

JURNAL TEKNIK SIPIL
MACCA

**Kajian Perbedaan Campuran Beraspal Panas Yang
Menggunakan Bahan Agregat Dengan Berat Jenis
(Specific Gravity) yang Berbeda**

Jimmy Adwang

Balai Pelaksanaan Jalan Nasional XV Manado Direktorat Jenderal Bina Marga
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Email: jimmyadwangJF@gmail.com

ABSTRAK

Berat jenis agregat merupakan rasio berat per volume agregat di udara dengan di air. Berat jenis mempengaruhi parameter pengujian Marshall yaitu Stabilitas, Flow, VIM, VMA, VFB, dan kepadatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perbedaan campuran beraspal panas yang menggunakan bahan agregat dengan berat jenis berbeda. Benda uji terdiri dari material batu pecah yang bersumber dari tiga tempat yaitu Kakaskasen Kota Tomohon, Tateli Kabupaten Minahasa dan Matali Kota Kotamobagu, dengan aspal penetrasi 60/70 ex Pertamina. Berikut adalah hasil pengujian Marshall setiap material pada kadar aspal 6,5%. Material Matali dengan berat jenis tinggi (2.7) nilai stabilitasnya 2045 kg; flow 2.70 mm; VIM 3.53%; VMA 17.67%; VFB 80.10%; dan density 2.40 gr/cc; Material Tateli dengan berat jenis antara 2.4 dan 2.3 stabilitas sebesar 1450 kg; flow 3.01mm; VIM 3.67%; VMA 15.43%; VFB 76.24%; density 2.18 gr/cc. Material Kakaskasen dengan berat jenis pada interval 2.4 dan 2.3 stabilitas sebesar 1535 kg, flow 3.49mm; VIM 4.58%; VMA 15.10%; VFB 69.71%, density 2.15 gr/cc. Semakin tinggi nilai berat jenis material, semakin tinggi pula nilai density. Jika satuan pembayaran campuran beraspal panas dalam satuan berat, maka menggunakan agregat dengan berat jenis lebih besar relatif lebih menguntungkan sehingga disarankan penggunaan material dengan berat jenis tinggi dalam pekerjaan jalan.

Kata kunci: Berat Jenis, Material, Aspal, Pengujian Marshall

ABSTRACT

Aggregate density is the ratio of weight per aggregate volume in air to water. Specific gravity affects Marshall testing parameters namely Stability, Flow, VIM, VMA, VFB, and density. This study aims to examine the differences in hot asphalt mixtures using aggregate materials with different specific gravity. The specimens consisted of material sourced from three places, namely Tomohon City of Tomohon, Tateli of Minahasa Regency and Matali of Kotamobagu City, with asphalt penetration of 60/70 ex Pertamina. Following are the Marshall test results for each material at 6.5% asphalt content. Matali material with high specific gravity (2.7) stability value is 2045 kg; flow 2.70 mm; VIM 3.53%; VMA 17.67%; VFB 80.10%; and density 2.40 gr / cc; Tateli material with a specific gravity between 2.4 and 2.3 stability of 1450 kg; flow 3.01mm; VIM 3.67%; VMA 15.43%; VFB 76.24%; density 2.18 gr / cc. Kakaskasen material with a specific gravity at intervals of 2.4 and 2.3 stability of 1535 kg, flow 3.49mm; VIM 4.58%; VMA 15.10%; VFB 69.71%, density 2.15 gr / cc. The higher the value of the density of the material, the higher the value of density. If the unit of payment is a hot asphalt mixture in units of weight, then using an aggregate with a higher specific gravity is relatively more profitable so it is recommended to use a high density material in road works.

Keywords: Specific gravity, Aggregate Material, Asphalt, Marshall Test

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Agregat adalah bahan mineral padat berupa kerikil pecah, pasir dan abu. Dalam struktur lapisan perkerasan jalan, agregat merupakan bagian dari bahan pembentuk campuran beraspal panas, kandungannya 90-95% terhadap berat campuran atau 75-85% berdasarkan volume. Dengan demikian mutu lapisan perkerasan jalan di pengaruhi oleh sifat agregat, dan komposisi pencampuran dengan aspal sebagai bahan pengikat, serta cara pelaksanaannya.

Sebagai bahan bangunan, agregat mempunyai sifat mekanik dan sifat fisik, Sifat Mekanik adalah sifat dari agregat dalam merespons beban yang bekerja dan deformasi yang terjadi, sifat-sifat tersebut meliputi: kekakuan, kekuatan, elastisitas, keuletan, kelunakan, ketangguhan, serta kelenturan. Sifat fisik meliputi: ukuran, massa jenis, struktur, kebersihan, gradasi (susunan ukuran butir), ketahanan agregat, porositas, tekstur permukaan, daya serap air, daya kelekatan dengan aspal, dan berat jenis.

Secara umum definisi dari berat jenis (*specific gravity*), adalah rasio (perbandingan) antara berat per volume bahan di udara dengan berat per volume air suling, pada suhu tertentu. Begitu pula Berat jenis (*specific gravity*) pada agregat dalam perkerasan jalan, yang merupakan perbandingan antara berat volume agregat dan berat volume air. Pengujian berat jenis agregat dilakukan terhadap agregat kasar, halus dan bahan pengisi (*filler*). Akibat dari sifat fisik agregat yang berpori,

Oleh sebab itu, dilapangan pemilik proyek tidak tahu membedakan pengaruh Berat Jenis (Spesifik Gravity) pada agregat untuk pekerjaan perkerasan jalan, Laston lapis Aus (Asphalt Concrete wearing Course atau AC-WC). Adalah jenis lapisan permukaan dalam perkerasan yang berhubungan langsung dengan ban kendaraan sehingga lapisan ini dirancang untuk tahan terhadap

perubahan cuaca, gaya geser, tekanan roda ban kendaraan. Dengan demikian penelitian ini akan berfokus pada perbedaan berat jenis agregat, yang diambil di tiga tempat berbeda.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besaran Marshall dari campuran beraspal panas yang dibuat dari agregat yang berbeda.

