



## PERBANDINGAN KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN BETON ASPAL AC-WC FILLER SEMEN PASCA PERENDAMAN DI AIR SUNGAI DAN DI AIR LAUT

Hasanuddin<sup>1\*</sup>, Sulfiati<sup>1</sup>, Ayu Andira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palu, Palu, Jalan Hang Tuah No. 114  
Penulis korespondensi: hasanuddin131@gmail.com

DISUBMIT 17 Desember 2023

DIREVISI 14 Juni 2024

DITERIMA 15 Juni 2024

**ABSTRAK** Air (genangan) merupakan salah satu penyebab kerusakan atau mengurangi keawetan bagi konstruksi jalan dengan perkerasan aspal. Beberapa ruas jalan di Indonesia yang berada didaerah yang terletak berdekatan dengan pantai mengalami permasalahan dengan genangan air laut yang kebanyakan disebabkan oleh cuaca ekstrem sehingga mengakibatkan terjadinya banjir pasang-surut atau dengan istilah air rob. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui perbandingan perubahan karakteristik marshall campuran beton aspal AC-WC *filler* semen akibat pasca perendaman di air sungai dan di air laut dengan variasi waktu perendaman yang berbeda. Karakteristik yang diukur dengan menggunakan alat marshall yaitu stabilitas, *flow* (Kelelahan) dan Marshall *Quetiont* (MQ). Penelitian ini menggunakan metode eksperimental di Laboratorium. Perendaman sampel benda uji (*Bricket*) di air sungai dan di air laut dengan variasi waktu perendaman 0,5 jam, 24 jam, 48 jam, 96 jam dan 168 jam. Untuk mengetahui perbandingan perubahan kekuatan dan keawetan campuran beton aspal AC-WC. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pasca perendaman di air laut dengan waktu yang lama memiliki pengaruh lebih besar sebagai perusak lapisan aspal dibandingkan air sungai. Untuk pasca perendaman di air sungai diperoleh nilai stabilitas pada waktu 0,5 jam sampai 168 jam, nilai *flow* pada waktu 0,5 jam sampai 96 jam dan MQ pada waktu 0,5 sampai 96 jam. Sedangkan hasil pasca perendaman di air laut diperoleh nilai stabilitas pada waktu 0,5 jam sampai 168 jam, nilai *flow* pada waktu 0,5 jam sampai 96 jam dan MQ pada waktu 0,5 sampai 48 jam. Dari kedua jenis perendaman ini semakin lama campuran beton aspal terendam di air sungai maupun di air laut sama-sama dapat mengurangi kekuatan dan keawetan campuran. Karena air laut mengandung banyak NaCl yang merupakan ion agresif dan mempengaruhi hilangnya ikatan antara agregat dan aspal.

**KATA KUNCI** Air Sungai; Air Laut; Variasi Waktu Perendaman; Laston AC-WC; Marshall *Test*

### 1 PENDAHULUAN

Air (genangan) merupakan salah satu penyebab kerusakan atau mengurangi keawetan bagi konstruksi jalan dengan perkerasan aspal. Genangan air pada permukaan jalan dalam skala yang tinggi dapat mengakibatkan air tanah yang terletak di bawah permukaan tanah menjadi jenuh.

Beberapa ruas-ruas jalan di Indonesia yang berada di daerah yang berdekatan dengan pantai mengalami permasalahan dengan genangan air laut yang kebanyakan disebabkan oleh cuaca ekstrem sehingga mengakibatkan terjadinya banjir pasang-surut atau dengan istilah air rob, di mana naiknya permukaan air laut yang menggenangi konstruksi jalan dengan perkerasan aspal. [1]

Selain itu, ruas jalan yang terletak di pinggir sungai juga terkena genangan air jika hujan lebat dan air sungai meluap.

Melihat bahwa genangan air sungai dan air laut pada konstruksi perkerasan jalan bisa menjadi masalah di setiap jalan di daerah pinggir sungai dan pesisir pantai. maka, perlu dilakukan penelitian tentang perbandingan karakteristik marshall campuran beton aspal AC-WC *filler* semen pasca perendaman di Air Sungai dan di Air Laut.

### 2 LANDASAN TEORI

**Beton Aspal Campuran Panas.** Beton aspal Campuran Panas merupakan jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Meterial-material pembentuk beton aspal dicampur di instalasi pencampur pada suhu tertentu, kemudian diangkut ke lokasi, dihamparkan dan dipadatkan. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang akan digunakan.

