



ANALISA KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN (AC-WC) MENGGUNAKAN AGREGAT HALUS DARI KABUPATEN SARMI

Muhammad Sheeva Naufal Asyraf¹, Irianto², Sigit Riswanto³

¹*Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yapis Papua*
^{2,3}*Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yapis Papua*

¹shevanaual@gmailcom, ²irian.anto@gmail.com, ³sigiriswanto2015@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik Marshall dan menentukan kadar aspal optimum (KAO) pada campuran aspal beton lapis aus (AC-WC) dengan menggunakan agregat halus dari Kabupaten Sarmi. Pengujian dilakukan untuk memperoleh parameter volumetrik seperti VIM, VMA, dan VFA, serta parameter Marshall seperti stabilitas, flow, dan Marshall Quotient (MQ). Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar aspal 6% dan 6,5% memenuhi seluruh spesifikasi teknis. Kadar aspal optimum ditentukan sebesar 6,25%, dengan nilai VIM yang memenuhi spesifikasi sebagai berikut, Pada kadar aspal 6% sebesar 3,50% dan pada kadar aspal 6,5% sebesar 3,25%. Sedangkan untuk nilai VMA yang memenuhi spesifikasi pada kadar aspal 4,5% sebesar 20,34%, Kadar aspal 5% sebesar 23,93%, Kadar aspal 5,5% sebesar 24,09%, Kadar aspal 6% sebesar 24,72% dan pada kadar aspal 6,5% dengan nilai VMA 24,53 %. Dan nilai VFA hasil pengujian menunjukkan bahwa pada kadar aspal 4,5% memiliki nilai VFA sebesar 89,24%, kadar aspal 5% sebesar 89,64%, pada kadar 5,5% sebesar 88,82 %, kadar 6% sebesar 85,84 % dan pada kadar 6,5% nilai VFA sebesar 86,74%. nilai stabilitas maksimum sebesar 905,33 kg dan nilai MQ tertinggi sebesar 294 kg/mm. Hasil ini menunjukkan bahwa agregat halus dari Kabupaten Sarmi layak digunakan sebagai bahan campuran AC-WC.

Kata kunci: AC-WC, Marshall, agregat halus Sarmi, kadar aspal optimum

ABSTRACT

This study aims to analyze the characteristics of Marshall and determine the optimum asphalt content (OAC) in the asphalt concrete mixture of wearing course (AC-WC) using fine aggregate from Sarmi Regency. Testing was carried out to obtain volumetric parameters such as VIM, VMA, and VFA, as well as Marshall parameters such as stability, flow, and Marshall Quotient (MQ). The test results showed that the asphalt content of 6% and 6.5% met all technical specifications. The optimum asphalt content was determined at 6.25%, with VIM values that met the following specifications, At an asphalt content of 6% of 3.50% and at an asphalt content of 6.5% of 3.25%. While for the VMA value that met the specifications at an asphalt content of 4.5% of 20.34%, Asphalt content of 5% of 23.93%, Asphalt content of 5.5% of 24.09%, Asphalt content of 6% of 24.72% and at an asphalt content of 6.5% with a VMA value of 24.53%. And the VFA value of the test results shows that at 4.5% asphalt content has a VFA value of 89.24%, 5% asphalt content of 89.64%, at 5.5% content of 88.82%, 6% content of 85.84% and at 6.5% content of VFA value of 86.74%. the maximum stability value is 905.33 kg and the highest MQ value is 294 kg / mm. These results indicate that fine aggregate from Sarmi Regency is suitable for use as a mixture of AC-WC.

Keywords: AC-WC, Marshall, Sarmi fine aggregate, optimum asphalt content

1. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur jalan yang berlangsung dengan cepat telah meningkatkan permintaan terhadap berbagai bahan, termasuk agregat. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, diperlukan sumber daya alam yang sesuai untuk digunakan sebagai lapisan permukaan. Agregat merupakan komponen krusial dalam menentukan kekuatan suatu lapisan permukaan dalam menahan beban lalu lintas. Sungai Sewan, yang terletak di Kecamatan Sarmi Timur, Kabupaten Sarmi, Provinsi Papua, memiliki potensi sumber daya alam berupa agregat halus. Namun, pemanfaatan agregat halus ini masih tergolong rendah, dan kesulitan dalam memperoleh agregat di Kabupaten Sarmi



menjadi tantangan tersendiri. Oleh karena itu, agregat halus dari Sungai Sewan dapat dimanfaatkan sebagai campuran beraspal. Penting untuk melakukan penelitian terhadap agregat halus di sungai tersebut, mengingat pemanfaatan agregat halus di Kabupaten Sarmi masih minim dan didukung oleh ketiadaan laboratorium penelitian di daerah tersebut, sehingga kualitas agregat belum dapat dipastikan. Hal ini menjadi landasan untuk melaksanakan penelitian guna mengetahui karakteristik marshall dari penggunaan agregat halus yang berasal dari Kabupaten Sarmi untuk campuran AC - WC.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Lapis Perkerasan Jalan

