

## KAJIAN DURABILITAS CAMPURAN PERKERASAN ASPAL YANG TERENDAM AIR LAUT DAN AIR TAWAR

I Nyoman Karnata Mataram<sup>1</sup>, I Nyoman Arya Thanaya<sup>2</sup>, dan Yemima Welimince<sup>3</sup>

Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Denpasar

Email: nym.karnata@unud.ac.id

**Abstrak :** Jalan didaerah pesisir pantai bisa tergenang oleh air laut atau air tawar pada saat laut pasang atau pada saat musim hujan. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh air laut dan air tawar terhadap durabilitas perkerasan aspal khususnya campuran AC-WC. Penelitian ini diawali dengan pengujian agregat dan aspal yang digunakan, lalu pembuatan benda uji untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) kemudian dilanjutkan dengan pembuatan benda uji tanpa rendaman yang dibandingkan hasil pengujiannya dengan perendaman yang dilakukan selama 24, 48, dan 72 jam. Hasil pengujian menunjukkan bahwa air laut lebih merusak daripada air tawar, dimana nilai tiap pengujian makin menurun seiring dengan lamanya durasi perendaman yang dilakukan. Diperoleh KAO 6,75%; stabilitas tanpa rendaman 2367,40 kg; untuk perendaman masing-masing 24 jam, 48 jam, dan 72 jam dalam air laut diperoleh stabilitas berturut-turut 2226,48 kg, 2163,36 kg, 2088,76 kg; dan stabilitas pada perendaman dengan air tawar 2272,38 kg, 2186,31 kg, dan 2157,62 kg. Untuk Pengujian Marshall sisa tanpa rendaman 93,08%, untuk perendaman pada air laut selama masing-masing 24 jam, 48 jam, dan 72 jam diperoleh 86,86%, 82,76%; dan 74,73% dan 89,14%, 86,33%, 84,13% pada air tawar. Untuk Pengujian *Cantabro* diperoleh nilai tanpa rendaman 1,37%, untuk perendaman pada air laut selama 24 jam, 48 jam, dan 72 jam diperoleh 2,16%, 3,16%, 6,20%; dan 1,73%, 2,59%, 3,25% pada air tawar. Untuk Pengujian *Indirect Tensile Strength (ITS)* diperoleh nilai tanpa rendaman 251,09 kPa; untuk perendaman pada air laut selama 24 jam, 48 jam, dan 72 jam diperoleh 195,85 kPa, 160,70 kPa, 115,50 kPa; dan 236,02 kPa, 180,78 kPa, 155,67 kPa pada air tawar

**Kata kunci :** Durabilitas, Perkerasan Aspal, Perendaman Air Laut, Perendaman Air Tawar

### ***STUDY OF THE DURABILITY OF ASPHALT PAVEMENT MIXTURE SOAKED IN SEAWATER AND FRESH WATER***

**Abstract:** Roads in coastal areas can be inundated by sea water or fresh water at high tide or during the rainy season. This research was conducted to analyze the effect of sea water and fresh water on the durability of asphalt pavements, especially the AC-WC mixture. This research begins with testing the aggregate and the asphalt used, then the manufacture of the test object to determine the optimal asphalt content (KAO) then continues with the manufacture of the test object without immersion which is compared to the test results with immersion carried out for 24, 48, and 72 hours. The test results show that seawater is more destructive than fresh water, where the value of each test decreases with the length of the immersion duration. KAO obtained 6.75%; stability without immersion 2367.40 kg; for 24 hours, 48 hours, and 72 hours of immersion in seawater, the stability was obtained respectively 2226.48 kg, 2163.36 kg, 2088.76 kg; and stability in immersion in fresh water 2272.38 kg, 2186.31 kg, and 2157.62 kg. For Marshall Test the residue without immersion was 93.08%, for soaking in sea water for 24 hours, 48 hours, and 72 hours respectively, it was obtained 86.86%, 82.76%; and 74.73% and 89.14%, 86.33%, 84.13% in fresh water. For the *Cantabro* test, the value without immersion was obtained 1.37%, for soaking in seawater for 24 hours, 48 hours, and 72 hours, it was obtained 2.16%, 3.16%, 6.20%; and 1.73%, 2.59%, 3.25% in fresh water. For the *Indirect Tensile Strength (ITS)* test, the non-immersion value obtained was 251.09 kPa; for soaking in seawater for 24 hours, 48 hours, and 72 hours, it was obtained 195.85 kPa, 160.70 kPa, 115.50 kPa; and 236.02 kPa, 180.78 kPa, 155.67 kPa in fresh water

