

ANALISIS KELAYAKAN MATERIAL QUARY WAI HANUA DESA MURNATEN SEBAGAI CAMPURAN AC-WC RUAS JALAN PIRU-SP ETI

Billy Julsep Silawanebessy¹, Daniel David Marthin Huawae², Juvrianto C. Jacob³
julsepsilawanebessy02@gmail.com¹, ddmhuwae@gmail.com², juvrianto.jakob@polnam.ac.id³
Politeknik Negeri Ambon

ABSTRAK

Quarry Wai Hanua merupakan salah satu quarry yang berada pada kabupaten seram bagian barat. Material yang di ambil dari sungai Wai Hanua ini dipakai untuk pekerjaan Peningkatan Kapasitas Struktur Jalan. Dalam penelitian ini akan dilakukan Uji kelayakan material yang berupa Batu pecah 5-10, Batu pecah 10-20, Pasir dan Abu Batu. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisik dari material quarry wai hanua sebagai agregat untuk campuran asphalt concrete-wearing course pada pekerjaan jalan. Penelitian ini dilakukan pada Laboratorium Aspal, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon. Dengan mengacu pada Spesifikasi Bina Marga, 2018 Revisi 2. Berdasarkan hasil pemeriksaan material quarry wai hanua diperoleh: nilai abrasi sebesar 29,80%, berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang terdiri dari berat jenis (bulk) 2,63, berat jenis (SSD) 2,70, berat jenis (apparent) 2,81, dan penyerapan 2,44%, berat jenis dan penyerapan agregat halus yang terdiri dari berat jenis (bulk) 2,50, berat jenis (SSD) 2,56, berat jenis (apparent) 2,67, dan penyerapan 2,54%, komposisi masing –masing batu pecah ukuran 10-20 mm sebesar 27%, batu pecah uk. 5-10mm sebesar 15%, pasir sebesar 6%, dan abu batu sebesar 52%. Karakteristik Marshall pada kadar optimum sebesar 5,5%. Dari hasil analisis karakteristik marshall pada KAO didapatkan nilai VIM 3,36%, VMA 4,18%, VFB 80,22%, Flow 3,85 mm, Stabilitas 1733 kg/mm. Mengacu pada spesifikasi Bina Marga 2018 maka material quarry wai hanua layak dan memenuhi syarat untuk dijadikan material agregat campuran AC-WC.

Kata Kunci: Kelayakan Material, Quarry Wai Hanua.

ABSTRACT

Wai Hanua Quarry is one of the quarries located in the western part of Seram district. The material taken from the Wai Hanua river is used for road structure capacity improvement works. This research will conduct feasibility testing of materials in the form of crushed stone 5-10, crushed stone 10-20, sand, and stone dust. The purpose of this research is to determine the physical properties of the Wai Hanua quarry materials as aggregates for asphalt concrete-wearing course mixture in road works. This research is conducted at the Asphalt Laboratory, Civil Engineering Department, Ambon State Polytechnic. Referring to the specifications. Bina Marga, 2018 Revision 2. Based on the results of the material inspection of the Wai Hanua quarry, the following was obtained: an abrasion value of 29.80%, the specific gravity and absorption of coarse aggregate consisting of bulk specific gravity 2.63, SSD specific gravity 2.70, apparent specific gravity 2.81, and absorption 2.44%, the specific gravity and absorption of fine aggregate consisting of bulk specific gravity 2.50, SSD specific gravity 2.56, apparent specific gravity 2.67, and absorption 2.54%, the composition of crushed stone sizes 10-20 mm is 27%, crushed stone size 5-10 mm is 15%, sand is 6%, and stone dust is 52%. The Marshall characteristics at optimum content of 5.5%. From the analysis of the Marshall characteristics at KAO, the values obtained were VIM 3.36%, VMA 4.18%, VFB 80.22%, Flow 3.85 mm, Stability 1733 kg/mm. Referring to the Bina Marga 2018 specifications, the material from the Wai Hanua quarry is suitable and meets the requirements to be used as AC-WC mixed aggregate material.

Keywords: Material Feasibility, Wai Hanua Quarry.

PENDAHULUAN

Struktur jalan raya terbagi menjadi beberapa lapis konstruksi yaitu Sub Grade sebagai lapisan tanah dasar, Sub Base Course sebagai lapis permukaan, Base Course Sebagai lapis pondasi atas dan Surface Course sebagai lapis permukaan. Lapis permukaan tersebut harus dibuat sedemikian rupa sehingga akan menghasilkan lapisan yang kedap air dengan stabilitas yang tinggi dan tahan lama. Konstruksi ini dibuat dari campuran bahan batu pecah, pasir, abu batu, dan bahan pengikat aspal. Lapis perkerasan laston AC-WC (asphalt concrete – wearing course) merupakan campuran aspal panas yang juga berfungsi sebagai struktur pada perkerasan jalan (Attamimi et al., 2020; Ahmad, 2022). Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95% berdasarkan presentase berat, atau 75-85% agregat berdasarkan presentase volume.

