

# PERBANDINGAN LAMA PERENDAMAN CAMPURAN ASPAL (AC- WC) DENGAN MEMAKAI AIR HUJAN DAN AIR LAUT TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL MENGGUNAKAN MATERIAL LOKAL PRINGGABAYA

Muhammad Sukron<sup>1</sup>, Ida Ayu Oka Suwati Sideman<sup>2</sup>, I Dewa Made Alit Karyawan<sup>3</sup>

[yonsvukron34@gmail.com](mailto:yonsvukron34@gmail.com) , [suwatisideman@unram.ac.id](mailto:suwatisideman@unram.ac.id)

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

<sup>2,3</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

---

## INTISARI

Kerusakan pada konstruksi perkerasan jalan yang paling dominan adalah disebabkan oleh adanya genangan air yang berasal dari air hujan, air laut, sistem drainase yang kurang baik dan naiknya air akibat kapilaritas. Air hujan yang merendam ruas jalan dapat menyebabkan perkerasan jalan terutama daya ikat aspal berkurang. Perkerasan jalan yang terendam oleh air hujan dan air rob secara terus-menerus akan menyebabkan terjadinya perubahan bentuk atau deformasi pada perkerasan jalan. Akibatnya, pada saat dilewati beban lalu lintas di atas permukaan jalan tersebut akan menyebabkan deformasi yang semakin parah. Di samping itu air rob yang berasal dari laut yang memiliki kandungan tingkat keasaman, kadar sulfat ( $SO_4^{2-}$ ), dan tingkat *alkalinit* tinggi yang bisa melemahkan kemampuan lekatan aspal dalam mempertahankan ikatan antar agregat baik kohesi maupun adhesi nya.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh yang ditimbulkan akibat perendaman aspal memakai air laut dan air hujan terhadap nilai struktural pada campuran AC-WC serta bagaimana perbandingan yang terjadi pada aspal akibat lama perendaman dengan memakai air laut dan air hujan terhadap karakteristik Marshall. Aspal yang digunakan pada penelitian ini adalah aspal penerasi 60/70 dan jumlah sampel yang dibuat sebanyak 30 sampel, 15 untuk masing-masing jenis zat cair digunakan sebagai perendam yaitu air laut dan air hujan. Variasi waktu perendaman yang digunakan pada penelitian ini adalah 1 Jam, 6 Jam, 12 Jam, 24 Jam dan 48 Jam dengan suhu rendaman yaitu 60°C.

Dari hasil pengujian dengan variasi kadar aspal 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0%, dan 6,5% Kemudian dibuat campuran untuk mencari Kadar Aspal Optimum sebanyak 15 sampel, 3 sampel untuk masing masing kadar aspal. Dari hasil penelitian didapat KAO sebesar 5,92% dengan karakteristik volumetrik campuran yaitu, nilai rerata VMA 14.964%; VIM 4.62% dan VFB 68.90%. Sedangkan untuk karakteristik mekanik campuran yaitu, nilai rerata Stabilitas 1888.35 kg; *Flow* 3.42 mm; dan MQ 558.71 kg/mm.

**Kata Kunci:** Agregat, Campuran AC-WC, Kadar Aspal Optimum, Karakteristik Marshall.

## I. PENDAHULUAN

Permasalahan kerusakan jalan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Menurut Departemen Pekerjaan Umum (2007), beberapa faktor utama penyebab kerusakan jalan antara lain disebabkan oleh material konstruksi, lalu lintas, iklim dan air.

Adapun kerusakan pada konstruksi perkerasan jalan yang paling dominan adalah disebabkan oleh adanya genangan air yang berasal dari air hujan, air laut, sistem drainase yang kurang baik dan naiknya air akibat kapilaritas. Air hujan yang merendam ruas jalan dapat menyebabkan perkerasan jalan terutama daya ikat aspal berkurang (Sukirman, 1992).

Setelah banjir surut baik yang diakibatkan oleh intensitas hujan yang tinggi, maupun banjir rob, jalanan menjadi berlubang yang kemudian mempengaruhi kelancaran lalu-lintas serta dapat menimbulkan kecelakaan lalulintas (Sideman, 2021). Pengaruh genangan air terhadap kerusakan konstruksi jalan dapat menyebabkan perlemahan daya dukung tanah dasar dan mempercepat proses peretakan pada perkerasan jalan. Lemahnya daya dukung tanah ini terjadi akibat pengembangan volume tanah pada tanah dasar perkerasan. Sedangkan air laut sebagaimana kita ketahui merupakan larutan yang memiliki kandungan yang merupakan zat yang bersifat korosif (Nurhidayah, 2009).

Salah satu contoh daerah yang perkerasan jalannya sering terendam oleh air rob dan air hujan karena letaknya yang berada di pesisir pantai tepatnya di Jl. Saleh Sungkar Ampenan Utara yang dikerjakan pada paket pekerjaan Preservasi Jalan dan Jembatan dalam kota Mataram tahun anggaran 2021. Namun, jalan yang berada di Ampenan tersebut merupakan jalan yang sama halnya dengan perkerasan jalan lainnya yang memiliki kelemahan, yaitu akan mengalami kerusakan akibat adanya air yang menggenangi perkerasan.