1.3 Manfaat Penelitian

- 1) Diharapkan menjadi patokan pemilihan agregat untuk bahan baku campuran beraspal panas.
- 2) Agar dapat menjadikan bahan pertimbangan dalam pelaksanaan konstruksi perkerasan jalan.

1.4 Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi sebagai berikut:

- 1) Penelitian ini hanya sampai di laboratorium dan tidak dilanjutkan untuk uji penghamparan dan pemadatan di lapangan.
- 2) Material-material yang akan digunakan dalam penelitian ini berasal dari tiga lokasi/tempat pengambilan yang berbeda.
- 3) Aspal yang dipakai dalam penelitian ini adalah aspal dengan penetrasi 60/70, dari Pertamina.
- 4) Akan dikaji terhadap jenis campuran beraspal panas, dengan salah satu lapisan perkerasan, yaitu lapis permukaan atau lapis aus (AC-WC).

2. Metode Penelitian

2.1 Lapis Aspal Beton (Asphalt Concrete, AC)

Lapis Aspal Beton (Laston), merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu.

Lapis Aspal Beton (Laston) yang selanjutnya disebut AC, terdiri dari tiga jenis campuran, AC Lapis Aus (*Asphalt Concrete-Wearing Course*, AC-WC), AC Lapis Antara (*Asphalt Concrete – Binder Course*, AC-BC) dan AC Lapis Pondasi (*AC-Base*) dan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm, 25,4 mm, 37,5 mm.

Berdasarkan spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga 2010 Revisi 3, tebal nominal minimum campuran beraspal adalah AC-WC = 4,0 cm, AC-BC = 6,0 cm dan AC-Base = 7,5 cm. Ketentuan sifat-sifat campuran Laston dapat dilihat pada Spesifikasi Teknik Bina Marga tahun 2010 revisi 3 pada tabel berikut.

Tabel 1. Ketentuan sifat-sifat campuran laston (AC)

Sifat-sifat campuran		Laston		
		Lapis aus	Lapis antara	Pondasi
Jumlah tumbukan per bidang	Min		75	112
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min		1,0	
	Maks		1,4	
Rongga dalam campuran (%)	Min		3,0	
	Maks		5,0	
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	15	14	13
Rongga terisi aspal (%)	Min	65	65	65
Stabilitas Masrhall (kg)	Min		800	1800
Pelelehan (mm)	Min		2	3
	Maks		4	6
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min		90	
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal)	Min		2	

Campuran Aspal Beton (AC-WC)

Campuran AC-WC merupakan campuran yang terdiri dari Agregat dan Aspal sebagai bahan pengikat yang dicampur merata pada suhu tertentu.

Komposisi agregat gabungan campuran Laston sebagai lapis aus (AC-WC) yang berpedoman kepada Spesifikasi Baru Campuran Beraspal Panas Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga tahun 2010 revisi 3 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Gradasi agregat gabungan untuk campuran AC-WC

Ukuran Saringan		Persen Berat Lolos terhadap Total Agregat dalam Campuran	
(mm)	No. saringan	Laston (AC-WC)	
37,5	1 ½'	-	-
25	1'	-	-
19	¾'	100	-
12,5	½'	90 – 100	-
9,50	3/8'	77	– 90
4,75	#4	53	– 69
2,36	#8	33	– 53
1,18	#16	21	– 40
0,6	#30	14	– 30
0,3	#50		9 – 22
0,15	#100		6 – 15
0,075	#200	4	– 9

Sumber: Spesifikasi Teknik Bina Marga tahun 2010 revisi 3

Berat Jenis (*specific gravity*) dan Penyerapan Air

Berat jenis (*specific gravity*) merupakan perbandingan antara berat dari suatu volume material pada suatu temperatur terhadap berat air dengan volume yang sama pada temperatur yang ditentukan.

Adapun berat jenis (*specific gravity*) dibagi dalam 3 macam, sebagai berikut:

- 1) Berat Jenis Bulk (*bulk specific gravity*)
Berat jenis bulk adalah rasio dari berat agregat di udara terhadap volume agregat permeable, termasuk rongga udara permeable dan impermeable, dibagi dengan berat isi air (pada temperatur yang sama).
- 2) Berat Jenis SSD (*surface saturated dry*)
Berat jenis kering permukaan adalah berat jenis yang memperhitungkan berat agregat dalam keadaan kering permukaan.
- 3) Berat Jenis Semu (*apparent specific gravity*)
Berat jenis semu adalah perbandingan dari berat benda uji di udara terhadap volume benda uji impermeable, dibagi dengan berat isi air (pada temperatur yang sama)
- 4) Penyerapan Air
Penyerapan air dari agregat merupakan penambahan berat pada agregat akibat air yang meresap ke pori-pori, tetapi belum termasuk air yang tertahan pada permukaan luar agregat. Penyerapan dinyatakan dalam persentase terhadap berat keringnya (dipoven pada temperatur $110 \pm 5^\circ\text{C}$ selama ± 12 jam).

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan mendapatkan data persyaratan untuk

agregat, aspal, dan jenis campuran yang akan digunakan.

Kemudian dilakukan pemeriksaan terhadap agregat/material, apakah memenuhi persyaratan atau tidak. Apabila memenuhi persyaratan maka dapat dilanjutkan dengan melakukan pemeriksaan lanjutan

Untuk agregat pecah (batu pecah dan abu batu) dilakukan pemeriksaan analisa saringan serta pemeriksaan berat jenis dan penyerapan, demikian pula pasir dilakukan pemeriksaan yang sama, sedangkan untuk aspal penetrasi 60/70 dilakukan pemeriksaan titik nyala dan titik bakar, penetrasi, berat jenis, titik lembek.

Setelah itu ditentukan komposisi campuran yang dilakukan dengan cara coba-coba (*trial and error*). Kemudian dilanjutkan dengan menghitung kadar aspal perkiraan berdasarkan masing-masing rancangan komposisi agregat tersebut.

