

## KAJIAN PERBEDAAN CAMPURAN BERASPAL PANAS YANG MENGGUNAKAN BAHAN AGREGAT DENGAN BERAT JENIS (SPESIFIK GRAFITI) YANG BERBEDA

Dionisius Natan Wurara

Oscar H. Kaseke, Mecky R. E. Manoppo

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: [diowurara13@gmail.com](mailto:diowurara13@gmail.com)

### ABSTRAK

*Berat jenis agregat dari berbagai sumber tidak akan sama, tergantung pada sifat fisik dan mekanik. Campuran beraspal panas dari berbagai sumber itu akan berbeda satu sama lain, Berat jenis akan mempengaruhi parameter-parameter pengujian Marshall berupa Stabilitas, Flow, VIM, VMA, VFB, kepadatan, (Spesifikasi Bina Marga tahun 2010 revisi 3).*

*Penelitian ini akan mengkaji perbedaan campuran beraspal panas yang menggunakan bahan agregat dengan berat jenis (spesifik grafiti) yang berbeda. Benda uji Marshall dibuat dengan menggunakan material batu pecah yang bersumber dari tiga tempat yaitu Kakaskasen Tomohon, Tateli Minahasa dan Matali Kotamobagu, dengan aspal penetrasi 60/70 ex Pertamina sebagai bahan pembentuk campuran beraspal panas. Setelah dilakukan pemeriksaan bahan selanjutnya dicari komposisi agregat yang memenuhi syarat untuk masing-masing campuran yaitu AC-WC dan dibuat campuran benda uji untuk 5 variasi kadar aspal untuk setiap sumber material.*

*Hasil penelitian untuk ketiga material yang kadar aspalnya dibuat sama dan penambahan PC sebesar 1%, Maka nilai-nilai marshall menunjukkan angka yang berbeda, seperti 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. 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. 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. Jika harga satuan pekerjaan Hotmix aspal diukur dalam satuan berat, maka dalam 1ton/m<sup>3</sup> campuran yang dikalikan dengan harga satuan pekerjaan masih relatif menguntungkan.*

*Hasil penelitian menunjukkan bahwa material Matali merupakan material yang memiliki nilai density terbesar yaitu kisaran 2.40 sedangkan material Tateli dan material Kakaskasen memiliki nilai density yang relatif rendah sehingga menghasilkan nilai yang hampir sama yaitu sebesar 2.18 dan 2.15. hal ini disebabkan semakin tinggi nilai berat jenis pada material maka nilai density semakin tinggi. Jika satuan pembayaran dari campuran beraspal panas diukur dari satuan berat, maka menggunakan agregat yang mempunyai berat jenis yang lebih besar relatif lebih menguntungkan. Dari kesimpulan tersebut disarankan pada pekerjaan perkerasan jalan, jika sebaiknya menggunakan material yang berat jenis tinggi seperti material Matali*

**Kata kunci:** *Besaran Marshall, Berat jenis, AC-WC, Material, Density*

### PENDAHULUAN

#### 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 dipengaruhi 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.

**Tujuan penelitian**

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

**Pembatasan 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).

**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.

**LANDASAN TEORI**

**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 1.

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 Marshall (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 minimal (refusal)	Min. 2		

Sumber: Spesifikasi Teknik Bina Marga tahun 2010 revisi 3

**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	1/2'	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:

#### 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).

#### Berat Jenis SSD (*surface saturated dry*)

Berat jenis kering permukaan adalah berat jenis yang memperhitungkan berat agregat dalam keadaan kering permukaan.

#### 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).

#### 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 (diproven pada temperatur 110±5°C selama ±12 jam).

## METODOLOGI PENELITIAN

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan mendapatkan data persyaratan untuk agregat, aspal dan jenis campuran yang akan digunakan.

