



Pemanfaatan Agregat Batu Gunung Awu Kabupaten Kepulauan Sangihe Pada Campuran Aspal AC-WC

Mutiara A. P. Lahinda^{#a}, Lucia G. J. Lalamentik^{#b}, Joice E. Waani^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^amutiaralahinda20@gmail.com, ^blucia.lalamentik@unsrat.ac.id@yahoo.com, ^cjoicewaani@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik campuran aspal AC-WC yang menggunakan batu gunung yang berasal dari lahar gunung Awu sebagai sumber daya alam yang ada di Kabupaten Kepulauan Sangihe. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Experimental dengan melakukan serangkaian percobaan *Marshall* untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO). Hasil percobaan menunjukkan variasi dalam karakteristik campuran AC-WC berdasarkan kombinasi gradasi agregat, dengan nilai-nilai seperti stabilitas, flow, VIM, VMA, VFB dan parameter penentu lainnya. Untuk nilai karakteristik *Marshall* yang memenuhi spesifikasi didapatkan Kombinasi Variasi Gradasi Agregat Campuran I; Nilai stabilitas: 1232,39 kg; Nilai Flow: 3,77 mm; Nilai VMA: 15,250%; Nilai VIM: 4,070%; Nilai VFB: 73,318%; Nilai FF/Kadar Aspal Efektif: 0,978; Kepadatan: 2,205gr/cc, pada Kadar Aspal Optimum (KAO) 7%. Kombinasi Variasi Gradasi Agregat Campuran II; Nilai stabilitas: 1270,24 kg; Nilai Flow: 3,58 mm; Nilai VMA: 15,027%; Nilai VIM: 4,890%; Nilai VFB: 67,486%; Nilai FF/Kadar Aspal Efektif: 0,936; Kepadatan: 2,183gr/cc, pada Kadar Aspal Optimum (KAO) 6,55%. Kombinasi Variasi Gradasi Agregat Nilai Tengah; Nilai stabilitas: 1116,41 kg; Nilai Flow: 3,81 mm; Nilai VMA: 15,963%; Nilai VIM: 4,761%; Nilai VFB: 70,195%; Nilai FF/Kadar Aspal Efektif: 1,140; Kepadatan: 2,180gr/cc, pada Kadar Aspal Optimum (KAO) 6,95%.

Kata kunci: AC-WC, batu gunung, pengujian Marshall

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Kabupaten Kepulauan Sangihe merupakan salah satu kabupaten yang aktif berkembang baik secara ekonomi, pembangunan dan kependudukannya. Akibat dari perkembangan ini tentu saja harus didukung oleh Pembangunan infrastruktur jalan di Kabupaten Kepulauan Sangihe. Pembangunan infrastruktur jalan di Kabupaten Kepulauan Sangihe tentu saja membutuhkan ketersediaan material yang memadai guna menunjang pembangunan yang ada. Adanya kekurangan bahan material yang ada di Kabupaten Kepulauan Sangihe membuat proses pembangunan infrastruktur jalan menjadi terhambat. Kekurangan bahan material ini dapat diatasi dengan melakukan mobilisasi material dari luar pulau Sangihe, namun mobilisasi material dari luar pulau sangihe tentu saja akan membutuhkan waktu dan biaya yang cukup besar. Maka dari itu perlunya memanfaatkan sumber daya alam yang ada di Kabupaten Kepulauan Sangihe yaitu batu gunung yang berasal dari lahar gunung Awu untuk dapat dijadikan sebagai bahan material dalam konstruksi perkerasan jalan. Penggunaan batu gunung dalam lapis perkerasan tentu saja harus memenuhi standar spesifikasi yang ada untuk memastikan bahwa batu gunung tersebut layak untuk dijadikan sebagai material konstruksi pada lapis perkerasan.

Material konstruksi lapis perkerasan yang terdiri dari agregat kasar, agregat sedang dan agregat halus dikombinasikan dalam kombinasi gradasi agregat yang mana harus memenuhi batasan-batasan yang ada yaitu berada diantara batas atas dan batas bawah spesifikasi gradasi agregat. Oleh sebab itu dalam perencanaan campuran menggunakan agregat batu gunung awu dalam lapis perkerasan digunakan variasi rancangan kombinasi gradasi agregat untuk mengetahui variasi rancangan kombinasi gradasi agregat mana yang paling baik untuk digunakan. Dalam penelitian ini menggunakan variasi kombinasi gradasi agregat campuran I, campuran II, campuran III dan kombinasi gradasi agregat nilai tengah untuk mendapatkan kinerja perkerasan yang optimal

1.2. Rumusan Masalah

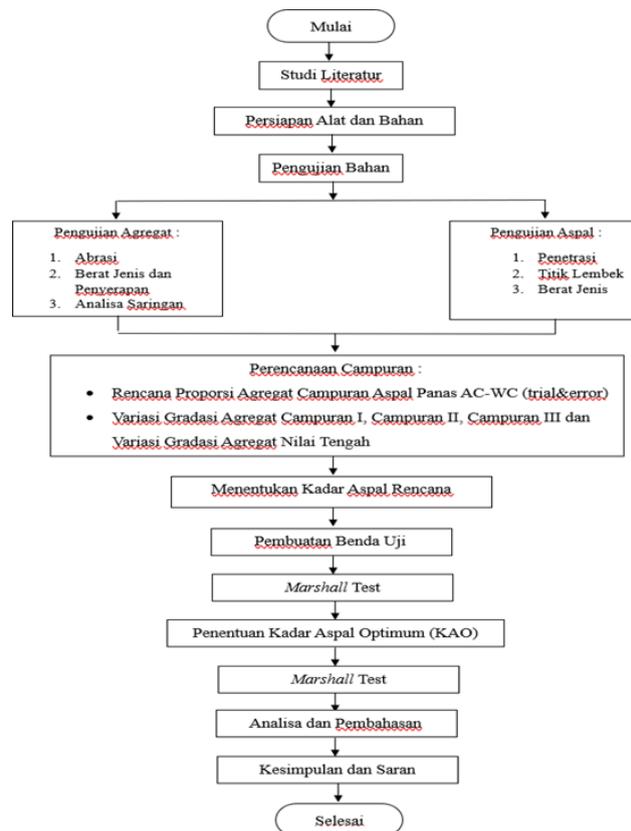
Berdasarkan latar belakang yang ada, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah pemeriksaan fisik batu gunung awu Kabupaten Kepulauan Sangihe memenuhi spesifikasi bina marga 2018 dan bagaimana pengaruh pemanfaatan batu gunung awu Kabupaten Kepulauan Sangihe dalam campuran AC-WC terhadap karakteristik *Marshall*