**Keywords :** Durability, Asphalt Pavement, Seawater Immersion, Freshwater Immersion

## PENDAHULUAN

Kerusakan jalan bisa terjadi akibat kelelahan dimana aspal yang makin mengeras mudah retak, sehingga perlu diberi bahan peremaja (Yasa, 2019 dan Krisnanda, 2020). Selain itu, Indonesia mempunyai daerah perairan yang lebih besar daripada luas daratan, hal ini menyebabkan beberapa akses jalan didaerah pesisir pantai Indonesia tergenang oleh air laut. Akses jalan di Indonesia juga rawan terendam air pada saat musim hujan, untuk itu sangat diperlukan penelitian untuk mengetahui pengaruh air terhadap perkerasan jalan. Kerusakan konstruksi jalan yang diakibatkan oleh genangan air dibadan jalan dapat berupa pelepasan butiran perkerasan jalan yang menyebabkan kinerja jalan menjadi menurun dan umur jalan menjadi lebih singkat, buruknya sistem drainase juga merupakan salah satu penyebab terjadinya masalah genangan dan limpahan air dibadan jalan. Saat musim hujan tiba, belasan hingga puluhan kilometer perkerasan jalan yang ada di Indonesia terendam akibat banjir khususnya pada daerah yang memiliki curah hujan yang tinggi. Untuk itu, diperlukan sebuah penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh hal tersebut terhadap perkerasan jalan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh air laut dan air tawar serta pengaruh variasi waktu rendaman terhadap durabilitas dan karakteristik campuran aspal AC-WC.

### Air Tawar

Air tawar merupakan air yang tidak memiliki rasa yang merupakan air yang mengandung larutan garam dan mineral dengan jumlah yang sedikit. Selain itu, air tawar juga merupakan air yang aman untuk dikonsumsi oleh manusia. Hal ini dikarenakan Air Samudera dan lautan merupakan air yang tersusun dari garam *natrium chlorida* (NaCl) dengan jumlah yang banyak sehingga mengakibatkan rasanya asin dan tidak dapat dikonsumsi oleh manusia karena dapat menyebabkan penyerapan cairan tubuh dalam darah lewat lambung (Fahmi dkk, 2017).

### Air Laut

Air laut merupakan sekumpulan air asin dan memiliki wilayah yang paling luas di

permukaan bumi, yaitu sekitar 70% dari permukaan dunia. Air laut merupakan jenis air yang memiliki sifat korositas yang agresif. Air laut mengandung kadar garam (salinitas) rata-rata sebesar 3,5%, yang berarti setiap satu liter air laut mengandung 35 gram garam yang terlarut. Beberapa jenis garam utama yang terkandung dalam air laut diantaranya klorida (55%), natrium (31%), sulfat (8%), magnesium (4%), kalsium (1%), potasium (1%) dan sisanya (kurang dari 1%) terdiri dari bikarbonat, bromida, asam borak, strontium dan florida (Hunggurami dkk, 2014). Pelapukan batuan di darat, sirkulasi lubang-lubang hidrotermal di lautan dalam, dan gas-gas vulkanik merupakan tiga sumber utama dari garam-garam yang ada di laut.

## METODE PENELITIAN

### Persiapan alat dan Bahan

Alat pada penelitian ini menggunakan fasilitas pada Laboratorium Jalan Raya Teknik Sipil Universitas Udayana. Adapun bahan yang digunakan adalah aspal dan agregat Tabanan yang didapat di PT. Probocindo.

