



Pemanfaatan Agregat Batu Gunung Karangetang Kabupaten Kepulauan Sitaro Pada Campuran AC-WC

Vierihard A. Tolip^{#a}, Steve Ch. N. Palenewen^{#b}, Mecky R. E. Manoppo^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^aadeboas23@gmail.com, ^bspalenewen@unsrat.ac.id, ^cmeckymanoppo@yahoo.com

Abstrak

Kabupaten Sitaro, khususnya pulau Siau adalah salah satu daerah yang berpotensi memiliki sumber material berupa agregat batu gunung. Namun meskipun berpotensi, pemanfaatan agregat batu gunung Karangetang dalam konstruksi jalan masih terbatas, dikarenakan kurangnya pemahaman mengenai karakteristik fisik, mekanik, dan teknis dari agregat tersebut. Sehingga untuk menopang agregat ini akan dilakukan penambahan ataupun penggabungan (mix) dengan agregat dari Kema yang telah diketahui memiliki kualitas yang baik, dan dinilai mampu mengimbangi agregat Karangetang. Hasil pemeriksaan material dan sifat fisik agregat dari material yang diambil dari batuan gunung Karangetang Kabupaten Kepulauan Sitaro tidak memenuhi standar spesifikasi dikarenakan nilai rata-rata keausan mencapai 61,41%, sehingga dilakukan penggabungan (mix) material agregat dari Kema dan didapatkan hasil rata-rata 36,42%; untuk agregat kasar berat jenis bulk yaitu 2,4%, berat jenis SSD 2,5%, berat jenis semu 2,7% dan penyerapan air yaitu 4,4%. Untuk agregat sedang berat jenis bulk yaitu 2,3%, berat jenis SSD 2,4%, berat jenis semu 2,7% dan penyerapan air yaitu 6,1%. Sedangkan untuk agregat halus berat jenis bulk yaitu 2,7%, berat jenis SSD 2,8%, berat jenis semu 2,9% dan penyerapan air yaitu 1,6%. Untuk nilai karakteristik Marshall yang memenuhi spesifikasi didapatkan nilai-nilai sebagai berikut. Kombinasi Variasi Gradasi Agregat mendekati Batas Atas; Nilai Stabilitas: 1530,84 kg; Nilai Flow: 3,38 mm; Nilai VMA: 15,161%; Nilai VIM: 3,271%; Nilai VFB: 78,458%; Nilai FF/Kadar Aspal Efektif: 1,342; Kepadatan: 2,357gr/cc, pada Kadar Aspal Optimum (KAO) 6,85%. Kombinasi Variasi Gradasi Agregat mendekati Batas Tengah; Nilai Stabilitas: 1439,64 kg; Nilai Flow: 3,44 mm; Nilai VMA: 15,161%; Nilai VIM: 3,791%; Nilai VFB: 74,997%; Nilai FF/Kadar Aspal Efektif: 1,201; Kepadatan: 2,329gr/cc, pada Kadar Aspal Optimum (KAO) 6,82%. Kombinasi Variasi Gradasi Agregat mendekati Batas Bawah; Nilai Stabilitas: 1331,21 kg; Nilai Flow: 3,16 mm; Nilai VMA: 15,160%; Nilai VIM: 4,347%; Nilai VFB: 71,339%; Nilai FF/Kadar Aspal Efektif: 1,153; Kepadatan: 2,300gr/cc, pada Kadar Aspal Optimum (KAO) 6,77%.

Kata kunci: Karangetang, AC-WC, mix, Uji Marshall

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Penggunaan material setempat untuk perkerasan jalan direkomendasikan agar dapat mengurangi biaya konstruksi dan juga dapat mengurangi ketergantungan terhadap material yang berasal dari luar daerah. Lokasi sumber agregat bisa terdapat di gunung, perbukitan, maupun dari sungai. Agregat yang digunakan dalam konstruksi perkerasan jalan sebagian besar diperoleh dari pasokan batu alam lokal. Konsekuensi dari penggunaan agregat lokal dari daerah tertentu akan memiliki kualitas yang berbeda, ada yang memiliki kualitas baik tetapi ada juga yang memiliki kualitas kurang baik.

Kabupaten Sitaro, khususnya pulau Siau adalah salah satu daerah yang berpotensi memiliki sumber material berupa agregat batu gunung. Potensi tersebut menjadi salah satu alasan untuk dapat membantu peningkatan pembangunan infrastruktur jalan. Namun meskipun berpotensi,

pemanfaatan agregat batu gunung Karangetang dalam konstruksi jalan masih terbatas, dikarenakan kurangnya pemahaman mengenai karakteristik fisik, mekanik, dan teknis dari agregat tersebut. Sehingga untuk menopang agregat ini akan dilakukan penambahan ataupun penggabungan (mix) dengan agregat dari Kema yang telah diketahui memiliki kualitas yang baik, dan dinilai mampu mengimbangi agregat Karangetang.

Oleh sebab itu, Penggabungan antara agregat Karangetang dan agregat Kema perlu dilakukan pengujian yang lebih mendalam. Dengan pemahaman lebih mengenai karakteristik fisik, mekanik, dan teknis dari penggabungan kedua agregat ini, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas penggunaan agregat Karangetang dalam pembangunan infrastruktur jalan, serta dapat mengurangi biaya pembelian agregat Kema yang mahal.