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui untuk mengetahui apakah sifat-sifat fisik batu gunung awu Kabupaten Kepulauan Sangihe memenuhi spesifikasi umum bina marga 2018 dan untuk mengetahui nilai karakteristik *Marshall* pada penggunaan material agregat dari gunung awu Kabupaten Kepulauan Sangihe terhadap campuran aspal AC-WC.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Experimental yaitu metode yang dilakukan dengan menggunakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Data-data dalam penelitian ini didapat lewat percobaan dilaboratorium yang mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Perkerasan Jalan Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Untuk tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pemeriksaan Agregat

Agregat yang dipakai dalam penelitian ini berupa agregat kasar, agregat sedang dan agregat halus yang berasal dari batuan gunung awu Kabupaten Kepulauan Sangihe. Hasil pemeriksaan abrasi, berat jenis dan penyerapan dimuat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Tahuna

No	Jenis Pengujian	Standart	Hasil
1	Abrasi	100 Putaran	6,3%
		500 Putaran	37,6%
2	Berat Jenis Kasar	Bulk	2,5
		SSD	2,6
		Semu	2,7
		Penyerapan	2,8%
3	Berat Jenis Sedang	Bulk	2,2
		SSD	2,3
		Semu	2,4
		Penyerapan	3,4%
4	Berat Jenis Halus	Bulk	2,5
		SSD	2,6
		Semu	2,8
		Penyerapan	3,5%

3.2 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal

Hasil pemeriksaan karakteristik aspal dapat dilihat dalam Tabel 2 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal Pertamina Pen 60/70.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal Pertamina 60/70

Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Satuan
Penetrasi pada 25°C	SNI 2456 : 2011	67,28	60-70	0,1 mm
Titik Lembek	SNI 2434 : 2012	48,5	≥ 48	°C
Berat Jenis	SNI 2441 : 2013	1,0453	≥ 1,0	-
Titik Nyala	SNI 2433 : 2014	235	≥ 232	°C
Daktalitas pada 25°C	SNI 2432 : 2015	140	≥ 100	cm

3.3 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Tahuna

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Tahuna

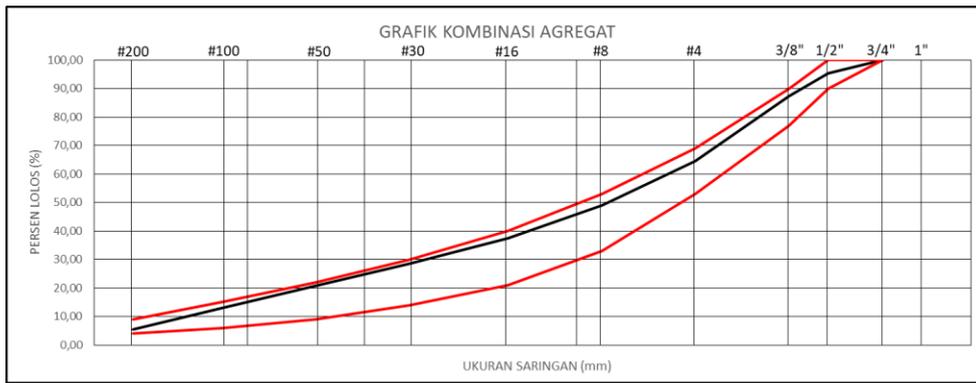
ASTM (Inch)	Saringan		%Lolos		
	Metrik (mm)		Agregat Kasar	Agregat Sedang	Agregat Halus
1"	25,40		100,00	100,00	100,00
3/4"	19,10		100,00	100,00	100,00
1/2"	12,70		61,85	100,00	100,00
3/8"	9,52		19,17	90,82	100,00
#4	4,75		1,04	24,21	99,61
#8	2,36		0,94	5,63	82,50
#16	1,18		0,69	3,59	63,11
#30	0,60		0,59	2,64	47,56
#50	0,30		0,50	1,87	34,11
#100	0,15		0,32	1,11	20,83
#200	0,075		0,14	0,28	7,82
	Pan		0,02	0,05	0,21

3.4 Hasil Kombinasi Gradasi Agregat

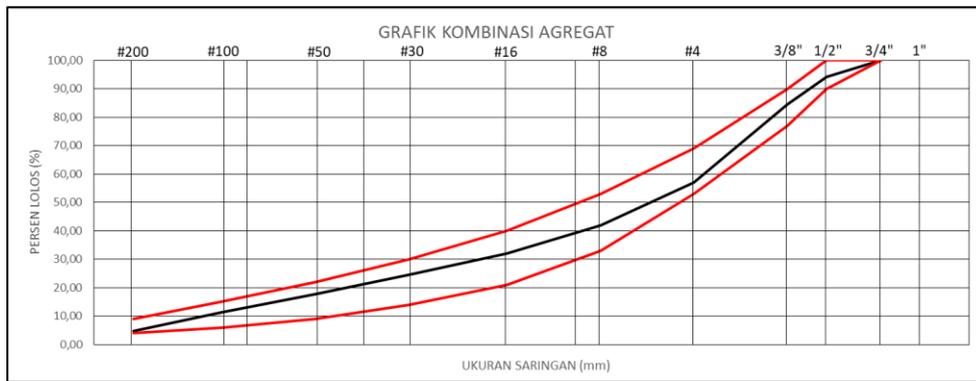
Hasil kombinasi gradasi agregat pada penelitian ini menggunakan kombinasi dari 4 variasi, yaitu Kombinasi Gradasi Agregat Campuran I, Kombinasi Gradasi Agregat Campuran II, Kombinasi Gradasi Agregat Campuran III dan Kombinasi Gradasi Agregat Nilai Tengah.