Perkerasan jalan yang terendam oleh air hujan dan air rob secara terus-menerus akan menyebabkan terjadinya perubahan bentuk atau deformasi pada perkerasan jalan. Akibatnya, pada saat dilewati beban lalu lintas di atas permukaan jalan tersebut akan menyebabkan deformasi yang semakin parah. Di samping itu air rob yang berasal dari laut yang memiliki kandungan tingkat keasaman, kadar sulfat (SO<sub>4</sub>), dan tingkat alkalinit tinggi yang dapat melemahkan kemampuan lekatan aspal dalam mempertahankan ikatan antar agregat baik kohesi maupun adhesi nya (Prabowo, 2003)

Pada dasarnya tidak satupun campuran aspal benar-benar tahan ataupun kedap terhadap air. Terendamnya aspal jalan dapat mengakibatkan mutu perkerasan jalan berkurang, yang ditandai dengan terlepasnya ikatan butiran-butiran agregat dari aspal dan terkelupasnya aspal dari konstruksi jalan (*raveling*). Oleh karena itu prasarana jalan memerlukan perhatian khusus terhadap segi keamanan dan kenyamanan dari jalan tersebut. Kondisi fisik dari jalan salah satunya seperti genangan-genangan air dipermukaan jalan dan sebagainya adalah hal penting dari segi keamanan dan kenyamanan pengguna jalan.

Berdasarkan pemaparan di atas serta permasalahan kerusakan jalan aspal akibat rendaman banjir Rob dan air hujan, maka perlu dilakukan penelitian dengan uji laboratorium tentang pengaruh lama genangan (rendaman) air hujan dan air laut terhadap karakteristik Marshall. Desain campuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain jenis campuran lapisan aspal beton atau Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) yaitu lapisan permukaan yang dalam perencanaannya harus kedap air, maka dilakukan penelitian ini terhadap aspal permukaan AC-WC menggunakan aspal dengan penetrasi 60/70,

serta material dan zat cair berupa air hujan dan air laut yang bersal dari PT. Kresna Karya, Pringgabaya – Lombok Timur. dan Pantai Ketapang Pringgabaya.

## II. MATERIAL

### Aspal

Bitumen adalah zat perekat material, berwarna hitam atau gelap, berbentuk padat atau semi padat yang diperoleh di alam maupun hasil produksi. Aspal bersifat termoplastis yaitu mencair jika dipanaskan dan kembali membeku jika temperature turun. Aspal yang digunakan adalah aspal dengan penetrasi 60/70 dan didapat dari PT Kresna Karya, Pringgabaya-Lombok Timur. Sebelum digunakan, aspal harus sudah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Maka dari itu, dilakukan pengujian aspal antara lain uji titik nyala dan titik bakar, penetrasi, daktilitas, titik lembek, berat jenis aspal dan kehilangan berat aspal.

### Agregat

Menurut Spesifikasi Umum 2018, agregat kasar adalah kerikil yang tertahan ayakan No.4 (4,75 mm) sampai 40 mm (No. 1½ inci). Sedangkan agregat halus terdiri dari pasir atau penyaring batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos saringan No. 4 atau 4,75 mm dan tertahan saringan No. 200 atau 0,075 mm (SNI 03-6819-2002). Agregat harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung, bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Agregat yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat alam dan agregat buatan berahan dasar *fly ash*. Agregat alam didapat dari PT Kresna Karya, Pringgabaya-Lombok Timur.

### Filler

Filler atau bahan pengisi merupakan material yang berukuran lebih kecil dari 75µm atau lolos ayakan No. 200. Filler yang ditambahkan berupa abu terbang (*Fly ash*) yang berasal dari PLTU Jeranjang, Lombok barat. Pengujian yang dilakukan antara lain, berat jenis dan penyerapan.

### Zat Perendaman

Dalam penelitian ini zat cair yang digunakan sebagai zat perendam aspal yaitu zat cair air hujan dan air laut. Hujan merupakan peristiwa sampainya air dalam bentuk cair maupun padat yang dicurahkan dari atmosfer menuju ke permukaan bumi. Air laut merupakan campuran dari 96,5% air murni dan 3,5% material lainnya seperti garam-garaman, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut.

## III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen atau percobaan dengan perendaman menerus aspal (*continuous*). Percobaan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan membandingkan pengaruh yang terjadi akibat perendaman campuran aspal (AC-WC) terhadap karakteristik *Marshall* dengan perendaman memakai air hujan dan air laut dengan variasi lama perendaman yaitu 1 jam, 6 jam, 12 jam, 24 jam dan 48 jam.

Benda uji pada penelitian ini dibuat dengan tiga tahap pembuatan. Tahap pertama dibuat benda uji dengan 5 variasi kadar aspal 4,5% 5%, 5,5% 6,0% dan 6,5 sebanyak 15 sampel, 3 sampel dibuat untuk masing masing kadar aspal dan diuji untuk mencari Kadar Aspal Optimum (KAO). Tahap kedua yaitu pengujian kandungan air laut dan air hujan. Kemudian tahap ketiga adalah pembuatan benda uji untuk pengujian marshall sebanyak 30 sampel, 15 untuk masing masing zat yang digunakan untuk perendaman yaitu air hujan dan air laut dengan variasi waktu yang sudah ditentukan.

## **Peralatan Penelitian**

Peralatan yang digunakan adalah:

- 1) Alat pembuatan agregat buatan, yaitu: cetakan setengah bola, timbangan, gelas ukur, gelas kimia, pipet tetes, spatula, dan *mixer*.
- 2) Alat uji pemeriksaan aspal, yaitu: alat uji titik nyala dan titik bakar, penetrasi, daktalitas, titik lembek, kehilangan berat minyak.
- 3) Alat uji pemeriksaan agregat, yaitu: satu set saringan, alat uji berat jenis dan alat uji keausan agregat.
- 4) Alat pengujian campuran metode *Marshall* yang terdiri dari:
  - a) Cetakan benda uji diameter 10 cm dan tinggi 7,5 cm lengkap dengan plat alas dan leher sambung.
  - b) Alat pengeluar benda uji.
  - c) Penumbuk yang memiliki permukaan tumbuk rata berbentuk silinder dengan berat 4,536 kg dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm.
  - d) Landasan pematat terdiri dari balok kayu, ukuran 20 x 20 x 45 cm yang dilapisi dengan plat baja berukuran 30 x 30 x 2,5 cm dan diikatkan pada lantai beton dengan 4 bagian siku.
  - e) Mesin tekan dengan kepala penekan berbentuk lengkung cincin benda uji yang berkapasitas 2500 kg dengan ketelitian 12,5 kg dilengkapi dengan arloji tekan dengan ketelitian 0,0025 cm.
  - f) Arloji kelelahan dengan ketelitian 0,25 mm dengan perlengkapannya.
- 5) Bak perendam (*water bath*) dilengkapi dengan pengatur suhu.
- 6) Alat-alat penunjang yang meliputi: kompor, *thermometer*, oven, sendok pengaduk, sarung tangan anti panas, kain lap, *stopwatch*, timbangan digital, dan jangka sorong.

## **Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan antara lain, agregat alam, aspal penetrasi 60/70, *Filler*, air hujan dan air laut

## **Pemeriksaan Material**

Pemeriksaan yang dilakukan meliputi Pemeriksaan aspal, Pemeriksaan agregat kasar, Pemeriksaan agregat halus, Pemeriksaan *filler*, Pemeriksaan air hujan dan air laut (Salinitas).

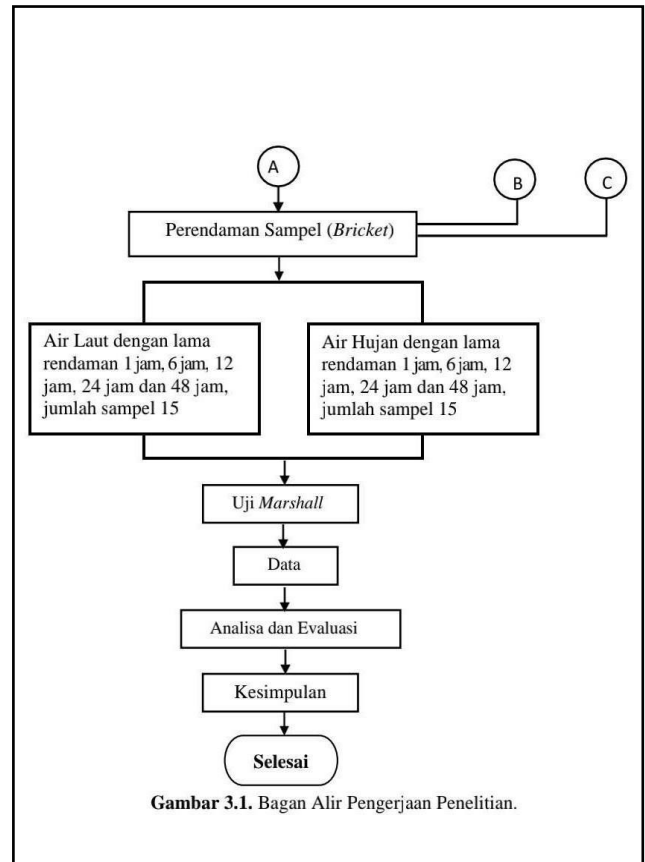
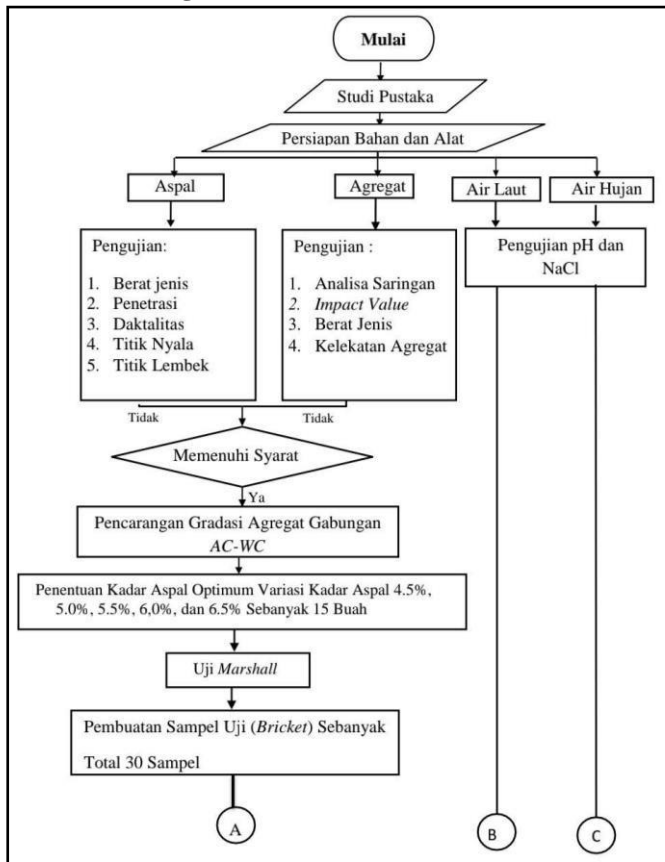
## **Perencanaan campuran aspal**

Dalam penelitian ini akan dibuat 2 tahap pembuatan campuran aspal dengan masing masing 3 benda uji untuk setiap variasi. Total sampel yang dibuat sebanyak 45 sampel, terdiri dari 15 sampel pada Tahap I untuk mendapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO), 30 sampel pada Tahap II untuk perendaman memakai air hujan dan air laut untuk pengujian perbandingan lama perendaman terhadap karakteristik marshall. Ketentuan gradasi dan pengujian campuran aspal yang digunakan mengacu kepada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 (2020).