Dalam penelitian ini akan dibuat 5 (lima) variasi kadar aspal untuk setiap variasi gradasi agregat, kemudian dilanjutkan mencari berat jenis campuran secara langsung berdasarkan panduan spesifikasi bina marga 2010, dengan hasil yang diperoleh baik dengan metode Marshall maupun secara langsung, maka selanjutnya menganalisa perbedaan nilai berat jenis campuran-campuran tersebut.

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Hasil Pemeriksaan Bahan Pembentuk Campuran Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Awal (Abrasi / Keausan)

Standar Pengujian	Tipe sampel abrasi	Persyaratan	Hasil pemeriksaan
SNI 2417: 2008	Gradasi B	Maks 40%	37%

Tabel 4. Hasil pemeriksaan lanjutan berat jenis material Matali

Standar Pengujian	Karakteristik	Persyaratan	Hasil Pemeriksaan
SNI03-1970-1990	Berat Jenis agregat kasar		
	• Berat jenis curah	-	2,70
	• Berat jenis SSD	-	2,72
	• Berat jenis semu	-	2,75
	• Penyerapan	Maks 3	0,79%
	Berat jenis agregat sedang		
	• Berat jenis curah	-	2,72
	• Berat jenis SSD	-	2,74
	• Berat jenis semu	-	2,77
	• Penyerapan	Maks 3	0,79%
	Berat Jenis Agregat Halus		
	• Berat jenis curah	-	2,69
	• Berat jenis SSD	-	2,71
	• Berat jenis semu	-	2,74
	• Penyerapan	Maks 3	0,73%

Tabel 5. Hasil pemeriksaan lanjutan berat jenis material Tateli

Standar Pengujian	Karakteristik	Persyaratan	Hasil Pemeriksaan
SNI03-1970-1990	Berat Jenis agregat kasar		
	• Berat jenis curah	-	2,27
	• Berat jenis SSD	-	2,33
	• Berat jenis semu	-	2,41
	• Penyerapan	Maks 3	2,53%
	Berat jenis agregat sedang		
	• Berat jenis curah	-	2,34
	• Berat jenis SSD	-	2,40
	• Berat jenis semu	-	2,48
	• Penyerapan	Maks 3	2,38%
	Berat Jenis Agregat Halus		
	• Berat jenis curah	-	2,41
	• Berat jenis SSD	-	2,47
	• Berat jenis semu	-	2,55
	• Penyerapan	Maks 3	2,16%

Tabel 6. Hasil pemeriksaan lanjutan berat jenis material Kakaskasen

Standar Pengujian	Karakteristik	Persyaratan	Hasil Pemeriksaan
SNI03-1970-1990	Berat Jenis agregat kasar		
	• Berat jenis curah	-	2,39
	• Berat jenis SSD	-	2,43
	• Berat jenis semu	-	2,48
	• Penyerapan	Maks 3	1,39%
	Berat jenis agregat sedang		
	• Berat jenis curah	-	2,40
	• Berat jenis SSD	-	2,43
	• Berat jenis semu	-	2,47
	• Penyerapan	Maks 3	1,33%
	Berat Jenis Agregat Halus		
	• Berat jenis curah	-	2,34
	• Berat jenis SSD	-	2,38
	• Berat jenis semu	-	2,44

• Penyerapan	Maks 3	1,81%
--------------	--------	-------

3.2 Pemeriksaan Aspal

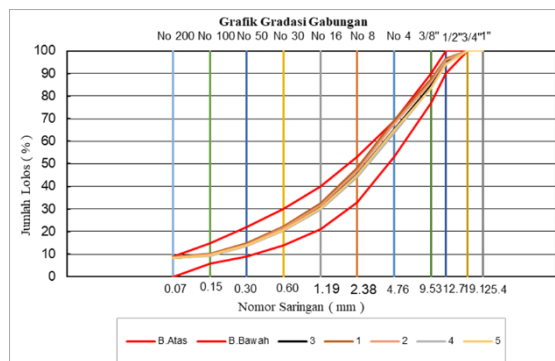
Tabel 7. Hasil pemeriksaan Aspal Penetrasi 60/70

Standar pengujian	Karakteristik	Persyaratan	Hasil Pemeriksaan
SNI03-1970-1990	Aspal Penetrasi 60/70 • Penetrasi • Daktilitas • Titik nyala • Titik Bakar • Titik lembek • Berat Jenis	60-70 ≥100 cm ≥232° C ≥290° C ≥48°C ≥1,0	67,9 >100 cm 270° C 290° C 48° C 1.0324

3.3 Parameter Komposisi Campuran Beraspal Panas

Tabel 8. Hasil Perhitungan Komposisi Agregat Gabungan.

No. Saringan	Metrik	Agregat Kasar	Agregat Sedang	Abu Batu	PC	Gradasi					Spesifikasi	
											Batas bawah	Batas Atas
1"	25,4	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100	100
¾"	19,05	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100	100
½"	12,70	38,27	99,40	100,00	100,00	96,71	96,09	95,46	94,85	94,22	90	100
3/8"	9,53	5,58	85,39	99,84	100,00	90,22	89,13	87,90	87,24	86,01	77	90
#4	4,76	3,02	25,47	97,97	100,00	68,59	66,92	64,52	65,02	62,62	53	69
#8	2,38	2,95	12,09	69,16	100,00	46,76	45,53	43,72	44,20	42,40	33	53
#16	1,19	2,90	10,34	45,95	100,00	32,23	31,44	30,30	30,58	29,44	21	40
#30	0,60	2,78	9,15	31,04	100,00	22,87	22,37	21,65	21,81	21,09	14	30
#50	0,30	2,63	8,19	19,76	100,00	15,77	15,48	15,08	15,14	14,74	9	22
#100	0,15	2,42	7,33	12,42	100,00	11,06	10,91	10,71	10,71	10,51	6	15
#200	0,07	2,14	6,59	8,53	96,00	8,42	8,34	8,24	8,21	8,11	4	9
Agregat kasar						5,00%	6,00%	7,00%	8,00%	9,00%		
Agregat sedang						34,0%	35,0%	37,00%	35,00%	37,00%		
Abu Batu						60,0%	58,0%	55,00%	56,00%	53,00%		
PC						1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%		
Total						100%	100%	100%	100%	100%		



Gambar 1. Kurva gradasi campuran AC-WC material Tateli

Dari tabel-tabel tadi, didapat beberapa komposisi agregat yang masuk dan memenuhi spesifikasi, jadi diambil komposisi dengan agregat kasar sebesar 7,00% ,agregat sedang 37,00% ,agregat halus 55,00% ,PC 1,00%. dan memenuhi spesifikasi campuran Lapis Aus (AC-WC).