**Karakteristik Beton Aspal.** Terdapat tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh beton aspal yaitu [2] [3]:

1. Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur ataupun *bleeding*.
2. Durabilitas (keawetan/daya tahan) adalah kemampuan beton aspal menerima repetisi beban lalu lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim, seperti udara, air atau perubahan temperatur.
3. Fleksibilitas (kelenturan) adalah kemampuan beton aspal untuk menyesuaikan diri akibat penurunan (konsolidasi/*settlement*) dan pergerakan dari fondasi atau tanah dasar, tanpa terjadi retak.
4. Kekesatan/tahanan geser (*Skid resistance*) adalah kemampuan permukaan beton aspal terutama pada kondisi basah, memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir, ataupun *slip*.
5. Ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*) adalah kemampuan beton aspal dalam menerima lendutan berulang akibat repetisi beban, tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur dan retak.
6. Mudah dilaksanakan (*Workability*) adalah kemampuan campuran beton aspal untuk mudah dihamparkan dan dipadatkan. Tingkat kemudahan dalam pelaksanaan, menentukan tingkat efisiensi pekerjaan.
7. Kedap air (impermeabilitas) adalah kemampuan beton aspal untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara ke dalam lapisan beton aspal.

**Sifat Volumetrik dari Campuran Beton Aspal yang telah Dipadatkan.** Secara skematis berbagai jenis volume yang terdapat di dalam campuran beton aspal padat ditunjukkan pada Gambar 1.

**Jenis Air yang Digunakan sebagai Perendaman.** Jenis air yang digunakan dalam penelitian ini sebagai perendaman campuran beton aspal yaitu air sungai dan air laut.

- 1) Air sungai merupakan air yang mengalir alami secara terus menerus yang berbentuk memanjang yang setiap ujungnya dinamakan hulu dan hilir.
- 2) Air laut adalah kumpulan air asin dari jumlah yang banyak 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.

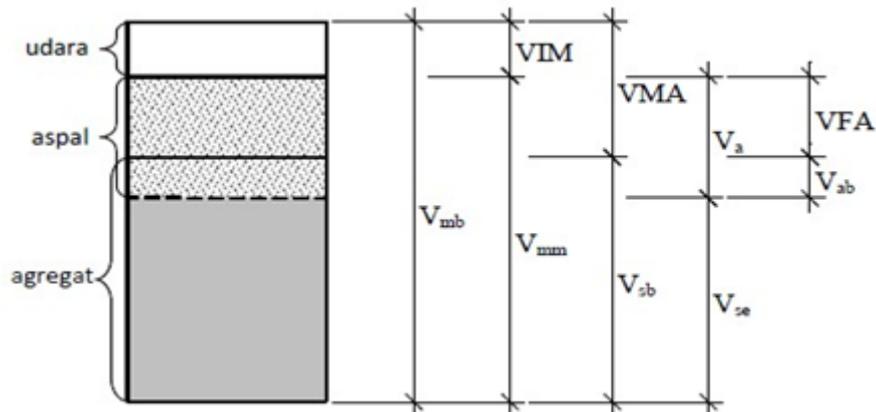
### 3 METODE PENELITIAN

**Lokasi Pengambilan Material.** Material batu pecah yang digunakan berasal dari *Stone Crusher* PT. Ratu Tambang Mandiri yang berada di Desa Buluri, Kecamatan Ulujadi, Kota Palu, Sulawesi Tengah. Lokasi pengambilan material dapat dilihat seperti pada Gambar 2.

**Lokasi Pengujian Material.** Pengujian material batu pecah dilaksanakan di Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Tadulako Sulawesi Tengah. Semua pengujian sesuai dengan standar pengujian bahan modul Praktikum Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Tadulako yang mengacu pada SNI (Standar Nasional Indonesia), AASTHO (*American Asosiation of State Highway and Transportation Officials*) dan ASTM (*American Society For Testing Material*).

**Bagan Alir.** Bagan alir penelitian bisa dilihat pada Gambar 3.

**Sumber Data.** Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder, yang di mana data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari hasil observasi (survei) lapangan dan pengujian terhadap material batu pecah di Laboratorium. Sedangkan data sekunder yaitu data yang diperoleh dari sumber lain yang telah ada yaitu data aspal penetrasi 60/70 yang sudah ada sebelumnya.



Gambar 1 Skematis berbagai jenis volume beton aspal



Gambar 2 Peta lokasi pengambilan material

**Pembuatan Benda Uji Kadar Aspal Optimum (KAO).** Pembuatan benda uji ini dibuat dan direndam ke dalam air sungai dan air laut dengan variasi waktu dari 0,5 jam, 24 jam, 48 jam, 96 jam, dan 168 jam. Jumlah benda uji yang dibuat pada kadar aspal optimum sebanyak 30 buah benda uji, Seperti pada Tabel 1.

**Tahap Analisis dan Pembahasan.** Tahap selanjutnya dilakukan serangkaian penelitian dan diperoleh data, maka tahapan selanjutnya adalah sebagai berikut: [4] [5]

1) Menganalisis hasil pemeriksaan material agregat batu pecah apakah sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 revisi 2.

2) Menganalisis pengaruh atau memplot data nilai stabilitas, kelelahan, marshall *quotient*, terhadap lamanya waktu perendaman campuran dalam air sungai dan air laut.

3) Membandingkan data hasil uji marshall untuk sampel yang telah terendam di air sungai dan di air laut.

Berdasarkan Gambar 4 di atas dapat diketahui apakah ada perubahan yang terjadi baik penurunan atau kenaikan parameter-parameter tersebut selama mengalami proses perendaman di air sungai dan di air laut.