## **Pengujian Benda Uji**

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian karakteristik volumetrik dan mekanik campuran aspal. Dimana untuk mengetahui karakteristik volumetrik campuran dilakukan pengujian dimensi briket aspal dan berat jenis campuran aspal beton. Hasil data kemudian diolah untuk mendapatkan rongga rongga dalam campuran yaitu nilai VMA, VIM, dan VFB. Sedangkan untuk mengetahui karakteristik mekanik, perlu dilakukan pengujian Marshall untuk mendapatkan nilai Stabilitas, *Flow*, dan *MQ* untuk melihat pengaruh yang terjadi akibat lama perendaman terhadap karakteristik marshall.

### Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.1. Bagan Alir Pengerjaan Penelitian.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian benda uji yang telah dilakukan, didapatkan karakteristik volumetrik dan mekanik campuran yaitu nila, Stabilitas, *Flow*, *Marshall Quotient (MQ)*, VMA dan VIM.

#### Hasil Pengujian Benda Uji Tahap I

Pada pembuatan benda uji tahap I ini dibuat 15 sampel dengan variasi kadar aspal 4,5%, 5,0%, 6,0%, 6,5% untuk menentukan kadar aspal optimum (KAO). Kemudian didapatkan Hasil pemeriksaan volumetrik dan mekanis penentuan . Berikut hasil pemeriksaan volumetri dan mekanik campuran aspal.

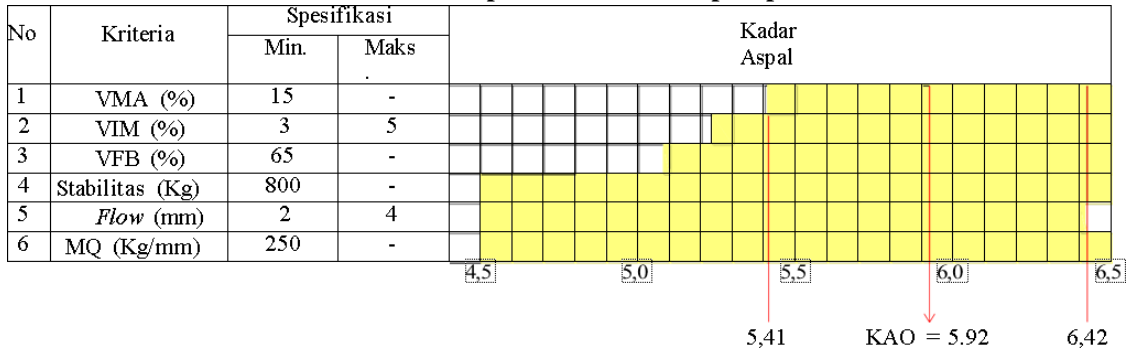
Tabel 4.4 Hasil pemeriksaan volumetrik dan mekanis penentuan

Parameter	Syarat	Kadar Aspal				
		4.5%	5.0%	5.5%	6.0%	6.5%
VMA	≥ 15%	13.451	14.413	15.025	15.802	16.126
VIM	3.0-5.0%	5.305	5.186	4.687	4.382	3.564
VFB	≥ 65%	60.572	64.452	68.806	72.377	78.272
Stabilitas	≥ 800 kg	1818.47	1852.64	1936.13	1957.16	1877.33
Flow	2.0-4.0 mm	3.13	3.17	3.30	3.32	4.20
MQ	≥ 250 kg/mm	582.05	585.95	588.48	589.99	447.07

Keterangan :  Memenuhi  
 Tidak Memenuhi

Dari Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa benda uji yang memenuhi persyaratan keseluruhan parameter sifat volumetrik dan mekanis adalah benda uji dengan kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5%. Untuk mendapatkan nilai kadar aspal optimum dilakukan perhitungan dengan grafik dan bar-chart.

**Tabel 4.5 Bar-chart penentuan kadar aspal optimum**



Dari hasil nilai KAO yang didapatkan, kemudian akan dibuat rancangan (mix design) untuk pembuatan benda uji. Pada Penelitian ini gradasi campuran agregat yang digunakan adalah gradasi campuran AC-WC, maka akan dibuatkan campuran gradasi agregat gabungan AC-WC sesuai dengan kadar aspal yang ditentukan seperti pada tabel 4.6 di bawah ini.

Kadar Aspal : 5.92%  
 Berat Sample : 1200 gram  
 Berat Aspal : 71.04 gram  
 Berat Agregat + Filler : 1128.96 gram

No	ukuran ayakan		Nilai P	Persentase (%)	Berat Agregat Tertahan Saringan (gr)
	ASTM	mm			
1	3/4"	19	100.00	0.00	0.0
2	1/2"	12.5	95.00	5.00	56.4
3	3/8"	9.5	81.00	14.00	158.1
4	No. 4	4.75	61.50	19.50	220.1
5	No. 8	2.38	46.05	15.45	174.4
6	No. 16	1.18	35.80	10.25	115.7
7	No. 30	0.6	26.55	9.25	104.4
8	No. 60	0.25	18.75	7.80	88.1
9	No. 100	0.15	12.00	6.75	76.2
10	No. 200	0.075	5.00	7.00	79.0
11	filler			5.00	56.4
Jumlah				100.00	1129.0

**Tabel 4.6 Disain Penggabungan agregat dan aspal AC-WC**

Dari Tabel 4.6 di atas, maka akan dibuatkan benda uji sesuai proporsi tersebut sebanyak 30 buah dengan masing masing 15 untuk direndam di air laut dan 15 untuk direndam di air hujan.