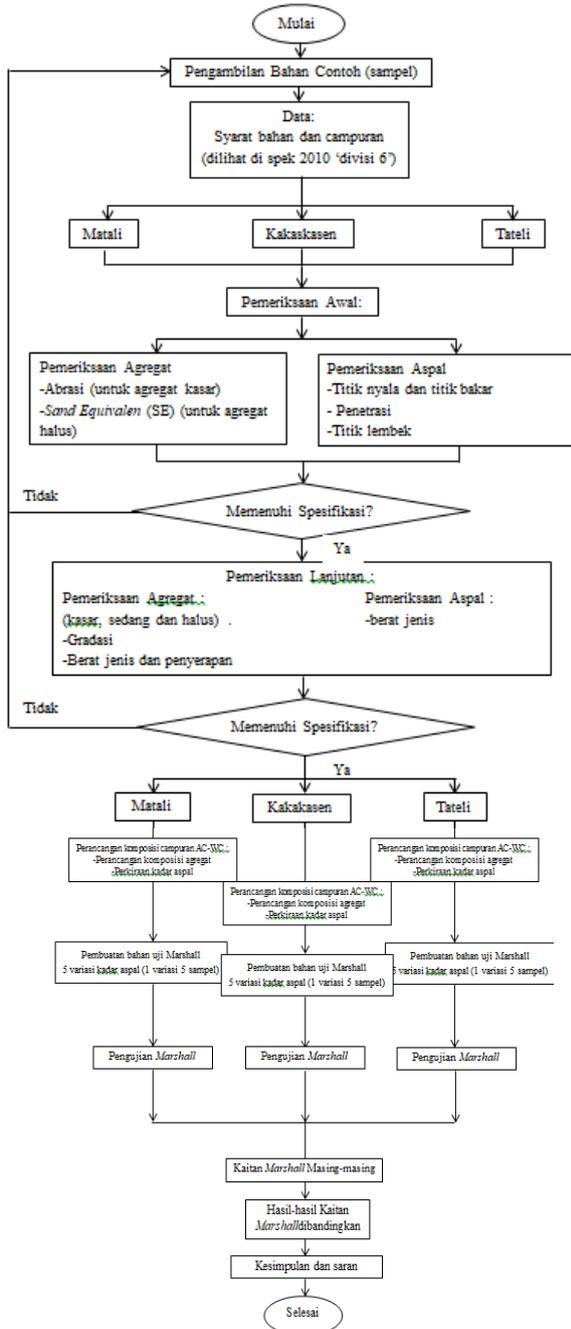
Kemudian dilakukan pemeriksaan terhadap agregat/material, apakah memenuhi persyaratan atau tidak. Apabila memenuhi persyaratan maka dapat dilanjutkan dengan melakukan pemeriksaan lanjutan

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.

Secara singkat adapun langkah-langkah dalam penelitian yang dibuat dalam bentuk bagan alir penelitian sebagai berikut:



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat

Hasil pemeriksaan awal material ditunjukkan pada tabel 3.

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 <ul style="list-style-type: none"> <li>Berat jenis curah</li> <li>Berat jenis SSD</li> <li>Berat jenis semu</li> <li>Penyerapan</li> </ul>	- - - Maks. 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>2,70</li> <li>2,72</li> <li>2,75</li> <li>0,79%</li> </ul>
	Berat jenis Agregat Sedang <ul style="list-style-type: none"> <li>Berat jenis curah</li> <li>Berat jenis SSD</li> <li>Berat jenis semu</li> <li>Penyerapan</li> </ul>	- - - Maks. 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>2,72</li> <li>2,74</li> <li>2,77</li> <li>0,79%</li> </ul>
	Berat jenis Agregat Halus <ul style="list-style-type: none"> <li>Berat jenis curah</li> <li>Berat jenis SSD</li> <li>Berat jenis semu</li> <li>Penyerapan</li> </ul>	- - - Maks. 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>2,69</li> <li>2,71</li> <li>2,74</li> <li>0,73%</li> </ul>

