi ini saling mengisi karena tekstur agregat halus pasir Pantai yang tipis dicampurkan dengan pasir Bangka Belitung menghasilkan kepadatan yang sesuai, namun hasil nilai stabilitas tidak signifikan. Variasi 100% berada di zona bawah dengan rentang nilai 13-15% ,menunjukkan bahwa nilai VMA menurun dipengaruhi oleh gradasi agregat halus pasir Pantai yang tipis.



Gambar 4.13 Hubungan stabilitas dengan *void filled with bitumen* (VFB)

Hubungan antara stabilitas dengan *void filled with bitumen* (VFB) pada Gambar 4.13 Variasi 0% berada di zona bawah, nilai VFB berada dalam rentang 50-65% menunjukkan bahwa semakin besar butir agregat yang terisi maka nilai rongga terisi aspal akan semakin kecil. Variasi 50% berada di zona tengah dengan rentang nilai VFB 65-70% dan nilai stabilitas 750-927 kg, rongga terisi aspal masih dalam standar, tetapi nilai stabilitas tidak signifikan dan cenderung menurun. Variasi 100% berada di zona atas dengan rentang nilai 77-86% ,menunjukkan bahwa nilai VFB naik dipengaruhi oleh gradasi agregat halus pasir Pantai yang tipis sehingga rongga terisi aspal.



Gambar 4.14 Hubungan stabilitas dengan void in the mix (VIM)

Hubungan stabilitas dengan VIM pada gambar 4.14 di atas dapat dilihat bahwa semakin kecilnya rongga dalam campuran maka nilai stabilitas akan cenderung menurun, karena nilai rongga dipengaruhi oleh gradasi dari campuran. Variasi 0% berada di zona atas, menunjukkan bahwa masih terdapat rongga dalam campuran dengan rentang nilai VIM 5,6-8,1% dengan nilai stabilitas 750-850 kg. Variasi 50% berada di zona tengah dengan rentang nilai VIM 4-5%, dengan nilai stabilitas 780-930 kg. Variasi 100% berada di zona bawah dengan rentang nilai VIM 1-2,9% dan nilai stabilitas 600-800 kg, menunjukkan bahwa rongga dalam campuran sangat kecil tetapi nilai stabilitas meningkat pada sampel dengan perendaman.

1.5 Keterbatasan Penelitian

Setelah dilakukan penelitian terkait dengan kajian penggunaan pasir pantai sebagai campuran Lataston (HRS-WC),

beberapa keterbatasan yang dapat diidentifikasi yang di antaranya adalah:

1. Penelitian ini hanya menguji stabilitas dan fleksibilitas beton aspal, agar didapatkan hasil yang lebih komprehensif maka dapat dilakukan penelitian terkait dengan durabilitas, workabilitas, dan ketahanan beton aspal terhadap suhu perendaman $> 60^{\circ}\text{C}$ pada parameter marshall.
2. Penelitian menggunakan timbangan manual sehingga kemungkinan terjadi kesalahan pengukuran karena keterbatasan pembacaan.
3. Penggunaan bak perendaman yang belum memadai atau belum sesuai dengan standart dapat menyebabkan suhu berubah pada waktu tertentu.
4. Penggunaan peralatan pencampur yang berulang-ulang dapat menyebabkan campuran beton aspal tertinggal pada mixer karena terlalu lengket dan sulit untuk dikeruk sehingga mengurangi berat campuran untuk benda uji.