Perhitungan Kadar Aspal Rencana

$$P_b = 0.035(\%CA) + 0.045(\%FA) + 0.18(\%Filler) + \text{Konstanta}$$

Material Matali

CA= 100 – 43.18 (Agregat tertahan saringan no.8), didapat sebesar 56.82%

FA= 43.18 (Agregat halus lolos saringan no.8) – 8.80 (agregat tertahan saringan no.200), didapat sebesar 34.39%

Filler = 8.80 (Agregat halus lolos saringan no. 200), didapat sebesar 8.80%

Pb = Kadar aspal perkiraan sebesar 6.12

Material Tateli

CA = 100 – 45.20 (Agregat tertahan saringan no.8), didapat sebesar 54.80%

FA = 45.20 (Agregat halus lolos saringan no.8) – 8.80 (agregat tertahan saringan no.200), didapat sebesar 36.41%

Filler = 8.80 (Agregat halus lolos saringan no. 200), didapat sebesar 8.41%

Pb = Kadar aspal perkiraan sebesar 6.14

Material Kakaskasen

CA = 100 – 43.72 (Agregat tertahan saringan no.8), didapat sebesar 56.51%

FA = 43.72 (Agregat halus lolos saringan no.8) – 8.80 (agregat tertahan saringan no.200), didapat sebesar 35.43%

Filler = 8.80 (Agregat halus lolos saringan no. 200), didapat sebesar 8.24%

Pb = Kadar aspal perkiraan sebesar 6.02

Dengan persamaan tersebut maka diperoleh kadar aspal rencana yang dibulatkan menjadi **6,5%** untuk campuran AC-WC ini.

3.4 Hasil Pengujian Marshall Campuran AC-WC

Berikut Rekapitulasi hasil pengujian Marshall untuk setiap jenis material

Tabel 9. Hasil pengujian Marshall material Matali

No.	Karakteristik	Syarat	Kadar Aspal (%)				
			4,5	5,5	6,5	7,5	8,5
1.	Stabilitas (kg)	min 800	1.398,15	1.530,94	2.045,44	1.906,41	1.316,00
2.	Flow (mm)	2,0-4,0	2,0-4,0	2,44	2,53	2,80	3,30
3.	VIM (%)	2,0-5,0	9,30	9,30	4,49	2,63	0,52
4.	VMA (%)	Min 15	18,47	18,47	16,35	19,01	19,35
5.	VFB (%)	Min 65	49,70	49,70	72,56	86,21	97,31
6.	Density (gr/cc)	-	2,33	2,41	2,40	2,39	2,40
7.	Rasio Filler	-	1,27	1,02	0,85	0,72	0,63

Tabel 10. Hasil pengujian Marshall material Tateli

No.	Karakteristik	Syarat	Kadar Aspal (%)				
			4,5	5,5	6,5	7,5	8,5
1.	Stabilitas (kg)	min 800	1161,20	1351,80	1450,42	1543,63	1222,49
2.	Flow (mm)	2,0-4,0	2,92	2,83	3,01	3,42	3,41
3.	VIM (%)	2,0-5,0	10,32	6,95	3,67	3,06	1,49
4.	VMA (%)	Min 15	17,49	16,38	15,43	16,86	16,50
5.	VFB (%)	Min 65	41,00	57,60	76,24	81,91	90,95
6.	Density (gr/cc)	-	2,08	2,13	2,18	2,16	2,18
7.	Rasio Filler	-	2,25	1,74	1,41	1,18	1,09

Tabel 11. Hasil pengujian Marshall material Kakaskasen

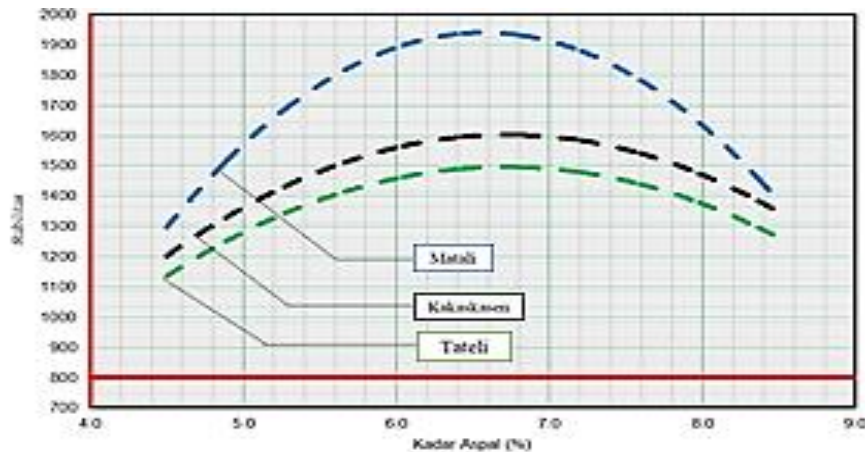
No.	Karakteristik	Syarat	Kadar Aspal (%)				
			4,5	5,5	6,5	7,5	8,5
1.	Stabilitas (kg)	min 800	1212,64	1481,41	1535,01	1638,47	1314,42
2.	Flow (mm)	2,0-4,0	3,29	3,43	3,49	3,55	3,91
3.	VIM (%)	2,0-5,0	10,66	7,40	4,58	2,54	2,08
4.	VMA (%)	Min 15	16,70	15,67	15,10	15,10	16,85
5.	VFB (%)	Min 65	36,19	52,80	69,71	83,40	87,72
6.	Density (gr/cc)	-	2,07	2,12	2,15	2,17	2,16
7.	Rasio Filler	-	1,68	1,31	1,07	0,90	0,78