#### 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

**Analisa Hasil Pemeriksaan Material.** Jenis aspal yang digunakan adalah aspal keras

Tabel 1 Jumlah pembuatan benda uji pada Kadar Aspal Optimum (KAO)

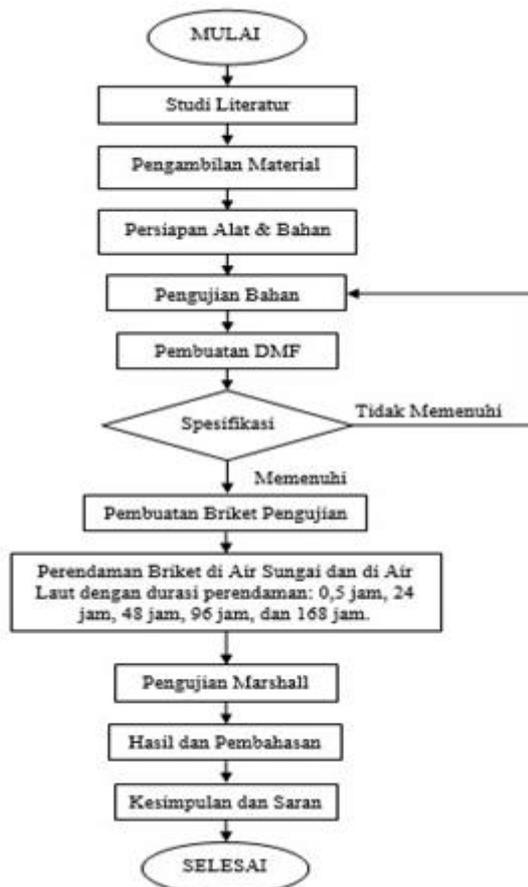
No.	Sampel di Air Sungai		Sampel di Air Laut	
	Durasi rendaman	Banyaknya sampel	Durasi rendaman	Banyaknya sampel
1	0,5 jam	3	0,5 jam	3
2	24 jam	3	24 jam	3
3	48 jam	3	48 jam	3
4	96 jam	3	96 jam	3
5	168 jam	3	168 jam	3
	Jumlah Sampel	15	Jumlah Sampel	15

Tabel 2 Data aspal PEN 60/70

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Spesifikasi	Hasil Pemeriksaan
1	Penetrasi 25 °C (0,1 mm)	SNI 2456:2011	≥ 54	65,33
2	Daktalitas 25 °C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100	152,00
3	Berat jenis 25 °C (gr/cc)	SNI 2441:2011	≥ 1	1,039
4	Titik lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48	49,75

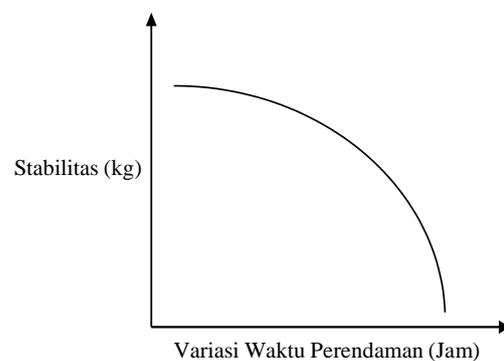
penetrasi 60/70 hasil produksi PT. Pertamina yang diperoleh di Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya Universitas Tadulako. Data aspal dapat dilihat pada Tabel 2.

kasar, agregat halus dan *filler*. Adapun hasil perhitungan proporsi agregat campuran pada laston AC-WC dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 5.



Gambar 3 Bagan alir penelitian

**Hasil Gradasi Gabungan.** Gradasi gabungan campuran memperoleh kombinasi masing-masing agregat campuran yang ditentukan dari hasil agregat



Gambar 4 Contoh grafik stabilitas vs waktu perendaman

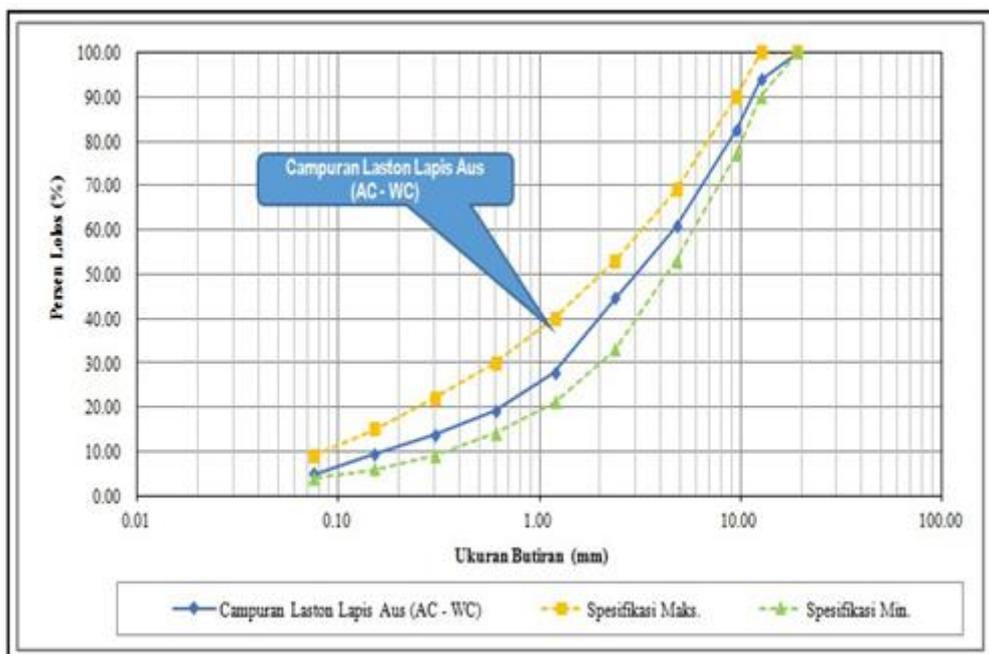
**Menghitung Parameter Pengujian Marshall.** Perhitungan parameter-parameter pengujian marshall dituangkan dalam bentuk Tabel. Adapun hasil parameter-parameter pengujian marshall dapat dilihat pada Tabel 4.