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Lanjutan Berat Jenis Material Tateli

Standar Pengujian	Karakteristik	Persyaratan	Hasil Pemeriksaan (%)
SNI03-1970-1990	Berat jenis Agregat Kasar <ul style="list-style-type: none"> <li>Berat jenis curah</li> <li>Berat jenis SSD</li> <li>Berat jenis semu</li> <li>Penyerapan</li> </ul>	- - - Maks. 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>2,27</li> <li>2,33</li> <li>2,41</li> <li>2,53%</li> </ul>
	Berat jenis Agregat Sedang <ul style="list-style-type: none"> <li>Berat jenis curah</li> <li>Berat jenis SSD</li> <li>Berat jenis semu</li> <li>Penyerapan</li> </ul>	- - - Maks. 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>2,34</li> <li>2,40</li> <li>2,48</li> <li>2,38%</li> </ul>
	Berat jenis Agregat Halus <ul style="list-style-type: none"> <li>Berat jenis curah</li> <li>Berat jenis SSD</li> <li>Berat jenis semu</li> <li>Penyerapan</li> </ul>	- - - Maks. 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>2,41</li> <li>2,47</li> <li>2,55</li> <li>2,16%</li> </ul>

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Lanjutan Berat Jenis Material Kakaskasen

Standar Pengujian	Karakteristik	Persyaratan	Hasil Pemeriksaan (%)
SNI03-1970-1990	Berat jenis Agregat Kasar <ul style="list-style-type: none"> <li>Berat jenis curah</li> <li>Berat jenis SSD</li> <li>Berat jenis semu</li> <li>Penyerapan</li> </ul>	- - - Maks. 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>2,39</li> <li>2,43</li> <li>2,48</li> <li>1,39%</li> </ul>
	Berat jenis Agregat Sedang <ul style="list-style-type: none"> <li>Berat jenis curah</li> <li>Berat jenis SSD</li> <li>Berat jenis semu</li> <li>Penyerapan</li> </ul>	- - - Maks. 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>2,40</li> <li>2,43</li> <li>2,47</li> <li>1,33%</li> </ul>
	Berat jenis Agregat Halus <ul style="list-style-type: none"> <li>Berat jenis curah</li> <li>Berat jenis SSD</li> <li>Berat jenis semu</li> <li>Penyerapan</li> </ul>	- - - Maks. 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>2,34</li> <li>2,38</li> <li>2,44</li> <li>1,81%</li> </ul>

**Pemeriksaan Aspal**

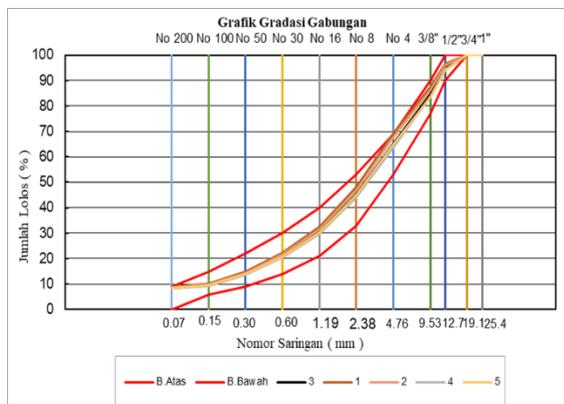
Tabel 7. Hasil Pemeriksaan Aspal Penetrasi 60/70

Standar Pengujian	Karakteristik	Persyaratan	Hasil Pemeriksaan
SNI03-1970-1990	Aspal Penetrasi 60/70		
	• Penetrasi	60-70	67.9
	• Daktilitas	≥100 cm	>100 cm
	• Titik Nyala	≥232°	270°
	• Titik bakar	≥ 290°	290°C
	• Titik lembek	≥48°C	48°
	• Berat jenis	≥1.0	1.0324

Parameter Komposisi Campuran Beraspal Panas ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Komposisi Agregat Gabungan.