1.2. Rumusan Masalah

1. Apakah pemeriksaan fisik agregat sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2018?
2. Bagaimana pengaruh serta manfaat penggunaan agregat dalam campuran AC-WC terhadap karakteristik *Marshall*?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui apakah sifat dan karakteristik agregat sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.
2. Mengetahui pengaruh penggunaan agregat pada campuran AC-WC terhadap karakteristik *Marshall*.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu :

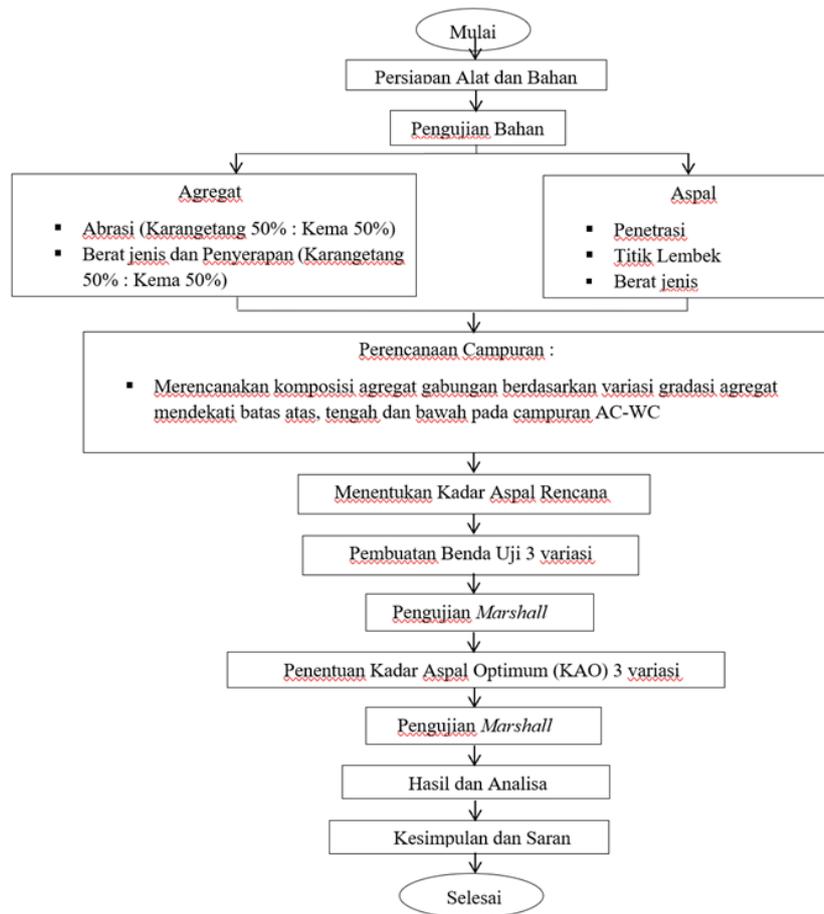
1. Bagi peneliti
Penelitian ini dapat menambah pengetahuan mengenai perbedaan penggunaan material agregat terhadap karakteristik campuran aspal AC-WC.
2. Bagi Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi
Hasil penelitian ini dapat menambah wawasan dalam bidang laboratorium perkerasan jalan khususnya untuk penggunaan batu gunung pada campuran AC-WC.
3. Bagi pelaku konstruksi
Diharapkan bisa menjadi pertimbangan penggunaan material dalam pekerjaan konstruksi perkerasan jalan.

1.5. Batasan Masalah

1. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Perkerasan Jalan Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi.
2. Agregat yang digunakan berasal dari wilayah Pulau Siau Kab. Kepulauan Sitaro dan Kema.
3. Menggunakan aspal pen 60/70.
4. Penelitian ini difokuskan pada jenis campuran aspal AC-WC.
5. Menggunakan standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 (revisi 2).

2. Metode Penelitian

Penelitian ini mengikuti tahapan pada diagram alir dibawah ini yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pemeriksaan Pengujian Agregat

A. Pemeriksaan Ketahanan Terhadap Abrasi dengan Mesin *Los Angeles*

Tabel 1. Hasil Abrasi dengan Mesin *Los Angeles*

No	Ukuran Saringan		Indeks	Sample	
	Lolos	Tertahan		I Berat (gr)	II Berat (gr)
1	3/4"	1/2"		2500	2500
2	1/2"	3/8"		2500	2500
3	3/8"	1/4"			
4	1/4"	#4			
5	#4	#8			
6		Total	A	5000	5000
7		Tertahan #12 (100 Putaran)	B		
8		Kearasan 100 Putaran (%)	$(A-B)/A*100$		
9		Rata - Rata (%)			
10		Tertahan #12 (500 Putaran)	C	1893.2	1965.7
11		Kearasan 500 Putaran (%)	$(A-C)/A*100$	62.14	60.69
12		Rata - Rata (%)		61.41	

Berdasarkan spesifikasi AASHTO T 96-87 dan SNI 2417:2008, dapat dilihat bahwa material batu Gunung Karang tidak memenuhi standar spesifikasi dikarenakan nilai rata-rata keausan mencapai 61,41%. Oleh karena itu, dilakukan penggabungan (mix) material dengan perbandingan 50% agregat dari Kema serta 50% agregat dari Karang dan dilakukan pengujian ulang ketahanan terhadap abrasi sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Abrasi setelah *mix* dengan Mesin *Los Angeles*

No	Ukuran Saringan		Indeks	Sample	
	Lolos	Tertahan		I Berat (gr)	II Berat (gr)
1	3/4"	1/2"		2500	2500
2	1/2"	3/8"		2500	2500
3	3/8"	1/4"			
4	1/4"	#4			
5	#4	#8			
6	Total		A	5000	5000
7	Tertahan #12 (100 Putaran)		B		
8	Keausan 100 Putaran (%)		$(A-B)/A*100$		
9	Rata - Rata (%)				
10	Tertahan #12 (500 Putaran)		C	3154.5	3203.6
11	Keausan 500 Putaran (%)		$(A-C)/A*100$	36.91	35.93
12	Rata - Rata (%)			36.42	

B. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

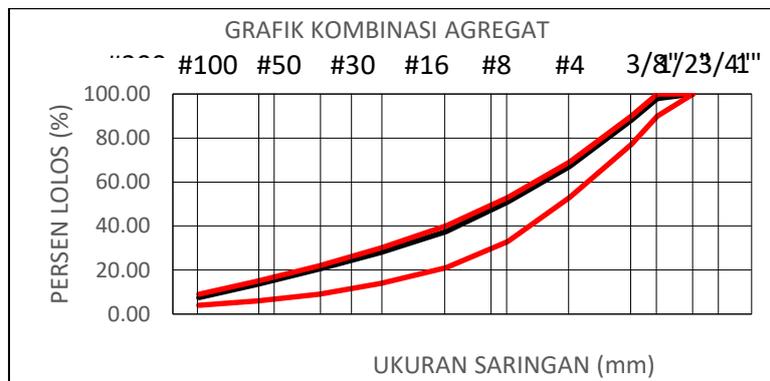
Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis

No	Jenis Pengujian	Sample		Rata-rata
		I	II	
1	Agregat Kasar			
	Berat Jenis Bulk	2.375	2.482	2.429
	Berat Jenis SSD	2.485	2.588	2.536
	Berat Jenis Semu	2.670	2.774	2.722
	Penyerapan Air	4.650	4.242	4.446
2	Agregat Sedang			
	Berat Jenis Bulk	2.384	2.313	2.349
	Berat Jenis SSD	2.510	2.475	2.493
	Berat Jenis Semu	2.728	2.761	2.745
	Penyerapan Air	5.291	7.016	6.154
3	Agregat Halus			
	Berat Jenis Bulk	2.824	2.769	2.797
	Berat Jenis SSD	2.862	2.822	2.842
	Berat Jenis Semu	2.935	2.923	2.929
	Penyerapan Air	1.338	1.895	1.616

3.2. Hasil Kombinasi Gradasi Agregat

Tabel 4. Hasil Kombinasi Variasi Gradasi Batas Atas

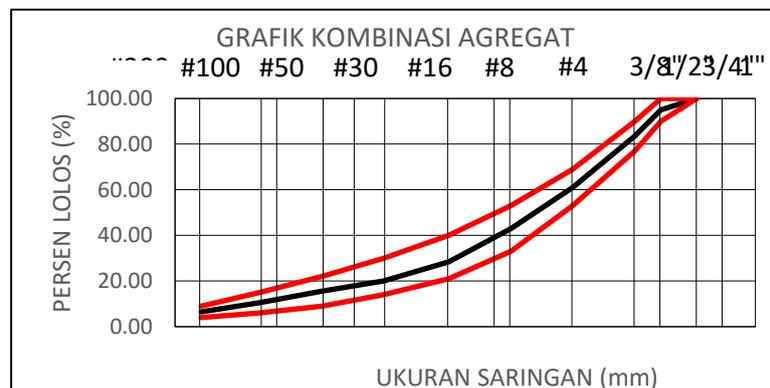
SARINGAN		AGREGAT				HASIL KOMBINASI	SPESIFIKASI
No	mm	BP 10-20	Medium	Halus	PC		
1"	24,40	33.00	16.00	51.00	0.0	100.00	100
3/4"	19,10	33.00	16.00	51.00	0.0	100.00	100
1/2"	12,70	31.00	16.00	51.00	0.0	98.00	90 - 100
3/8"	9,52	22.00	15.00	51.00	0.0	88.00	77 - 90
#4	4,75	19.00	6.00	42.00	0.0	67.00	53 - 69
#8	2,36	13.00	4.00	34.00	0.0	51.00	33 - 53
#16	1,18	9.50	3.50	25.00	0.0	38.00	21 - 40
#30	0,60	8.20	2.00	17.80	0.0	28.00	14 - 30
#50	0,30	6.20	1.90	12.40	0.0	20.50	9 - 22
#100	0,15	5.15	0.50	7.85	0.0	13.50	6 - 15
#200	0,075	3.10	0.15	4.25	0.0	7.50	4 - 9



Gambar 2. Grafik Kombinasi Variasi Gradasi Batas Atas

Tabel 5. Hasil Kombinasi Variasi Gradasi Batas Tengah

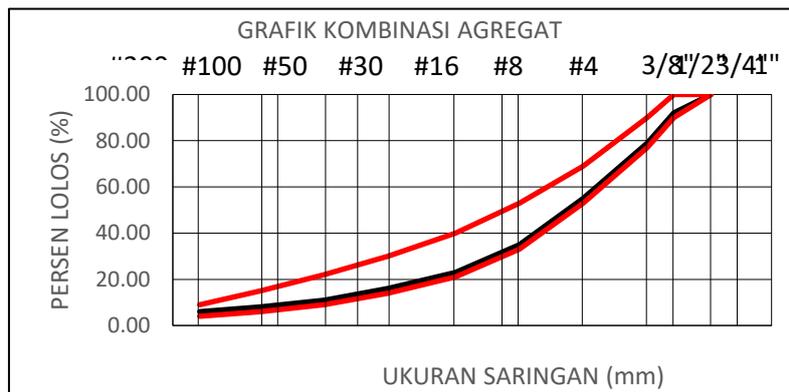
SARINGAN		AGREGAT				HASIL KOMBINASI	SPESIFIKASI
No	mm	BP 10-20	Medium	Halus	PC		
1"	24,40	39.00	18.00	43.00	0.0	100.00	100
3/4"	19,10	39.00	18.00	43.00	0.0	100.00	100
1/2"	12,70	34.00	18.00	43.00	0.0	95.00	90 - 100
3/8"	9,52	23.50	17.00	43.00	0.0	83.50	77 - 90
#4	4,75	14.00	5.00	42.00	0.0	61.00	53 - 69
#8	2,36	9.00	4.00	30.00	0.0	43.00	33 - 53
#16	1,18	4.50	3.50	20.50	0.0	28.50	21 - 40
#30	0,60	0.20	2.00	17.80	0.0	20.00	14 - 30
#50	0,30	0.20	0.90	14.40	0.0	15.50	9 - 22
#100	0,15	0.15	0.50	9.85	0.0	10.50	6 - 15
#200	0,075	0.10	0.15	6.25	0.0	6.50	4 - 9