Perkerasan lentur jalan merupakan suatu sistem perkerasan yang terdiri dari beberapa lapisan yang membentuk satu kesatuan jalan. Setiap lapisan perkerasan umumnya menggunakan campuran material yang memiliki spesifikasi tertentu sesuai dengan fungsi masing-masing material. Tujuan dari penggunaan campuran ini adalah untuk mendistribusikan tekanan yang dihasilkan oleh roda kendaraan secara merata, sehingga sering kali lapisan tersebut didukung oleh tanah dasar yang sesuai dengan kapasitas dukungnya. Lapisan permukaan merupakan bagian teratas dari perkerasan jalan.

Bahan Campuran Aspal

Campuran aspal panas adalah suatu campuran perkerasan jalan lentur yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler, dan bahan pengikat aspal dengan perbandingan-perbandingan tertentu dan dicampurkan dalam kondisi panas.

Agregat

Agregat merupakan bahan pengisi atau campuran yang digunakan dalam proses pembuatan aspal, yang berasal dari batu dan memiliki peranan yang signifikan terhadap kualitas serta harga aspal. Sifat-sifat agregat menjadi salah satu faktor penentu kemampuan perkerasan jalan dalam menanggung beban lalu lintas dan ketahanannya terhadap kondisi cuaca. Kualitas agregat sebagai material perkerasan jalan ditentukan oleh beberapa parameter, antara lain: gradasi, kebersihan, kekerasan, ketahanan agregat, bentuk butir, tekstur permukaan, porositas, kemampuan menyerap air, berat jenis, dan daya lekat terhadap aspal. Butiran agregat memiliki kemampuan untuk menyerap air dan mempertahankan lapisan air tipis di permukaannya.

Filler

Bahan pengisi (*filler*) merupakan bahan yang 75% lolos ayakan no. 200, dapat terdiri dari abu batu, abu batu kapur, kapur padam, semen (PC) atau bahan non plastis lainnya. Bahan pengisi harus kering dan bebas dari bahan lain yang mengganggu. *Filler* yang digunakan pada penelitian ini adalah semen *portland*.

Aspal

Aspal atau bitumen adalah bahan yang memiliki karakteristik berwarna hitam kecokelatan dan memiliki sifat viskoelastis, yang berarti ia akan melunak dan mencair ketika dipanaskan, dan sebaliknya akan mengeras saat dinginkan. Karakteristik viskoelastis ini memungkinkan aspal untuk menutupi dan mengikat seluruh bagian agregat, sehingga dapat mempertahankan posisinya selama proses produksi dan masa layanannya. Material aspal terbentuk melalui serangkaian proses yang melibatkan rantai hidrokarbon, sehingga aspal sering kali disebut sebagai bahan bitumen. (Departemen Bina Marga. 2020).

Metode Marshall

Rancangan campuran berdasarkan metode *Marshall* ditemukan oleh *Bruce Marshall*, dan telah distandarisasi oleh ASTM ataupun AASHTO melalui beberapa modifikasi, yaitu ASTM D 1559-76, atau AASHTO T-245-90. Prinsip dasar metode *Marshall* adalah pemeriksaan stabilitas dan kelelahan (*flow*), serta analisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk. Alat *Marshall* merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan proving ring (cincin penguji) berkapasitas 22,2 KN (5000 lbs) dan *flowmeter*. *Proving ring* digunakan untuk mengukur nilai stabilitas, dan *flow meter* untuk mengukur kelelahan plastis atau *flow*. Benda uji *Marshall* berbentuk silinder