No Saringan	Metrik	Agkasar	Agse dang	Abu batu	PC	Gradasi					Spesifikasi	
						100.00	200.00	425.00	75.00	150.00	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
3/4"	19.05	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100	100
1/2"	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	6.39	8.53	96.00	8.42	8.34	8.24	8.21	8.11	4	9
		Agkasar				5.00%	6.00%	7.00%	8.00%	9.00%		
		Agse dang				34.00%	35.00%	37.00%	35.00%	37.00%		
		Abu batu				60.00%	58.00%	55.00%	56.00%	53.00%		
		PC				1.00%	1.00%	1.00%	1.00%	1.00%		
		Total				100%	100%	100%	100%	100%		



Gambar 2. 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:

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

**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.

**Hasil Pengujian Marshall Campuran AC-WC**

Berikut Rekapitulasi hasil pengujian Marshall.

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	1398.15	1530.94	2045.44	1906.41	1316.00
2	Flow (mm)	2.0 - 4.0	2.44	2.53	2.70	2.80	3.30
3	VIM (%)	3.0-5.0	9.30	4.49	3.53	2.63	0.52
4	VMA (%)	min 15	18.47	16.35	17.67	19.01	19.35
5	VFB (%)	min 65	49.70	72.56	80.10	86.21	97.31
6	Density (gr/cc)	-	2.33	2.41	2.40	2.39	2.40
7	Ratio 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 (%)	3.0-5.0	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	Ratio Filler	-	2.25	1.74	1.41	1.18	1.09

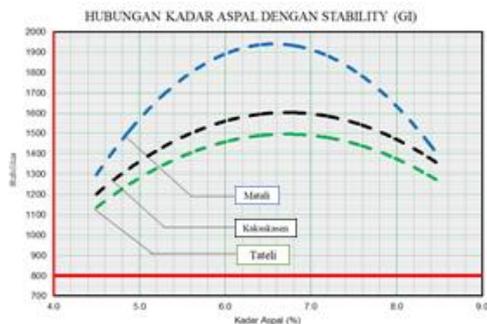
Tabel 11. Hasil Pengujian *Marshall* Material Kakaskasen

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 (%)	3.0-5.0	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	Ratio Filler	-	1.68	1.31	1.07	0.90	0.78

**Pengaruh Nilai Berat Jenis Terhadap Karakteristik Marshall**

**Terhadap Stabilitas**

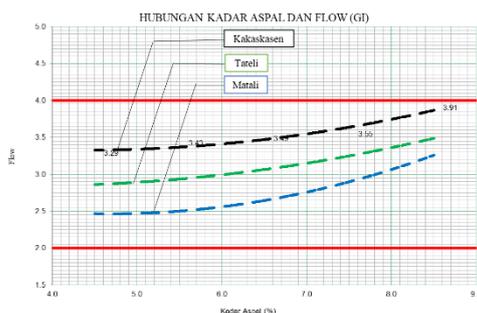
Dengan berat jenis berkisar 2.7, dari material Matali untuk kadar aspal tengah yaitu 6.5% nilai stabilitasnya sebesar 2045.44kg sedangkan material Kakaskasen dan Tateli yang berat jenis dikisaran 2.4, nilai stabilitasnya berada dibawah yaitu 1535.01kg dan 1450.42kg