### Hasil Pengujian Benda Uji Tahap II

Dalam penelitian ini, air laut dan air hujan digunakan sebagai bahan perendaman sampel. Untuk pengujian atau pemeriksaan zat cair yang digunakan sebagai perendam, dilakukan pemeriksaan Natrium Klorida (NaCl). Metode yang digunakan untuk pengujian ini adalah menggunakan metode Titrasi Argentometri. Dalam penelitian ini, untuk air laut didapat nilai Natrium Klorida (NaCl) sebesar 255 mg/l dan air hujan sebesar 133 mg/l. Dari hasil pengujian tersebut, nilai NaCl pada air laut lebih besar dari nilai NaCl maksimum yang sudah ditentukan sebesar 250 mg/l. Sedangkan untuk air hujan masih di bawah batas maksimum.

**Tabel 4.6.** Hasil Pengujian Air Laut dan Air Hujan

No.	Sampel	Parameter	Hasil Analisa	Satuan	Baku Mutu	Metode
1	Air Laut	NaCl	255	Mg/l	250	Titrasi Argentometri
2	Air Hujan		133			

Sumber : Hasil pengujian kadar garam di Laboratorium Kimia Dasar Fakultas MIPA, Universitas Mataram

**Tabel 4.7.** Hasil Pengujian Air Laut dan Air Hujan

No.	Sampel	Parameter	Hasil Analisa	Satuan	Baku Mutu	Metode
1	Air Laut	pH	6,20	mV	5 - 8	Titrasi potensiometri
2	Air Hujan		6,97			

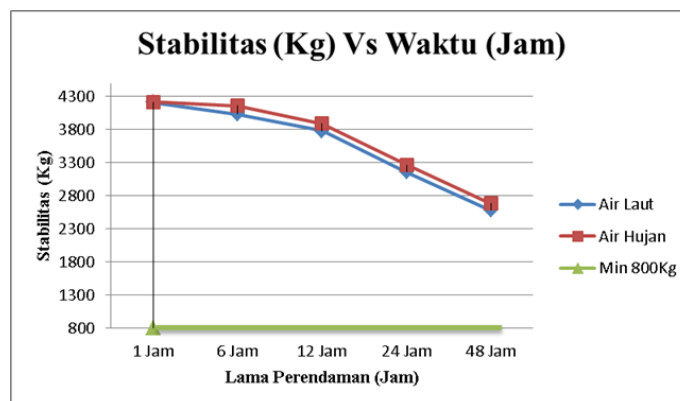
Sumber : Hasil pengujian kadar garam di Laboratorium Kimia Dasar Fakultas MIPA, Universitas Mataram

### Hasil Pengujian Benda Uji Tahap III

**Tabel 4.13.** Perbandingan nilai Stabilitas, Flow, MQ, dan Volumetrik (%) perendaman air hujan dan air laut

Air Laut							
KAO (%)	Karakteristik Marshall			Volumetrik			Waktu Perendaman (Jam)
	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	Marshall Quetiont (Kg/mm)	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	
5.92	4211.2893	2.14	2035.303	1.959	14.679	86.731	1 Jam
	4032.2841	2.27	1881.555	2.066	14.771	86.232	6 Jam
	3781.0164	2.44	1759.941	2.602	15.238	83.223	12 Jam
	3160.9503	2.81	1119.054	2.967	15.555	80.978	24 Jam
	2585.0029	3.83	677.128	3.503	16.022	78.182	48 Jam
Air Hujan							
KAO (%)	Karakteristik Marshall			Volumetrik			Waktu Perendaman (Jam)
	Stabilitas (Kg)	Flow (mm)	Marshall Quetiont (Kg/mm)	VIM (%)	VMA (%)	VFB (%)	
5.92	4216.829	2.10	2065.462	1.059	13.895	92.405	1 Jam
	4154.800	2.19	1949.391	1.549	14.322	89.426	6 Jam
	3888.470	2.25	1818.903	1.727	14.476	88.358	12 Jam
	3264.798	2.49	1303.738	2.218	14.904	86.303	24 Jam
	2683.369	3.15	915.174	2.974	15.562	81.444	48 Jam

#### 1. Perbandingan nilai Stabilitas pada perendaman air hujan dan air laut

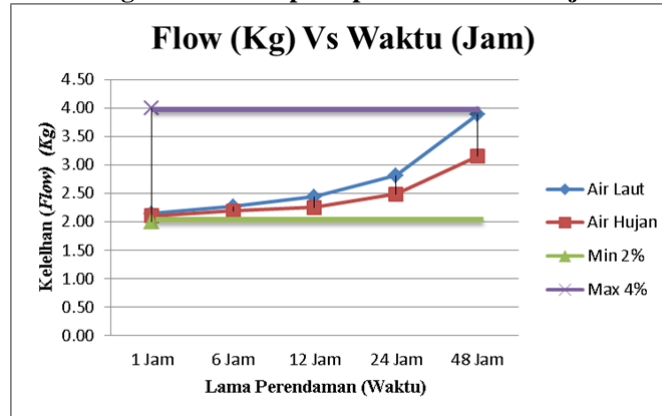


Gambar 4.10. Grafik Perbandingan Lama Perendaman Menerus Vs Stabilitas (Air Laut & Air Hujan)

Dari Gambar 4.10 di atas dapat disimpulkan bahwa semakin lama campuran aspal terendam oleh air laut dan air hujan, nilai stabilitas semakin menurun, akan tetapi terjadi perbedaan penurunan pada perendaman menggunakan air laut dan air hujan terhadap nilai stabilitas, hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian yang dituangkan dalam Tabel 4.13 dan trend pada Gambar 4.10 dimana nilai stabilitas lebih

baik pada perendaman air hujan dibandingkan dengan air laut, nilai stabilitas tertinggi pada perendaman air laut sebesar 4211,289 kg dan terkecil 2585,003 kg, sedangkan untuk perendaman menggunakan air hujan nilai tertinggi sebesar 4216,829 kg dan terendah sebesar 2683,369 kg. Hal ini dipengaruhi nilai NaCl pada air laut lebih besar dibandingkan dengan air hujan.