Berdasarkan hasil perhitungan pada Gambar 6 diperoleh nilai kadar aspal optimum (KAO) sebesar 5,65%. Di mana nilai tersebut ditentukan sebagai nilai tengah dari rentang kadar aspal maksimum dan minimum yang memenuhi semua persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

**Pembahasan Hasil Pengujian Marshall Pasca Perendaman di Air Sungai dan di Air Laut.** Hasil parameter-parameter pengujian

Tabel 3 Hasil gradasi gabungan

GRADASI GABUNGAN CAMPURAN AGREGAT											
Uraian	Ukuran Saringan										
Inchi	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No. 50	No. 100	No. 200	
mm	19.000	12.500	9.500	4.750	2.360	1.180	0.600	0.300	0.150	0.075	
Gradasi Agregat	Persen Lolos (%)										
Batu Pecah 3/4" (1 - 2 cm)	100.00	54.01	21.30	0.21	0.17	0.15	0.15	0.14	0.13	0.11	
Batu Pecah 3/8" (0,5 - 1 cm)	100.00	99.53	77.55	17.96	4.64	1.21	1.19	1.15	1.12	0.92	
Abu Batu Lolos Saringan No. 4	100.00	100.00	100.00	100.00	77.20	47.72	31.63	21.21	13.21	6.68	
Filler (Portland Cement)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	99.15	
Kombinasi Gradasi Campuran	Persen Lolos (%)										
Batu Pecah 3/4" (1 - 2 cm) : 13.00 %	13.00	7.02	2.77	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	
Batu Pecah 3/8" (0,5 - 1 cm) : 32.00 %	32.00	31.85	24.81	5.75	1.48	0.39	0.38	0.37	0.36	0.30	
Abu Batu Lolos Saringan No. 4 : 53.00 %	53.00	53.00	53.00	53.00	40.92	25.29	16.77	11.24	7.00	2.60	
Filler (Portland Cement) : 2.00 %	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.98	
<b>Total Persen Lolos Gradasi : 100.00 %</b>	<b>100.00</b>	<b>93.87</b>	<b>82.58</b>	<b>60.77</b>	<b>44.42</b>	<b>27.70</b>	<b>19.16</b>	<b>13.62</b>	<b>9.37</b>	<b>4.89</b>	
Spesifikasi Gradasi Campuran	Maks. %	100.00	100.00	90.00	69.00	53.00	40.00	30.00	22.00	15.00	9.00
	Min. %	100.00	90.00	77.00	53.00	33.00	21.00	14.00	9.00	6.00	4.00



Gambar 5 Grafik hasil gradasi gabungan

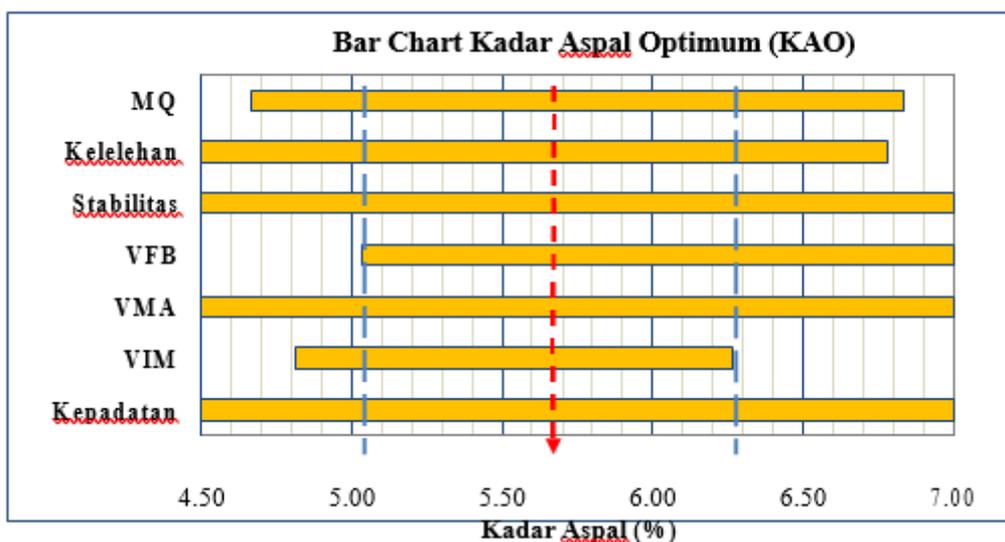
marshall pasca perendaman di air sungai dan di air laut dituangkan dalam bentuk tabel dan grafik. Pada pengujian ini, parameter yang diperhitungkan untuk pasca perendaman di air sungai dan di air laut yaitu