Agregat terdiri dari agregat kasar dan halus yakni batu pecah, Pasir dan Abu batu, yang mengacu pada spesifikasi umum bina marga 2018. Agregat kasar adalah agregat yang lolos saringan no.8 (2,36mm). Menurut (SNI 1967:2008) agregat kasar mempunyai ukuran antara No.4 (4,75mm) sampai 40 mm (1,5 inch) (Mashuri & Rahman, 2020). Karakteristik agregat menentukan kemampuan dalam memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. Kekuatan dan keawetan suatu konstruksi perkerasan jalan tergantung pada kualitas agregat tersebut serta jenis aspal yang digunakan untuk mengikat material-material tersebut hingga didapatkan suatu perkerasan yang awet, tahan lama, dan kuat. Agregat kasar dan agregat halus memiliki proporsi masing-masing sesuai dengan spesifikasi yang digunakan (Lubis et al., 2024).

Quarry Wai Hanua berada pada Desa Murnaten, Kecamatan Taniwel, Kabupaten Seram Bagian Barat. Material ini di ambil dari sungai Wai Hanua yang terdiri dari agregat kasar batuan yang berukuran besar, tidak beraturan, serta agregat halus yang tidak memiliki gumpalan lempung dan mempunyai permukaan yang kasar. Melalui proses pemecahan batu oleh alat pemecah batu (Stone Cursher) sehingga didapatkan agregat kasar dan agregat halus dengan ketersediaan material yaitu 42.450m³, untuk pekerjaan preservasi Jalan Piru – Sp. Eti. Dengan jumlah volume material diatas bisa membuat jalan sepanjang ± 5 km. Untuk itu kualitas agregat untuk bahan perkerasan jalan harus memenuhi spesifikasi.

Berdasarkan penjelasan diatas, yang melatar belakangi untuk melakukan pengujian material Quarry Wai Hanua sebagai bahan campuran agregat halus dan agregat kasar berupa Batu pecah 10-20 dan Batu pecah 5-10, Pasir, Abu batu. Untuk campuran aspal AC-WC. Sehingga dapat mengetahui material yang di ambil dari Quarry Wai Hanua ini layak di gunakan seterusnya untuk pekerjaan konstruksi jalan.

METODOLOGI

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data kuantitatif. Data kuantitatif dalam penelitian ini didapat dilaboratorium uji material karena data yang diperoleh nantinya berupa angka yang akan dianalisis lebih lanjut dalam analisis data sebagai berikut :

1. Pengujian analisa saringan
2. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar dan halus
3. Pengujian berat isi
4. Pengujian keausan agregat (Abrasion)

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Agregat Kasar Dan Halus

1. Pengujian analisa saringan

Pengujian analisa saringan bertujuan untuk mendapatkan distribusi besaran atau jumlah presentase butiran (gradasi) untuk agregat halus dan agregat kasar. Hasil gradasi material yang diperoleh dapat disajikan dalam tabel atau grafik. Hasil pengujian ini berguna untuk menentukan gradasi agregat yang digunakan sebagai lapis fondasi bawah, lapis fondasi atas atau lapis perkerasan lain. Material yang diuji agregat kasar ukuran 10-20 mm, dan agregat kasar 5-10, pasir, dan abu batu diambil dari Quarry Wai Hanua. Hasil analisa saringan yang dilakukan mengacu pada SNI 03-1968-1990. Tabel, perhitungan dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

No. Saringan (Inch)	No. Saringan (mm)	Berat Material: 4145,80		
		Komulatif		
		Berat Tertahan	% Tertahan	% Lolos
¾	19,00	1149,71	23,78	76,22
½	12,50	3472,76	71,82	28,18
3/8	9,50	3799,79	78,58	21,42
No.4	4,75	4690,22	97,00	3,00
No.8	2,36	4746,93	98,17	1,83
No.16	1,18	4751,08	98,25	1,75
No.30	0,60	4754,67	98,33	1,67
No.50	0,30	4759,99	98,44	1,56
No.100	0,15	4771,00	98,67	1,33
No.200	0,75	4771,69	98,68	1,32
Pan		4835,46	100,00	0,00

Sumber: Hasil penelitian, 2024

B. Agregat Kasar (Batu Pecah 5-10)

Tabel 2 Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar batu pecah 5-10

No. Saringan (Inch)	No. Saringan (mm)	Berat Material: 4805,10		
		Komulatif		
		Berat Tertahan	% Tertahan	% Lolos
¾	19,00	0,00	0,00	100,00
½	12,50	34,40	0,69	99,31
3/8	9,50	2291,83	45,94	54,06
No.4	4,75	4709,45	94,40	5,60
No.8	2,36	4920,17	98,63	1,37
No.16	1,18	4927,78	98,78	1,22
No.30	0,60	4931,62	98,86	1,14
No.50	0,30	4934,45	98,91	1,09
No.100	0,15	4938,98	99,00	1,00
No.200	0,075	4939,34	99,01	0,99
Pan		4988,65	100,00	0,00

Sumber: Hasil Penelitian, 2024

Dari pemeriksaan analisis saringan agregat diatas, agregat kasar (batu pecah 10-20 mm dan batu pecah 5-10 mm) akan dimasukkan dalam gradasi gabungan.