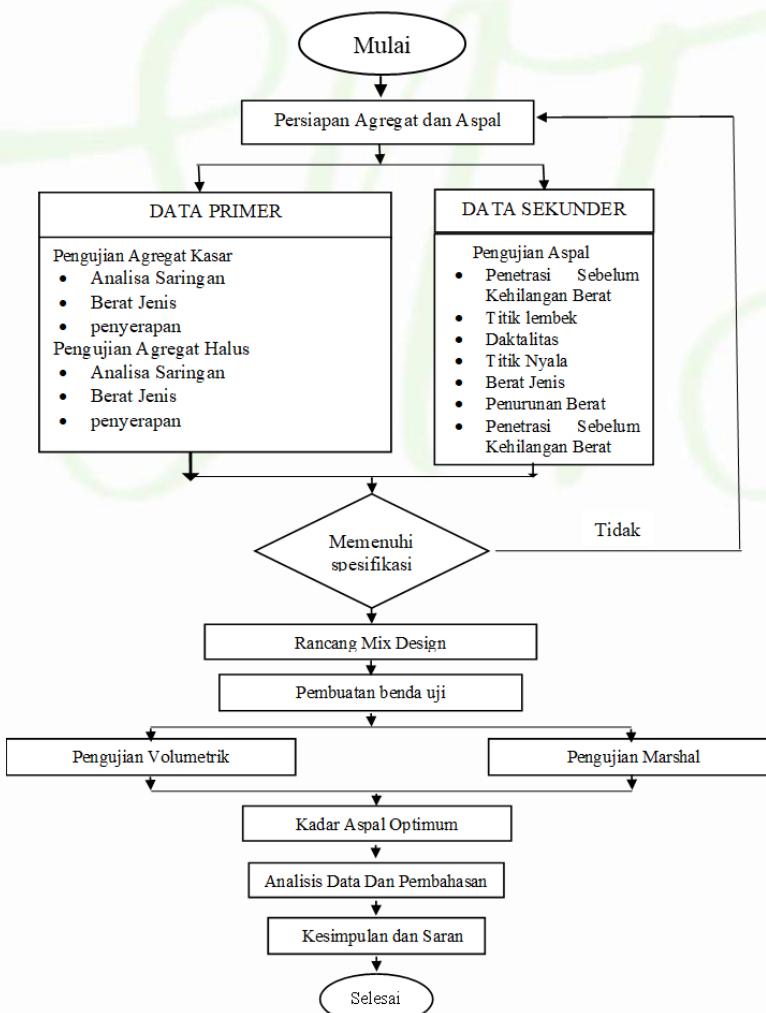


berdiameter 4 inchi (10,2 cm) dan tinggi 2,5 inchi (6,35 cm). Prosedur pengujian Marshall mengikuti SNI 06-2489-1991, AASHTO T 245-90 atau ASTM D 1559-76. Secara garis besar pengujian *Marshall* meliputi : persiapan benda uji, penentuan berat jenis bulk dari benda uji, pemeriksaan nilai stabilitas dan *flow*, dan perhitungan sifat volumetrik benda uji. Pada persiapan benda uji, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain: Jumlah benda uji yang disiapkan → Persiapan agregat yang akan digunakan → Penentuan temperatur pencampuran dan pemanasan → Persiapan campuran aspal → Pemanasan benda uji → Persiapan untuk pengujian Marshall.

Kadar aspal optimum (KAO)

Kadar aspal optimum ditentukan dengan melakukan beberapa kali trial atau uji coba untuk menentukan komposisi gradasi agregat yang tepat, untuk itu di gunakan komposisi perbandingan Agregat batu pecah ukuran 10-15 mm, agregat halus ukuran 0-5 mm dan Studi Literatur Mulai Persiapan dan Pemeriksaan PET Aspal Pen.60/70 Memenuhi Spesifikasi Penentuan KAO Analisa dan Pembahasan Selesai Membuat benda uji dengan proporsi campuran agregat, dan Pengujian Marshall 4 semen sebagai bahan pengisi (filler) dengan jumlah tumbukan perbidang 2 x 75 tumbukan yaitu sisi atas dan sisi bawah.

3. METODE PENELITIAN



Gambar 1.Bagan alir penelitian

Sumber: Data pribadi, 2025



4. PEMBAHASAN

Hasil pengujian karakteristik agregat

Pemeriksaan karakteristik agregat dilakukan untuk menentukan kelayakan agregat digunakan. Tabel dibawah menunjukkan hasil pengujian karakteristik agregat yang telah dilakukan :

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan karakteristik agregat

No	Agregat	Jenis Pengujian	Jenis Pengujian		Hasil	Keterangan
			Min	Maks		
1	Agregat Kasar	Berat Jenis Bulk	2.5	-	2.62	Memenuhi
		Berat Jenis SSD	2.5	-	2.80	Memenuhi
		Berat Jenis Semu	2.5	-	2.72	Memenuhi
		Penyerapan	-	3	1.53	Memenuhi
2	Agregat Halus	Berat Jenis Bulk	2.5	-	2.72	Memenuhi
		Berat Jenis SSD	2.5	-	2.80	Memenuhi
		Berat Jenis Semu	2.5	-	2.71	Memenuhi
		Penyerapan	-	3	1.20	Memenuhi