3.5 Pengaruh Nilai Berat Jenis Terhadap Karakteristik Marshall

a) Terhadap Stabilitas

Dengan besaran berat jenis yang berkisar 2,7 di material matali untuk kadar aspal tengah yaitu 6.5% nilai

stabilitasnya sebesar 2045.44kg sedangkan di material kakaskasen dan tateli yang besaran berat jenis dikisaran 2.4 Nilai Stabilitasnya berada dibawah yaitu 1535.01kg dan 1450.42kg.

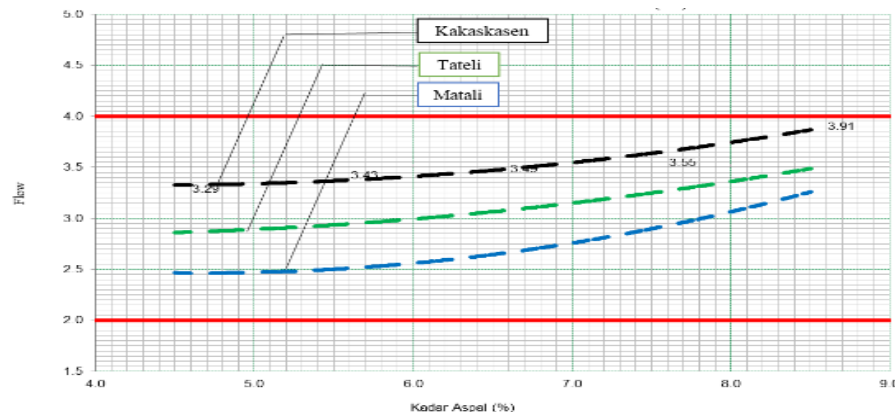


Gambar 2. Hubungan kadar aspal dengan stabilitas

b) Terhadap Flow

Dengan besaran berat jenis yang berkisar 2,4 di material kakaskasen dan tateli untuk kadar aspal tengah yaitu 6.5% nilai flow yang didapat sebesar 3.49mm dan 3.01mm

sedangkan besaran berat jenis yang berkisar 2.7 di material matali nilai flow yang didapat yaitu 2.70mm itu menunjukkan bahwa besaran berat jenis yang tinggi, nilai flow yang didapat kecil.

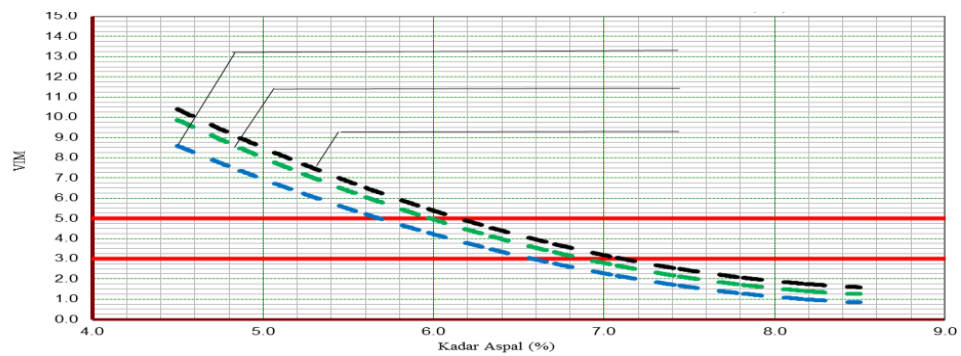


Gambar 3. Hubungan kadar aspal dengan flow

c) Terhadap VIM

Dari hasil penelitian, nilai VIM akan menurun dengan bertambahnya kadar aspal, pada besaran berat jenis yang berkisar 2.7 di material matali untuk kadar aspal 4.5 misalkan, nilai VIM didapat sebesar 9.3%

sedangkan material kakaskasen dan tateli yang berat jenis di kisaran 2.4 didapat nilai VIM sebesar 10.66% dan 10.32%. nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai VIM pada material matali di bawah karena pori/rongga yang dihasilkan kecil

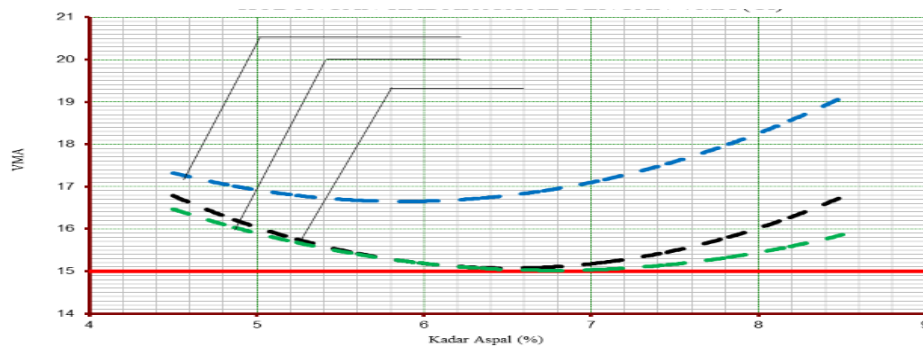


Gambar 4. Hubungan kadar aspal dengan VIM

d) Terhadap VMA

Dari hasil penelitian, dengan besaran berat jenis yang berkisar 2.7 di material matali untuk kadar aspal 6.5% nilai VMA yang didapat sebesar 17.67% sedangkan di material kakaskasen dan tateli yang

berat jenis dikisaran 2,4 didapat nilai VMA sebesar 15.10% dan 15.43%. nilai tersebut menunjukan bahwa material matali di atas dari kedua material karena besaran berat jenisnya tinggi.