C. Analisa saringan Agregat Halus

Data pengujian analisa saringan agregat halus (Pasir) pada tabel 3 dibawah ini:

Tabel 3 Hasil pengujian Analisa Saringan Agregat Halus (Pasir)

No. Saringan (Inch)	No. Saringan (mm)	Berat Material: 2500,00		
		Komulatif		
		Berat Tertahan	% Tertahan	% Lolos
¾	19,00	0,00	0,00	100,00
½	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8	9,50	7,14	0,24	99,76
No.4	4,75	133,27	4,49	95,51
No.8	2,36	640,88	21,60	78,40
No.16	1,18	890,59	30,01	69,99
No.30	0,60	1455,83	49,06	50,94
No.50	0,30	2232,34	75,23	24,77
No.100	0,15	2687,01	90,56	9,44
No.200	0,075	2690,86	90,69	9,31
Pan		2967,23	100,00	0,00

Sumber: Hasil Penelitian, 2024

Data pengujian analisa saringan agregat halus (Abu Batu) pada tabel 4.4 dibawah ini:

Tabel 4 Hasil pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus (Abu Batu)

No. Saringan (Inch)	No. Saringan (mm)	Berat Material: 2500,00		
		Komulatif		
		Berat Tertahan	% Tertahan	% Lolos
¾	19,00	9,07	0,29	99,71
½	12,50	32,46	1,03	98,97
3/8	9,50	21,52	0,68	99,32
No.4	4,75	313,05	9,94	90,06
No.8	2,36	1008,61	32,02	67,98
No.16	1,18	1667,58	52,95	47,05
No.30	0,60	2092,41	66,44	33,56
No.50	0,30	2110,72	67,02	32,98
No.100	0,15	2761,15	87,67	12,33
No.200	0,075	2762,88	87,73	12,27
Pan		3149,47	100,00	0,00

Sumber: Hasil Penelitian, 2024

Dari tabel 3 dan tabel 4 analisis saringan agregat diatas, agregat halus (pasir dan abu batu) akan dimasukan dalam gradasi gabungan.

2. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar dan halus

Dari hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar dan halus pada tabel 5 dibawah ini

No	Pengujian	Hasil Pengujian	Satuan	Spesifikasi	Standar uji
I	Agregat kasar				SNI 03-1969 - 1990
1.	Batu pecah 10-20 mm				
	a. Berat jenis (bulk)	2,63	gr/cm ³	Min. 2,5	
	b. Berat jenis SSD	2,70	gr/cm ³	Min. 2,5	
	c. Berat jenis semu	2,81	gr/cm ³	Min. 2,5	
	d. Penyerapan	2,44	%	Max.3	
2.	Batu pecah 5-10 mm				
	a. Berat jenis (bulk)	2,66	gr/cm ³	Min. 2,5	
	b. Berat jenis SSD	2,73	gr/cm ³	Min. 2,5	
	c. Berat jenis semu	2,86	gr/cm ³	Min. 2,5	

	d. Penyerapan	2,69	%	Max.3	
II	Agregat halus				SNI 03-1969 - 199
1	Pasir				
	a. Berat jenis (bulk)	2,50	gr/cm ³	Min. 2,5	
	b. Berat jenis SSD	2,56	gr/cm ³	Min. 2,5	
	c. Berat jenis semu	2,66	gr/cm ³	Min. 2,5	
	d. Penyerapan	2,40	%	Max.3	
2	Abu batu				
	a. Berat jenis (bulk)	2,50	gr/cm ³	Min. 2,5	
	b. Berat jenis SSD	2,56	gr/cm ³	Min. 2,5	
	c. Berat jenis semu	2,67	gr/cm ³	Min. 2,5	
	d. Penyerapan	2,54	%	Max.3	

Sumber: Hasil Penelitian, 2024

Berdasarkan tabel 5, hasil penelitian berat jenis dan penyerapan dari masing-masing fraksi agregat kasar dan halus memenuhi spesifikasi yang telah disyaratkan dalam spesifikasi Bina Marga 2018, yaitu minimal 2,5 gr/cm³ dan maksimal 3% untuk penyerapan.

Kadar air

Dari hasil pengujian kadar air agregat kasar dan halus pada tabel 6 dibawah ini:

No	Pengujian	Hasil Pengujian	Satuan	Spesifikasi	Standar uji
I	Agregat kasar				SNI 1971:2011
	Batu pecah 10-20 mm	1,02	%	≤ 5	
	Batu pecah 5-10 mm	1,03	%	≤ 5	
II	Agregat halus				
1	Pasir	0,05	%	≤ 1	
2	Abu batu	0,07	%	≤ 1	

Sumber: Hasil Penelitian, 2024

Dari tabel 6, syarat yang harus dipenuhi agregat kasar dalam pengujian kadar air untuk agregat kasar adalah ≤ 5 dan untuk agregat halus ≤ 1. Material tersebut memenuhi syarat.

3. Kadar Lumpur

Dari hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar dan halus pada tabel 7 dibawah ini:

No	Pengujian	Hasil Pengujian	Satuan	Spesifikasi	Standar uji
I	Agregat kasar				SNI 1971:2011
	Batu pecah 10-20 mm	0,04	%	≤ 1	
	Batu pecah 5-10 mm	0,11	%	≤ 1	
II	Agregat halus				
1	Pasir	0,07	%	≤ 5	
2	Abu batu	0,14	%	≤ 5	

Sumber: Hasil Penelitian, 2024

Berdasarkan tabel 7, syarat yang harus dipenuhi agregat kasar dalam pengujian kadar lumpur adalah ≤ 5%. Hasil pemeriksaan kadar air didapat nilai 0,14 ≤ 5%. Material tersebut memenuhi syarat

4. Pengujian Keausan Agregat kasar dengan mesin Los Angeles

Hasil dari pemeriksaan keausan dengan menggunakan mesin los angeles menghasilkan keausan agregat sebesar 29,80% dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8 Hasil pemeriksaan pengujian keausan agregat kasar (Batu pecah) dengan mesin los angeles

Saringan		Hasil Pengujian
Lolos	Tertahan	
3/4"	1/2"	2500

1/2"	3/8"	2500
Jumlah berat (a)		5000
Berat tertahan saringan No. 12 (b)		3510,00
Keausan dengan 11 bola baja (%)		$= \frac{(a-b)}{a} \times 100$ $= \frac{5000-3510}{5000} \times 100$ $= 29,80 \%$

Sumber: Hasil Penelitian, 2024

Berdasarkan tabel 8, syarat yang harus dipenuhi agregat dalam pemeriksaan keausan agregat kasar $\leq 40\%$ (Spesifikasi). Dari hasil pemeriksaan didapatkan nilai keausan agregat $29,80\% \leq 40\%$. Maka material memenuhi syarat.