Gambar 3. Grafik Kombinasi Variasi Gradasi Batas Tengah

Tabel 6. Hasil Kombinasi Variasi Gradasi Batas Bawah

SARINGAN	AGREGAT					HASIL KOMBINASI	SPESIFIKASI
	No	mm	BP 10-20	Medium	Halus		
1"	24,40	45.00	20.00	35.00	0.0	100.00	100
3/4"	19,10	45.00	20.00	35.00	0.0	100.00	100
1/2"	12,70	37.00	20.00	35.00	0.0	92.00	90 - 100
3/8"	9,52	26.50	17.50	35.00	0.0	79.00	77 - 90
#4	4,75	20.00	5.00	30.00	0.0	55.00	53 - 69
#8	2,36	13.00	3.00	19.00	0.0	35.00	33 - 53
#16	1,18	10.00	2.50	10.50	0.0	23.00	21 - 40
#30	0,60	8.20	2.00	5.80	0.0	16.00	14 - 30
#50	0,30	5.20	1.40	4.40	0.0	11.00	9 - 22
#100	0,15	4.15	0.50	3.35	0.0	8.00	6 - 15
#200	0,075	3.60	0.45	1.95	0.0	6.00	4 - 9



Gambar 4. Grafik Kombinasi Variasi Gradasi Batas Bawah

3.3. Hasil Perhitungan Benda Uji

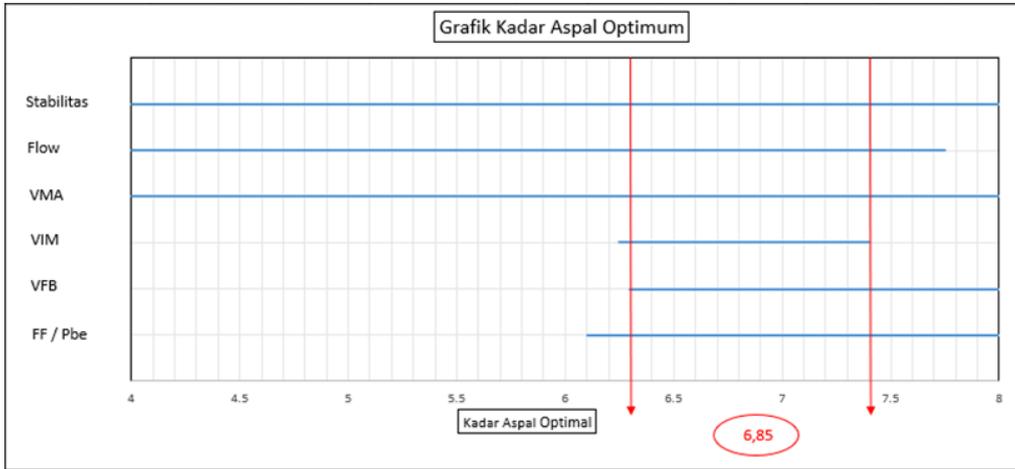
Tabel 7. Hasil Perhitungan benda Uji

	Kadar Aspal (%)	Berat Aspal (%)	BP 10-20 (gr) 33%	Medium (gr) 16%	Halus (gr) 51%	Berat Total (gr)
Benda Uji Kombinasi Agregat Mendekati Batas Atas	4	46	364.3	176.6	563.0	1104.0
	5	57.5	360.5	174.8	557.2	1092.5
	6	69	356.7	173.0	551.3	1081.0
	7	80.5	352.9	171.1	545.4	1069.5
	8	92	349.1	169.3	539.6	1058.0
	Kadar Aspal (%)	Berat Aspal (%)	BP 10-20 (gr) 39%	Medium (gr) 18%	Halus (gr) 43%	Berat Total (gr)
Benda Uji Kombinasi Agregat Mendekati Batas Tengah	4	46	430.6	198.7	474.7	1104.0
	5	57.5	426.1	196.7	469.8	1092.5
	6	69	421.6	194.6	464.8	1081.0
	7	80.5	417.1	192.5	459.9	1069.5
	8	92	412.6	190.4	454.9	1058.0
	Kadar Aspal (%)	Berat Aspal (%)	BP 10-20 (gr) 45%	Medium (gr) 20%	Halus (gr) 35%	Berat Total (gr)
Benda Uji Kombinasi Agregat Mendekati Batas Bawah	4	46	496.8	220.8	386.4	1104.0
	5	57.5	491.6	218.5	382.4	1092.5
	6	69	486.5	216.2	378.4	1081.0

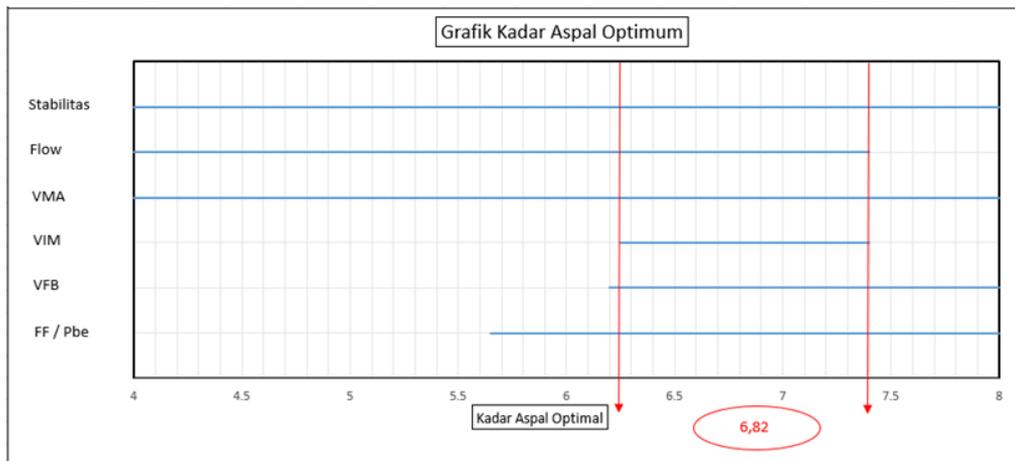
7	80.5	481.3	213.9	374.3	1069.5
8	92	476.1	211.6	370.3	1058.0