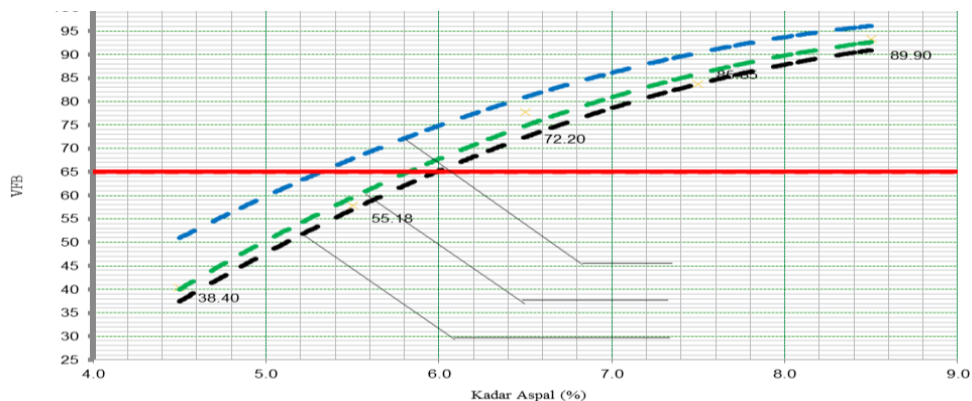


Gambar 5. Hubungan kadar aspal dengan VMA

e) Terhadap VFB

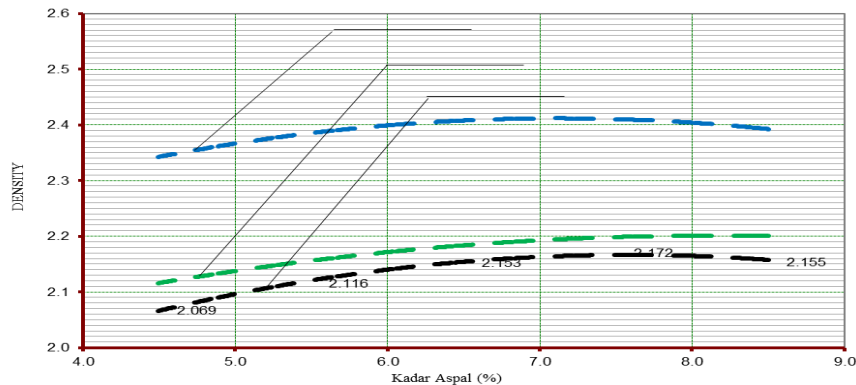
Dari hasil penelitian dengan bertambahnya kadar aspal nilai VFB menjadi tinggi. besaran berat jenis 2.7 misalkan, di material matali untuk kadar aspal 6.5% nilai VFB

yang didapat sebesar 80.10% sedangkan di material kakaskasen dan tateli yang berat jenisnya di kisaran 2.4 didapat nilai VFB sebesar 69.71% dan 76.24%.



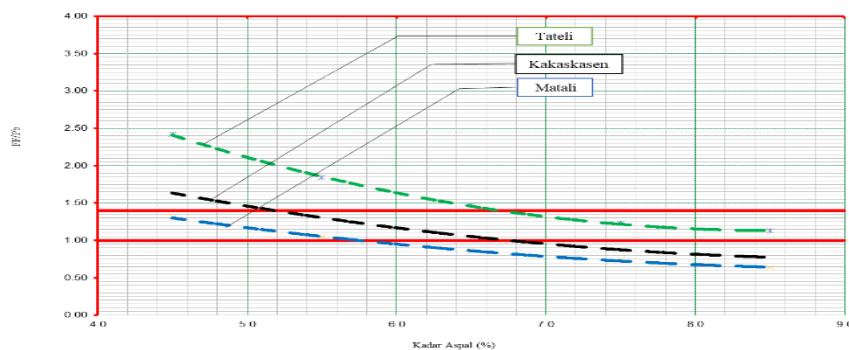
Gambar 6. Hubungan kadar aspal dengan VFB

- f) Terhadap Kepadatan (Density)
Dari hasil penelitian, dengan besaran berat jenis 2.7 di material matali untuk kadar aspal 6.5% nilai Density yang didapat sebesar 2.40gr/cc sedangkan di material kakaskasen dan tateli yang berat jenisnya di kisaran 2.4 didapat nilai Density sebesar 2.15gr/cc dan 2.18gr/cc.



Gambar 7. Hubungan kadar aspal dengan VFB

- g) Terhadap Rasio Filler (ff/Pb)
Dari penelitian yang didapat, besaran berat jenis 2.7 di material matali untuk kadar aspal 6.5% nilai Filler yang didapat sebesar 0.85 sedangkan di material kakaskasen dan tateli yang berat jenisnya di kisaran 2.4 didapat nilai Filler sebesar 1.07 dan 1.41.



Gambar 8. Hubungan kadar aspal dengan rasio filler

3.6 Pengaruh Berat Jenis Terhadap Harga Satuan di Lapangan

Sesuai dengan persyaratan pembayaran berdasarkan satuan berat, maka jika memakai material yang berat jenis tinggi akan mendapatkan density campuran yang relatif lebih tinggi. dan jika harga dalam satuan pembayaran dari campuran hotmix aspal yang di bayar dengan satuan berat maka akan lebih menguntungkan.

