

Artikel Penelitian (Teknik Sipil)

Analisis Pengaruh Rendaman Air Laut dan Air Tawar pada Campuran Aspal (AC-WC) dengan Uji Marshal Test

Ahmad Bima Nusa, Marwan Lubis, Tubagus Hutriadi

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Sumatera Utara, Medan, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 06 Desember 2024

Revisi Akhir: 24 Januari 2025

Diterbitkan Online: 25 Januari 2025

KATA KUNCI

Perkerasan Jalan Aspal (AC-WC)

Air Laut dan Air Tawar

Aspal Penetrasi 60/70

Karakteristik Marshal Test

KORESPONDENSI

Phone: +62 823-7079-7704

E-mail: tubagushutriadi17@gmail.com

A B S T R A K

Air laut memiliki sifat korosifitas dan tingkat keasaman air yang tinggi karena air laut memiliki kadar garam (salinitas) di dalamnya. Jalan yang tergenangi air laut dapat berpengaruh terhadap kekuatan dan stabilitas pada struktur perkerasan jalan sehingga berpotensi terjadinya penurunan kualitas jalan. Dari hal tersebut dapat dikatakan bahwa (genangan) air laut atau air tawar sama - sama menyebabkan kerusakan dan mengurangi keawetan pada konstruksi jalan terutama pada lapisan aspal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan nilai karakteristik Marshall antara rendaman air laut dan air tawar. Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga dengan menggunakan Aspal penetrasi 60/70 dengan durasi rendaman 24 jam dan 48 jam, dari hasil rendaman tersebut maka dapat diperoleh nilai karakteristik Marshall. Setelah penyelidikan data dari hasil uji laboratorium di dapatkan nilai stabilitas Marshall dengan rendaman menggunakan air laut yaitu 4791,65Kg dan menggunakan air tawar 5547,93Kg dengan durasi rendaman 24 jam sehingga nilai tersebut memiliki deviasi sebesar 13,63%. Perbandingan nilai stabilitas dengan durasi rendaman selama 48 jam menggunakan air laut yaitu 3495,91Kg dan menggunakan air tawar 4065,49Kg sehingga nilai tersebut memiliki deviasi sebesar 14,01%. Berdasarkan hasil data tersebut dapat disimpulkan bahwa pengaruh akibat dari rendaman air laut dan air tawar dapat mengurangi tingkat kekuatan, keawetan dan kelelahan pada aspal, semakin lama durasi rendaman pada aspal maka semakin berkurang tingkat kualitas jalan.

PENDAHULUAN

Jalan raya merupakan sarana transportasi yang berperan penting dalam berbagai aktivitas masyarakat di suatu daerah perkotaan dan pedesaan. Kontruksi jalan yang berkualitas baik dapat memberikan pelayanan pada pengguna jalan dan memperlancar distribusi angkutan barang atau jasa, sehingga dapat meningkatkan perekonomian suatu daerah, kota dan negara.

Penyebab terjadinya kerusakan pada jalan raya di akibatkan oleh beban lalu lintas kendaraan yang berat, cuaca yang buruk sering terjadinya genangan air pada permukaan jalan dan akibat buruknya pembangunan pada kontruksi jalan tersebut, Sampai saat ini air masih dikenal sebagai musuh utamanya aspal, terutama di daerah pesisir yang berdekatan dengan laut. Secara umum air laut memiliki sifat korosifitas dan tingkat keasaman yang sangat tinggi. Jalan yang tergenangi oleh air laut akan berpengaruh terhadap kekuatan dan stabilitas pada struktur perkerasan jalan sehingga berpotensi akan terjadinya penurunan kualitas jalan.

Air laut merupakan air yang berasal dari laut atau samudera yang memilikikandungan garam dan rata-rata kandungan garam pada air laut di dunia sebesar 3,5%. Perbedaan utama antara air laut dan air tawar adalah, adanya kandungan garam dalam air laut, sedangkan pada air tawar tidak mengandung garam. Selain faktor air, faktor suhu juga berperan besar mempengaruhi perkerasan jalan beraspal panas. Rata-rata suhu permukaan air laut di Indonesia berkisar 26°C-30°C.

Berdasarkan permasalahan di atas penulis melihat bahwa genangan air laut dan air tawar sama-sama dapat menyebabkan kerusakan atau mengurangi keawetan pada konstruksi jalan di daerah pesisir pantai, terutama pada lapisan aspal. Kondisi seperti ini dapat mengakibatkan kenyamanan pengguna jalan menjadi terganggu dan menghambat pergerakan distribusi barang dan jasa, maka perlu dilakukan penelitian uji laboratorium untuk mengetahui sejauh mana pengaruh dan perbedaan nilai yang diperoleh dengan melakukan uji Marshall Test dengan aturan Standar Nasional Indonesia (SNI) dari rendaman air laut dan air tawar terhadap kualitas campuran beraspal panas.