3.4. Grafik Kadar Aspal Optimum setiap Variasi Kombinasi Gradasi

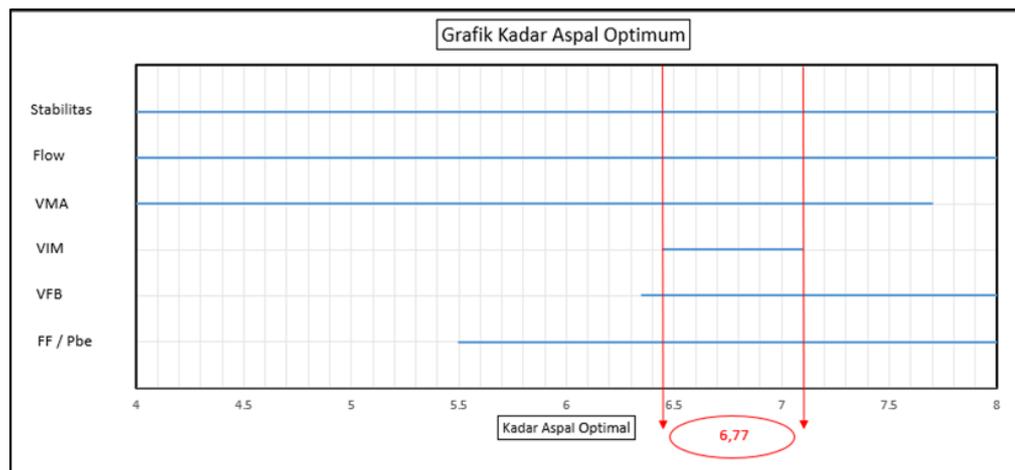
Berikut merupakan grafik dari tiap variasi kombinasi gradasi.



Gambar 5. Grafik Kadar Aspal Optimum Batas Atas



Gambar 6. Grafik Kadar Aspal Optimum Batas Tengah



Gambar 7. Grafik Kadar Aspal Optimum Batas Bawah

3.5. Hasil Pengujian Marshall KAO untuk setiap Variasi Kombinasi Gradasi Agregat

Tabel 8. Hasil Pengujian Marshall KAO pada Variasi Batas Atas

Karakteristik Marshall	Kadar Aspal (6.85%)	Spesifikasi
Stabilitas (Lbs)	1530.84	Min. 800
Flow (mm)	3.385	2.0 - 4.0
VMA (%)	15.161	Min. 15
VIM (%)	3.271	3.0 - 5.0
VFB(%)	78.458	Min. 65
FF/Kadar Aspal Efektif	1.342	0.6 - 1.6
Kepadatan (gr/cc)	2.357	Min. 2.00

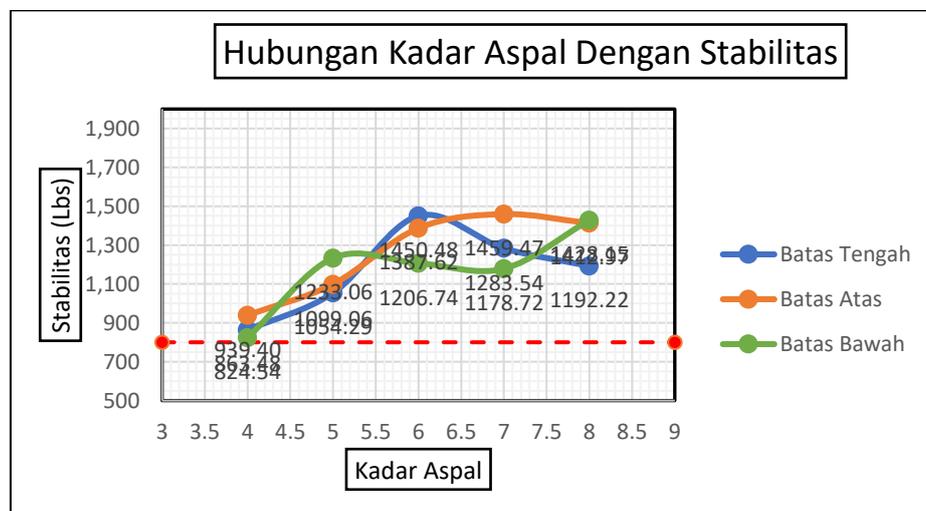
Tabel 9. Hasil Pengujian Marshall KAO pada Variasi Batas Tengah

Karakteristik Marshall	Kadar Aspal (6.82%)	Spesifikasi
Stabilitas (Lbs)	1439.64	Min. 800
Flow (mm)	3.443	2.0 - 4.0
VMA (%)	15.161	Min. 15
VIM (%)	3.791	3.0 - 5.0
VFB(%)	74.997	Min. 65
FF/Kadar Aspal Efektif	1.201	0.6 - 1.6
Kepadatan (gr/cc)	2.329	Min. 2.00

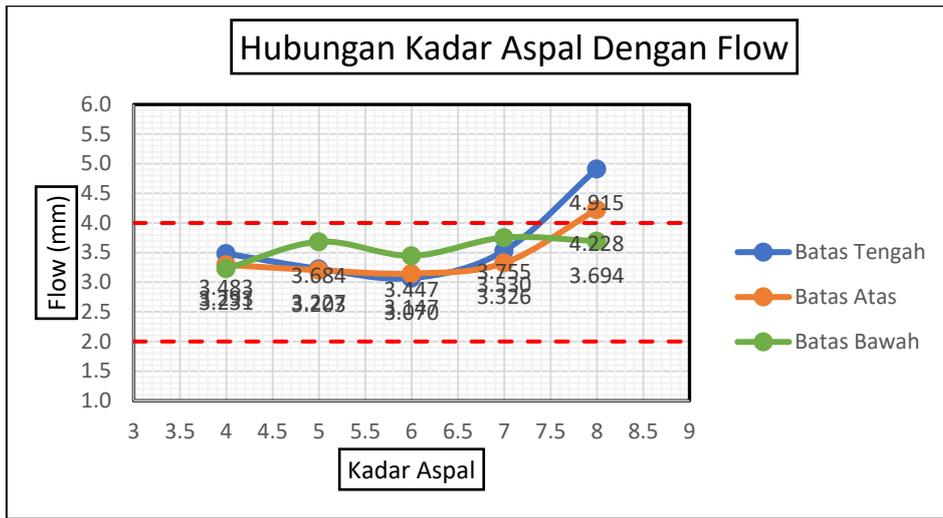
Tabel 10. Hasil Pengujian Marshall KAO pada Variasi Batas Bawah