Sumber: Hasil pengujian laboratorium 2025

Tabel 2 . Hasil Pemeriksaan karakteristik *filler* (semen)

No.	Pemeriksaan	Hasil Uji	Spesifikasi		Keterangan
			Min	Max	
1	Penyerapan Air	2.30	-	3.0	Memenuhi
2	Berat Jenis Bulk	2.69	2.5	-	Memenuhi
	Berat Jenis SSD	2.75	2.5	-	Memenuhi
	Berat Jenis Semu	2.76	2.5	-	Memenuhi

Sumber: Hasil pengujian laboratorium 2025

Karateristik Aspal Minyak Pen 60/70

Pemeriksaan karakteristik aspal dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat fisik aspal yang berkaitan dengan kinerja dari aspal itu sendiri. berikut ini akan menampilkan hasil pengujian yang telah dilakukan.

Tabel 3. Hasil pemeriksaan karakteristik aspal minyak Pen 60/70

No	Pengujian	Hasil	Spesifikasi		Keterangan
			Min	Max	
1	Penetrasi sebelum kehilangan berat (mm)	66,6	60	79	Memenuhi
2	Titik Lembek (°C)	51	48	58	Memenuhi
3	Daktalitas pada 25°C, 5cm/menit (cm)	108,5	100	-	Memenuhi
4	Titik nyala (°C)	310	200	-	Memenuhi
5	Berat jenis	1,0	1	-	Memenuhi
6	Penurunan berat (%)	0,3	-	0,8	Memenuhi

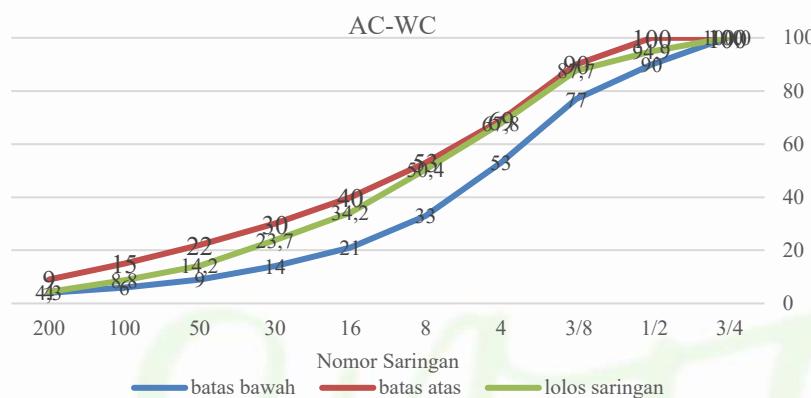


7	Penetrasi Setelah Kehilangan Berat (mm)	86	54	-	Memenuhi
---	---	----	----	---	----------

Sumber: Disertasi Irianto 2021

Penentuan Gradasi Campuran

Proporsi agregat gabungan didapatkan dari nilai perbandingan komposisi agregat rencana dikalikan dengan nilai persen lolos pada analisa saringan. Selanjutnya, proporsi agregat gabungan yang telah diperoleh tersebut disesuaikan dengan nilai interval spesifikasi.



Gambar 1. Gradasi agregat gabungan campuran aspal

Sumber : Hasil perhitungan, 2025

Mix Design

Berdasarkan komposisi agregat yang diperoleh dibuat benda uji dengan variasi kandungan kadar aspal minyak pen 60/70, kadar Aspal yang digunakan sebesar 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5% dari berat total campuran. Jumlah benda uji untuk masing-masing variasi kadar aspal adalah sebanyak 3 buah sehingga untuk total benda uji untuk keseluruhan adalah sebanyak 15 buah. Tabel berikut menunjukkan masing-masing komposisi material dalam berat dan dalam persen yang didapatkan dari proporsi agregat berdasarkan dari hasil analisa saringan.

Tabel 4. Komposisi material dalam berat untuk 1200 gram benda uji

Uraian							
Kadar Optimum Aspal			Satuan	4,50%	5%	5,5%	6%
Berat Aspal			gr	54	60	66	72
Ukuran Saringan		Berat Agregat					
BS	(mm)	% Lolos	% Tertahan	gr	gr	gr	gr
37,5	1.1/2			gr			
25	1			gr			
19	3/4	100,00	0,0	gr	0,00	0,00	0,00
12,5	1/2	94,93	5,07	gr	58	58	57
9,5	3/8	87,69	7,24	gr	83	83	82
4,75	4	67,81	19,88	gr	228	227	225
2,36	8	50,42	17,38	gr	199	198	197
1,18	16	34,21	16,22	gr	186	185	184
0,6	30	23,74	10,46	gr	120	119	119
0,3	50	14,21	9,54	gr	109	109	108
0,15	100	8,77	5,43	gr	62	62	61
0,75	200	4,35	4,43	gr	51	50	50