### Pengujian Awal, Pembuatan Benda Uji, dan Pengujian sampel

Pengujian awal berupa pengujian agregat kasar, agregat halus, filler dan aspal. Pembuatan benda uji dilakukan untuk menentukan Kadar Aspal Optimum, Setelah diperoleh KAO dilanjutkan dengan Pembuatan benda uji pada KAO sebanyak 78 buah untuk dilakukan perendaman pada variasi durasi perendaman 24, 48 dan 72 jam. Selanjutnya benda uji diuji *Marshall*, *Cantabro* dan *Indirect Tensile Strength (ITS)*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Agregat

Hasil uji agregat disajikan pada Tabel 1. Dari pengujian agregat kasar, halus dan filler memenuhi Spesifikasi (Kementerian PUPR, 2018).

### Hasil Uji Aspal

Hasil uji aspal ditunjukkan pada Tabel 2. Dimana hasil uji memenuhi spesifikasi.

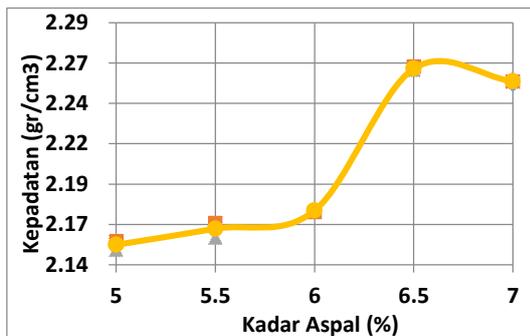
Tabel 1. Hasil pengujian agregat kasar, halus dan filler

Jenis Pengujian	Hasil	Spec
<b>Agregat Kasar</b>		
Berat Jenis & Penyerapan Agregat Kasar	Bulk 2,58 SSD 2,66 Apparent 2,79 Penyerapan 2,89 %	- - - Maks. 3 %
<b>Agregat Halus</b>		
Berat Jenis & Penyerapan Agregat Halus	Bulk 2,54 SSD 2,56 Apparent 2,59 Penyerapan 0,8 %	- - - Maks. 3 %
<i>Sand Equivalent</i>	80,5 %	Min. 60%.
<b>Filler</b>		
Berat jenis filler	2,44%	-

Tabel 2. Hasil pengujian aspal

Pengujian	Hasil	Spesifikasi
Penetrasi	66,3	60 – 70
Titik Nyala & Bakar	254°C	≥ 232°C
Titik Lembek	49°C	≥ 48 °C
Berat Jenis	1,092	Min. 1,0
Daktilitas	150 cm	Min. 100 cm
Kehilangan Berat Aspal	0,587 %	Maks. 0,8 %

**Hubungan Kadar Aspal dengan Kepadatan**

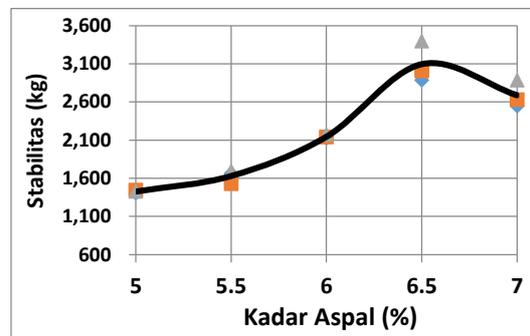


Gambar 1. Grafik hubungan kadar aspal dengan kepadatan

Pada Gambar 1 nilai kadar aspal 5% hingga 6,5% memiliki nilai kepadatan yang meningkat, karena semakin tinggi kadar aspal maka campuran semakin mudah dipadatkan sehingga mencapai maksimum. Namun, pada kadar aspal 7% grafik kepadatan menurun dikarenakan kadar aspal yang semakin tinggi menyebabkan berat jenis campuran semakin rendah.

**Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas**

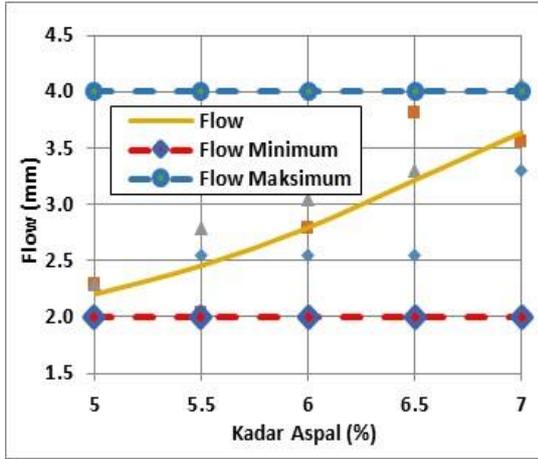
Gambar 2 menunjukkan stabilitas maksimum yang diperoleh pada penelitian ini terdapat pada kadar aspal 6%. Dimana nilai stabilitas meningkat dari kadar aspal 5% hingga 6% lalu menurun hingga kadar aspal 7%. Hal tersebut mengindikasikan bahwa pada kadar aspal yang rendah material pada campuran cenderung kaku dan sulit dipadatkan sehingga sifat saling menguncinya berkurang. Pada kadar aspal yang mendekati optimum nilai stabilitas mencapai maksimum karena agregat *interlock*nya semakin baik. Lalu menurun di kadar aspal 6,5% dan 7% dikarenakan penggunaan aspal berlebih sehingga aspal tidak efektif dalam menyelimuti agregat. Semakin tebal selimut aspal, agregat *interlock*nya semakin berkurang dan campuran akan semakin plastis.



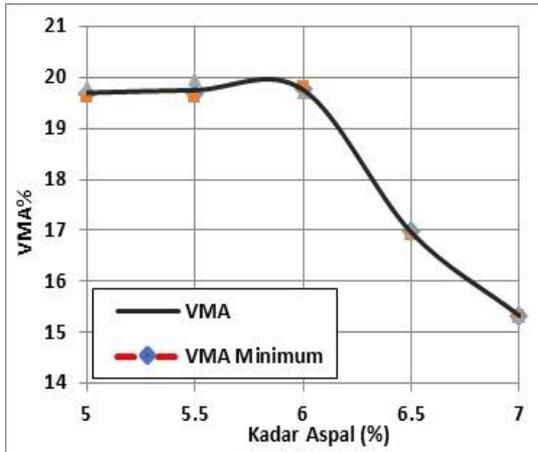
Gambar 2. Grafik hubungan kadar aspal dan stabilitas

**Hubungan Kadar Aspal dengan Flow dan Marshall Quotient (MQ)**

Nilai flow yang diperoleh dari penelitian ini memenuhi spesifikasi kecuali pada kadar aspal 5%. Flow meningkat dari kadar aspal 5% hingga 6% lalu menurun di kadar aspal 6,5% hingga 7%. Dilihat dari hasil uji laboratorium bahwa campuran tergolong plastis dan akan lebih mampu mengikuti perubahan bentuk akibat pembebanan seperti pada Gambar 3. Pada Gambar 4 nilai *Marshall Quotient* cenderung menurun seiring bertambahnya kadar aspal karena nilai stabilitas yang terus meningkat.

