



Pengaruh Variasi Ukuran Butiran Agregat Terhadap Nilai Karakteristik Aspal Beton (AC-BC)

Yefta Onibala^{#a}, Lucia G.J. Lalamentik^{#b}, Mecky R.E. Manoppo^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

^anandikaonibala29@gmail.com, ^blucia.lalamentik@unsrat.ac.id@yahoo.com, ^cmeckymanoppo@yahoo.com

Abstrak

Pada penelitian ini mencoba untuk meneliti seberapa besar pengaruh variasi gradasi agregat dengan menggunakan kombinasi gradasi mengikuti batas ideal (lengkung fuller), gradasi mendekati batas atas, dan gradasi mendekati batas bawah pada campuran aspal beton (AC-BC) terhadap nilai karakteristik Marshall yang disyaratkan Spesifikasi Umum Perkerasan Jalan. Dari hasil pemeriksaan material dan pengujian aspal, sifat fisik agregat dari material yang diambil dari kelurahan Kakaskasen kota Tomohon sudah memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018. Untuk nilai karakteristik Marshall yang memenuhi spesifikasi didapatkan nilai-nilai sebagai berikut. Kombinasi variasi gradasi mendekati batas atas; Nilai stabilitas: 1253,31 kg; Nilai Flow: 2,88 mm; Nilai VMA: 17,06%; Nilai VIM: 4,419%; Nilai VFB: 74,100%; FF/Kadar aspal efektif: 1,192; Kepadatan: 2,092 gr/cc, pada kadar aspal 7%. Dengan Kadar Aspal Optimum (KAO) yang didapatkan yaitu 7,2%. Kombinasi variasi gradasi mengikuti lengkung Fuller (batas ideal); Nilai stabilitas: 1234,83 kg; Nilai Flow: 3,84 mm; Nilai VMA: 17,59%; Nilai VIM: 5,210%; Nilai VFB: 70,38%; FF/Kadar aspal efektif: 1,199; Kepadatan: 2,061 gr/cc, pada kadar aspal 7%. Dengan Kadar Aspal Optimum (KAO) yang didapatkan yaitu 7,45%. Kombinasi variasi gradasi mendekati batas bawah; Nilai stabilitas: 1019,38 kg; Nilai Flow: 3,78 mm; Nilai VMA: 17,522%; Nilai VIM: 5,314%; Nilai VFB: 69,677%; FF/Kadar aspal efektif: 1,209; Kepadatan: 2,034 gr/cc, pada kadar aspal 7%. Dengan Kadar Aspal Optimum (KAO) yang didapatkan yaitu 7,25%.

Kata kunci: variasi gradasi, agregat, Laston (AC-BC), karakteristik Marshall

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Gradasi agregat dapat dikatakan sangat mempengaruhi pada campuran beraspal karena gradasi agregat berfungsi memberikan kekuatan yang ada pada akhirnya mempengaruhi stabilitas dalam campuran, dengan kondisi saling mengunci dari masing-masing partikel agregat kasar. Dalam suatu campuran Laston, gradasi campuran agregat mempunyai batas-batas gradasi, yaitu batas atas dan batas bawah, dimana pada batas-batas gradasi tersebut, memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap karakteristik campuran Laston. Ketersediaan agregat yang memenuhi spesifikasi juga sering menjadi suatu kendala dalam pelaksanaan konstruksi bangunan. Pada penelitian ini, dilakukan juga analisis terhadap penggunaan agregat lokal yang diambil di kelurahan Kakaskasen Kota Tomohon pada perancangan campuran aspal beton AC-BC dengan variasi gradasi agregat terhadap karakteristik Marshall. Penggunaan agregat dari Kakaskasen pada perancangan campuran ini dilihat dari beberapa faktor, yaitu nilai ekonomis dimana tempat pengambilan agregat dekat dengan lokasi melakukan penelitian dan produksi agregat dari tempat tersebut biasanya digunakan untuk pencampuran aspal.

Berdasarkan Spesifikasi Umum Perkerasan Aspal (2010), gradasi agregat untuk AC-BC, baik yang bergradasi kasar maupun yang bergradasi halus ternyata ada sebagian yang tidak

mengikuti distribusi ukuran butir lengkung fuller. Oleh sebab itu peneliti mencoba untuk meneliti seberapa besar pengaruh variasi gradasi agregat yang mengikuti lengkung fuller dengan menggunakan batas-batas gradasi yang terdapat diantara batas atas dan batas ideal(lengkung fuller) serta diantara batas ideal(lengkung fuller) dan batas bawah pada campuran aspal beton (AC-BC) terhadap nilai karakteristik yang disyaratkan Spesifikasi Umum Perkerasan Jalan..