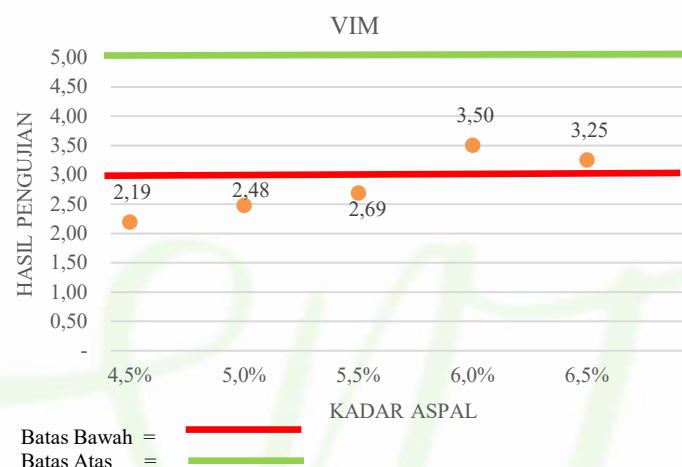
Filler	0	4,3	gr	50	50	49	49	49
Jumlah		100	gr	1146	1140	1134	1128	1122
Berat Benda Uji			gr	1200	1200	1200	1200	1200

Sumber: Hasil pengujian laboratorium, 2025

Hasil Pengujian Volumetrik Campuran

Pengujian dengan masing-masing benda uji campuran aspal menggunakan pematat *Marshall* dengan jumlah tumbukan 75 kali untuk masing-masing bidang. Parameter yang didapatkan yaitu VMA, VIM dan VFA yang menunjukkan nilai volumetrik dari campuran

VIM (*Voids In Mix*) Volume rongga udara dalam campuran

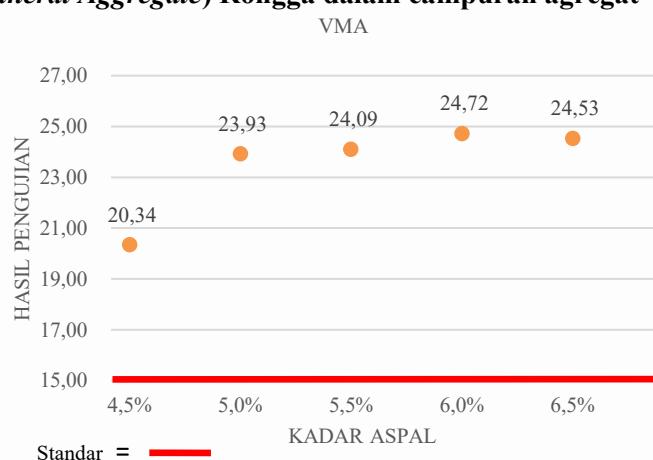


Gambar 2. Grafik Hubungan VIM

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa peningkatan kadar Aspal yang terbesar ada pada kadar 6% yang menunjukkan nilai rongga yang ada dalam campuran, dari hasil pengujian memperlihatkan hubungan kadar aspal dengan nilai VIM sebagai berikut, Pada kadar aspal 4,5% memiliki nilai VIM sebesar 2,19 %, kadar aspal 5% sebesar 2,48%, kadar aspal 5,5% sebesar 2,69 %, kadar aspal 6% sebesar 3,50% dan pada kadar 6,5% sebesar 3,25%.

VMA (*Voids in Mineral Aggregate*) Rongga dalam campuran agregat



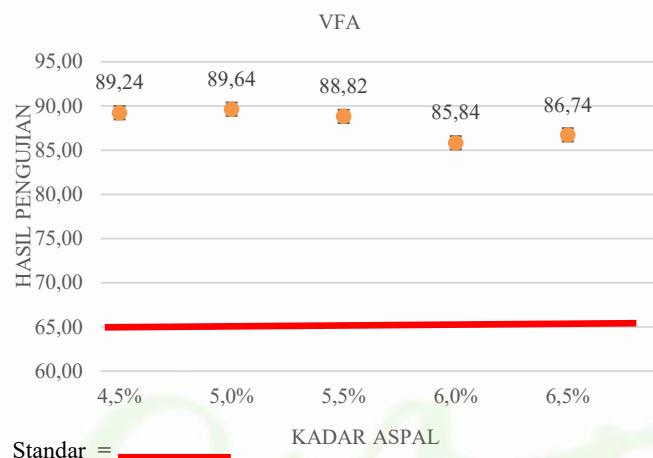
Gambar 3 Grafik hubungan VMA

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Gambar 3 menggambarkan grafik hubungan tersebut menunjukkan nilai VMA untuk pada kadar

aspal 4,5% sebesar 20,34%, Kadar aspal 5% sebesar 23,93%, Kadar aspal 5,5% sebesar 24,09%, Kadar aspal 6% sebesar 24,72% dan pada kadar aspal 6,5% dengan nilai VMA 24,53 %. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa, semua benda uji memenuhi syarat rongga di antara mineral agregat (VMA) dengan persyaratan minimal 15%.