Gambar 3. Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas

**Terhadap Flow**

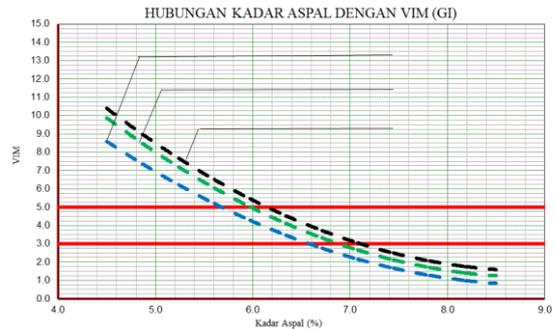
Dengan berat jenis yang berkisar 2,4 dari material Kakaskasen dan Tateli untuk kadar aspal tengah yaitu 6.5%, nilai flow yang didapat sebesar 3.49mm dan 3.01mm sedangkan besaran berat jenis yang berkisar 2.7 dari material Matali nilai flow yang didapat yaitu 2.70mm, menunjukkan bahwa besaran berat jenis yang tinggi, nilai flow yang didapat kecil.



Gambar 4. Hubungan Kadar Aspal dengan Flow

**Terhadap VIM**

Nilai VIM akan menurun dengan bertambahnya kadar aspal, pada berat jenis yang berkisar 2.7 dari 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 dibawah karena pori/rongga yang dihasilkan kecil



Gambar 5. Hubungan Kadar Aspal dengan VIM

**Terhadap VMA**

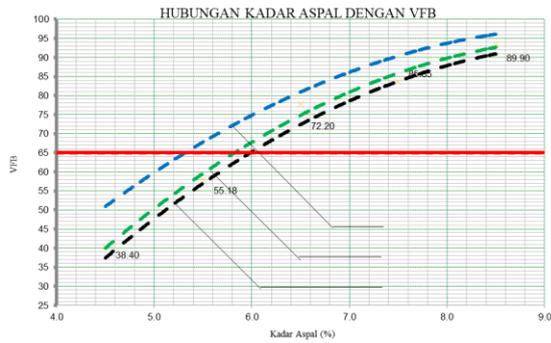
Dari hasil penelitian, dengan besaran berat jenis yang berkisar 2.7 dari material matali untuk kadar aspal 6.5% nilai VMA yang didapat sebesar 17.67% sedangkan dari material Kakaskasen dan Tateli yang berat jenis dikisaran 2,4 didapat nilai VMA sebesar 15.10% dan 15.43%. nilai tersebut menunjukkan bahwa material matali di atas dari kedua material karena besaran berat jenisnya tinggi.



Gambar 6. Hubungan Kadar Aspal dengan VMA

**Terhadap VFB**

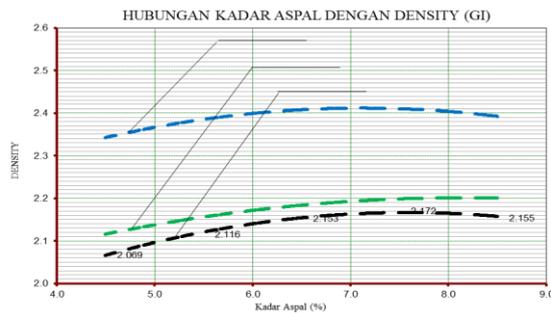
Dengan bertambahnya kadar aspal nilai VFB menjadi tinggi. besaran berat jenis 2.7 misalkan, dari material Matali untuk kadar aspal 6.5% nilai VFB yang didapat sebesar 80.10% sedangkan dari material kakaskasen dan tateli yang berat jenisnya di kisaran 2.4 didapat nilai VFB sebesar 69.71% dan 76.24%.



Gambar 7. Hubungan Kadar Aspal dengan VFB

**Terhadap Kepadatan (Density)**

Dengan besaran berat jenis 2.7 dari material Matali untuk kadar aspal 6.5% nilai Density yang didapat sebesar 2.40gr/cc sedangkan dari material Kakaskasen dan Tateli yang berat jenisnya di kisaran 2.4 didapat nilai Density sebesar 2.15gr/cc dan 2.18gr/cc.