Tabel 4. Kombinasi Agregat Campuran I, II, III dan Kombinasi Agregat Nilai Tengah

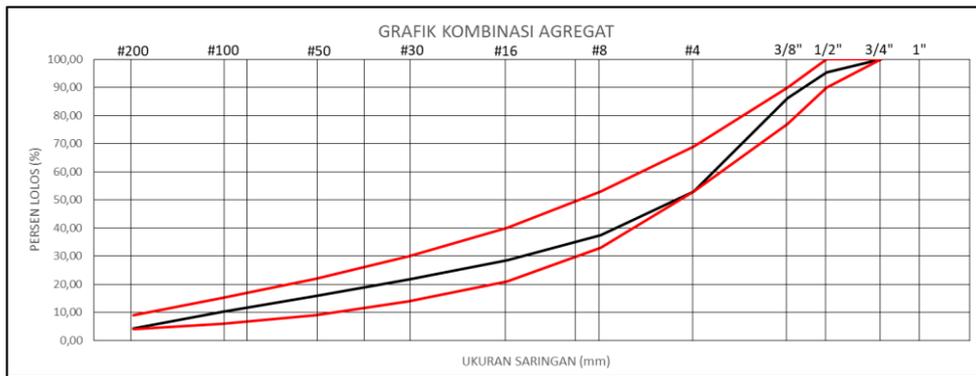
SARINGAN		HASIL KOMBINASI I	HASIL KOMBINASI II	HASIL KOMBINASI III	HASIL KOMBINASI NILAI TENGAH	SPESIFIKASI
No	mm					
1"	24,40	100,00	100,00	100,00	100,00	100
3/4"	19,10	100,00	100,00	100,00	100,00	100
1/2"	12,70	95,42	94,28	95,42	95,00	90 - 100
3/8"	9,52	87,45	84,48	86,08	83,50	77 - 90
#4	4,75	64,41	56,93	53,10	61,00	53 - 69
#8	2,36	49,06	42,00	37,53	43,00	33 - 53
#16	1,18	37,53	32,09	28,61	30,50	21 - 40
#30	0,60	28,52	24,41	21,78	22,00	14 - 30
#50	0,30	20,74	17,80	15,91	15,50	9 - 22
#100	0,15	13,05	11,25	10,09	10,50	6 - 15
#200	0,075	5,49	4,80	4,35	6,50	4 - 9



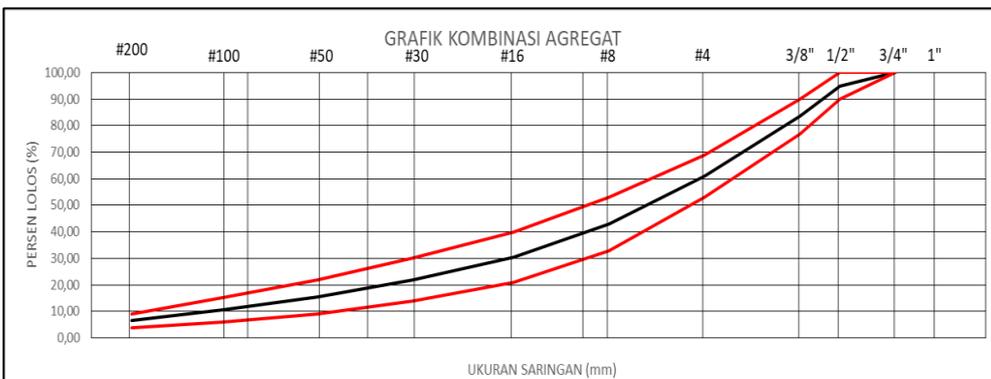
Gambar 2. Grafik Hasil Kombinasi Variasi Gradasi Agregat Campuran I



Gambar 3. Grafik Hasil Kombinasi Variasi Gradasi Agregat Campuran II



Gambar 4. Grafik Hasil Kombinasi Variasi Gradasi Agregat Campuran III



Gambar 5. Grafik Hasil Kombinasi Variasi Gradasi Agregat Variasi Nilai Tengah

3.5 Hasil Pengujian Marshall Setiap Variasi Kombinasi Gradasi Agregat Pada Campuran AC-WC

Tabel 5. Hasil Pengujian *Marshall* Pada Kombinasi Gradasi Agregat Campuran I

Karakteristik <i>Marshall</i>	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi
	4	5	6	7	8	
Stabilitas (Lbs)	761,69	1229,28	1146,55	1294,65	1290,46	Min. 800
Flow (mm)	3,34	3,72	3,91	3,53	4,58	2,0-4,0
VMA (%)	16,559	15,741	16,201	15,191	13,698	Min.15
VIM (%)	12,074	9,047	7,344	3,954	-0,101	3,0-5,0
VFB (%)	27,116	42,529	55,923	74,230	100,915	Min.65
FF/Kadar Aspal Efektif	2,392	1,618	1,216	0,970	0,804	0,6-1,2
Kepadatan	2,103	2,146	2,157	2,207	2,270	Min.2,00

Tabel 6. Hasil Pengujian Marshall Pada Kombinasi Gradasi Agregat Campuran II

Karakteristik <i>Marshall</i>	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi
	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	
Stabilitas (Lbs)	782,99	949,18	1145,00	1262,81	1392,16	Min. 800
Flow (mm)	3,00	2,90	3,27	3,45	3,80	2,0-4,0
VMA (%)	16,123	15,718	15,352	15,002	13,869	Min.15
VIM (%)	12,655	10,108	7,536	4,917	1,333	3,0-5,0
VFB (%)	21,597	35,705	50,933	67,262	90,744	Min.65
FF/Kadar Aspal Efektif	2,701	1,677	1,209	0,941	0,696	0,6-1,2
Kepadatan (gr/cc)	2,087	2,119	2,150	2,182	2,235	Min.2,00