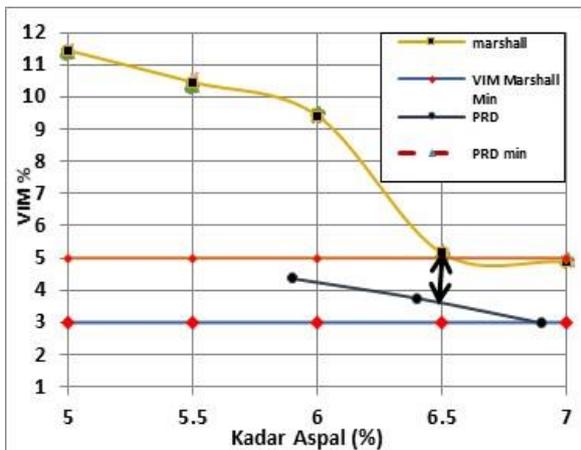


Gambar 3. Grafik hubungan kadar aspal dengan Flow



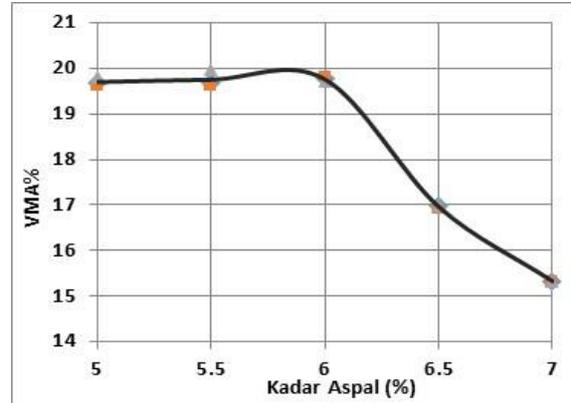
Gambar 4. Grafik hubungan kadar aspal dengan MQ

Gambar 5 menunjukkan bahwa semakin bertambahnya kadar aspal yang digunakan maka nilai VIM semakin menurun, hal tersebut disebabkan oleh rongga udara didalam campuran terisi oleh aspal.



Gambar 5. Grafik hubungan kadar aspal dengan VIM

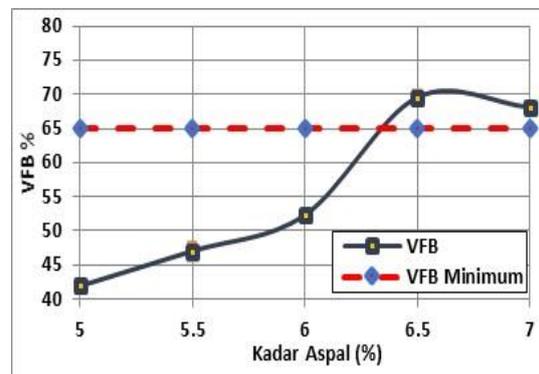
Gambar 6 menunjukkan bahwa nilai VMA menurun seiring bertambahnya kadar aspal. Nilai kepadatan campuran akan meningkat jika nilai VMA menurun, begitu juga sebaliknya. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai VMA minimu 15%, telah memenuhi spresifikasi.



Gambar 6. Grafik hubungan kadar aspal dengan VMA

### Hubungan Kadar Aspal dengan Rongga Udara Terisi Aspal

Gambar 7 menunjukkan nilai VFB atau Rongga Udara terisi aspal memenuhi spesifikasi pada kadar aspal 6,5 % dan 7%. Pada gambar menunjukkan bahwa nilai VFB semakin meningkat seiring bertambahnya kadar aspal. Hal tersebut dikarenakan semakin banyak kadar aspal yang digunakan maka semakin meningkat rongga dalam campuran yang terisi oleh aspal.