stabilitas, flow dan Marshall Quetiont. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Hasil pengujian marshall pasca perendaman di air sungai dan di air laut di lihat bahwa beberapa nilai parameter marshall yang diperoleh telah memenuhi

Tabel 4 Hasil perhitungan parameter pengujian Marshall

Hasil pemeriksaan	Kadar Aspal						Spek.
	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	
Kepadatan (gram/cm)	2,38	2,39	2,39	2,39	2,38	2,37	-
VMA (%)	17,73	17,63	18,25	18,59	19,46	20,23	Min. 15
VFB (%)	58,04	65,28	69,20	74,19	76,4	78,79	Min. 65
VIM (%)	5,77	4,45	3,96	3,14	2,96	2,67	3-5
Stabilitas (kg)	941,87	985,08	1061,85	1044,41	1080,71	963,55	Min. 800
Flow (mm)	4,00	3,73	3,37	3,45	4,03	4,1	2-4
MQ (kg/mm)	235,93	264,08	316,03	308,92	268,34	235,25	Min. 250



Gambar 6 Grafik penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Tabel 5 Hasil parameter Marshall pasca perendaman di air sungai dan air laut

KAO (%)	Karakteristik Marshall						Waktu perendaman (jam)
	Stabilitas (kg)		Flow (mm)		Marshall Quetiont (kg/mm)		
	Air sungai	Air laut	Air sungai	Air laut	Air sungai	Air laut	
5,65%	1.280,86	1.210,9	3,13	3,37	417,60	369,49	0,5
	1.213,60	1.185,77	3,40	3,50	363,72	347,30	24
	1.122,70	1.096,29	3,63	3,73	324,76	302,01	48
	1.075,94	950,86	3,87	3,97	285,07	241,73	96
	983,94	857,68	4,17	4,33	237,85	199,49	168

Spesifikasi dan ada pula yang belum memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 revisi 2. untuk lebih jelasnya, dicantumkan dalam bentuk grafik hubungan antara parameter marshall dengan variasi waktu perendaman menggunakan air sungai di bawah ini. Gambar 7 menggambarkan hubungan antara stabilitas dengan variasi waktu perendaman di air sungai.

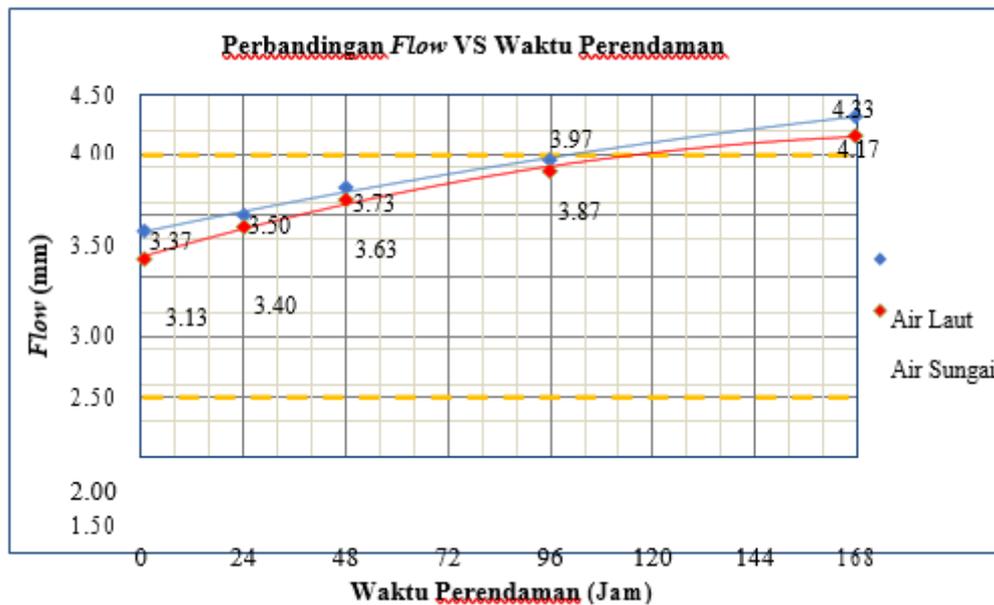
Berdasarkan hasil pengujian nilai stabilitas yang diperoleh pasca perendaman di air sungai dan di air laut semakin menurun. berikut ini adalah Gambar 8 Grafik Hubungan Flow dengan Variasi Waktu Perendaman di air sungai dan di air laut.