Contoh:

Material matali
density = $2.4 \text{ g/cm}^3 \approx 2.4 \text{ ton/m}^3$,
jika harga campuran AC-WC Rp.1500000,- maka
 $2.4 \text{ ton/m}^3 \times \text{Rp.1500000} =$
Rp.3.600.000
 $1 \text{ m}^3 = 2.4 \text{ t/m}^3$
Jika dihampar dengan tebal 4cm = 25m²
maka, $1 \text{ m}^2 = \frac{2.4}{25} = 0.096 \text{ t/m}^2$

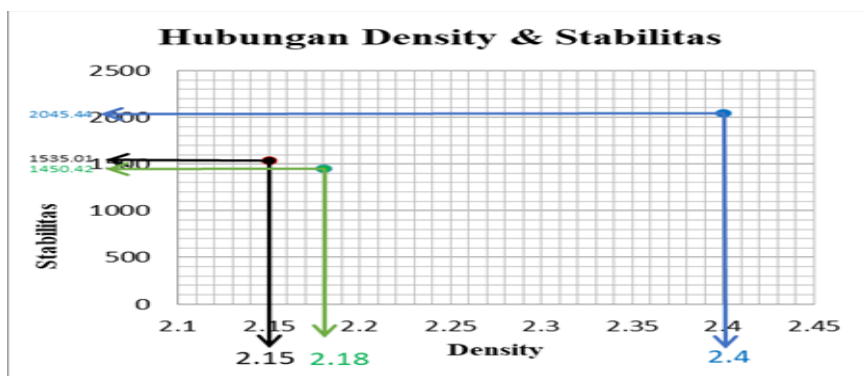
Material Tateli
density = $2.18 \text{ g/cm}^3 \approx 2.18 \text{ ton/m}^3$,

jika harga campuran AC-WC
Rp.1500000,- maka
 $2.18 \text{ ton/m}^3 * \text{Rp.1500000} =$
Rp.3.270.000
 $1 \text{ m}^3 = 2.18 \text{ t/m}^3$
Jika dihampar dengan tebal 4cm, =
 25 m^2
maka, $1 \text{ m}^2 = \frac{2.18}{25} = 0.078 \text{ t/m}^2$

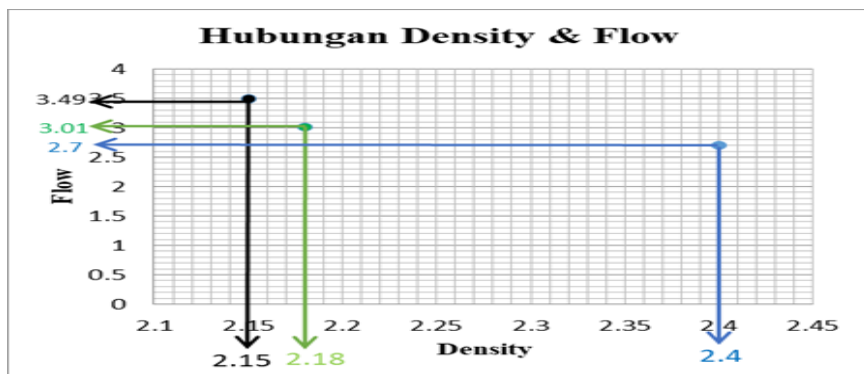
jika harga campuran AC-WC
Rp.1500000,- maka
 $2.15 \text{ ton/m}^3 * \text{Rp.1500000} =$
Rp.3.225.000
 $1 \text{ m}^3 = 2.15 \text{ t/m}^3$
Jika dihampar dengan tebal 4cm =
 25 m^2
maka $1 \text{ m}^2 = \frac{2.15}{25} = 0.086 \text{ t/m}^2$

Material Kakaskasen
 $\text{density} = 2.15 \text{ g/cm}^3 \approx 2.15 \text{ ton/m}^3$,

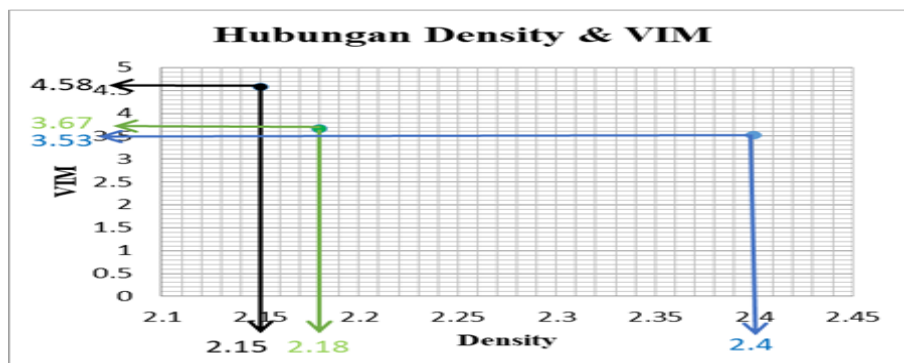
3.7 Pengaruh Nilai Density Campuran Terhadap Karakteristik Marshall



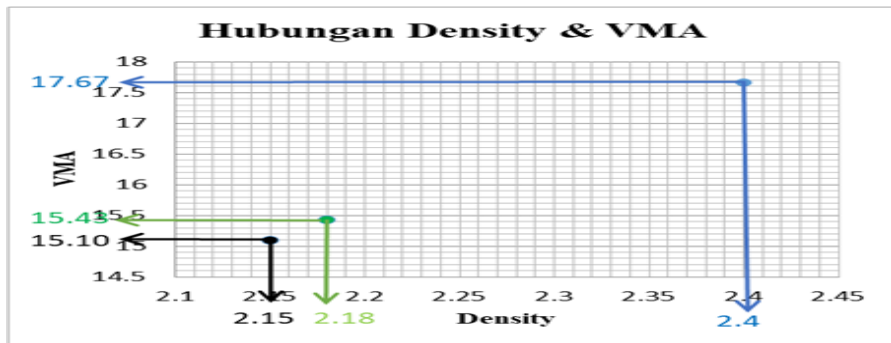
Gambar 9. Hubungan *density* dan stabilitas