1.2. Rumusan Masalah

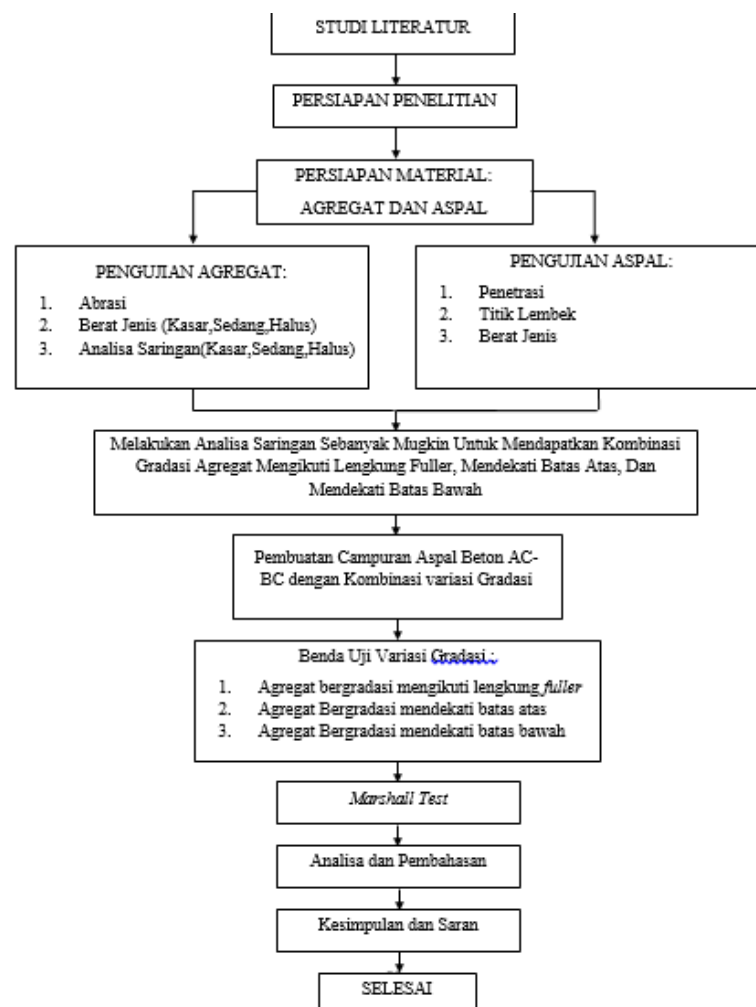
Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan bagaimana variasi gradasi agregat dapat mempengaruhi nilai karakteristik aspal beton AC-BC dan Bagaimana karakteristik marshall pada aspal beton AC-BC setelah dilakukan variasi gradasi.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang diharapkan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi gradasi agregat terhadap karakteristik marshall pada campuran perkerasan aspal beton (AC-BC), untuk mengetahui apakah variasi gradasi agregat pada campuran aspal beton (AC-BC) masih memenuhi persyaratan spesifikasi umum perkerasan jalan dan untuk mengetahui sifat fisik dari agregat yang digunakan apakah sesuai spesifikasi umum perkerasan jalan.

2. Metode Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan dengan mengikuti alur 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 berasal dari PT. Dayana Cipta yang diambil dari Kelurahan Kakaskasen Kota Tomohon. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat sesuai dengan metode pengujian yang dipakai dan spesifikasi yang disyaratkan dan pada Tabel 1 merupakan hasil dari pemeriksaan agregat.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Abrasi (Keausan) dan Berat Jenis Material Kakaskasen

No.	Jenis Pengujian	Standart	Syarat	Hasil	
1	Abrasi	100 Putaran	AASHTO T96-87; SNI 2417:2008	Maks 8%	8,03%
		500 Putaran		Maks 40%	35,02%
2	Berat Jenis Kasar	Bulk	AASHTO T85-88; SNI 1969:2016	Min 2,5%	2,213
		SSD		Min 2,5%	2,47
		Semu		Min 2,5%	2,314
		Penyerapan		Maks 3%	1,96%
3	Berat Jenis Sedang	Bulk	AASHTO T85-88; SNI 1969:2016	Min 2,5%	2,388
		SSD		Min 2,5%	2,433
		Semu		Min 2,5%	2,500
		Penyerapan		Maks 3%	1,87%
4	Berat Jenis Halus	Bulk	AASHTO T85-88; SNI 1969:2016	Min 2,5%	2,481
		SSD		Min 2,5%	2,494
		Semu		Min 2,5%	2,514
		Penyerapan		Maks 3%	0,53%

3.2. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal

Hasil pemeriksaan karakteristik aspal dapat dilihat dalam Tabel 4.2 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 : 2011	48,5	≥ 48	°C
Berat Jenis	SNI 2441 : 2011	1,0453	≥ 1,0	-
Titik Nyala	SNI 2433 : 2011	235	≥ 232	°C
Daktilitas pada 25°C	SNI 2432 : 2011	140	≥ 100	cm

3.3. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kakaskasen

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kakaskasen

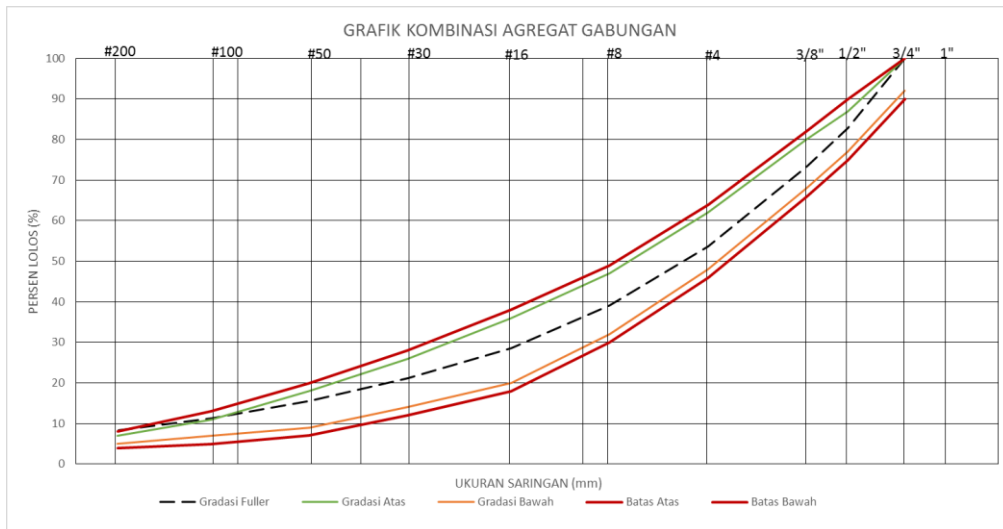
Saringan		%Lolos		
ASTM (Inch)	Metrik (mm)	Agregat kasar	Agregat Sedang	Agregat Halus
1"	25,40	100.00	100.00	100.00
3/4"	19,10	100.00	100.00	100.00
1/2"	12,70	46.16	100.00	100.00
3/8"	9,52	6.71	87.05	100.00
#4	4,75	0.64	13.81	99.95
#8	2,36	0.59	2.00	76.89
#16	1,18	0.55	1.38	54.59
#30	0,60	0.52	1.23	37.39
#50	0,30	0.43	1.09	24.35
#100	0,15	0.34	0.89	16.17
#200	0,075	0.22	0.60	11.52
Pan		0.10	0.54	11.01