Karakteristik Marshall	Kadar Aspal (6.77%)	Spesifikasi
Stabilitas (Lbs)	1331.21	Min. 800
Flow (mm)	3.161	2.0 - 4.0
VMA (%)	15.160	Min. 15
VIM (%)	4.347	3.0 - 5.0
VFB(%)	71.339	Min. 65
FF/Kadar Aspal Efektif	1.153	0.6 - 1.5
Kepadatan (gr/cc)	2.300	Min. 2.00

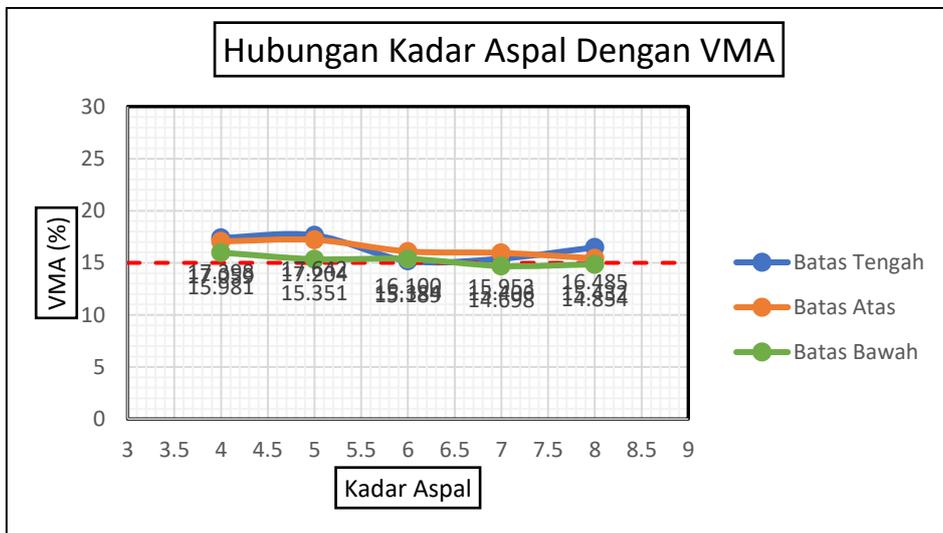
3.6. Pengaruh KAO pada setiap Variasi Gradasi Agregat terhadap Karakteristik Marshall



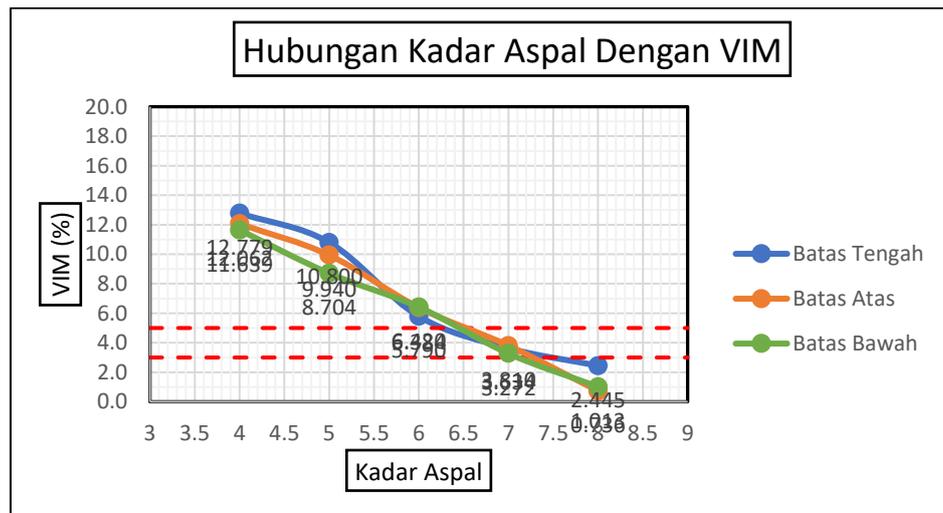
Gambar 8. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas



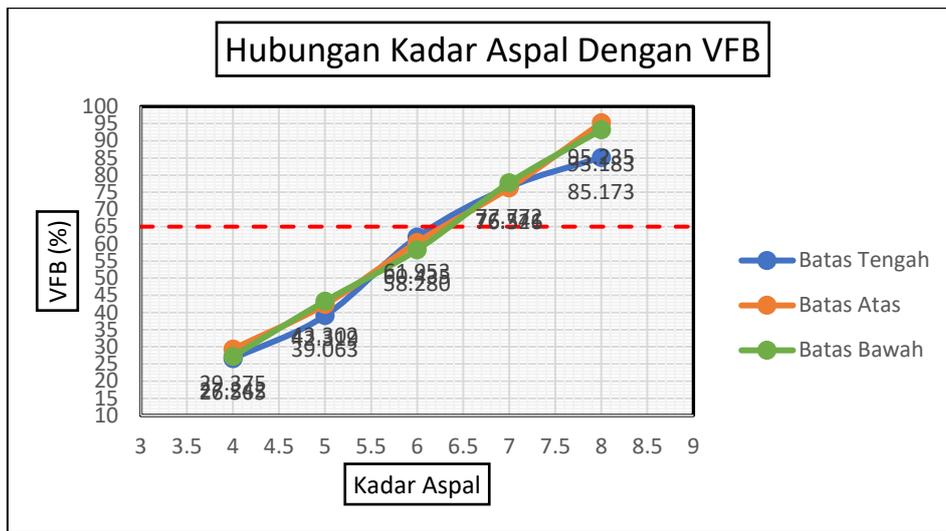
Gambar 9. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Flow