Berdasarkan hasil pengujian pasca perendaman di air sungai dan di air laut dilihat bahwa semakin lama benda uji terendam dalam air sungai dan air laut nilai flow meningkat walaupun peningkatannya tidak signifikan. Selanjutnya, hubungan marshall quetiont dengan variasi waktu perendaman di air sungai dan di air laut. Adapun, grafik Gambar 9 hubungan marshall quetiont dengan variasi waktu perendaman.

Semakin lama campuran aspal terendam oleh air sungai dan air laut, maka nilai marshall quetiont semakin menurun. Penurunan nilai marshall quetiont pada



Gambar 7 Grafik hubungan stabilitas vs waktu perendaman di air sungai dan air laut



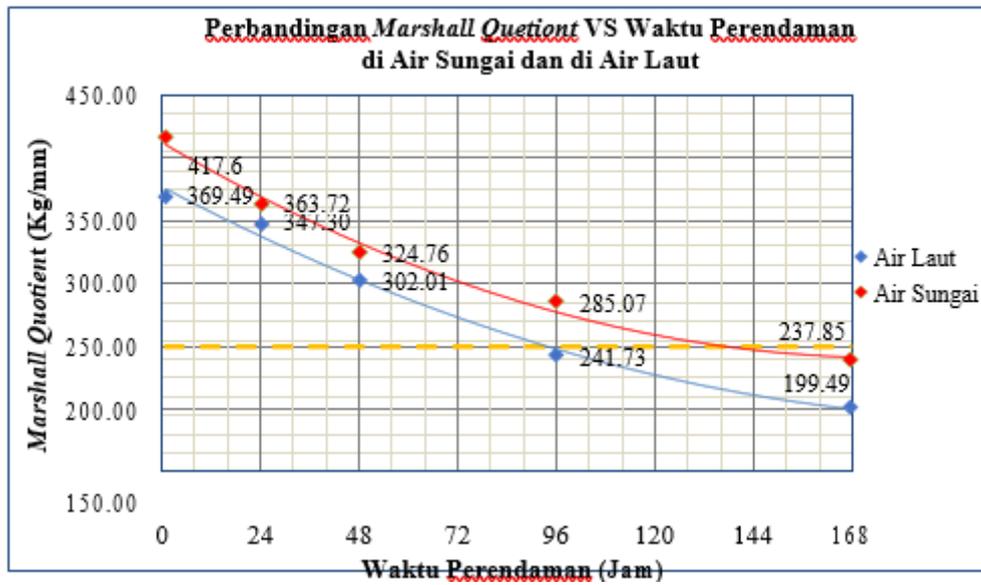
Gambar 8 Grafik hubungan flow vs waktu perendaman di air sungai dan air laut

campuran aspal dikarenakan nilai MQ terhadap nilai stabilitas, di mana nilai stabilitas pada campuran aspal juga menurun akibat lama terendam di air sungai dan di air laut.

**Perbandingan Nilai Stabilitas Sebelum Perendaman terhadap Pasca Perendaman Air Sungai.** Perbandingan nilai stabilitas dari pengujian marshall sebelum perendaman dan pasca perendaman di air sungai dan di air laut. Hasil perbandingan pasca perendaman di air sungai dan di air laut dapat dilihat pada Tabel 6.

Diperlihatkan bahwa nilai stabilitas hasil pengujian marshall semakin lama benda uji terendam oleh air sungai dan air laut nilai stabilitasnya semakin menurun. Untuk lebih jelasnya perbandingan penurunan nilai stabilitas yang terjadi pasca perendaman di air sungai dan di air laut disajikan dalam bentuk Gambar 10.

Penurunan ini terjadi akibat pengaruh beberapa faktor, salah satunya yaitu air laut mengandung banyak garam (NaCl) yang merupakan ion agresif dan mempengaruhi hilangnya ikatan antara agregat dan aspal



Gambar 9 Grafik hubungan MQ vs waktu perendaman di air sungai dan di air laut

Tabel 6 Hasil perbandingan stabilitas sebelum perendaman terhadap pasca perendaman di air sungai dan di air laut

Hasil pemeriksaan	Sebelum perendaman	Pasca perendaman		Perbandingan (%)		Waktu perendaman (jam)
		Air sungai	Air laut	Air sungai	Air laut	
Stabilitas (kg)	1.292,73	1.280,86	1.210,9	0,92	6,33	0,5
		1.213,60	1.185,77	6,12	8,27	24
		1.122,70	1.096,29	13,15	15,20	48
		1.075,94	950,86	16,77	26,45	96
		983,84	857,68	23,89	33,65	168