3.4. Hasil Kombinasi Gradasi Agregat

Hasil kombinasi agregat pada penelitian ini menggunakan kombinasi dari 3 variasi, yaitu kombinasi gradasi agregat mendekati batas bawah, kombinasi gradasi agregat mendekati batas atas dan kombinasi gradasi agregat Fuller. Dimana Gradasi agregat pada setiap kombinasi pada penelitian ini tidak menggunakan data analisa saringan, hanya mengacu pada batas-batas spesifikasi yang ada. Parameter hasil kombinasi agregat atas dapat dilihat pada Tabel 4 dan grafik pada Gambar 2.

Tabel 4. Hasil Kombinasi Gradasi Agregat Gabungan

SARINGAN		PERSENTASE RANCANGAN				HASIL KOMBINASI			SPESIFIKASI
No	mm	KASAR	SEDANG	HALUS	PC	BAWAH	FULLER	ATAS	
1"	24,40	BAWAH				100.00	100.00	100.00	100
3/4"	19,10	BAWAH				92.00	100.00	100.00	90 - 100
1/2"	12,70	52.00%	34.00%	13.00%	1.00%	77.00	82.80	87.00	75 - 90
3/8"	9,52	FULLER				68.00	73.30	80.00	66 - 82
#4	4,75	FULLER				48.00	53.60	62.00	46 - 64
#8	2,36	46.40%	32.50%	20.10%	1.00%	32.00	39.10	47.00	30 - 49
#16	1,18	FULLER				20.00	28.60	36.00	18 - 38
#30	0,60	ATAS				14.00	21.10	26.00	12 - 28
#50	0,30	ATAS				9.00	15.50	18.00	7 - 20
#100	0,15	38.00%	36.00%	25.00%	1.00%	7.00	11.30	11.00	5 - 13
#200	0,075	ATAS				5.00	8.30	7.00	4 - 8



Gambar 2. Grafik Hasil Kombinasi dari 3 Variasi Gradasi Agregat

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

Tabel 5. Hasil Pengujian Marshall Pada Kombinasi Gradasi Agregat Mendekati Batas Atas

Karakteristik Marshall	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi
	4	5	6	7	8	
Stabilitas (Lbs)	735.34	918.92	1002.56	1253.31	1058.27	Min.800
Flow (mm)	3.69	2.29	2.19	2.88	5.95	2,0 - 4,0
VMA (%)	18.329	18.167	18.629	17.060	17.917	Min.14
VIM (%)	12.116	9.903	8.343	4.419	3.229	3,0 – 5,0
VFB (%)	33.898	45.497	55.230	74.100	81.980	Min.65
FF/Kadar Aspal Efektif	2.389	1.800	1.437	1.192	1.015	0,6 – 1,2
Kepadatan (gr/cc)	2.00	2.020	2.030	2.092	2.092	Min. 2,000

Tabel 6. Hasil Pengujian Marshall Pada Kombinasi Gradasi Agregat Fuller

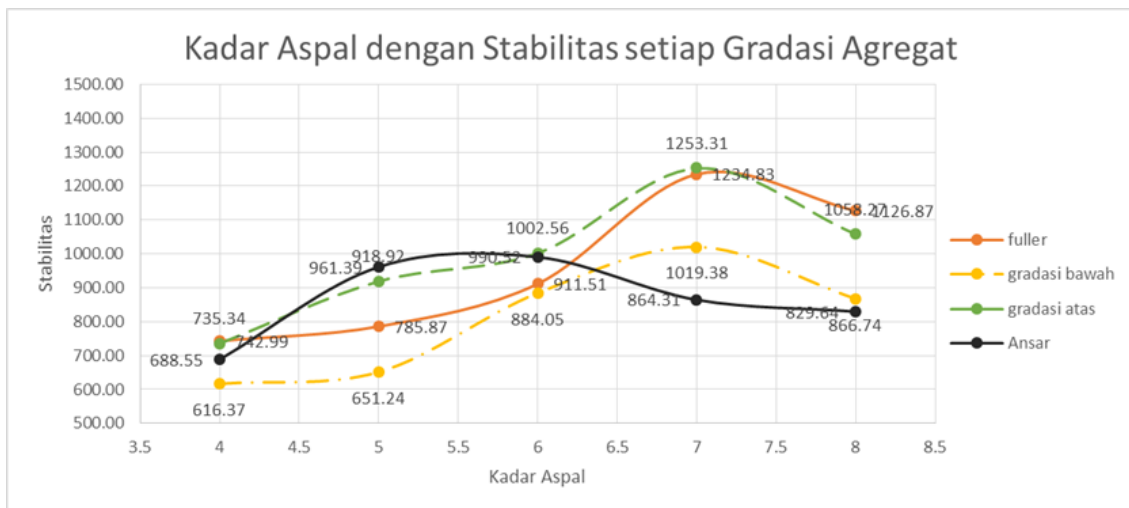
Karakteristik Marshall	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi
	4	5	6	7	8	
Stabilitas (Lbs)	742.99	785.87	911,51	1234,83	1126,87	Min.800
Flow (mm)	3.10	3.34	3.67	3.84	3.36	2,0 - 4,0
VMA (%)	15.824	16.883	17.624	17.592	17.193	Min.14
VIM (%)	9.548	8.632	7.370	5.210	2.571	3,0 – 5,0
VFB (%)	39.666	48.928	58.260	70.385	85.065	Min.65
FF/Kadar Aspal Efektif	2.417	1.816	1.448	1.199	1.021	0,6 – 1,2
Kepadatan (gr/cc)	2.039	2.035	2.038	2.061	2.094	Min. 2,000