Gambar 8. Hubungan Kadar Aspal dengan Density

**Terhadap Rasio Filler (ff/Pb)**

Berat jenis 2.7 dari 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

**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 dibayar dengan satuan berat maka akan lebih menguntungkan.

**Material Matali**

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

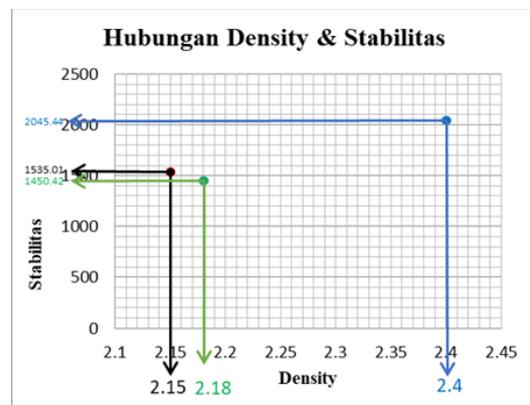
**Material Tateli**

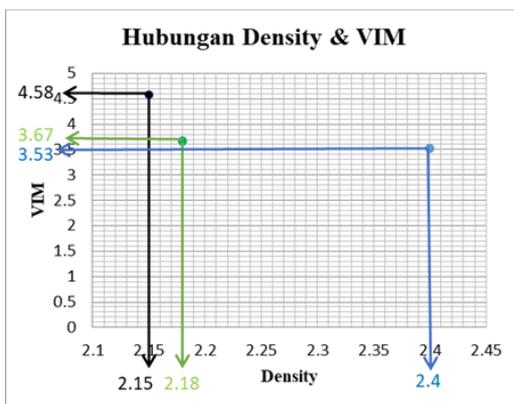
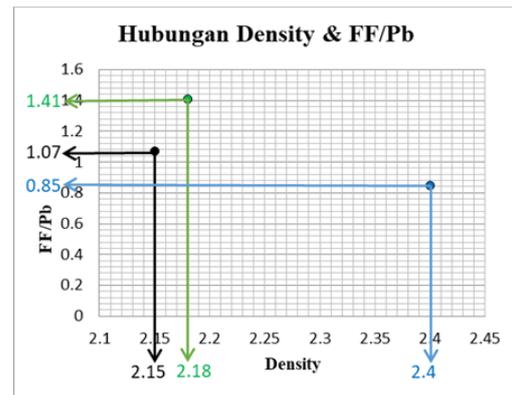
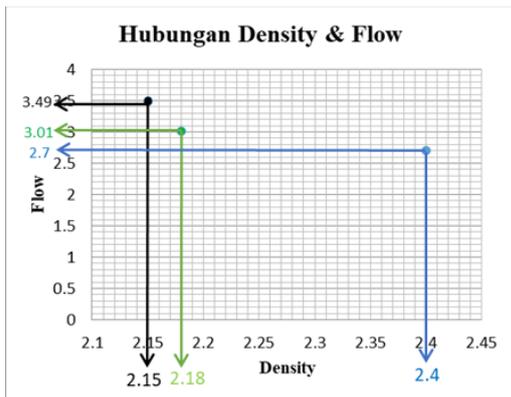
density =  $2.18\text{g/cm}^3 \approx 2.18\text{ ton/m}^3$ ,  
 jika harga campuran AC-WC Rp.1500000,-  
 maka  $2.18\text{ton/m}^3 * \text{Rp.1500000} = \text{Rp.3.270.000}$   
 $1\text{m}^3 = 2.18\text{ t/m}^3$   
 Jika dihampar dengan tebal 4cm, = 25m<sup>2</sup>  
 maka,  $1\text{m}^2 = \frac{2.18}{25}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