Gambar 7. Grafik hubungan kadar aspal dengan VFB

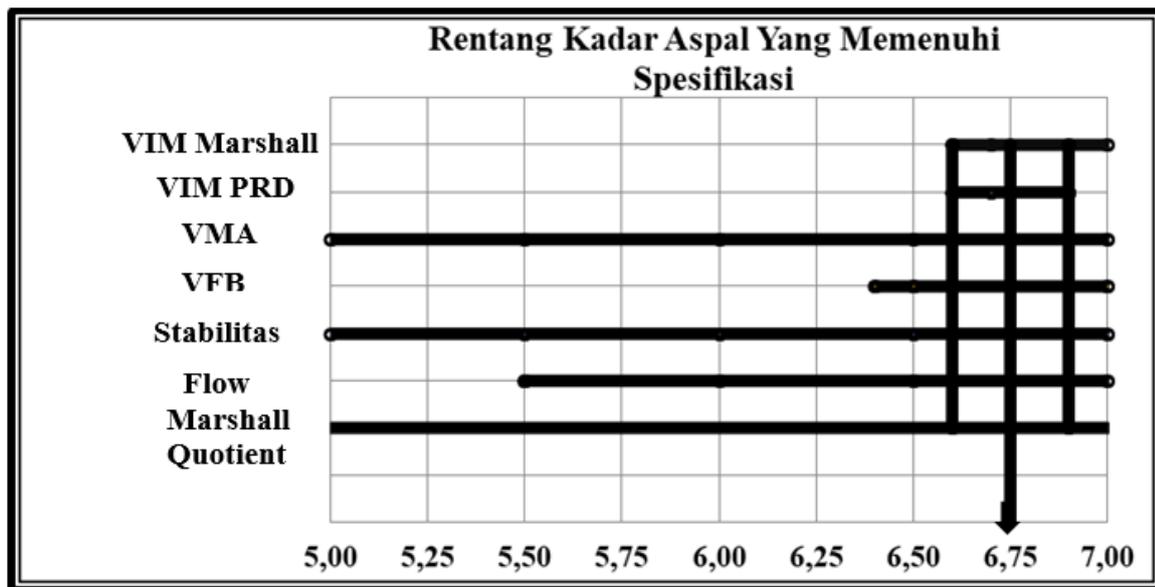
**Karakteristik Campuran AC-WC**

Dari hasil uji *Marshall* diperoleh hasil Karakteristik Campuran AC-WC seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik Campuran AC-WC

Karakteristik Campuran		Kadar Aspal (%)					Persyaratan Campuran
		5	5,5	6	6,5	7	
Stabilitas	(Kg)	1426,47	1630,25	2145,37	3096,35	2668,79	Min. 800
Flow	(mm)	2,20	2,46	2,79	3,22	3,64	Min.2
MQ	(kg/mm)	649,69	671,72	771,56	984,69	740,67	Min. 250
VIM Marshall	(%)	11,45	10,46	9,42	5,16	4,89	3,0-5,0
VMA	(%)	19,70	19,75	19,76	16,96	15,33	Min. 15
VFB	(%)	41,89	47,03	52,32	68,58	68,11	Min. 65
Kepadatan	(gr/cm <sup>3</sup> )	2,15	2,16	2,17	2,26	2,25	

**Penentuan Kadar Aspal Optimum**



Gambar 8. Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum dengan cara *Barchart* karakteristik campuran AC-WC dengan variasi kadar aspal diperoleh 6,75%, seperti disajikan pada Gambar 8. Diperoleh hasil yang sedikit diatas kadar aspal rencana yaitu 6%.

**Analisis Stabilitas Campuran AC-WC Pada Kadar Aspal Optimum setelah direndam**

Hasil ini diasjikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Stabilitas

No.	Durasi Perendaman (Jam)	Stabilitas (Kg)	
		Air Laut	Air Tawar
1	0	2367,40	2367,40
2	24	2226,48	2272,38
3	48	2163,36	2186,31

4	72	2088,76	2157,62
---	----	---------	---------

Pengujian Stabilitas bertujuan untuk mengetahui kemampuan suatu campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadi kelelahan plastis. Hasil pengujian stabilitas dapat dilihat pada Tabel 4.

Dari Hasil Pengujian Stabilitas, diperoleh semakin lama perendaman terutama pada air laut, stabilitas yang diperoleh semakin menurun, akan tetapi dengan durasi

perendaman yang diberikan masih menghasilkan stabilitas yang sesuai spesifikasi yaitu minimum 800 kg (Kementerian PUPR, 2018). Hasil pengujian juga berbanding lurus dengan Penelitian sebelumnya tentang pengaruh variasi waktu