Tabel 7. Hasil Pengujian Marshall Pada Kombinasi Gradasi Agregat Mendekati Batas Bawah

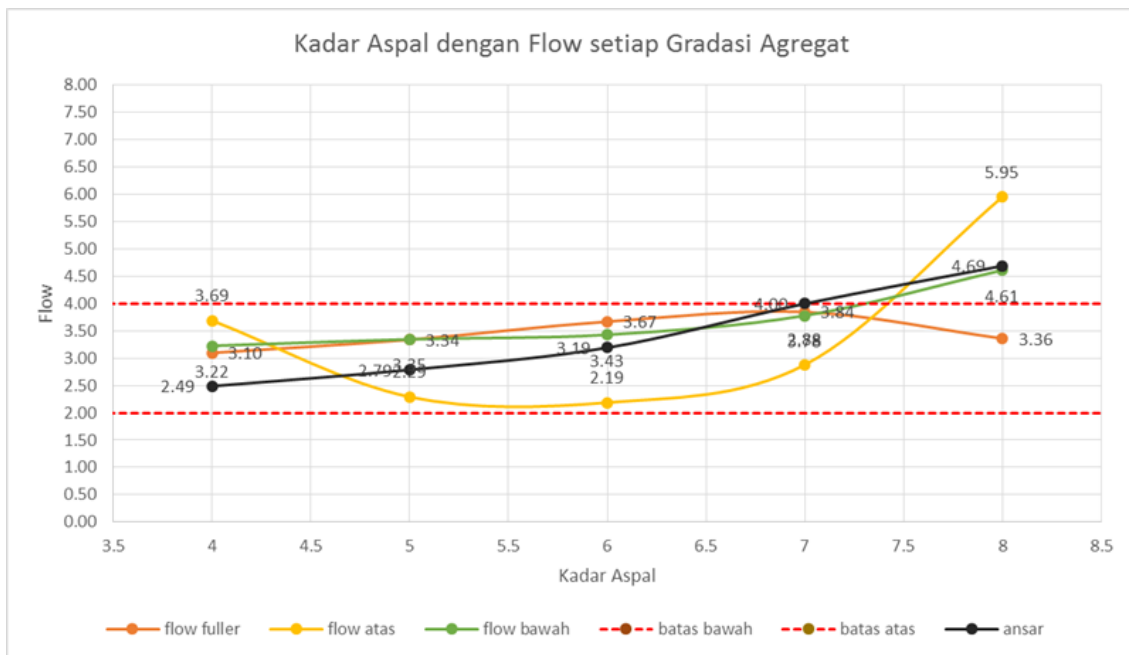
Karakteristik Marshall	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi
	4	5	6	7	8	
Stabilitas (Lbs)	616.37	651.24	884.05	1019.38	866.74	Min.800
Flow (mm)	3.22	3.35	3.43	3.78	4.61	2,0 - 4,0
VMA (%)	15.809	16.504	17.244	17.522	17.924	Min.14
VIM (%)	9.676	8.374	7.113	5.314	3.629	3,0 – 5,0

Karakteristik Marshall	Kadar Aspal (%)					Spesifikasi
	4	5	6	7	8	
VFB (%)	38.864	49.274	58.758	69.677	79.834	Min.65
FF/Kadar Aspal Efektif	2.457	1.838	1.462	1.209	1.028	0,6 – 1,2
Kepadatan (gr/cc)	2.026	2.030	2.034	2.049	2.061	Min. 2,000

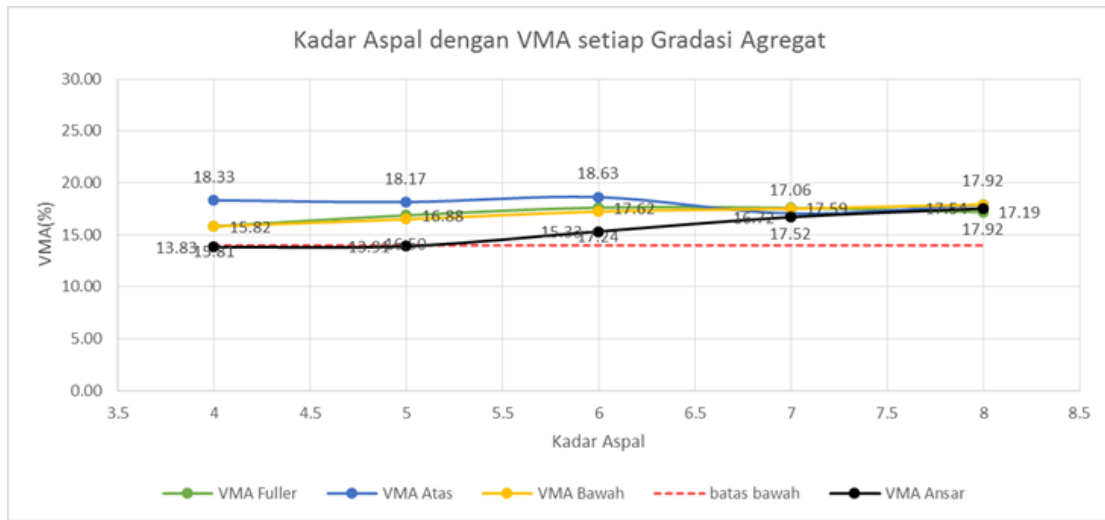
3.6. Pengaruhl Kadar Aspal Pada Setiap Variasi Kombinasi Gradasi Agregat Terhadap Kriteria Marshall