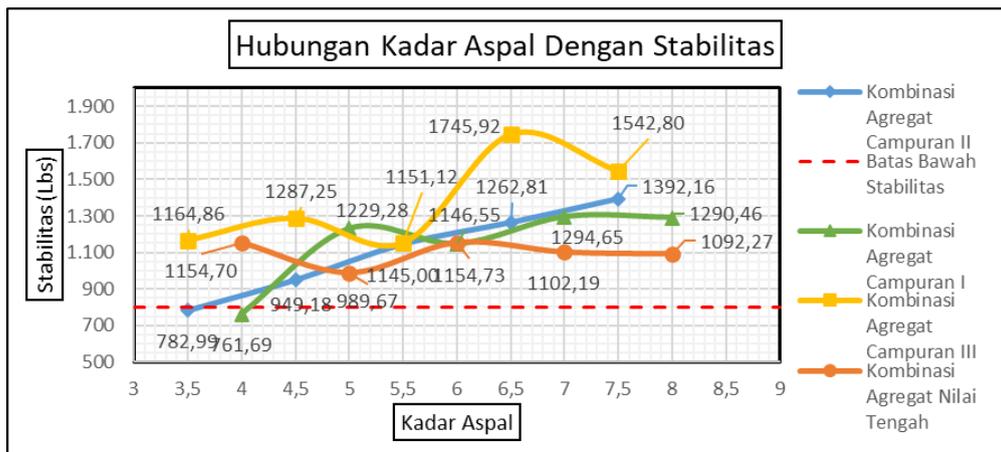
Tabel 7. Hasil Pengujian *Marshall* Pada Kombinasi Gradasi Agregat Campuran III

Karak <i>Marshall</i>	Kadar Aspal					Spesifikasi
	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	
Stabilitas (Lbs)	1164,86	1287,25	1151,12	1745,92	1542,80	Min. 800
Flow (mm)	3,86	3,74	4,66	4,06	4,52	2,0-4,0
VMA (%)	10,907	12,341	13,073	10,190	10,167	Min.15
VIM (%)	7,264	6,569	5,134	-0,350	-2,764	3,0-5,0
VFB (%)	33,648	46,810	61,540	106,410	127,480	Min.65
FF/Kadar Aspal Efektif	2,499	1,521	1,096	0,853	0,696	0,6-1,2
Kepadatan (gr/cc)	2,192	2,179	2,184	2,281	2,306	Min.2,00

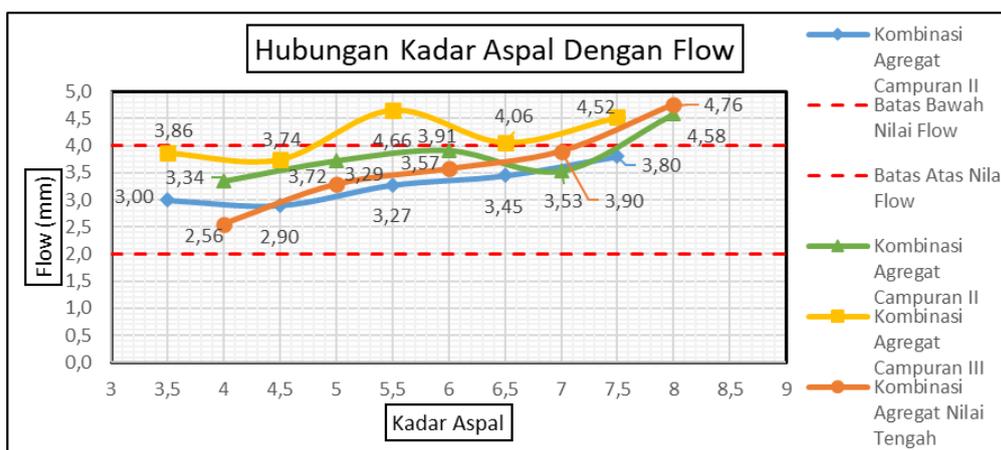
Tabel 8. Hasil Pengujian *Marshall* Pada Kombinasi Gradasi Agregat Nilai Tengah

Karakteristik <i>Marshall</i>	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi
	4	5	6	7	8	
Stabilitas (Lbs)	1154,70	989,67	1154,73	1102,19	1092,27	Min. 800
Flow (mm)	2,56	3,29	3,57	3,90	4,76	2,0-4,0
VMA (%)	14,091	15,591	15,838	15,924	15,451	Min.14
VIM (%)	9,220	8,640	6,704	4,550	1,703	3,0-5,0
VFB (%)	34,632	44,996	57,674	71,494	89,097	Min.65
FF/Kadar Aspal Efektif	2,680	1,846	1,400	1,124	0,935	0,6-1,2
Kepadatan (gr/cc)	2,161	2,145	2,162	2,183	2,219	Min.2,00