Aspal Pen 60/70

Dalam penelitian ini data aspal yang merupakan data sekunder yang digunakan dan merupakan data yang diperoleh dari hasil pengujian, yang memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 dan akan digunakan peneliti dalam perhitungan pada data marshall. Data pengujian yang diperoleh antara lain berat jenis aspal, pengujian penetrasi, daktilitas, titik lembek, dan titik nyala. Hasil pemeriksaan karakteristik aspal pen. 60/70, seperti pada tabel 9 berikut:

Tabel 9 Hasil pemeriksaan Aspal

No	Jenis Pemeriksaan	Prosedur	Hasil Pengujian	Spesifikasi
1	Berat Jenis Aspal	SNI 06-2441-1991	1,031	$\geq 1,00$ gr/ml
2	Penetrasi pada 25°C (0,1mm)	SNI 06-2456-1991	60	60-70
3	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 06-2433-1991	329,0	≥ 323 cm
4	Titik nyala(°C)	SNI 06-2434-1991	50	$\geq 48^\circ\text{C}$
5	Titik lembek(°C)	SNI 06-2432-1991	150	$\geq 100^\circ\text{C}$

Sumber: Hasil Penelitian, 2024

Berdasarkan tabel 9, hasil pemeriksaan karakteristik aspal yang diperoleh dari data JMF Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Maluku, telah memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 sesuai ketentuan untuk aspal pen. 60/70.

B. Rancangan Campuran AC-WC

1. Penentuan gradasi agregat

Gradasi masing-masing jenis agregat kasar, agregat halus, dan filler ditentukan dalam spesifikasi suatu jenis campuran aspal. Untuk mendapat gradasi agregat dalam campuran beraspal panas dilaboratorium dapat dilakukan berdasarkan ideal(batas tengah) spesifikasi gradasi agregat gabungan yang disyaratkan dalam spesifikasi Bina Marga 2018. Dapat dilihat pada tabel 4.10 :

Tabel 10 Gradasi gabungan campuran laston AC-WC

Ukuran saringan		Batu pecah 10-20	Batu pecah 5-10	Pasir	Abu batu
(Inchi)	(mm)				
3/4	19,00	76,22	100,00	100,00	99,71
1/2	12,50	28,18	99,31	100,00	98,97
3/8	9,50	21,42	54,06	99,76	99,32
No.4	4,75	3,00	5,60	95,51	90,06
No.8	2,36	1,83	1,37	78,40	67,98
No.16	1,18	1,75	1,22	69,99	47,05
No.30	0,60	1,67	1,14	50,94	33,56
No.50	0,30	1,56	1,09	24,77	32,98
No.100	0,15	1,33	1,00	9,44	12,33
No.200	0,075	1,32	0,99	9,31	12,27

Pan	0,00	0,00	0,00	0,00
-----	------	------	------	------

Sumber: Hasil Penelitian, 2024

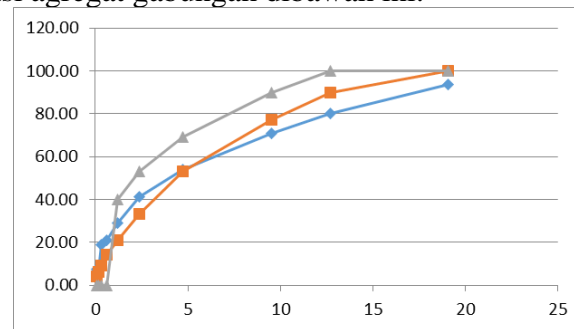
Data Campuran proporsi agregat dapat dilihat pada tabel 11, gradasi gabungan:

Tabel 11 Campuran proporsi agregat gradasi gabungan

Ukuran saringan	Batu Pecah 10-20	Batu Pecah 5-10	Pasir	Abu Batu	Presentasi	Spesifikasi	
(mm)	inch	27%	15%	6%	52%	100%	
19,1	3/4	20,58	15,00	6,00	52,00	99,58	100
12,7	1/2	7,61	14,90	6,00	51,47	79,98	90-100
9,52	3/8	5,78	8,11	5,99	51,12	71,00	77-90
4,75	No. 4	0,81	0,84	5,73	46,35	53,73	53-69
2,36	No. 8	0,49	1,15	4,70	34,99	41,34	33-53
1,18	No. 16	0,47	0,18	4,20	24,22	29,07	21-40
0,6	No. 30	0,45	0,17	3,06	17,27	20,95	14-30
0,3	No. 50	0,42	0,16	1,49	16,98	19,05	9-22
0,15	No. 100	0,36	0,15	0,57	6,35	7,42	6-15
0,075	No. 200	0,36	0,15	0,56	6,32	7,38	4-9

Sumber: Hasil Penelitian, 2024

Dari tabel 10 dan 11 agar dapat menentukan proporsi total agregat dilakukan gradasi gabungan digunakan cara coba-coba untuk memperoleh presentase campuran dari masing-masing agregat campuran AC-WC. Dari hasil perhitungan gradasi gabungan tersebut dapat diperoleh grafik gradasi agregat gabungan dibawah ini.