VFA (*Voids Filled Asphalt*) Volume pori antara agregat yang terisi aspal



Gambar 4 Grafik hubungan antara VFA

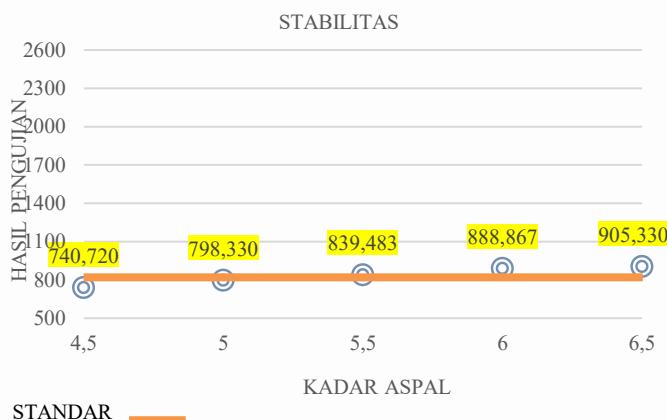
Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Nilai VFA yang semakin besar berarti semakin banyaknya rongga udara yang terisi aspal sehingga kekedapan campuran terhadap air dan udara akan semakin tinggi, dari hasil pengujian menunjukkan bahwa pada kadar aspal 4,5% memiliki nilai VFA sebesar 89,24%, kadar aspal 5% sebesar 89,64%, pada kadar 5,5% sebesar 88,82 %, kadar 6% sebesar 85,84 % dan pada kadar 6,5% nilai VFA sebesar 86,74%. Seluruh hasil pengujian menunjukkan semua jumlah kadar aspal telah memenuhi standar nilai yang ditetapkan untuk campuran AC – WC yaitu berada diatas 65%.

Nilai Marshall Test

Stabilitas

Berdasarkan hasil pengujian *Marshall*, hubungan kadar aspal dengan Stabilitas yang ditunjukkan pada gambar. Hubungan jumlah kadar aspal pada campuran aspal dengan Stabilitas didapatkan hubungan yang kuat.



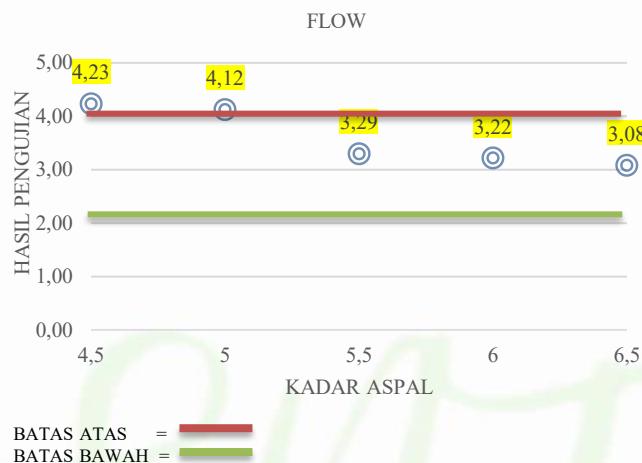
Gambar 5. Grafik Nilai Stabilitas

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025



Berdasarkan hasil pengujian *Marshall*, hubungan antara kadar aspal dengan stabilitas yang ditunjukkan pada gambar 4.5. Hasil pengujian memperlihatkan nilai stabilitas dari kadar aspal 4,5% sebesar 740,720 Kg dan 5% sebesar 798,330 Kg dan hanya pada kadar 5,5%, 6%, dan 6,5% yang memenuhi standar dengan minimal yaitu lebih besar dari 800 kg yaitu untuk kadar aspal 5,5% sebesar 839,483 kg, kadar aspal 6% sebesar 888,867 kg, kadar aspal 6,5 % sebesar 905,330 kg.