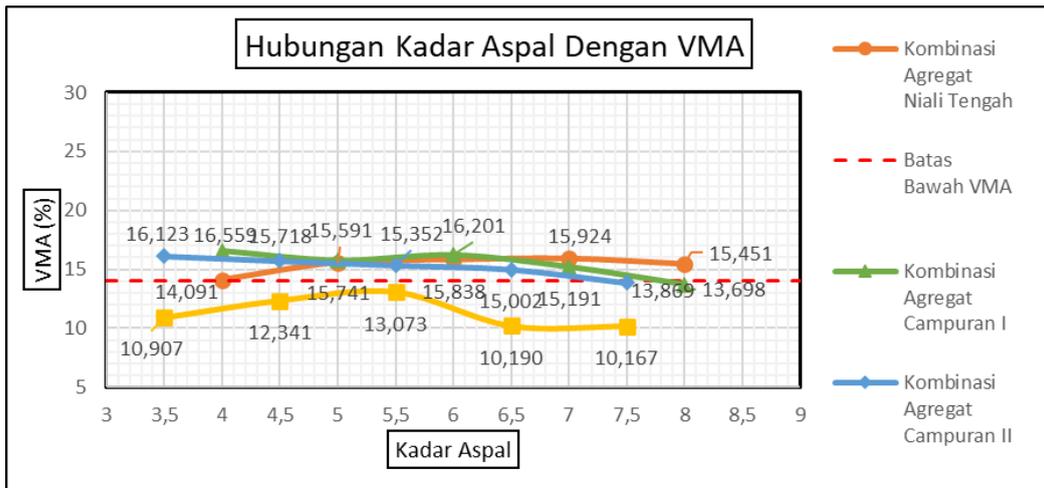
3.6 Pengaruh Kadar Aspal Pada Setiap Variasi Kombinasi Gradasi Agregat Campuran AC-WC Terhadap Karakteristik *Marshall*



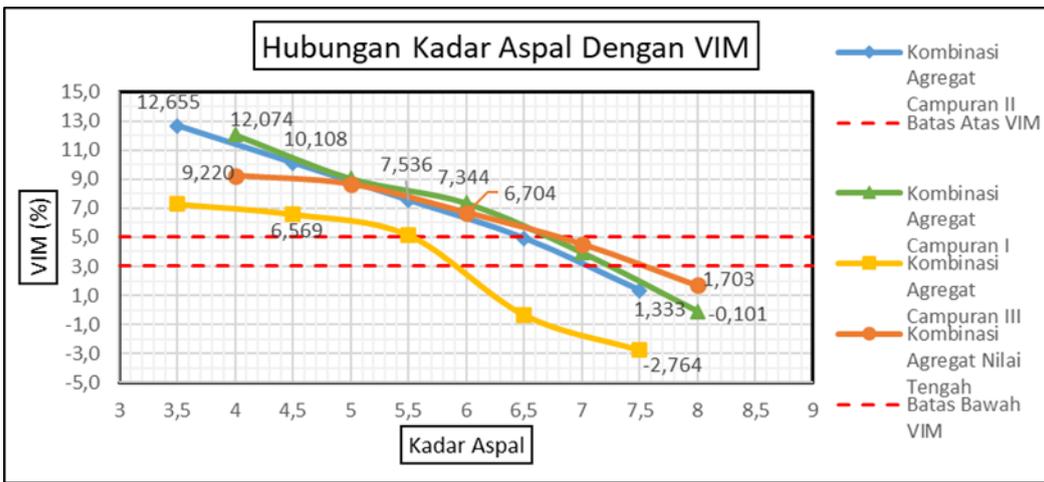
Gambar 6. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas



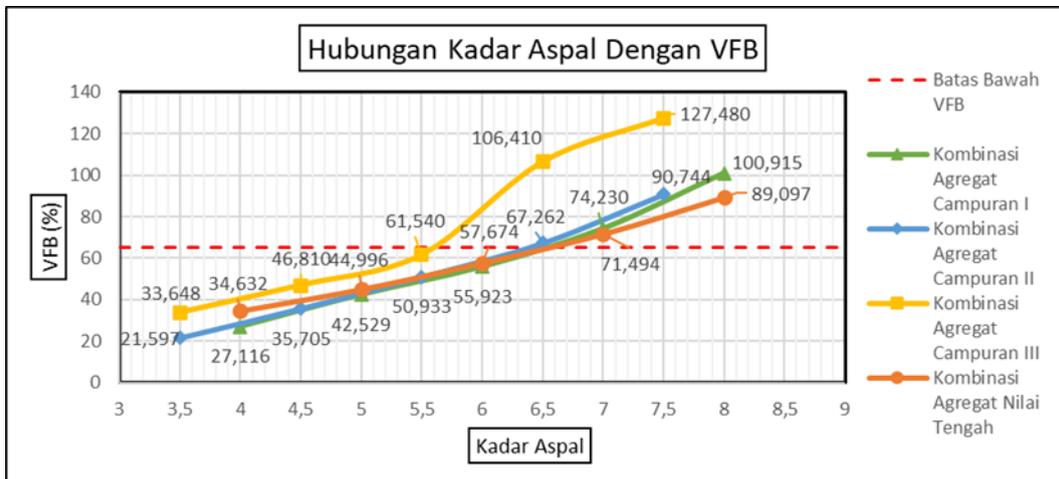
Gambar 7. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Flow



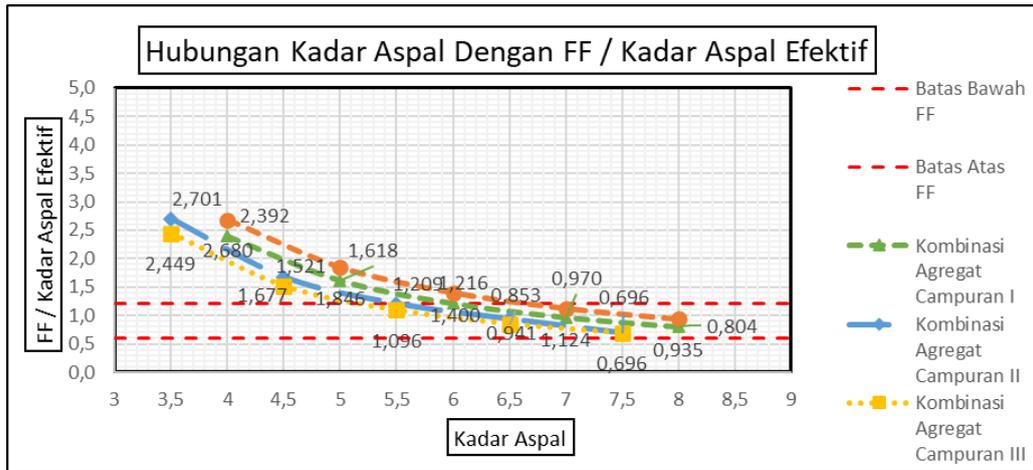
Gambar 8. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VMA