Gambar 1 Grafik gradasi gabungan

Sumber : Hasil Penelitian, 2024

Dari tabel 11, menghasilkan gambar 1 yang menjelaskan bahwa hasil pengujian proporsi agregat gradasi gabungan (garis persen lolos pada tiap saringan) terletak didalam garis batas atas dan batas bawah. Hal ini menunjukkan bahwa hasil gradasi gabungan memenuhi standar spesifikasi Bina Marga 2018 untuk lapisan aspal beton (Laston AC-WC).

C. Parameter Hasil Pengujian Marshall

Analisis terhadap data Marshall didasarkan pada standar Bina Marga, dimana untuk campuran AC-WC parameter marshall yang dianjurkan untuk dipenuhi dalam penentuan kadar aspal optimum adalah VMA, VIM, VFB, stabilitas, kelelahan (*Flow*) dan *Mashall Quotient* (MQ).

1. VIM (*Void in Mix*)

VIM merupakan nilai presentase rongga dalam campuran yang menunjukkan sejauh mana rongga ada didalamnya. Nilai VIM memiliki pengaruh terhadap kekuatan dan daya tahan (durabilitas) campuran tersebut.

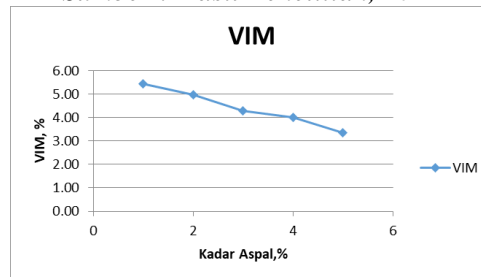
Dari hasil pengujian hubungan kadar aspal dengan VIM pada campuran AC-WC dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12 Hasil pengujian VIM (*Void in Mix*)

Kadar aspal	Sampel Briket	Nilai VIM(%)
4,5	1	3,82
	2	3,87
Rata-rata		3,85

5,0	1	3,42
	2	3,36
Rata-rata		3,39
5,5	1	2,76
	2	2,73
Rata-rata		2,74
6,0	1	2,43
	2	2,54
Rata-rata		2,49
6,5	1	1,73
	2	1,96
Rata-rata		1,84

Sumber : Hasil Penelitian, 2024



Gambar 2 Grafik hubungan nilai VIM dan kadar aspal

Sumber: Hasil Penelitian, 2024

Hasil pengujian tabel 12 menghasilkan gambar 2 menunjukkan nilai VIM merujuk pada volume rongga dalam campuran, berpengaruh terhadap kerapatan campuran. Sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2018, rongga dalam campuran diisyaratkan 3,0% s.d 5,0%.

2. VMA (Void Mineral Agregate)

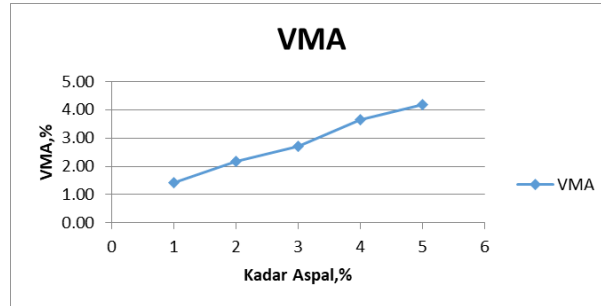
VMA adalah nilai yang menunjukkan presentase rongga udara antara butiran agregat dalam campuran agregat aspal padat termasuk rongga kadar aspal efektif.

Dari Hasil pengujian didapatkan nilai kadar aspal terhadap VMA seperti ditunjukkan pada tabel

Tabel 13 Hasil pengujian VMA (Void Mineral Mix)

Kadar aspal	Sampel Briket	Nilai VMA (%)
4,5	1	1,41
	2	1,46
Rata-rata		1,43
5,0	1	2,20
	2	2,14
Rata-rata		2,17
5,5	1	2,72
	2	2,70
Rata-rata		2,71
6,0	1	3,59
	2	3,69
Rata-rata		3,64
6,5	1	4,06
	2	4,29
Rata-rata		4,18

Sumber : Hasil Penelitian, 2024



Gambar 3 Grafik hubungan nilai VMA dan kadar aspal

Sumber: Hasil Penelitian, 2024

Hasil pengujian tabel 13 menghasilkan gambar 3 menunjukkan nilai VMA merujuk pada volume rongga dalam campuran, berpengaruh terhadap kerapatan campuran. Sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2018, rongga dalam campuran diisyaratkan 5,0% s.d 5,0%.

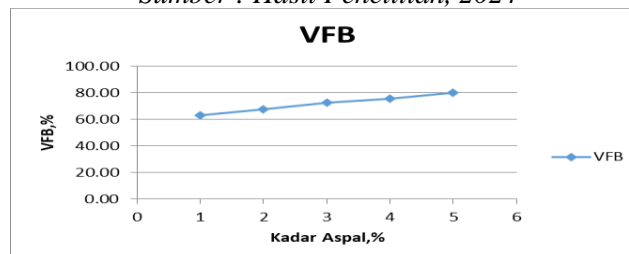
3. VFB (Void Filled Bitumen)

VFB adalah nilai yang menunjukkan presentase rongga campuran yang terisi oleh aspal. Nilai VFB berpengaruh terhadap kedekatan (impermeabilitas) dan keawetan (durabilitas) campuran, serta sangat dipengaruhi oleh kadar aspal yang digunakan, Jika nilai VFB besar maka campuran semakin banyak air dan kedap udara diintegrasikan yang disebabkan oleh air dan udara bisa dihindari. Dari hasil pengujian pada penelitian ini diperoleh nilai VFB terhadap masing-masing kadar aspal seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.14.