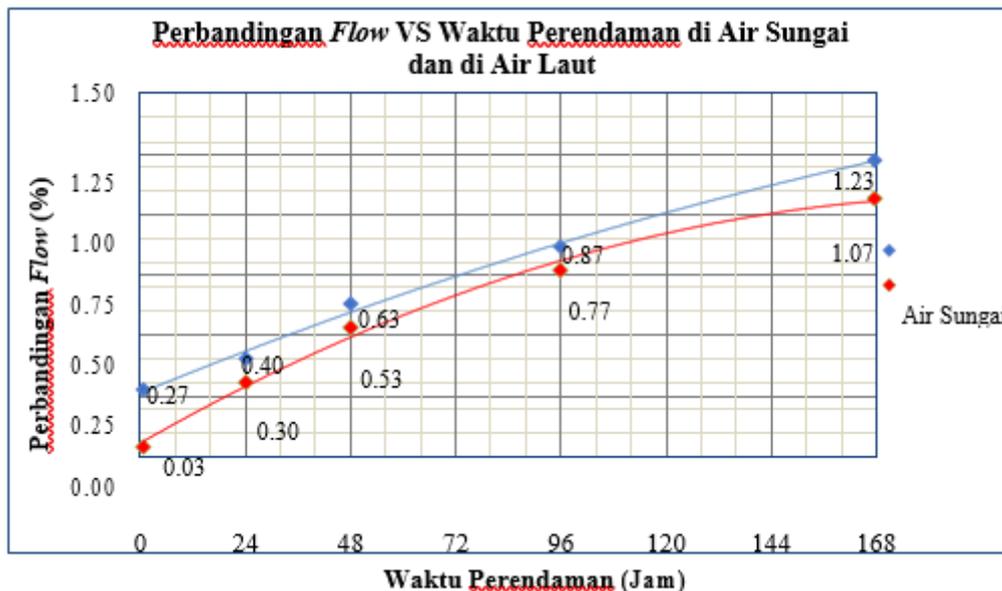
Gambar 10 Grafik hubungan perbandingan nilai stabilitas vs waktu perendaman di air sungai dan di air laut

serta pengaruh lamanya campuran terendam di air sungai dan di air laut.

Hasil analisa dan pembahasan terdapat perbedaan antara nilai *flow* dari pengujian marshall sebelum perendaman terhadap

Tabel 7 Hasil perbandingan *flow* sebelum perendaman terhadap pasca perendaman di air sungai dan di air laut

Hasil pemeriksaan	Sebelum perendaman	Pasca perendaman		Perbandingan (%)		Waktu perendaman (jam)
		Air sungai	Air laut	Air sungai	Air laut	
<i>Flow</i> (mm)	3,10	3,13	3,37	0,03	0,27	0,5
		3,40	3,50	0,30	0,40	24
		3,63	3,73	0,53	0,63	48
		3,87	3,97	0,77	0,87	96
		4,17	4,33	1,07	1,23	168



Gambar 11 Grafik hubungan perbandingan nilai *flow* vs waktu perendaman di air sungai dan di air laut

pasca perendaman di air sungai dan di air laut. Untuk lebih jelasnya hasil perbandingan perendaman di air sungai dan di air laut disajikan dalam bentuk Tabel 7.

Untuk lebih jelasnya hasil perbandingan perendaman di air sungai dan di air laut disajikan dalam bentuk grafik Gambar 11.

Terlihat bahwa perbandingan hasil peningkatan nilai *flow* ini bukan berarti campuran aspal semakin lentur dan fleksibel melainkan terjadi penurunan kinerja campuran aspal tersebut terhadap kemampuannya dalam menahan beban yang diberikan menurun. Karena, kohesi atau gaya tarik menarik aspal telah menurun akibat penuaan atau oksidasi yang terjadi ketika aspal direndam dalam air sungai dan air laut sehingga mempengaruhi sifat karakteristik campuran terutama keuletan ini.

Hal ini ini disebabkan karena besarnya kandungan garam pada air laut dibandingkan air sungai. Sehingga, kecepatan dalam merusak ikatan agregat dengan aspal lebih cepat pada perendaman air laut dibandingkan perendaman pada air sungai.

**Perbandingan Nilai Marshall Quetiont sebelum Perendaman terhadap Pasca Perendaman di Air Sungai dan di Air Laut.** Hasil analisa dan pembahasan pada perbandingan antara nilai marshall *quetiont* dari pengujian marshall sebelum perendaman dan pasca perendaman di air sungai dan di air laut. Untuk lebih jelasnya hasil perbandingan perendaman di air sungai dan di air laut dapat dilihat pada Tabel 8.

Dilihat bahwa nilai marshall *quetiont* mengalami Penurunan akibat nilai stabilitas yang rendah dan kenaikan nilai *flow* pada

Tabel 8 Hasil perbandingan Marshall Quetiont sebelum perendaman terhadap pasca perendaman di air sungai dan di air laut

Hasil pemeriksaan	Sebelum perendaman	Pasca perendaman		Perbandingan (%)		Waktu perendaman (jam)
		Air sungai	Air laut	Air sungai	Air laut	
MQ (kg/mm)	424,14	417,60	369,49	1,54	12,88	0,5
		363,72	347,3	14,24	18,12	24
		324,76	302,01	23,43	28,79	48
		285,07	241,73	32,79	43,01	96
		237,85	199,49	43,92	52,97	168



Gambar 12 Grafik hubungan MQ vs waktu perendaman di air sungai dan di air laut

sampel benda uji yang direndam di air sungai dan di air laut berimbang pada nilai marshall *quetiont*. untuk lebih jelasnya hasil perbandingan nilai marshall *quetiont* dapat dilihat pada Gambar 12.