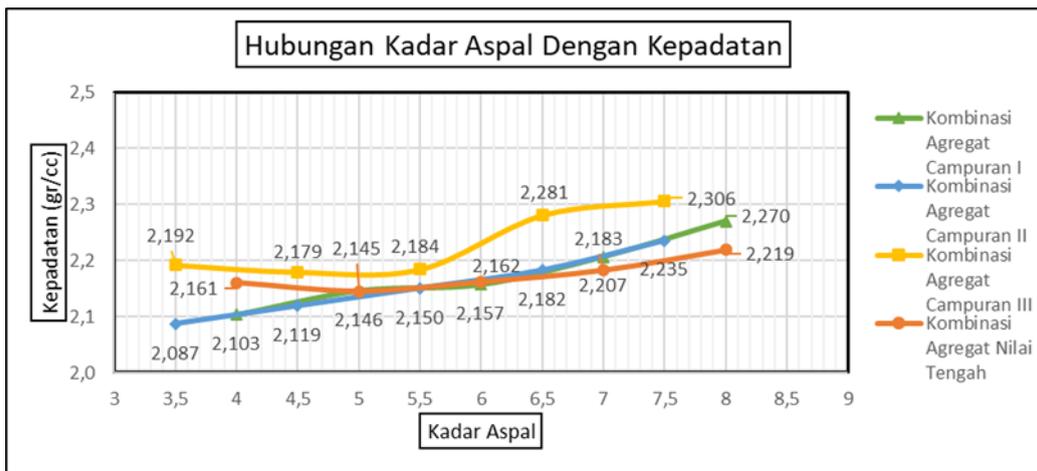
Gambar 9. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VIM



Gambar 10. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VFB

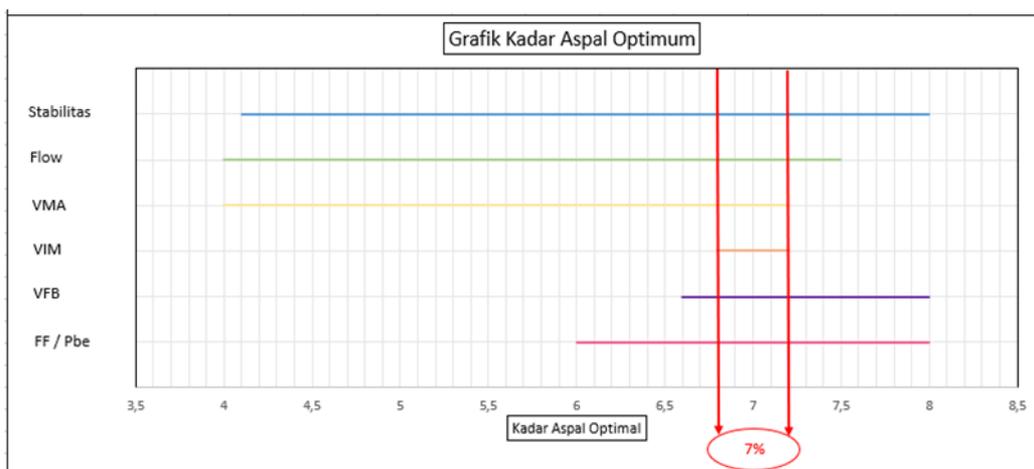


Gambar 11. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan FF/Kadar Aspal Efektif



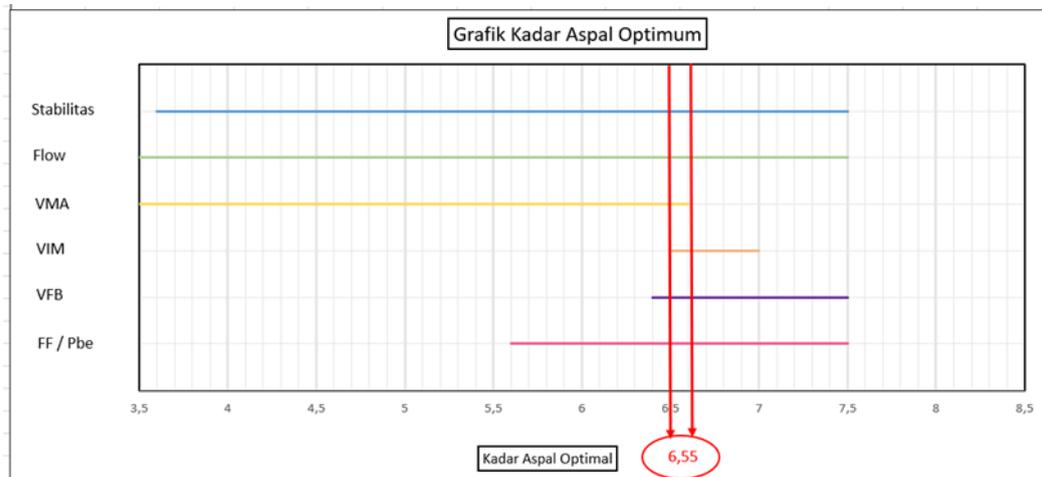
Gambar 12. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Kepadatan