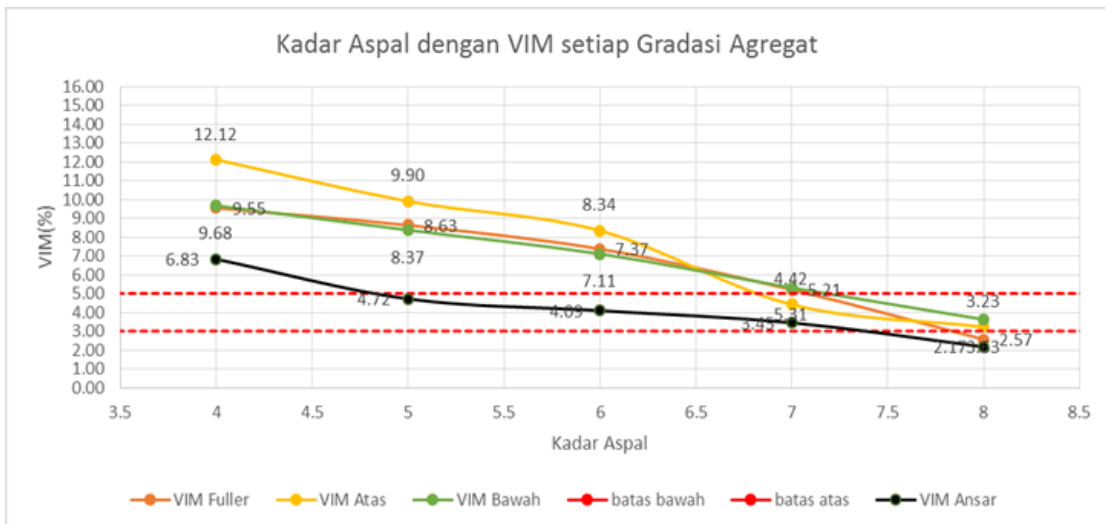
Gambar 3. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas



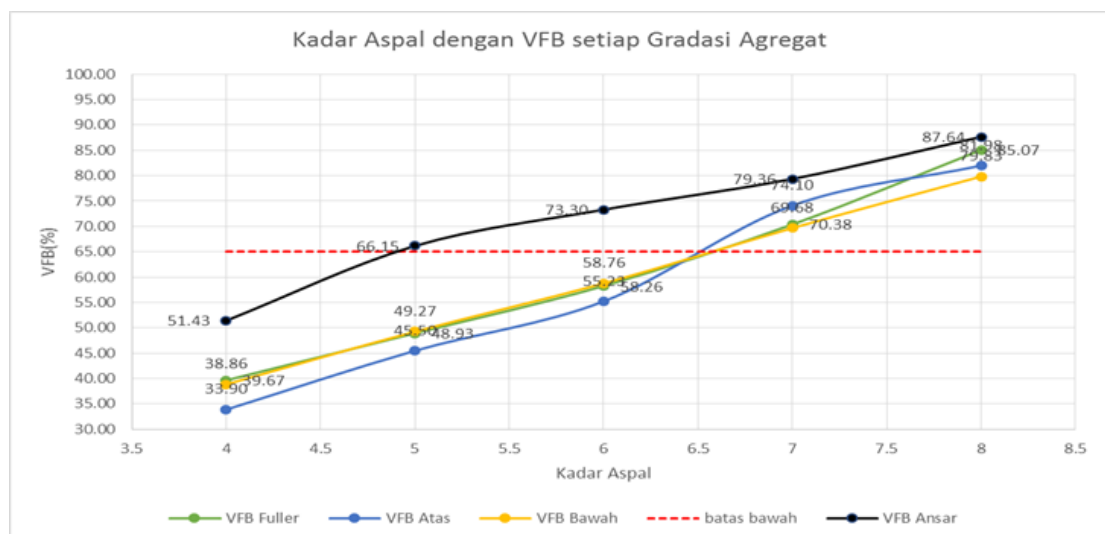
Gambar 4. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Flow



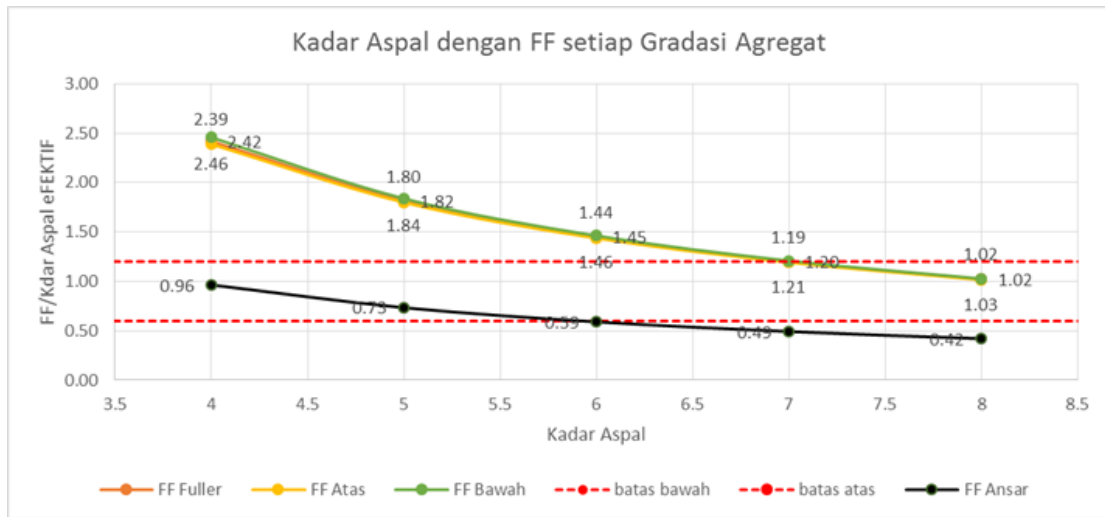
Gambar 5. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VMA