### Analisis Karakteristik Campuran AC-WC Pada Kadar Aspal Optimum setelah direndam dengan Uji *Cantabro*

Pengujian *Cantabro* bertujuan untuk mengevaluasi campuran beraspal terhadap

rendaman air laut terhadap campuran beraspal HRS-WC oleh Maulana dkk. (2014) dan Djemma (2003).

disintegrasi yaitu pelepasan butiran agregat akibat menurunnya kelekatan aspal karena pengaruh suhu maupun air. Hasil uji nya disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian *Cantabro*

NO.	Kadar Aspal	Durasi Perendaman	Nilai <i>Cantabro</i> (%)		Max
	%	Jam	Air Tawar	Air Laut	%
A	B	C	D	E	
1	6,75	0	1,37	1,37	16
2	6,75	24	1,73	2,16	16
3	6,75	48	2,59	3,16	16
4	6,75	72	3,25	6,20	16

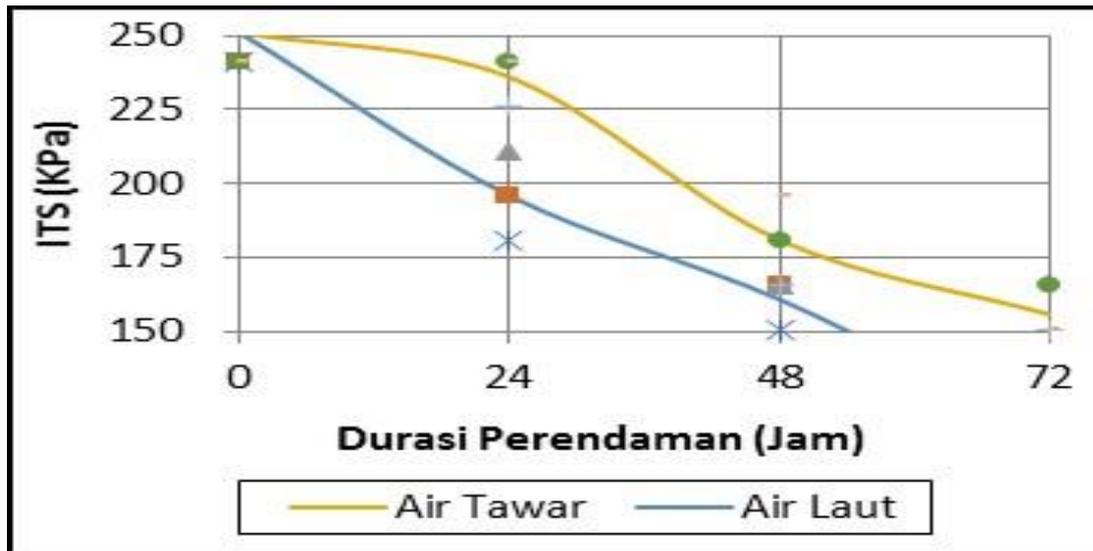
Dari hasil pengujian *Cantabro* pada Tabe 5, diperoleh hasil semakin lama perendaman yang dilakukan, maka semakin besar benda uji mengalami kehilangan berat. Perendaman pada air laut lebih merusak karena pada hasil pengujian terlihat kehilangan berat pada benda uji perendaman

### Analisis Nilai Indirect Tensile Strength (ITS) Campuran AC-WC Pada Kadar Aspal Optimum

Pengujian ITS (*Indirect tensile strength*) bertujuan untuk mendapatkan nilai kuat tarik tidak langsung dari Campuran Perkerasan.

air laut lebih besar dibandingkan air tawar, namun hasilnya masih lebih kecil dari nilai yang direkomendasi 16% (Hamzah et. all, 2010). Hasil penelitian sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Mansur dan Bakri (2016).