3.7 Kadar Aspal Optimum Setiap Variasi Kombinasi Gradasi Agregat Pada Campuran AC-WC



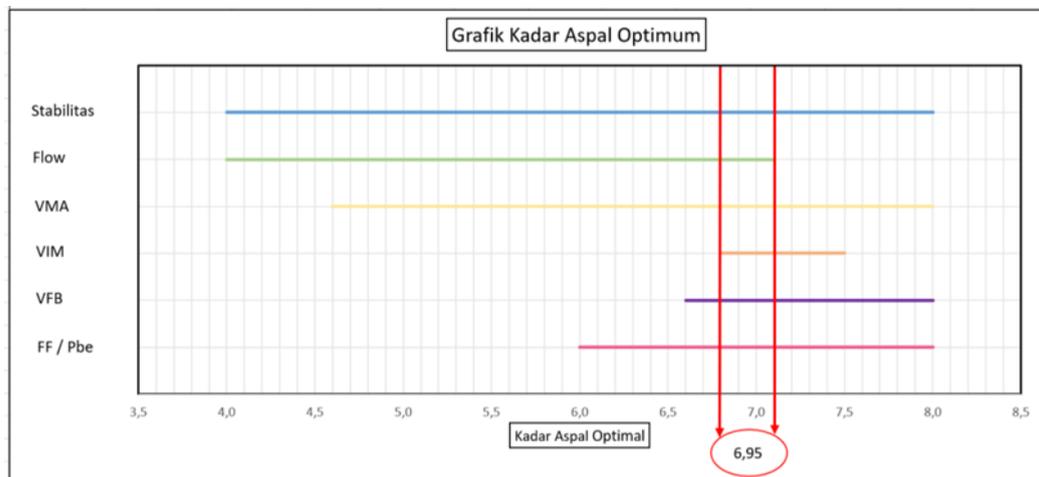
Gambar 13. Grafik Kadar Aspal Optimum Kombinasi Gradasi Agregat Campuran I

Pada Kombinasi Gradasi Agregat Campuran I dengan kadar aspal optimum 7%, nilai stabilitas didapat: 1232,39 kg; Nilai Flow: 3,77 mm; Nilai VMA: 15,250%; Nilai VIM: 4,070%; Nilai VFB: 73,318%; Nilai FF/Kadar Aspal Efektif: 0,978; Kepadatan: 2,205gr/cc.



Gambar 14. Grafik Kadar Aspal Optimum Kombinasi Gradasi Agregat Campuran II

Pada Kombinasi Gradasi Agregat Campuran II dengan kadar aspal optimum 6,55%, nilai stabilitas didapat: 1270,24 kg; Nilai Flow: 3,58 mm; Nilai VMA: 15,027%; Nilai VIM: 4,890%; Nilai VFB: 67,486%; Nilai FF/Kadar Aspal Efektif: 0,936; Kepadatan: 2,183gr/cc.



Gambar 15. Grafik Kadar Aspal Optimum Kombinasi Gradasi Agregat Nilai Tengah

Pada Kombinasi Gradasi Agregat Nilai Tengah dengan kadar aspal optimum 6,95%, nilai stabilitas didapat: 1116,41 kg; Nilai Flow: 3,81 mm; Nilai VMA: 15,963%; Nilai VIM: 4,761%; Nilai VFB: 70,195%; Nilai FF/Kadar Aspal Efektif: 1,140; Kepadatan: 2,180gr/cc.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Perkerasan Jalan Fakultas Teknik UNSRAT. Pemanfaatan Agregat Batu Gunung Awu Kabupaten Kepulauan Sangihe Pada Campuran Aspal AC-WC menggunakan material agregat dari Kabupaten Kepulauan Sangihe dan aspal Pertamina 60/70, maka didapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pemeriksaan material dan pengujian aspal, sifat fisik agregat dari material yang diambil dari batuan gunung Awu Kabupaten Kepulauan Sangihe dan aspal Pertamina 60/70 rata-rata sudah memenuhi spesifikasi yang diisyatkan. Untuk hasil nilai abrasi agregat kasar adalah 37,60%, untuk agregat kasar berat jenis bulk yaitu 2,5%, berat jenis SSD 2,6%, berat jenis semu 2,7% dan penyerapan air yaitu 2,8%. Untuk agregat sedang berat jenis bulk yaitu 2,2%, berat jenis SSD 2,3%, berat jenis semu 2,4% dan penyerapan air yaitu 3,4%. Sedangkan untuk agregat halus berat jenis bulk yaitu 2,5%, berat jenis SSD 2,6%, berat jenis semu 2,8% dan penyerapan air yaitu 3,5%.
2. Berdasarkan pengujian material yang telah dilakukan didapatkan bahwa material yang berasal dari batuan gunung Awu Kabupaten Kepulauan Sangihe memiliki pori yang cukup besar. Hal ini tentu saja mempengaruhi kualitas dari campuran beraspal. Dari empat variasi kombinasi gradasi agregat, pada kombinasi gradasi agregat campuran III yang menggunakan lebih banyak fraksi agregat kasar dan lebih sedikit fraksi agregat halus mempengaruhi nilai stabilitas, nilai flow, nilai VIM, nilai VMA dan nilai VFB yang didapatkan. Karena lebih sedikit menggunakan fraksi agregat halus maka penyerapan agregat juga akan lebih berkurang yang menyebabkan campuran menjadi lebih padat dan aspal yang terserap dalam agregat juga akan lebih sedikit. Hal ini menyebabkan nilai stabilitas, nilai Flow dan nilai VFB menjadi meningkat sedangkan nilai VIM dan nilai VMA akan lebih menurun karena aspal akan lebih banyak menyelimuti permukaan agregat sehingga lebih banyak rongga yang dapat terisi oleh aspal dan campuran menjadi lebih plastis.
3. Pada kombinasi agregat campuran I, kombinasi gradasi agregat campuran II dan kombinasi agregat nilai tengah yang menggunakan fraksi agregat kasar yang lebih sedikit dan penggunaan fraksi agregat halus lebih banyak dibandingkan pada kombinasi agregat campuran III menyebabkan nilai Stabilitas, nilai flow dan nilai VFB yang didapatkan cenderung lebih menurun sedangkan nilai VIM dan nilai VMA lebih meningkat. Hal ini karena penyerapan agregat akan lebih tinggi sehingga menyebabkan lebih banyak aspal yang akan terserap dalam agregat dan akan terdapat lebih banyak rongga yang kosong dan kepadatan menjadi lebih berkurang. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak agregat halus yang digunakan maka akan lebih banyak aspal yang dibutuhkan untuk mengikat agregat. Penggunaan aspal yang lebih banyak ini ditujukan agar lebih banyak rongga dalam campuran yang akan tertutup sehingga nilai kepadatan diharapkan lebih meningkat.
4. Karakteristik *Marshall* pada campuran AC-WC menggunakan material agregat dari Kabupaten Kepulauan Sangihe pada Kombinasi Gradasi Agregat Campuran I, Kombinasi Gradasi Agregat Campuran II, Kombinasi Gradasi Agregat Campuran III dan Kombinasi Gradasi Agregat Nilai Tengah, yaitu :
 - a. Pada Kombinasi Gradasi Agregat Campuran I didapatkan nilai kadar aspal optimum sebesar 7%. Untuk nilai stabilitas didapat: 1232,39 kg; Nilai Flow: 3,77 mm; Nilai VMA: 15,250%; Nilai VIM: 4,070%; Nilai VFB: 73,318%; Nilai FF/Kadar Aspal Efektif: 0,978; Kepadatan: 2,205gr/cc.
 - b. Pada Kombinasi Gradasi Agregat Campuran II didapatkan nilai kadar aspal optimum sebesar 6,55%. Untuk nilai stabilitas didapat: 1270,24 kg; Nilai Flow: 3,58 mm; Nilai VMA: 15,027%; Nilai VIM: 4,890%; Nilai VFB: 67,486%; Nilai FF/Kadar Aspal Efektif: 0,936; Kepadatan: 2,183gr/cc.
 - c. Pada Kombinasi Gradasi Agregat Campuran III dari rentang aspal 3,5%-7,5% tidak ada nilai VMA yang memenuhi batas minimum spesifikasi bina marga karena kepadatan yang terlalu tinggi menyebabkan rongga antar butir agregat menjadi terlalu kecil
 - d. Pada Kombinasi Gradasi Agregat Nilai Tengah didapatkan nilai kadar aspal optimum sebesar 6,95%. Untuk nilai stabilitas didapat: 1116,41 kg; Nilai Flow: 3,81 mm; Nilai VMA: 15,963%; Nilai VIM: 4,761%; Nilai VFB: 70,195%; Nilai FF/Kadar Aspal Efektif: 1,140; Kepadatan: 2,180gr/cc.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang didapat, maka untuk melakukan perancangan campuran AC-WC menggunakan agregat batuan dari gunung Awu sebaiknya menggunakan perencanaan campuran Kombinasi Gradasi Agregat Campuran II karena penggunaan aspal yang lebih sedikit dibanding variasi kombinasi gradasi agregat yang lain,