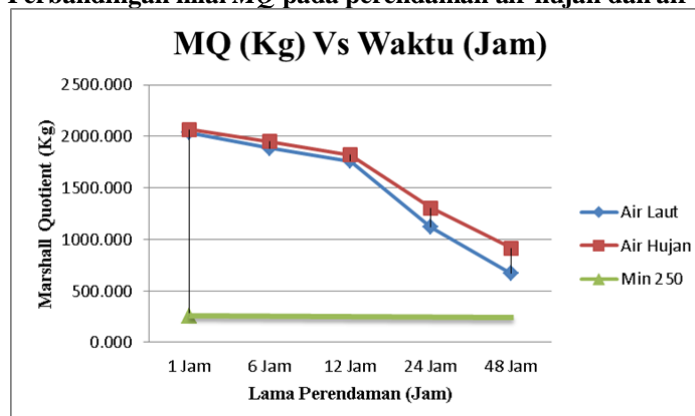
### 2. Perbandingan nilai *Flow* pada perendaman air hujan dan air laut



Gambar 4.11. Grafik Perbandingan Lama Perendaman Menerus Vs Flow (AL & AH)

Dari Gambar 4.11 di atas dapat disimpulkan bahwa semakin lama campuran aspal terendam oleh air laut dan air hujan, nilai flow semakin meningkat, akan tetapi terjadi perbedaan pada perendaman menggunakan air laut dan air hujan terhadap nilai flow, hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian yang dituangkan dalam Tabel 4.18 dan tren pada Gambar 4.11 dimana nilai flow lebih baik pada perendaman air hujan dibandingkan dengan air laut, nilai flow pada perendaman air laut sebesar 2,14 – 3,83 mm, sedangkan untuk perendaman menggunakan air hujan nilai flow sebesar 2,10 – 3,15 mm. Hal ini disebabkan karna besarnya kandungan Natrium Khlorida (NaCl) pada air laut dibandingkan air hujan, dimana air laut mengandung Natrium khlorida (NaCl) sebesar 255 mg/l sedangkan air hujan sebesar 133 mg/l. Sehingga kecepatan dalam merusak ikatan agregat dengan aspal lebih cepat pada perendaman air laut dibandingkan air hujan.

### 3. Perbandingan nilai *MQ* pada perendaman air hujan dan air laut



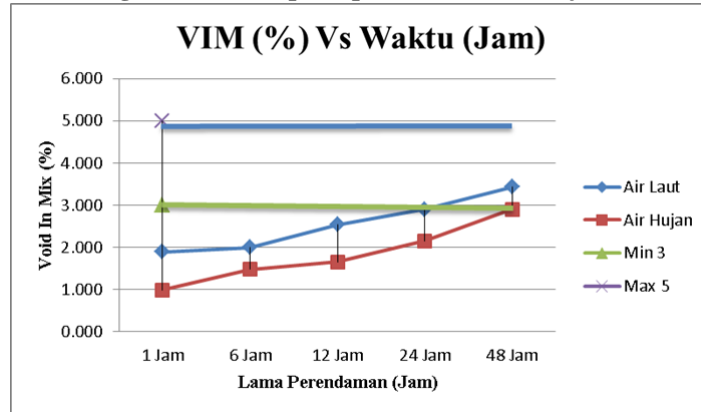
Gambar 4.12. Grafik Perbandingan Lama Perendaman Vs MQ (AL & AH)

Penurunan nilai Stabilitas dan kenaikan nilai flow campuran aspal yang direndam dalam air laut dan air hujan tersebut berimbas pada nilai Marshall Quotient. Dimana dari hasil pengujian dapat kita lihat seperti pada Gambar 4.12 di atas bahwa nilai Marshall Quotient setelah perendaman 2 hari (48 jam) air



laut sebesar 677,128 kg/mm, sedangkan pada perendaman air hujan, nilai Marshall Quotient setelah perendaman 2 hari (48 jam) sebesar 975,174 kg/mm. Hal ini sebanding dengan penurunan nilai stabilitas dan peningkatan nilai flow seiring lama waktu perendaman, dimana nilai stabilitas dan flow pada perendaman menggunakan air hujan lebih baik dibandingkan dengan menggunakan air laut.

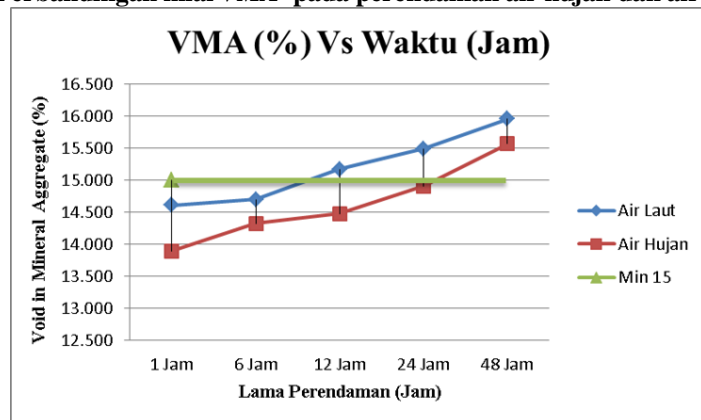
#### 4. Perbandingan nilai VIM pada perendaman air hujan dan air laut



Gambar 4.13. Grafik Perbandingan Lama Perendaman Vs VIM (AL & AH)

Peningkatan nilai VIM seperti gambar 4.13 pada perendaman air hujan dan air laut, dengan lama perendaman memakai laut pada variasi waktu perendaman 1 jam, 6 jam, 12 jam, 24 jam nilai yang didapatkan masih di bawah garis batas minimum digaris spesifikasi yang disyaratkan oleh Departemen Pekerjaan Umum 2018 yaitu min 3% dan pada perendaman dua hari (48jam) nilai VIM masuk melebihi garis minimum yang disyaratkan yaitu sebesar 3.503%.Sedangkan pada perendaman air hujan dengan waktu perendaman 1 jam, 6 jam, 12 jam, 24 jam dan 48 jam nilai VIM yang didapatkan tidak memenuhi atau masih di bawah batas minimum spessifikasi yang disyaratkan.