Hubungan Kadar Aspal dengan *Flow*

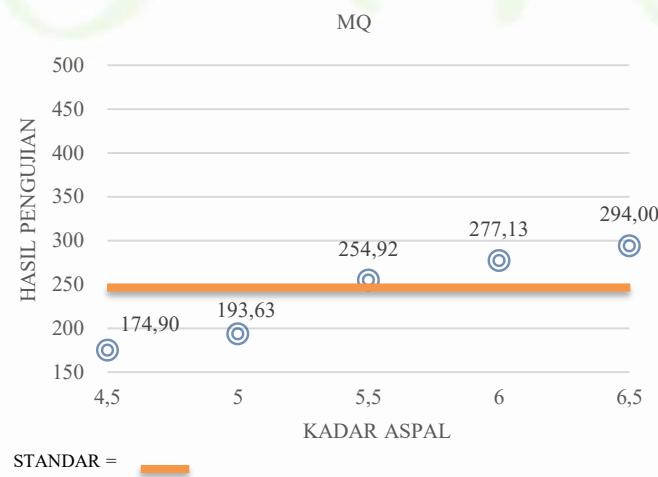


Gambar 6. Hubungan Kadar aspal Dengan Nilai *Flow*

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Dari grafik diatas Nilai *flow* yang diperoleh dari pembacaan alat marshal dengan hasil sebagai berikut, untuk kadar aspal 4,5% di peroleh nilai flow sebesar 4,23 mm, kadar aspal 5% sebesar 4,12 mm, kadar aspal 5,5% diperoleh nilai 3,29 mm, kadar aspal 6% sebesar 3,22 mm dan pada kadar aspal 6,5% sebesar 3,08 mm. dari data yang diperoleh menunjukan kadar aspal 5,5%, 6%, 6,5% yang digunakan yang memenuhi persyaratan spesifikasi yang telah ditetapkan,

Hubungan kadar Aspal dengan *Marshall Question* (MQ)



Gambar 7. Hubungan Kadar aspal dengan nilai *marshall questions*

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Dari grafik diatas juga menunjukan nilai *marshall questions* pada setiap kadar aspal sebagai berikut, pada kadar aspal 4,5% memiliki nilai sebesar 174,90 kg/mm, untuk kadar 5% memiliki



nilai sebesar 193,627 kg/mm, untuk kadar aspal 5,5% memiliki nilai sebesar 254,917 kg/mm sedangkan untuk kadar aspal 6% memiliki nilai 277,13 kg/mm dan untuk kadar aspal 6,5% memiliki nilai sebesar 294,00 kg/mm.

Kadar Aspal Optimum (KAO)

Tabel 5. Hasil Uji Dengan KAO

Karakteristik Campuran	Kadar Aspal				
	4,5%	5%	5,5%	6,0%	6,5%
VIM (%)					
VMA (%)					
VFA (%)					
STABILTAS (Kg)					
FLOW (mm)					
MQ (Kg/mm)				$KAO = (6,0+6,5):2 = 6,25\%$	

Sumber: Hasil pengujian laboratorium, 2025

Dari hasil analisis karakteristik marshall VIM, VMA, VFA, Stabilitas, Flow dan MQ, didapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yang memenuhi semua spesifikasi pengujian adalah pada kadar aspal 6% dan 6,5%, kemudian didapatkan nilai KAO sebesar 6,25 % untuk hasil dari uji marshall menggunakan KAO dapat dilihat pada tabel diatas.

5. PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dilakukan di laboratorium didapatkan Kesimpulan sebagai berikut:

- i. Hasil Pengujian Volumetrik diperoleh nilai VIM yang memenuhi spesifikasi sebagai berikut, Pada kadar aspal 6% sebesar 3,50% dan pada kadar aspal 6,5% sebesar 3,25%. Sedangkan untuk nilai VMA yang memenuhi spesifikasi pada kadar aspal 4,5% sebesar 20,34%, Kadar aspal 5% sebesar 23,93%, Kadar aspal 5,5% sebesar 24,09%, Kadar aspal 6% sebesar 24,72% dan pada kadar aspal 6,5% dengan nilai VMA 24,53 %. Dan nilai VFA hasil pengujian menunjukkan bahwa pada kadar aspal 4,5% memiliki nilai VFA sebesar 89,24%, kadar aspal 5% sebesar 89,64%, pada kadar 5,5% sebesar 88,82 %, kadar 6% sebesar 85,84 % dan pada kadar 6,5% nilai VFA sebesar 86,74%.
- ii. Hasil pengujian Marshal Test memperlihatkan nilai Stabilitas hanya pada kadar 5,5%, 6%, dan 6,5% yang memenuhi standar dengan minimal yaitu lebih besar dari 800 kg yaitu untuk kadar aspal 5,5% sebesar 839,483 kg, kadar aspal 6% sebesar 888,867 kg, kadar aspal 6,5 % sebesar 905,330 kg. Sedangkan nilai Flow diperoleh dari pembacaan alat marshall dengan hasil sebagai berikut, untuk kadar aspal 5,5% diperoleh nilai 3,29 mm, kadar aspal 6% sebesar 3,22 mm dan pada kadar aspal 6,5% sebesar 3,08 mm. Dan Nilai *Marshall Quotient* pada kadar aspal aspal 5,5% memiliki nilai sebesar 254,917 kg/mm sedangkan untuk kadar aspal 6% memiliki nilai 277,13 kg/mm dan untuk kadar aspal 6,5% memiliki nilai sebesar 294,00 kg/mm.