Tabel 14 Hasil pengujian VFB (Void Filled Bitumen)

Kadar aspal	Sampel Briket	Nilai VFB (%)
4,5	1	63,15
	2	62,30
Rata-rata		62,72
5,0	1	35,62
	2	36,27
Rata-rata		35,94
5,5	1	1,13
	2	1,14
Rata-rata		1,14
6,0	1	32,15
	2	31,19
Rata-rata		31,66
6,5	1	57,53
	2	54,37
Rata-rata		55,91

Sumber : Hasil Penelitian, 2024



Gambar 4 Grafik hubungan nilai VFB dan kadar aspal

Sumber: Hasil Penelitian, 2024

Dari tabel 14 menghasilkan gambar 4.4 dapat dilihat bahwa rongga terisi aspal (VFB) adalah presentase rongga yang terisi dengan aspal, jika kadar aspal meningkat maka nilai

VFB akan mengalami peningkatan. Nilai VFB memenuhi ketentuan spesifikasi Bina Marga 2018 dengan syarat minimum 65%.

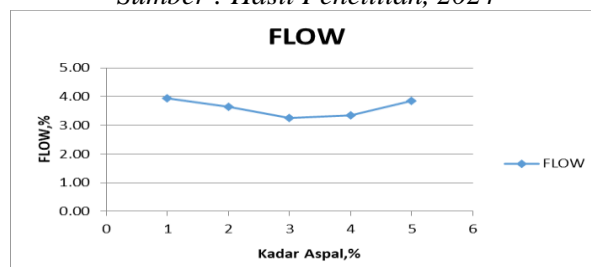
4. Kelelahan (Flow)

Menyatakan penurunan yang terjadi pada perkerasan karena beban lalu lintas. Campuran dengan nilai flow yang tinggi melampaui batasan maksimum, campuran akan cenderung menjadi plastis atau memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi dan mengakibatkan bentuknya berubah melampaui daya dukungnya.

Tabel 15 Hasil pengujian Kelelahan Flow(mm)

Kadar aspal	Sampel Briket	Nilai Flow(%)
4,5	1	4,10
	2	3,80
Rata-rata		3,95
5,0	1	3,60
	2	3,70
Rata-rata		3,65
5,5	1	3,20
	2	3,30
Rata-rata		3,25
6,0	1	3,50
	2	3,20
Rata-rata		3,35
6,5	1	3,90
	2	3,80
Rata-rata		3,85

Sumber : Hasil Penelitian, 2024



Gambar 5 Grafik hubungan nilai Flow dan kadar aspal

Sumber: Hasil Penelitian, 2024

Tabel 15 menghasilkan gambar 5, kelelahan flow merujuk pada besaran penurunan atau deformasi yang terjadi pada lapisan perkerasan karena adanya beban. Dari percobaan ini nilai kelelahan pada variasi kadar aspal yang digunakan memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 yang ditentukan dengan nilai minimum 2,00 mm dan nilai maksimum 4,00 mm.

5. Stabilitas

Stabilitas pada suatu pekerasan merujuk pada kemampuannya untuk deformasi akibat beban lalu lintas. Pengaruh kadar aspal terhadap stabilitas akan meningkat hingga batas tertentu. Pengukuran stabilitas dengan uji Marshall digunakan untuk mengukur kekuatan tekan geser dari sampel yang ditahan dua sisi kepala penekan. Dengan nilai stabilitas yang tinggi, diharapkan perkerasan dapat menahan beban lalu lintas tanpa mengalami kegagalan geser. Hasil percobaan menghasilkan nilai stabilitas pada campuran AC-WC seperti pada tabel 16.

Tabel 16 Hasil Pengujian stabilitas (kg/mm)

Kadar aspal	Sampel Briket	Nilai Flow(%)
4,5	1	1775
	2	1764
Rata-rata		1770
5,0	1	1826
	2	1843
Rata-rata		1835
5,5	1	1868
	2	1864
Rata-rata		1866
6,0	1	1751
	2	1817
Rata-rata		1784
6,5	1	1741
	2	1724
Rata-rata		1733

Sumber : Hasil Penelitian, 2024

Dari tabel 16 menghasilkan gambar 6, menunjukkan kemampuannya untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas. Jika nilai stabilitas semakin tinggi maka makin besar pula beban lalu lintas yang dapat didukung perkerasan tersebut. Dari percobaan ini dapat dilihat nilai stabilitas pada variasi kadar aspal yang digunakan memenuhi batas minimal nilai stabilitas yang ditentukan dalam spesifikasi Bina Marga 2018 yaitu minimal 800 kg.