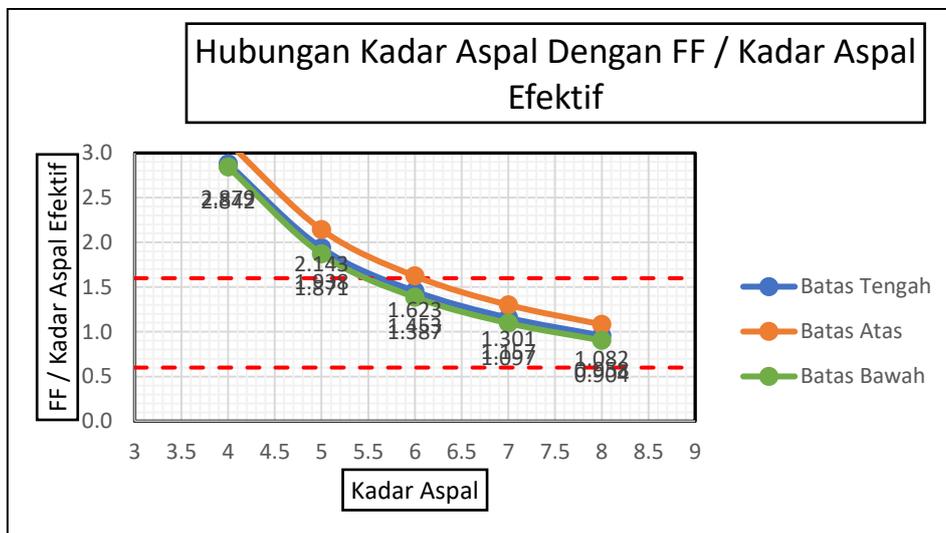
Gambar 10. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VMA



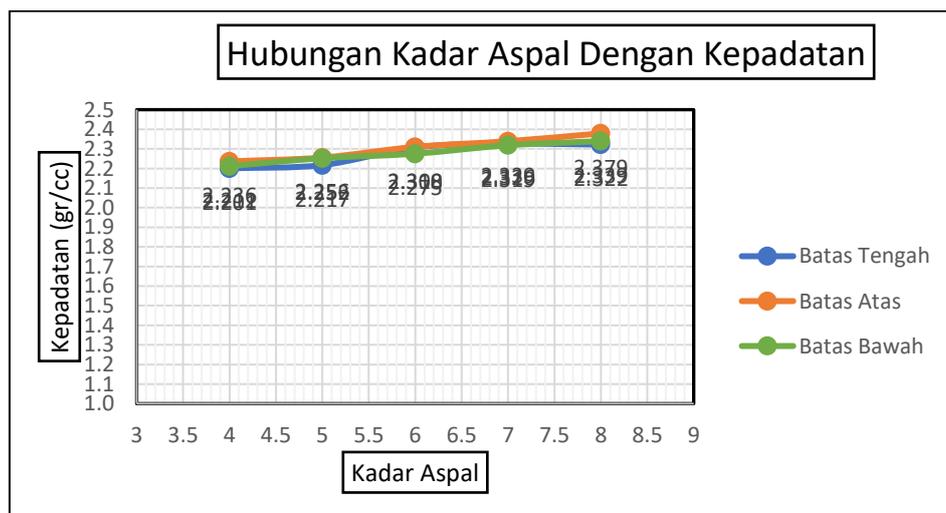
Gambar 11. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VIM



Gambar 12. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VFB



Gambar 13. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan FF/Kadar Aspal Efektif



Gambar 14. Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Kepadatan

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Perkerasan Jalan Fakultas Teknik UNSRAT, Pemanfaatan Agregat Batu Gunung Karangetang Kabupaten Kepulauan Sitaro Pada Campuran AC-WC menggunakan 50% material agregat dari Kabupaten Kepulauan Sitaro dan 50% material agregat dari Kema serta aspal Pertamina 60/70, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pemeriksaan material dan sifat fisik agregat dari material yang diambil dari batu gunung Karangetang Kabupaten Kepulauan Sitaro tidak memenuhi standar spesifikasi dikarenakan nilai rata-rata keausan mencapai 61,41%, sehingga dilakukan penggabungan (mix) 50% agregat Karangetang dan 50% agregat Kema . Dari hasil pemeriksaan ulang setelah penggabungan (mix) material mengenai sifat fisik dan pengujian aspal, rata-rata sudah memenuhi standar spesifikasi. Untuk hasil nilai Abrasi adalah 36,42%; untuk agregat kasar berat jenis bulk yaitu 2,4%, berat jenis SSD 2,5%, berat jenis semu 2,7% dan penyerapan air yaitu 4,4%. Untuk agregat sedang berat jenis bulk yaitu 2,3%, berat jenis SSD 2,4%, berat jenis semu 2,7% dan penyerapan air yaitu 6,1%. Sedangkan untuk agregat halus berat jenis bulk yaitu 2,7%, berat jenis SSD 2,8%, berat jenis semu 2,9% dan penyerapan air yaitu 1,6%.
2. Karakteristik *Marshall* pada campuran AC-WC menggunakan 50% material agregat dari Kabupaten Kepulauan Sitaro dan 50% material agregat dari Kema pada Kombinasi Gradasi Agregat Mendekati Batas Atas, Kombinasi Gradasi Agregat Mendekati Batas Tengah, dan Kombinasi Gradasi Agregat Mendekati Batas Bawah, yaitu :
 - a. Nilai stabilitas pada setiap kombinasi mulai dari Kombinasi Gradasi Agregat Mendekati Batas Atas, Kombinasi Gradasi Agregat Mendekati Batas Tengah, dan Kombinasi Gradasi Agregat Mendekati Batas Bawah, nilai stabilitas tertinggi terdapat pada Kombinasi Gradasi Agregat Mendekati Batas Atas dengan nilai stabilitas 1459,47 kg dan yang terendah pada Kombinasi Gradasi Agregat Mendekati Batas Bawah dengan nilai stabilitas 824,54 kg, dimana nilai stabilitas tertinggi terdapat pada kadar aspal 7% dan nilai stabilitas terendah terdapat pada kadar aspal 4%.
 - b. Nilai Flow pada campuran AC-WC menggunakan Kombinasi Gradasi Agregat Mendekati Batas Bawah menjadi kombinasi yang memiliki nilai flow yang paling stabil, dimana semakin tinggi kadar aspal yang ada, maka semakin tinggi pula nilai flow yang didapat. Untuk setiap benda uji dengan kadar aspal 4-8% yang memenuhi spesifikasi ada pada kadar aspal 4-7,1% dengan nilai flow tertinggi adalah 4,76 mm pada kadar aspal 8%. Pada Kombinasi Gradasi Agregat Mendekati Batas Atas, kadar aspal 4% menjadi yang terendah dan 8% menjadi yang tertinggi dengan nilai flow 4,58 mm sehingga tidak memenuhi spesifikasi yang ada. Pada Kombinasi Gradasi Agregat Mendekati Batas Tengah untuk setiap benda uji dengan kadar aspal 3,5-7,5% semuanya memenuhi spesifikasi yang ada dan pada Kombinasi Gradasi Agregat Mendekati Batas Bawah nilai flow yang memenuhi spesifikasi yang ada hanya pada kadar aspal 3,5- 4,7%, sedangkan pada kadar aspal 4,8-7,5% sudah tidak memenuhi spesifikasi yang ada.
 - c. Nilai VMA pada campuran AC-WC menggunakan Kombinasi Gradasi Agregat Mendekati Batas Atas, Gradasi Agregat Mendekati Batas Tengah, dan Gradasi Agregat Mendekati Batas Bawah memiliki nilai VMA yang cukup stabil dan semua kombinasi memenuhi spesifikasi, hanya Gradasi Agregat Mendekati Batas Bawah pada kadar aspal 7%-8% yang tidak memenuhi spesifikasi.
 - d. Nilai VIM pada campuran AC-WC pada setiap kombinasi gradasi agregat yang ada menunjukkan semakin tinggi kadar aspal maka nilai VIM akan semakin menurun. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi kadar aspal pada campuran maka akan semakin kecil rongga udara dalam campuran. Nilai VIM yang memenuhi spesifikasi hanya pada kombinasi gradasi agregat mendekati batas atas pada kadar aspal 6,25%-7,4%, kombinasi gradasi agregat mendekati batas tengah pada kadar aspal 6,25%-7,4% dan kombinasi gradasi agregat mendekati batas bawah pada kadar aspal 6,45%-7,1%.
 - e. Nilai VFB pada campuran AC-WC pada setiap kombinasi gradasi agregat yang ada menunjukkan semakin tinggi kadar aspal maka nilai VFB juga akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi kadar aspal maka akan semakin banyak pula