Diperlihatkan bahwa penurunan nilai marshall *quetiont* terjadi akibat sebanding dengan penurunan nilai stabilitas dan peningkatan nilai *flow* seiring lama waktu perendaman, di mana nilai stabilitas dan *flow* pada perendaman menggunakan air sungai lebih baik dibandingkan dengan menggunakan air laut. Hasil yang telah diperoleh secara keseluruhan dari perbandingan pengujian marshall campuran aspal beton AC-WC pasca perendaman di air sungai dan di air laut menggunakan *filler* semen dengan variasi waktu perendaman menunjukkan bahwa tingkat kekuatan dan keawetan dari campuran aspal beton AC-WC yang telah diuji hanya mampu bertahan selama 48 jam hingga 96 jam. karena, campuran aspal yang terendam selama 168 jam sudah menunjukkan kualitas campuran yang sudah tidak memenuhi syarat

Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 revisi 2. Di mana, dapat dilihat dari hasil pengujian marshall yang menunjukkan adanya penurunan pada nilai stabilitas dan marshall *quetiont* serta terjadi peningkatan pada nilai *flow*.

**5 KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil dari pengujian, menganalisis hasil pengujian marshall pasca perendaman di air sungai dan di air laut untuk mengetahui nilai karakteristik marshall maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

- 1) Hasil pengujian yang dilakukan di Laboratorium pada campuran laston lapis AC-WC pasca perendaman di air sungai dan di air laut diperoleh bahwa air sungai dan air laut sama-sama dapat mengurangi kekuatan dan keawetan pada lapisan aspal. Berdasarkan dari hasil penelitian ini bahwa rendaman yang menggunakan air laut dengan waktu yang lama memiliki pengaruh lebih besar

- sebagai perusak lapisan aspal dibandingkan air sungai.
- 2) Perendaman di air laut sangat berpengaruh besar terhadap karakteristik Marshall dibandingkan di air sungai khususnya terlihat pada nilai stabilitas. Hal ini terlihat pada penurunan nilai stabilitas yang terjadi pasca perendaman di air laut selama 0,5 jam sebesar 1.210,9 kg namun setelah dilakukan perendaman selama 168 jam nilai stabilitasnya menurun sebesar 857,68 kg. sedangkan penurunan nilai stabilitas pasca perendaman di air sungai selama 0,5 jam sebesar 1.280,86 kg dan pasca perendaman di air sungai selama 168 jam nilai stabilitasnya menurun sebesar 983,84 kg. Penurunan nilai stabilitas ini mempengaruhi peranan konstruksi jalan dalam menerima beban lalu lintas.
  - 3) Hasil perbandingan pasca perendaman di air sungai dan di air laut menunjukkan adanya peningkatan nilai *flow* yang terjadi pasca perendaman di air laut selama 0,5 jam sebesar 0,27% namun setelah dilakukan perendaman 168 jam nilai *flow*nya meningkat sebesar 1,23%. sedangkan, peningkatan nilai *flow* pasca perendaman di air sungai selama 0,5 jam sebesar 0,03% dan pasca perendaman selama 168 jam nilai *flow*nya meningkat sebesar 1,07%. Peningkatan nilai *flow* yang terjadi bukan berarti campuran aspal semakin lentur dan fleksibel melainkan terjadi penurunan kinerja campuran aspal terhadap kemampuannya dalam menahan beban yang diberikan menurun.
  - 4) Tingkat kekuatan dan keawetan dari campuran aspal beton AC-WC pasca perendaman di air sungai dan di air laut menggunakan *filler* semen menunjukkan bahwa campuran aspal yang telah dibuat dan diuji hanya mampu bertahan selama 96 jam (4 hari). karena, campuran benda uji pasca perendaman selama 168 jam (7 hari) sudah menunjukkan kualitas campuran yang sudah tidak memenuhi syarat Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 revisi 2.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. S. Muaya, O. H. Kaseke and M. R. E. Manoppo, "Pengaruh terendamnya perkerasan aspal oleh air laut yang ditinjau terhadap karakteristik Marshall," *Jurnal Sipil Statik*, vol. 3, no. 8, pp. 562-570, 2015.
- [2] S. Sukirman, *Beton Aspal Campuran Panas (Edisi Kedua)*, Jakarta: Yayasan Obor Indonesia, 2003.
- [3] S. Sukirman, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Bandung: Penerbit Nova, 1999.
- [4] [BSN] Badan Standarisasi Nasional, "SNI 1969:2016 Metode uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar," Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, 2016.
- [5] [BSN] Badan Standarisasi Nasional, "SNI 2417:2008 Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles," Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, 2008.