#### 5. Perbandingan nilai VMA pada perendaman air hujan dan air laut



Gambar 4.15. Grafik Perbandingan Lama Perendaman Vs VMA (AL & AH)

Pada peningkatan nilai VMA dengan lama perendaman memakai air laut dan air hujan, ada sebagian nilai yang masuk seperti pada perendaman air laut dengan waktu perendaman pada 1 jam, 6 jam nilai didapatkan disini masih di bawah batas minimum spesifikasi yang disyaratkan yaitu min 15%, pada tabel 4.18 ditunjukkan nilai pada perendaman 1 jam sebesar 14,679% dan pada perendaman 6 jam sebesar 14,771%. Sedangkan pada perendaman 12 jam, 24 jam dan 48 jam nilai yang didapatkan adalah nilai yang masuk dalam spesifikasi yang disyaratkan oleh Departemen Pekerjaan Umum yaitu 15% dengan hasil yang didapat berturut-turut sebesar 15,238%, 15,555%, 16,022%. Kemudian nilai VMA yang didapatkan pada perendaman 1 jam, 6 jam, 12 jam dan 24 jam menunjukkan nilai yang masih di bawah batas minimum yang disyaratkan

oleh Departemen Pekerjaan Umum dengan nilai yang didapatkan berturut-turut sebesar 13.895%, 14.322%, 14.476%, 14.904%. Sedangkan pada perendaman 2 hari (48 jam) yaitu sebesar 15.562%, nilai ini sudah masuk dalam spesifikasi yang disyaratkan yaitu 15%.

Ada beberapa hal yang menyebabkan air laut sangat bersifat agresif dan sangat merusak adalah sebagai berikut : air laut merupakan elektrolit yang memiliki sifat konduktivitas tinggi, mempunyai kandungan oksigen terlarut yang tinggi, temperatur permukaan air laut umumnya tinggi dan ion khlorida yang terkandung pada air laut merupakan ion agresif.

Perbedaan ini terjadi dapat diakibatkan oleh bedanya parameter kandungan kimia pada kedua zat cair ini. Besarnya kerusakan aspal yang diakibatkan oleh air laut dikarenakan air laut banyak mengandung garam dibandingkan air hujan. Air laut sebagaimana kita ketahui mengandung garam. Garam dapat terikat ke aspal yang mengandung karbon karena aspal mengasorbsi garam, dimana karbon sendiri adalah salah satu absorben yang baik sehingga garam terikat secara fisika ke aspal dengan proses oksidasi-reduksi yang lebih cepat terhadap aspal. Hal inilah yang menyebabkan aspal sangat besar mengalami kerusakan yang disebabkan air laut. Namun secara keseluruhan baik pola perendaman air laut maupun air hujan, semakin lama campuran aspal terendam oleh masing-masing zat cair tersebut dapat mempengaruhi kinerja berupa penurunan durabilitas atau keawetan campuran.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

a. Stabilitas

- Semakin lama campuran aspal terendam, maka nilai stabilitas akan semakin menurun.
- Nilai stabilitas berdasarkan hasil pengujian lebih baik pada perendaman dengan menggunakan air hujan dibandingkan air laut.
- Penurunan nilai stabilitas pada kedua jenis perendaman ini (air laut dan air hujan) masih memenuhi spesifikasi batas minimum yang disyaratkan dalam Dept.PU 2018 rev.2 yang menetapkan nilai toleransi untuk stabilitas minimum yaitu sebesar 800kg.

b. Kelelehan

- Semakin lama campuran aspal terendam oleh air laut dan air hujan, nilai flow semakin meningkat, akan tetapi terjadi perbedaan pada perendaman menggunakan air laut dan air hujan terhadap nilai flow.
- Nilai flow berdasarkan hasil pengujian lebih baik pada perendaman dengan menggunakan air hujan dibandingkan air laut.
- Nilai flow lebih baik pada perendaman air hujan dibandingkan dengan air laut, nilai flow pada perendaman air laut sebesar 2,14 – 3,83 mm, sedangkan untuk perendaman menggunakan air hujan nilai *flow* sebesar 2,10 – 3,15 mm.
- Penurunan nilai yang ditunjukkan pada kelelehan (flow) dengan kedua jenis perendaman ini (air laut dan air hujan) masih memenuhi spesifikasi yang disyaratkan dalam Dept.PU 2018 yang menetapkan nilai toleransi untuk kelelehan minimum 2 mm dan maksimum 4 mm.

c. MQ (Marshall Quotient)