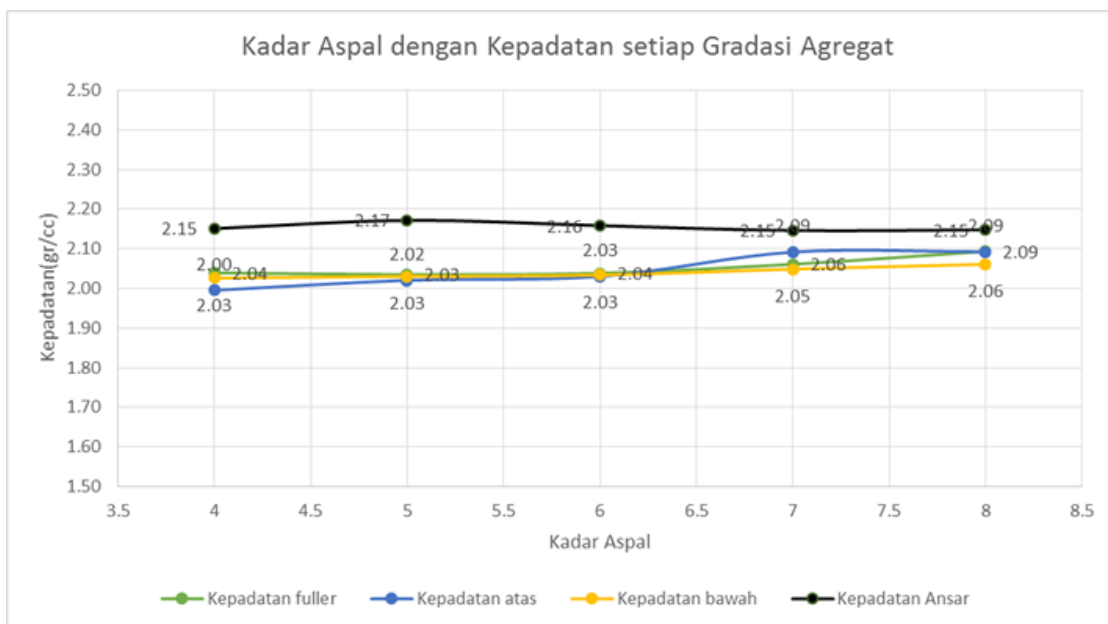
Gambar 6. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VIM



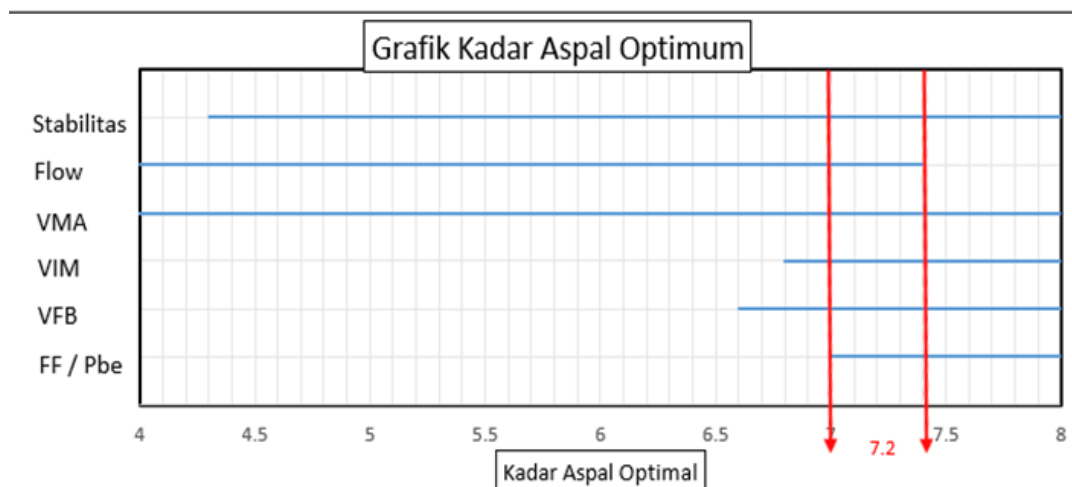
Gambar 7. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VFB



Gambar 8. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan FF



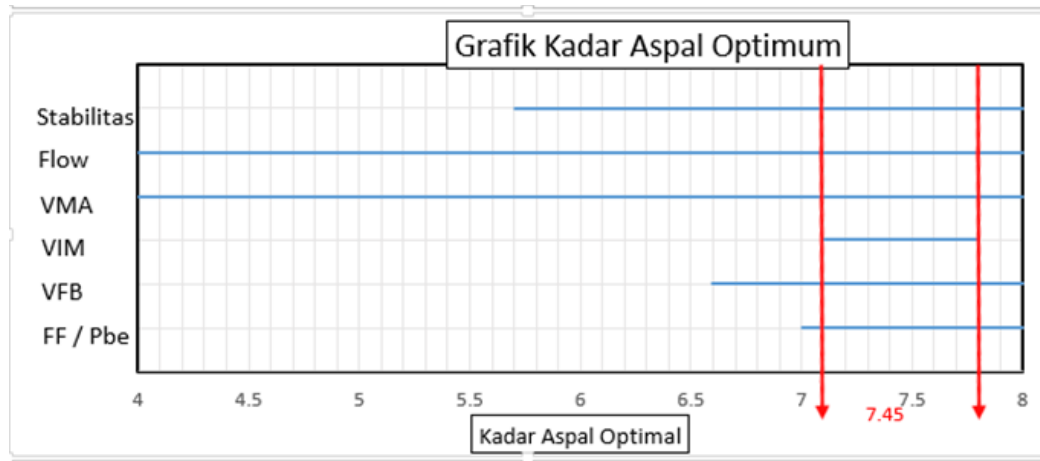
Gambar 9. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Kepadatan