rongga yang dapat diisi. Nilai VFB pada setiap kombinasi yang memenuhi spesifikasi rata-rata terdapat pada kadar aspal 6%-8%.

- f. Nilai FF/Kadar Aspal Efektif pada campuran AC-WC pada Kombinasi Gradasi Agregat Mendekati Batas Atas, Batas Tengah, dan Batas Bawah menunjukkan semakin tinggi kadar aspal maka nilai FF/Kadar Aspal Efektif akan semakin menurun. Pada kombinasi gradasi agregat mendekati batas tengah dan kombinasi gradasi agregat mendekati batas bawah nilai FF/Kadar Aspal Efektif yang masuk spesifikasi terdapat pada kadar aspal 5,6%-8%. Sedangkan, pada kombinasi gradasi agregat mendekati batas atas nilai FF/Kadar Aspal Efektif yang masuk spesifikasi terdapat pada kadar aspal 6,1%-8%.
- g. Nilai kepadatan/*density* pada campuran AC-WC 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 mendekati batas atas dengan nilai kepadatan tertinggi 2,379gr/cc.
- h. Hasil analisa pada setiap karakteristik *Marshall* pada setiap kombinasi gradasi agregat setelah melakukan pengujian *Marshall* diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 6,85% untuk Kombinasi Gradasi Agregat Mendekati Batas Atas, Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 6,82% untuk Kombinasi Gradasi Agregat Mendekati Batas Tengah dan Kadar Aspal Optimum(KAO) sebesar 6,77% untuk Kombinasi gradasi agregat Bawah.

Referensi

- Bina Marga, 1987. *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston)*. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2018. *Spesifikasi Umum Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan Devisi 6 Perkerasan Aspal*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.
- Erdiansa, Andi. 2019. *STUDI PENGGUNAAN BATU GUNUNG PUTIH SEBAGAI BAHAN LAPIS ASPAL BETON*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat, Makassar. Mandang, Ovelia G. 2019. *KAJIAN PENGGUNAAN AGREGAT BATU GUNUNG UNTUK BAHAN CAMPURAN AC (STUDI KASUS AGREGAT DESA MOLOBOG DAN DESA KAKASKASEN)*. Jurnal. Sipil Statik Vol.7 No.12 Desember 2019 (1585-1592) ISSN: 2337-6732.
- Pabisa, Wadyansah. 2021. *PEMANFAATAN BATU GUNUNG SOPAI KABUPATEN TORAJA UTARA DALAM CAMPURAN LASTON LAPIS AUS*. Paulus Civil Engineering Journal. Vol.3 No.2. Juni 2021.
- Rachman, Rais. 2020. *PEMANFAATAN BATU GUNUNG BOTTOMALE TORAJA UTARA SEBAGAI CAMPURAN LASTON*. Paulus Civil Engineering Journal. Vol.6 No.1. April 2020.
- Stone, Irfahan. 2020. *PEMANFAATAN BATU GUNUNG AMBESO PADA CAMPURAN AC-BASE*. Paulus Civil Engineering Journal. Vol.2 No.1. Maret 2020.
- Sukirman, Silvia. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung.
- Timbonga, Chelia F. 2021. *PEMANFAATAN BATU GUNUNG LIMBONG KECAMATAN RANTEPAO DALAM CAMPURAN STONE MATRIX ASPHALT KASAR*. Paulus Civil Engineering Journal. Vol.3 No.1. Maret 2021.
- Tandayu, Ireine. 2022. *PEMANFAATAN BATU GUNUNG MASARANG KECAMATAN TONDANO BARAT KABUPATEN MINAHASA PADA CAMPURAN AC-WC*. Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- Lahinda, Mutiara A. P. 2023. *PEMANFAATAN AGREGAT BATU GUNUNG AWU KABUPATEN KEPULAUAN SANGIHE PADA CAMPURAN ASPAL AC-WC*. Manado: Universitas Sam Ratulangi.