- iii. Dari hasil analisis karakteristik marshall VIM, VMA, VFA, Stabilitas, Flow dan MQ, didapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) yang memenuhi semua spesifikasi pengujian adalah pada kadar aspal 6% dan 6,5%, kemudian didapatkan nilai KAO sebesar 6,25 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Afdhal, Fikri (2016) Penggunaan Pasir Sungai (Sungai Batang Kurangi) Sebagai Agregat Halus Pada Campuran Perkerasan Lentur. Diploma Thesis, Universitas Andalas
- Bina Marga. (2010). Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Divisi VI Untuk Perkerasan Aspal. Departemen Pekerjaan Umum.
- Departemen Pekerjaan Umum, (2018), Spesifikasi Umum Revisi 2. Jakarta: Pusat Litbang Prasarana Transportasi Badan penelitian Dan pengembangan
- Departemen Bina Marga. (2020). Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2). *Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*.
- Irianto, I., Mabui, I. D. S., & Rochmawati, I. R. (2020) Pemanfaatan BatuZKapur Jayapura Sebagai Agregat Pada CampuranzAsphalt Concrete Wearing Course (AC-WC).
- Irianto, I., & Lapian, F. E. (2023). Volumetrik Campuran Aspal Concrete Wearing Course (AC-WC) Dengan Bahan Tambah Limbah Plastik Polistyren (PS). *Jurnal Teknik AMATA*, 4(2), 25-29.
- RSNI S-01-2003, Spesifikasi aspal berdasarkan penetrasi
- Sukirman, S. (1993). Perkerasan Lentur Jalan Raya. Bandung: Nova. Shell Bitumen.(1990). The Shell Bitumen Hand Book Published By Shell Bitumen. East Molesey Serry.
- Sukirman, S., (2010). Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur. *Bandung: Nova*.
- SNI 03-1968-1990, *Metode pengujian tentang analisis saringan agregat halus dan agregat kasar*
- SNI 03-1969-1990, Metode pengujian Berat Jenis dan Penyerapan air agregat kasar
- SNI 03-1970-1990, Metode pengujian Berat Jenis dan Penyerapan air agregat halus
- SNI 03-2417-1991, Metode pengujian keausan agregat dengan mesin *Los Angeles*
- SNI 03-2439-1991, Metode pengujian kelektakan agregat terhadap aspal
- SNI 03-3407-1994, Metode pengujian kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium sulfat dan magnesium sulfat
- SNI 03-4142-1996, Metode pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan no. 200 (0,075 mm)
- SNI 03-4428-1997, Metode pengujian agregat halus atau pasir yang mengandung bahan plastis dengan cara setara pasir
- SNI 03-6399-2000, Tata cara pengambilan contoh aspal
- SNI 03-6819-2002, Spesifikasi agregat halus untuk campuran beraspal
- SNI 03-6885-2002, Metode pengujian noda aspal minyak
- SNI 03-6893-2002, Metode pengujian berat jenis maksimum campuran beraspal
- SNI 03-6894-2002, Metode pengujian kadar aspal dari campuran beraspal cara Sentrifus
- SNI 06-2432-1991, Metode pengujian daktilitas bahan-bahan aspal
- SNI 06-2433-1991, Metode pengujian titik nyala dan titik bakar dengan alat cleveland open cup
- SNI 06-2434-1991, Metode pengujian titik lembek aspal
- SNI 06-2440-1991, Metode pengujian kehilangan berat minyak dan aspal dengan cara A
- SNI 06-2441-1991, Metode pengujian berat jenis aspal padat
- SNI 06-2456-1991, Metode pengujian penetrasi bahan-bahan bitumen
- SNI 06-2489-1991, (RSNI M 01-2003), Metode pengujian campuran aspal dengan alat Marshall
- SNI 06-4797-1998, Metode pengujian pemulihan aspal dengan alat penguap putar
- SNI 06-6441-2000, Metode pengujian viskositas aspal minyak dengan alat *Brookfield Termosel*
- SNI 13-6717-2002, Tata cara penyiapan benda uji dari contoh agregat