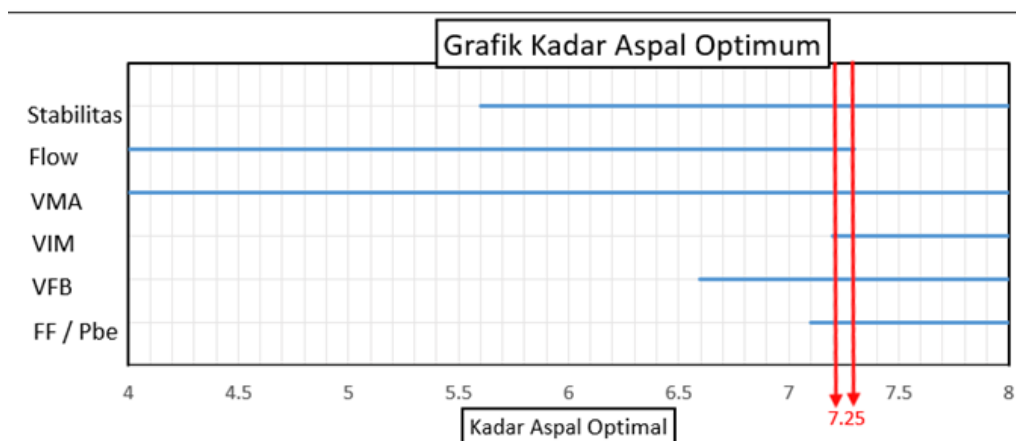
Gambar 10. Grafik Kadar Aspal Optimum mendekati Batas Atas

3.7. Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Berdasarkan nilai karakteristik campuran yang dihasilkan pada pengujian Marshall yang kemudian diplot dalam grafik didapat nilai kadar aspal optimum (KAO) untuk mendekati batas atas sebesar 7,2% (Gambar 10) untuk Fuller sebesar 7,45% (Gambar 11) dan untuk mendekati batas bawah sebesar 7,25% (Gambar 12).



Gambar 11. Grafik Kadar Aspal Optimum Fuller



Gambar 12 Grafik Kadar Aspal Optimum mendekati Batas Bawah

4. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Perkerasan Jalan Fakultas Teknik UNSRAT. Studi Pengaruh Variasi Ukuran Butiran Agregat Terhadap Nilai Karakteristik Aspal Beton (AC-BC) menggunakan material agregat dari kelurahan Kakaskasen Kota Tomohon dan aspal Pertamina 60/70, maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakteristik Marshall pada campuran AC-BC menggunakan Variasi Ukuran butiran agregat pada kombinasi gradasi mendekati batas atas, Fuller, dan gradasi mendekati batas bawah, yaitu:
 - a. Nilai Stabilitas pada setiap kombinasi variasi ukuran butiran agregat mulai dari variasi gradasi atas, Fuller, dan bawah. Dari hasil penelitian, nilai stabilitas tertinggi yaitu pada kombinasi gradasi mendekati batas atas dengan nilai stabilitas 1253,31kg, kemudian diikuti oleh kombinasi gradasi Fuller dengan nilai stabilitas 1234,83kg dan yang terendah pada kombinasi gradasi bawah dengan nilai stabilitas 1019,38kg, dimana nilai stabilitas tertinggi terdapat pada kadar aspal 7% dan nilai stabilitas terendah pada kadar aspal 4%. Untuk setiap campuran AC-BC pada setiap kombinasi variasi gradasi, terjadi kenaikan nilai stabilitas yang dimulai pada kadar aspal 6% sampai 7% dan kembali turun pada kadar aspal 8%;