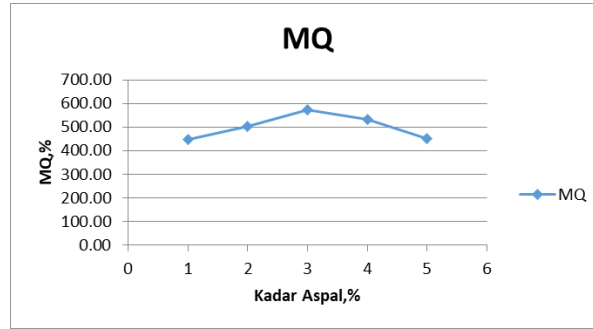
6. Hasil Bagi Marshall (Marshall Quotient)

Mengindikasikan tingkat kekakuan suatu campuran jika nilai Marshall Quotient terlalu tinggi, campuran akan menjadi kaku dan rentan terhadap retakan. Sebaliknya, jika nilai Marshall Quotient terlalu rendah, perkerasan menjadi terlalu lentur dan kurang stabil. Dari hasil pengujian didapatkan nilai Marshall Quotient pada campuran AC-WC seperti pada tabel 17.

Tabel 17 Hasil Pengujian MQ

Kadar aspal	Sampel Briket	Nilai MQ(Kg)
4,5	1	432,93
	2	464,21
Rata-rata		447,97
5,0	1	507,22
	2	498,11
Rata-rata		502,60
5,5	1	583,75
	2	564,85
Rata-rata		574,15
6,0	1	500,29
	2	567,81
Rata-rata		532,54
6,5	1	446,41
	2	453,68
Rata-rata		450,00

Sumber : Hasil Penelitian, 2024



Gambar 6 Grafik hubungan nilai MQ dan kadar aspal

Sumber: Hasil Penelitian, 2024

Dari tabel 17 menghasilkan gambar 7, menunjukkan kurva yang dihasilkan dari nilai tabilitas pada berbagai variasi kadar aspal yang di coba memenuhi spesifikasi bina marga 2018, dengan batas minimum marshall yaitu 250 kg/mm.

Tabel 18 Hasil Perhitungan Marshall

Kode	Berat Kadar Aspal	Berat Kering	Berat Kering (SSD)	Berat Dalam Air	Isi Benda Uji	Berat Isi	Bj. Maksimum (Teoritis)	Rongga Dalam Agregat (VMA)	Rongga Dalam Campuran (VIM)	Rongga Dalam Aspal (VFB)	Bacaan Arloji Stabilitas	Stabilitas Kalibrasi Proving Ring	Disesuaikan	Kelelahan	Hasil Bagi Marshall
	%	%	gr	gr	cc	gr/cc	%	%	%	%	kg	kg	kg	mm	kg/mm
1	4,5	1193,4	1203,3	689,3	514,0	2,32	2,41	1,41	3,82	63,15	203	1707	1775	4,10	432,93
2	4,5	1188,6	1198,6	686,4	512,2	2,32	2,41	1,46	3,87	62,30	202	1697	1764	3,80	464,21
Rata2	4,5														
1	5,0	1195,1	1204,6	688,4	516,2	2,32	2,40	2,20	3,42	35,62	209	1756	1826	3,60	507,22
2	5,0	1190,5	1199,5	685,6	513,9	2,32	2,40	2,14	3,36	36,27	211	1772	1843	3,70	488,11
Rata2	5,0														
1	5,5	1195,5	1203,6	687,2	516,4	2,32	2,38	2,72	2,76	1,13	214	1796	1868	3,20	583,75
2	5,5	1193,9	1201,8	686,2	515,6	2,32	2,38	2,70	2,73	1,14	213	1792	1864	3,30	564,85
Rata2	5,5														
1	6,0	1195,6	1202,1	683,8	518,3	2,31	2,36	3,59	2,43	32,15	208	1751	1751	3,50	500,29
2	6,0	1192,2	1199,7	682,3	517,4	2,30	2,36	3,69	2,54	31,19	208	1747	1817	3,20	567,81
Rata2	6,0														
1	6,5	1189,8	1195,8	680,2	515,6	2,31	2,35	4,06	1,73	57,53	199	1674	1741	3,90	446,41
2	6,5	1184,7	1190,2	675,6	514,6	2,30	2,35	4,29	1,96	54,37	197	1658	1724	3,80	453,68
Rata2	6,5														
Bj. Bulk Bj. Efektif Bj. Aspal															
2,249 2,577 1,031															

Sumber: Hasil Penelitian, 2024

D. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Dalam penelitian ini digunakan kadar aspal mulai dari 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0%, 6,5% untuk mencari kadar optimum pada campuran AC-WC. Kadar aspal yang rendah dapat menyebabkan retak-retak pada lapis perkerasan, sementara kadar aspal yang berlebihan dapat menyebabkan bleeding. Kadar aspal optimum ditentukan dengan mengacu pada Standar Bina Marga yang mengharuskan memenuhi 6 parameter yaitu: VIM, VMA, VFB, Stabilitas, Kelelahan (Flow), dan Marshall Quotient (MQ). Untuk menentukan kadar aspal optimum, dilakukan analisis grafik berdasarkan nilai pengujian parameter Marshall yang telah dilakukan. Dari grafik tersebut dapat dilihat nilai minimum dan maksimum kadar aspal yang memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018.