- Semakin lama campuran aspal terendam, maka nilai MQ akan cenderung menurun.
- Nilai MQ berdasarkan hasil pengujian lebih baik pada perendaman dengan menggunakan air hujan dibandingkan air laut.
- Nilai Marshall Quotient setelah perendaman 2 hari (48 jam) air laut sebesar 677,128 kg/mm, sedangkan pada perendaman air hujan, nilai Marshall Quotient setelah perendaman 2 hari (48 jam) sebesar 975,174 kg/mm. Hal ini sebanding dengan penurunan nilai stabilitas dan peningkatan nilai flow seiring lama waktu perendaman, dimana nilai stabilitas dan flow pada perendaman menggunakan air hujan lebih baik dibandingkan dengan menggunakan air laut.
- Nilai MQ pada kedua jenis perendaman ini (air laut dan air hujan) masih masuk dalam spesifikasi yang disyaratkan oleh Dept.PU 2010 rev.2 yang menetapkan nilai toleransi untuk kelelahan minimum 250kg/mm.

d. VIM (*Void in Mix*)

- Semakin lama campuran aspal terendam, maka nilai VIM cenderung semakin meningkat.
- Peningkatan nilai VIM pada campuran aspal perendaman air laut lebih besar dibanding campuran aspal perendaman air hujan.
- Besarnya peningkatan nilai VIM pada kedua jenis perendaman ini (air laut dan air hujan)
- Peningkatan nilai pada VIM yang masuk ke dalam Spesifikasi Dept. PU 2018 hanya pada perendaman air laut dengan waktu perendaman dua hari (48 jam) dikarenakan air laut lebih dulu terinfiltrasi ke dalam rongga-rongga yang tersisa dalam campuran (air void), kemudian mendesak aspal yang menyelimuti agregat maupun mengisi rongga akibat gaya tekan air (water pressure) ke segala arah sehingga menyebabkan rongga dalam campuran meningkat.

e. VMA (Void in Mineral Aggregate)

- Semakin lama campuran aspal terendam, maka nilai VMA akan semakin meningkat.
- Peningkatan nilai VMA pada campuran aspal perendaman air laut lebih besar dibanding campuran aspal perendaman air hujan.
- Besarnya peningkatan nilai VMA pada kedua jenis perendaman ini (air laut dan air hujan) dengan variasi perendaman yang paling lama yaitu 2 hari (48 jam) nilai yang ditunjukkan oleh keduanya yang masuk ke dalam spesifikasi Dept. PU 2018 hanya sebagian dikarenakan waktu perendaman yang kurang.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat diusulkan beberapa saran sebagai berikut:

1. Baiknya permukaan jalan tidak boleh terendam lebih lama terkhususnya dipesisir pantai, harus dilakukan penanganan rutin untuk mengalirkan air dari permukaan jalan atau pada saat pembangunan, kemiringan permukaan jalan dan drainase harus diperhatikan agar tidak terjadi genangan pada permukaan jalan.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan menggunakan material lain untuk masa perendaman yang lebih lama atau lebih dari 2 hari, sebagai pembandingan material yang mempunyai tingkat durabilitas/keawetan yang paling baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, Bina Marga, 1983, *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) No. 13/Pt/B/1983*. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, Petunjuk Lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya SNI 03-1737-1989.
- Prabowo, Hari, Agung, *Pengaruh Rendaman Air Laut Pasang (Rob) Terhadap Kinerja Laston (Hrs-Wc) Berdasarkan Uji Marshall Dan Uji Durabilitas Modifikasi*.
- Rahim Arman, Wihardi W, Muhiddin Bakri A, 2003, *Pengaruh Air Laut terhadap Karakteristik Perkerasan Aspal Porus yang Menggunakan Asbuton sebagai Bahan Pengikat*. Smartek.
- Riyadi, Aep. 2011. *Pengaruh Air Rob Terhadap Karakteristik Campuran Laston Modifikasi Untuk Lapis Permukaan (ACWC Modified)*, Universitas Indonesia.
- Sideman, IAOS. 2021. *Traffic Management of Gunung Sari Intersection Base on Problem Solving Hierarchy*, Journal of Physics
- Sukirman, Silvia. 2003. *Beton Aspal Campur Panas*. Granit. Jakarta.
- Sukirman, S. 1999. *Perkerasan lentur jalan raya*. Bandung: nova
- Sukirman, Silvia (2000), *Material Perkerasan Jalan*, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional, Bandung.
- Tahir, Anas, dkk. 2003, *Kinerja Durabilitas Campuran Beton Aspal Ditinjau Dari Faktor Variasi Suhu Pematatan Dan Lama Perendaman*, Smartek.
- Muslim Wicaksono, (2017), “*Analisis Dampak Rendaman Air Laut Terhadap Nilai Struktural Pada Campuran Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC)*”.
- Farahman dan Farras Luthfir, (2018), “*Pengaruh Rendaman Air Laut Pasang Surut Terhadap Campuran Lapis Aspal Beton AC-WC Dengan Modifikasi Steel Slag Ramah Lingkungan*”
- DI Pau, (2016), dengan judul, “*Analisa Pengaruh Air Hujan Terhadap Kinerja Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*.”
- Rahayu, Indah. (2003), *Identifikasi Kejadian Banjir Rob (Pasang) di DAS Sunter*.
- Putri, V.S., 2022. *Modifikasi Aspal Menggunakan Serbuk Serat Daun Nanas pada Campuran Beton Aspal Lapis AUS*, (Skripsi), Mataram: Universitas Mataram.
- SNI 03-1968-1990 *Tentang Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*. Jakarta, Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-2439-1991 *Tentang Metode Pengujian Kelekatan Agregat terhadap Aspal*. Jakarta, Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1969:2008 *Tentang Uji Berat Jenis Dan penyerapan Air Agregat Kasar*, Jakarta, Badan Standardisasi Nasional.
- Putri, V. S., 2021. *Modifikasi Aspal Menggunakan Serbuk Serat Daun Nanas Pada Campuran Beton Aspal Lapis Aus*. Universitas Mataram. Kota Mataram.