sehingga dapat menghemat penggunaan aspal. Pada penelitian ini menggunakan campuran perkerasan laston AC-WC, disarankan pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan campuran perkerasan yang lain.

Referensi

- Amir Golalipour, E. J. (2012). Effect of Aggregate Gradation on Rutting of Asphalt Pavements. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 53 (2012) 440 – 449, 440-449.
- Chelia Febriyani Timbonga, A. L. (2021). Pemanfaatn Batu Gunung Limbong Kecamatan Rantepao dalam Campuran Stone Matrix Asphalt Kasar. *Volume 3 No.1, Maret, 2021*, 31-39.
- Dinas Pekerjaan Umum Perumahan dan Kawasan Permukiman Kabupaten Kulon Progo. (n.d.). *Perkerasan Jalan Raya*. Retrieved from kulonprogokab.go.id: <https://dpu.kulonprogokab.go.id/detil/55/perkerasan-jalan-rama>
- dinaspu. (2020, July 11). *Jenis-Jenis Aspal dan Fungsinya*. Retrieved from bandaacehkota.go.id: <https://dinaspu.bandaacehkota.go.id/2020/07/11/jenis-jenis-aspal-dan-fungsinya/>
- Ireine Tandayu, M. M. (2023). Pemanfaatan Batu Gunung Masarang Kecamatan Tondano Barat Kabupaten Minahasa Pada Campuran AC-WC. *Volume 21, No. 83, Tahun 2023*, 259-267.
- Irpan, R. M. (2020). Pemanfaatan Batu Gunung Ambeso Pada Campuran AC-Base. *Volume 2 No.1. Maret 2020*, 58-62.
- KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT DIKREKTORAT JENDRAL BINA MARGA. (2018). *SPEKIFIKASI UMUM UNTUK PEKERJAAN KONSTRUKSI JALAN DAN JEMBATAN*. DIKREKTORAT JENDRAL BINA MARGA.
- Kusuma, D. (2014, February 9). *Mengenal Konstruksi Lapisan Aspal*. Retrieved from wordpress.com: <https://dwikusumadpu.wordpress.com/2014/02/09/mengenal-konstruksi-lapisan-aspal/>
- Newman Archimedes Salmon, A. C. (2020). Pemanfaatan Batu Gunung Posi'padang Balla Kabupaten Mamasa Sebagai Campuran AC-BC. *Volume 2 No.2, Juni 2020*, 77-84.
- Ramadhan, G. (2014). *Perkerasan Jalan*. Retrieved from uii.ac.id: <https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/7477/05.3%20bab%203.pdf?sequence=7&isAllowed=y>
- Stesisi P. M. Mandagi, T. K. (2023). Pemanfaatan Agregat Batu Gunung Desa Mopusi Kecamatan Lolayan Kabupaten Bolaang Mongondouw Pada Campuran Aspal AC-WC. *Volume 21, No. 83, Tahun 2023*, 291-300.
- TRISAPUTRA, R. (2015). *Lapisan Aspal Beton*. Retrieved from uajy.ac.id: <http://e-journal.uajy.ac.id/8433/4/TS314000.pdf>
- Tse, N. E. (2012). Engineering-Geological Evaluation of Rock Materials from Bansara, Bamenda Massif Southeastern Nigeria, as Aggregates for Pavement Construction. *Geosciences* 2012, 2(5): 107- 111, 108-111.