**Material Kakaskasen**

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

**Pengaruh Nilai Density Campuran terhadap Karakteristik Marshall**



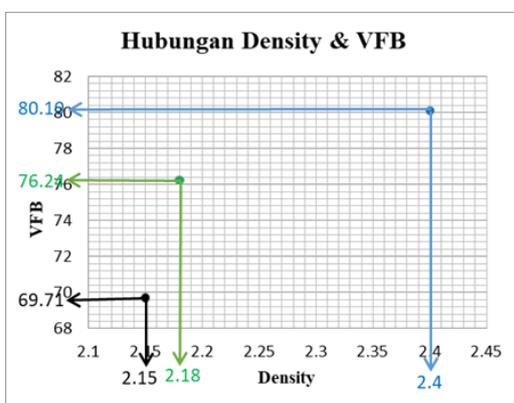
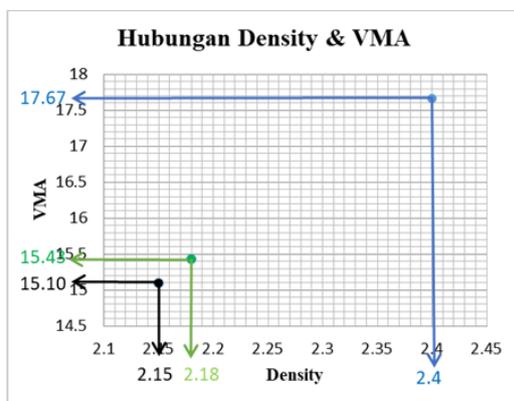


## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan kajian penggunaan agregat dengan berat jenis berbeda, jika Gradasi gabungan di tiga material ini dibuat sama dengan masing-masing agregat kasar sebesar 7%, agregat sedang sebesar 37%, abu batu sebesar 55%, dan PC sebesar 1%. Serta kadar aspal yang dibuat 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 2045kg; flow = 2.70 mm; VIM = 3.53%; VMA = 17.67%; VFB = 80.10%; density = 2.40gr/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 didapat sebesar 1450kg; flow= 3.01mm; VIM = 3.67%; VMA = 15.43%; VFB = 76.24%; density = 2.18gr/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 didapat sebesar 1535kg, flow = 3.49mm; VIM = 4.58%; VMA=15.10%; VFB = 69.71%, density= 2.15gr/cc; rasio filler = 1.07.
4. Jika dikaitkan dengan satuan berat tonase, menggunakan material berat jenis tinggi pada pekerjaan hotmix jalan, lebih baik dan menguntungkan disisi mutu material dan harga satuan daripada menggunakan material yang berat jenis rendah.
5. Besaran berat jenis pembentuk campuran beraspal panas mempengaruhi semua kriteria *Marshall* pada campuran. Penggunaan agregat dengan berat jenis tinggi jauh lebih baik dan



menguntungkan dibandingkan agregat dengan berat jenis rendah.

**Saran**

1. Untuk perencanaan campuran beraspal panas sebaiknya menggunakan material yang mempunyai berat jenis (*spesifik 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.
- Balitbang-PU dan DirJen Bina Marga, 2007. *Modul Training Of Trainer (TOT)*.
- Bowles, J. E., 1989. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Edisi kedua. Erlangga, Jakarta.
- Clarkson H. Oglesby dan R. Gary Hicks. 1996. *Teknik Jalan Raya*. Edisi Ke-empat, Jilid 1, Erlangga, Jakarta
- Clarkson H. Oglesby dan R. Gary Hicks. 1996. *Teknik Jalan Raya*. Edisi Ke-empat, Jilid 2, Erlangga, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2010. *Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3) Divisi 6*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010. *Spesifikasi Umum Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*.
- Sukirman, S., 2003. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova, Bandung.
- Suprpto, T. M., 2004. *Bahan dan Struktur Jalan Raya, Edisi Ketiga*. KMTS FT UGM, Yogyakarta.
- Tenriajeng, A. T., 2001. *Rekayasa Jalan Raya-2*, Gunadarma. Jakarta.
- Zainuri, Ach. Muhib., 2008. *Kekuatan Bahan (Strength of Materials)*. Andi, Yogyakarta.

Halaman ini sengaja dikosongkan