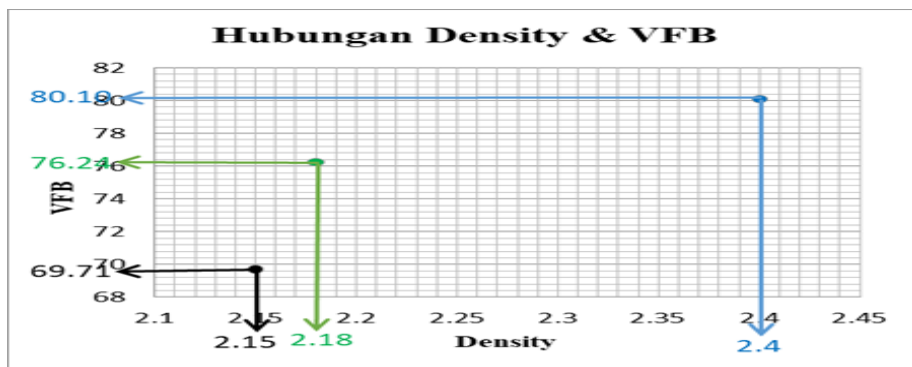
Gambar 10. Hubungan *density* dan stabilitas



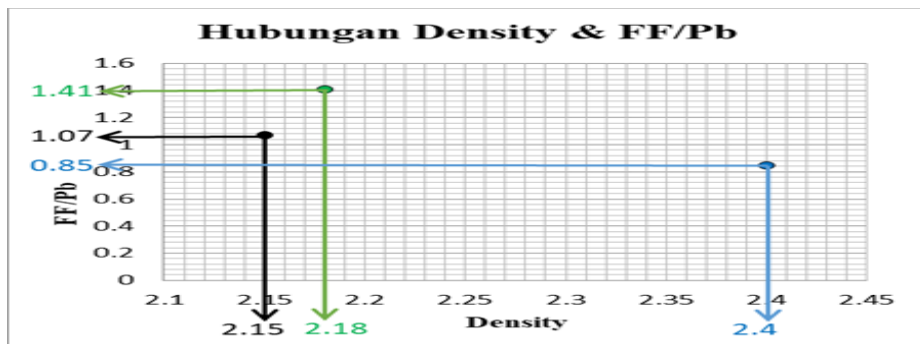
Gambar 11. Hubungan *density* dan VIM



Gambar 12. Hubungan *density* dan VMA



Gambar 13. Hubungan *density* dan VFB



Gambar 14. Hubungan *density* dan rasio *filler* (ff/Pb)

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan kajian penggunaan agregat dengan berat jenis berbeda, jika Gradasi gabungan di tiga material ini dibuat samadengan masing-masing agregat kasar sebesar 7%, agregat sedang sebesar 37%, abu batu sebesar 55%, dan PC sebesar 1%. Serta kadar aspal yang di buat pada ketiga material sebesar 6.5%.Maka diperoleh hasil sebagai berikut:

- 1) Berat jenis material Matali termasuk tinggi, sehingga berada di angka 2.7. pada pengujian *Marshall* di kadar aspal 6.5%, nilai stabilitas di dapat sebesar 2045 kg; flow = 2.70 mm; VIM = 3.53%; VMA = 17.67%; VFB = 80.10%; density =2.40 gr/cc; rasio filler = 0.85.
- 2) Berat jenis material Tateli termasuk rendah, sehingga berada di angka 2.4 dan 2.3. pada

pengujian *Marshall* di kadar aspal 6.5%, nilai stabilitas di dapat sebesar 1450 kg; flow= 3.01mm; VIM = 3.67%; VMA = 15.43%; VFB = 76.24%; density = 2.18 gr/cc; rasio filler = 1.41.

- 3) Berat jenis material Kakaskasen termasuk rendah, sehingga berada di angka 2.4 dan 2.3. pada pengujian *Marshall* di kadar aspal 6.5%, nilai stabilitas di dapat sebesar 1535 kg, flow = 3.49mm; VIM = 4.58%; VMA=15.10%; VFB = 69.71%, density= 2.15 gr/cc; rasio filler = 1.07.
- 4) Jika di kaitkan dengan satuan berat tonase, menggunakan material berat jenis tinggi pada pekerjaan hotmix jalan, lebih baik dan menguntungkan di sisi mutu material dan harga satuan daripada menggunakan material yang berat jenis rendah.

Besaran berat jenis pembentuk campuran beraspal panas, mempengaruhi semua kriteria *Marshall* pada campuran, penggunaan agregat yang mempunyai berat jenis tinggi jauh lebih baik dan menguntungkan di pakai dibandingkan dengan menggunakan agregat dengan berat jenis rendah.

4.2 Saran

- 1) Untuk perencanaan campuran beraspal panas sebaiknya menggunakan material yang mempunyai berat jenis (*specific gravity*) tinggi seperti material Matali sehingga umur perkerasan bisa lebih tahan lama.
- 2) Dalam proses merancang campuran terutama yang menyangkut pemeriksaan material agregat diperlukan pemeriksaan secara berulang-ulang serta berdasarkan spesifikasi sehingga akan mendapatkan hasil yang akurat.

Daftar Pustaka

- AASHTO. 1990. 15th edition. *Standard specification for Transportation materials and methods of sampling and testing*. America.
- Ach. Muhib Zainuri, ST. 2008. *Kekuatan Bahan (Strength of Materials)*. Yogyakarta; Andi.
- Andi Tenrisukki Tenriajeng. 2001. *Rekayasa Jalan Raya-2*. Jakarta; Gunadarma.
- Bowles, J.E. 1989. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Erlangga. Edisi ke-dua. Jakarta
- BALITBANG-PU dengan DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA, MODUL, *Training Of Trainer (TOT)*. 2007.
- Clarkson H. Oglesby dan R. Gary Hicks. 1996. *Teknik Jalan Raya*. Erlangga. Edisi Ke-empat, Jilid 1
- Departemen Pekerjaan Umum. 2010. *Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3) Divisi 6*. Jakarta. Direktorat Jenderal Bina Marga
- Silvia Sukirman. 2003. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung; Nova.
- Ir. Suprpto tm, M.Sc. 2004. *Bahan dan Struktur Jalan Raya, Edisi Ketiga*. Yogyakarta; KMTS FT UGM
- SNI. 2010. *Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas*
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010. *Spesifikasi Umum Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*.