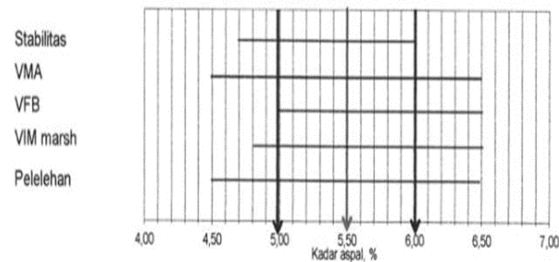
Tabel 19 Rekapitan penentuan Kadar Aspal Optimum

Parameter Marshall	Kadar Aspal					Persyaratan
	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	
VIM	5,42	4,95	4,29	4,02	3,36	3-5
VMA	14,61	15,25	15,72	16,52	16,98	Min. 15
VFB	62,87	67,51	72,69	75,68	80,22	Min. 65
Flow (mm)	3,95	3,65	3,25	3,35	3,85	2-4
Stabilitas (Kg)	1770	1835	1866	1784	1733	Min. 800
MQ	447,97	502,60	574,15	532,54	450,00	Min 250

Sumber : Hasil Penelitian, 2024

Nilai VMA, VFB, stabilitas, flow, dan MQ semua variasi kadar aspal memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2018

Diagram Penentuan Kadar Aspal Optimum AC-WC dengan Metode Marshall



Gambar 7 Diagram Penentuan kadar aspal optimum

Sumber : *Olahan Data*

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat disajikan dari hasil penelitian ini berdasarkan tujuan penelitian adalah :

1. Material Quarry Wai Hanua layak digunakan sebagai agregat campuran AC - WC pada pekerjaan jalan, karena:
 - a. Pengujian kadar air agregat kasar batu pecah 5-10 $1,03\% \leq 5\%$, batu pecah 10-20 $1,02\% \leq 5\%$ dan agregat halus pasir $0,05\% \leq 1\%$, abu batu $0,07\% \leq 1\%$
 - b. Pengujian kadar lumpur agregat kasar batu pecah 10-20 $0,04\% \leq 1\%$, batu pecah 5-10 $0,11 \leq 1$, pasir $0,07\% \leq 1\%$, abu batu $0,14\% \leq 1\%$.
 - c. Pengujian abrasi dengan mesin los angeles sebesar $29,80\% \leq 40\%$
 - d. Dari uji marshall menunjukkan bahwa nilai parameter marshall yang dihasilkan memenuhi spesifikasi yaitu VIM, VMA, VFB, Stabilitas, Flow, MQ.
2. Kadar optimum untuk campuran laston AC-WC menggunakan agregat kasar dari batu pecah 10-20 (27%), 5-10 (15%), pasir (6%) dan abu batu (52%), yang mana diperoleh nilai kadar aspal optimum sebesar 5,5%.

Saran

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan dan hasil analisis yang telah di uraikan maka penulis memberikan saran sebagai berikut :

1. Diharapkan peneliti selanjutnya melakukan penelitian dengan menggunakan material Quarry Wai Hanua untuk jenis konstruksi jalan lain selain konstruksi Laston AC – WC.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, F. (2022). Job Mix Aspal Modif Lapisan AC/WC Pada Proyek Pembangunan Perbaikan Jalan Ir. Sutami–Sribawono. *Jurnal Ilmu Teknik*, 2(3).
- Attamimi, A., Suparma, L. B., & Utomo, S. H. T. (2020). PENGGUNAAN AGREGAT LOKAL KABUPATEN FAKFAK PADA CAMPURAN AC-WC. *Jurnal Transportasi*, 20(3), 231-240.
- Bina Marga, 2018. Spesifikasi Umum 2018, Direktorat Jendral Bina Marga Revisi II, Devisi 6. Perkerasan aspal. Jakarta.
- Lubis, A. S., Muis, Z. A., Anas, R., Rambe, A. P., & Sarah, C. A. (2024). Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Karakteristik Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC). *Blend Sains Jurnal Teknik*, 2(3), 228-234.
- Manangkot, J. (2019). KARAKTERISTIK CAMPURAN LASTON AC–WC DENGAN MENGGUNAKAN MATERIAL DARI QUARRY KEMA DESA LANSOT (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Manado).
- MANSAR, F. S. D. (2019). ANALISA KELAYAKAN PENGGUNAAN MATERIAL QUARRY SUMLILI SEBAGAI AGREGAT CAMPURAN PERKERASAN FLEXIBLE ASPHALT

CONCRETE-WEARING COURSE/AC-WC PADA PROYEK PRESERVASI REKONSTRUKSI JALAN LINGKAR LUAR KOTA KUPANG (Doctoral dissertation, ITN Malang).

- Marga, S. U. B. (2010). Direktorat Jenderal Bina Marga. Departemen Pekerjaan Umum.
- Mashuri, M., & Rahman, R. (2020). Pengaruh Penuaan Aspal Pada Karakteristik Campuran Beton Aspal Lapis Aus AC–WC. *REKONSTRUKSI TADULAKO: Civil Engineering Journal on Research and Development*, 47-56.
- SNI 03-4804-1998. Standar Pengujian Berat Isi. Badan Standar Nasional
- SNI 1441:2011. Standar Pengujian Berat Jenis Aspal Keras. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 1996: 2009. Standar Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 2343:2011. Standar Pengujian Titik Lembek dengan Alat Cincin dan Bola (ring and ball). Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 2417: 2017. Standar Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 2432:2016. Standar Pengujian Aspal dengan Mesin Daktilitas Aspal. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 2433:2011. Standar Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar dengan Alat Cleveland Open Cup. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 2456:2011. Standar Pengujian Penetrasi Aspal. Badan Standarisasi Nasional.
- Sukarman, S. (2003). Beton aspal campuran panas. Yayasan Obor Indonesia.
- Sukirman, S. (2010). Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur. Bandung: Nova.