- b. Nilai Flow pada campuran AC-BC menggunakan variasi ukuran butiran agregat dengan kombinasi gradasi agregat Fuller menjadi nilai flow yang paling stabil dimana nilai flow dengan nilai stabilitas berbanding lurus dan untuk setiap benda uji dengan kadar aspal 4-8% masuk spesifikasi dengan nilai flow tertinggi adalah 3,84 pada kadar aspal 7%. Pada Kombinasi gradasi agregat mendekati batas bawah dan kombinasi analisa saringan juga cukup stabil dimana nilai flow semakin meningkat dengan ditambahkannya kadar aspal dan yang tidak masuk spesifikasi pada kedua kombinasi hanya terdapat pada kadar aspal 8%. Sedangkan pada kombinasi gradasi agregat mendekati batas atas hasil dari nilai flow tidak stabil dimana kadar aspal 6% menjadi yang terendah dan 8% menjadi yang tertinggi dengan nilai flow 5,95mm yang tidak masuk spesifikasi;
 - c. Nilai VMA pada campuran AC-BC menggunakan variasi ukuran butiran agregat pada setiap kombinasi gradasi agregat yaitu mendekati batas atas, Fuller, dan mendekati batas bawah memiliki nilai VMA yang cukup stabil dan semua kombinasi dan benda uji masuk spesifikasi Bina marga. Sedangkan yang tidak masuk spesifikasi hanya pada kombinasi gradasi analisa saringan pada kadar aspal 4% dan 5%;
 - d. Nilai VIM pada Campuran AC-BC menggunakan variasi ukuran butiran agregat pada setiap kombinasi gradasi yang diuji semakin menurun seiring ditambahnya kadar aspal. Hal ini disebabkan karena semakin banyak kadar aspal pada campuran maka semakin kecil rongga udara dalam campuran. Dan Nilai VIM yang masuk spesifikasi hanya pada kombinasi gradasi agregat mendekati batas atas pada kadar aspal 7-8% dan kombinasi gradasi agregat mendekati batas bawah pada kadar aspal 8%;
 - e. Nilai VFB pada campuran AC-BC menggunakan variasi ukuran butiran pada setiap kombinasi gradasi agregat semakin meningkat seiring ditambahnya kadar aspal. Hal ini disebabkan karena semakin banyak kadar aspal maka semakin banyak pula rongga yang diisi. Nilai VFB disetiap kombinasi yang masuk spesifikasi rata-rata terdapat pada kadar aspal 7%-8%, hanya pada kombinasi gradasi agregat analisa saringan yang masuk spesifikasi terdapat pada kadar aspal 5%-8%;
 - f. Nilai FF/Kadar Aspal Efektif pada campuran AC-BC menggunakan variasi ukuran butiran agregat dengan kombinasi mendekati batas atas, Fuller, dan mendekati batas bawah mengalami penurunan semakin ditambahnya kadar aspal dan rata-rata nilai FF yang masuk spesifikasi ada pada kadar aspal 7%-8%. Sedangkan pada kombinasi gradasi analisa saringan, nilai FF yang masuk spesifikasi terdapat pada kadar aspal 4%-5%;
 - g. Nilai Kepadatan/density pada campuran AC-BC pada setiap kombinasi gradasi agregat rata-rata memiliki nilai yang sama yaitu disekitar 2.00gr/cc. Kombinasi dengan nilai kepadatan tertinggi yaitu pada kombinasi gradasi agregat analisa saringan dengan nilai kepadatan rata-rata pada 2.09-2.17gr/cc;
 - h. Hasil analisa pada setiap karakteristik marshall pada setiap kombinasi gradasi agregat setelah melakukan pengujian marshall diperoleh kadar aspal optimum (KAO) sebesar 7,2% untuk Kombinasi gradasi agregat mendekati batas atas, kadar aspal optimum (KAO) 7,45% untuk Kombinasi gradasi agregat Fuller, kadar aspal optimum (KAO) 7,25% untuk Kombinasi gradasi agregat mendekati batas bawah, dan kadar aspal optimum (KAO) sebesar 5,5% untuk Kombinasi gradasi agregat menggunakan data analisa saringan.
2. Hasil dari karakteristik marshall pada pengujian campuran AC-BC disetiap kombinasi gradasi agregat yaitu Kombinasi gradasi agregat mendekati batas atas, Fuller, dan mendekati batas bawah, menunjukkan bahwa rata-rata pada benda uji yang memenuhi syarat spesifikasi Bina Marga yaitu pada komposisi campuran dengan menggunakan kadar aspal antara 7%-8%;
 3. Dari hasil pemeriksaan material dan pengujian aspal, sifat fisik agregat dari material yang di ambil dari Kelurahan Kakaskasen Kota Tomohon dan aspal Pertamina 60/70 rata-rata sudah memenuhi spesifikasi yang diisyaratkan. Untuk hasil nilai abrasi agregat adalah 35,02%; untuk agregat kasar berat jenis bulk yaitu 2,213%, berat jenis SSD 2,257%, dan berat jenis semu 2,314%, dan penyerapannya yaitu 1,96%. Untuk agregat sedang berat jenis bulk yaitu 2,388%, berat jenis SSD 2,433%, berat jenis semu 2,50%, dan penyerapannya yaitu 1,87%. Sedangkan untuk agregat halus berat jenis bulk yaitu 2,481%, berat jenis SSD 2,494%, berat jenis semu 2,514% dan penyerapannya yaitu 0,530%.

Referensi

- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat .(2019). *Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil 2019 tentang Perancangan dan pelaksanaan campuran beraspal panas bergradasi menerus (laston) menggunakan slag*.
- Direktorat Jenderal Bina Marga (2019). *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 1), Divisi 5 dan 6*.
- Departemen Pekerjaan Umum,Badan Pembinaan Konstruksi Dan Sumber Daya Manusia (2005). *Pelatihan Road Design Engineer (Ahli Teknik Desain Jalan), Modul RDE-12 : Bahan Perkerasan Jalan*
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2020). *Artikel Penentuan Porsentasi Komposisi dan Fraksi Agregat Untuk Gradasi Campuran AC-WC (Asphalt Concrete-Wearing Course) dengan Aplikasi Microsoft Excel*.
- Sumiati, Sukarman (2014). *Pengaruh Gradasi Agregat Terhadap Nilai Karakteristik Aspal Beton (AC-BC)*.
- Makmun R. Razali, Bambang Sugeng Subagio (2012). *Perbedaan Gradasi Terhadap Karakteristik Marshall Campuran Beton Aspal Lapis Pengikat (AC-BC)*.
- I Made Agus Ariawan, I.A. Rai Widhiawati (2010). *Pengaruh Gradasi Agregat Terhadap Karakteristik Campuran Laston*. Universitas Udayana, Denpasar.
- Sukirman, Silvia (2003). *Beton Aspal Campuran Panas*. Institut Teknologi Bandung 2016.
- Sukirman, Silvia. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.