Hasil pengujian ITS menunjukkan bahwa nilai ITS semakin kecil seiring dengan lama perendaman dan dapat dilihat bahwa air laut lebih menyebabkan penurunan kekuatan yang lebih besar daripada air tawar. Hasil Uji ini dajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil uji ITS

Lama perendaman dan jenis air rendaman mengakibatkan pengaruh terutama terhadap daya lekat aspal yang semakin menurun sehingga nilai kuat tarik menurun seiring dengan lama perendaman (Ahmad, 2010). Hal ini sejalan dengan hasil uji stabilitas Marshall, dimana air laut berpengaruh lebih besar terhadap penurunan stabilitas (Tabel 4) sesuai juga dengan penelitian Syaifuddin (2017).

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisis, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Karakteristik Marshall pada kadar aspal optimum 6,75% diperoleh nilai stabilitas 2461,73 Kg, nilai *Flow* 3,30 mm, *Marshall Quotient* 881,08 kg/mm, VIM 4,64 %, VMA 15,15 %, VFB 70,14 %, nilai karakteristik yang diperoleh memenuhi spesifikasi.
2. Perendaman dengan air laut berpengaruh lebih buruk pada Stabilitas *Marshall*, *Cantabro* dan *ITS*.

## DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, M. 2010. *Kajian Karakter Indirect Tensile Strength Asphalt Concrete*  
 Krisnanda, I.B.Y. 2020, Studi Karakteristik Campuran AC-WC Menggunakan

*Recycle Dengan Campuran Aspal Penetrasi 60 / 70 Dan Residu Oli Pada Disusun Oleh : Kajian Karakter Indirect Tensile Strength Asphalt Concrete Recycle Dengan Campuran Aspal Penetrasi 60 / 70 Dan Re.* 1–71.

Fahmi, R., Saleh, S. M., & Isya, M. 2017. Pengaruh Lama Rendaman Air Laut Terhadap Durabilitas Campuran Aspal Beton Menggunakan Aspal PEN . 60 / 70 yang disubsitusi Limbah Plastik Ethylene Vinyl Acetate (EVA). *Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala*, 6(3), 271–282.

Hamzah, M. O., Hasan, M. R. M., Che Wan, C. N., and Abdullah, N. H., A. 2010. Comparative Study on Performance of Malaysian Porous Asphalt Mixes Incorporating Conventional and Modified Binders. *Journal of Applied Sciences* 10 (20), pp 2403-2410, 2010  
<http://www.h-a-d.hr/pubfile.php?id=619>, visited on 26/02/2017

Hunggurami, E., Utomo, S., Wadu, A. 2014. Pengaruh Masa Perawatan (Curing) Menggunakan Air Laut Terhadap Kuat Tekan Dan Absorpsi Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, 3(2), 103–110.

Garukan Perkerasan Jalan Lama Dengan Peremaja Minyak Babi. *Tugas*

- Akhir. Progam Studi Sarjana Teknik Sipil, FT Unud.
- Kementerian Pekerjaan Umum RI - Ditjen Bina Marga. 2018. *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*. Edisi 2018, Divisi 6 Perkerasan Aspal.
- Mansur, A. Z., Bakri, M. D. 2016. Pengaruh Rendaman Air Laut Dan Air Tawar Dengan Pada Campuran Aspal. *Tugas Akhir*, Universitas Tarakan.
- Maulana, A., Erwan, K., & Sulandari, E. 2014. Karakteristik Kekuatan Campuran Beraspal Akibat Air Laut. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*.
- Djemma, U. A. 2003. Pengaruh waktu perendaman air laut terhadap mutu perkerasan Hot Rolled Sheet a (HRS a). 185–196. Tugas Akhir. Tugas Akhir. Progam Studi Sarjana Teknik Sipil, FT, Univ. Tanjungpura..
- Syaifuddin, S. 2017. Studi Durabilitas Aspal Beton Terhadap Infiltrasi Air Laut. Portal: *Jurnal Teknik Sipil*.  
<https://doi.org/10.30811/portal.v2i2.488>
- Yasa, R.S. 2019. Studi Karakteristik Campuran AC-WC Menggunakan Garukan Perkerasan Jalan Lama Dengan Peremaja Oli Bekas. Tugas Akhir. Progam Studi Sarjana Teknik Sipil, FT Unud..