TINJAUAN PUSTAKA

Konstruksi Jalan Raya

Perkerasan jalan raya merupakan suatu komponen yang sangat penting dalam memenuhi kelancaran pergerakan lalu lintas. Perkerasan jalan yang digunakan pada umumnya terdiri atas tiga jenis yaitu perkerasan lentur, perkerasan kaku dan perkerasan komposit. Diantara ketiga jenis perkerasan tersebut yang paling dominan di gunakan adalah jenis perkerasan lentur (*Flexible Pavement*).

Lapis perkerasan lentur itu terdiri dari beberapa lapisan yaitu:

1. Lapis Permukaan (*surface course*)
Lapisan Permukaan adalah lapisan paling atas jalan atau lapisan aus (*Wearing Course*) yang berfungsi untuk menahan beban roda kendaraan dan melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca yang buruk.
2. Lapis Pondasi (*Base Course*)
Lapisan Pondasi adalah lapisan yang terletak diantara lapis paling atas dan lapisan pondasi bawah atau dengan tanah dasar bila tidak menggunakan lapis pondasi bawah. Lapisan pondasi berfungsi Sebagai bagian perkerasan yang menahan beban roda kendaraan dan Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan.
3. Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)
Lapis Pondasi Bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis pondasi dan tanah dasar. Fungsi lapis pondasi bawah sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda kendaraan, Untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapis pondasi.
4. Tanah Dasar (*Sub Grade*)
Tanah Dasar adalah permukaan tanah yang di padatkan dengan kedalaman tertentu umum nya berfungsi sebagai permukaan galian atau permukaan timbunan, yang dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Semakin bagus kualitas tanah dasar maka semakin bagus daya dukung tanah terhadap beban roda kendaraan. (Suprpto,2004).

Lapisan Aspal Beton (Laston)

Lapisan aspal beton (laston) merupakan salah satu jenis lapisan aspal yang ada di Indonesia. lapisan aspal beton laston atau dikenal dengan nama *Asphalt Concrete* (AC-WC), yaitu lapisan paling atas jalan, aspal bergradasi menerus yang umum digunakan untuk jalan dengan beban lalu lintas yang cukup berat. Karakteristik beton aspal yang terpenting pada campuran ini adalah stabilitas (Waani,2013).

Aspal

Aspal merupakan material berwarna hitam atau coklat, pada temperature ruang bentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai temperature suhu tertentu, aspal dapat menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton atau dapat dimasukan kedalam pori-pori yang ada pada penyemprotan/penyiraman pada perkerasan macadam atau peleburan. Jika temperature mulai turun maka aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (sifat termoplastis) (Silvia Sukirman, 1999).

Kandungan Aspal

Aspal merupakan unsur hidokarbon yang sangat kompleks, sangat sukar untuk memisahkan molekul-molekul yang membentuk aspal tersebut. Disamping itu setiap sumber dari minyak bumi menghasilkan komposisi molekul yang berbeda. Komposisi aspal terdiri dari *asphaltenes* dan *metanes*.

Jenis- Jenis Aspal

Aspal yang digunakan sebagai bahan perkerasan jalan terdiri dari aspal alamdan aspal buatan, berikut ini jenis-jenis aspal dalam pekerasan jalan :

1. Aspal Alam

Aspal Alam Merupakan aspal yang berasal dari proses alamiah, terdiri dari aspal danau (aspal dari Bermudez, Trinidad) dan aspal gunung (aspal dari pulau Buton).

2. Aspal Buatan

Aspal Buatan dibuat dari minyak bumi, sebagai bahan baku pada umumnya minyak bumi yang banyak mengandung aspal dan sedikit paraffin.

Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lain berupa hasil alam atau buatan berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton dan aspal. Menurut ukurannya agregat terbagi dua yaitu agregat kasar dan agregat halus.

Selain itu agregat juga dibagi berdasarkan ukuran butirannya menurut Bina Marga Tahun 2018 yaitu:

1. Agregat Kasar yaitu yang tertahan saringan No. 4 (4,75mm)
2. Agregat halus yaitu yang lolos saringan No.4 (4,75mm) dan tertahan saringan No.200
3. Bahan pengisi atau *filler* termasuk agregat halus yang sebagian besar lolos saringan No.200.

Agregat Kasar

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga 2018 Agregat kasar untuk rancangan campuran Lapisan Aspal Laston (AC-WC) adalah Agregat yang lolos saringan No. 3/4 (19 mm) dan tertahan ayakan No.4 (4,75 mm) yang dilakukan secara kering dan harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan sesuai dengan ketentuan yang di syaratkan.

Agregat Halus

Menurut persyaratan Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga 2018, agregat halus dari sumber bahan manapun harus terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No.8 (2,36 mm) dan tertahan di saringan No.200 (0,075 mm). Selain itu agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya.

Bahan Pengisi Filler

Bahan pengisi filler terdiri dari batu kapur, debu dolomite, semen portland, abu terbang, debu tanur tinggi pembuat semen atau bahkan mineral tidak plastis lainnya. Bahan pengisi mikro agregat ini harus lolos saringan No. 200 (0,075 mm) (Koçkal & Köfteci, 2016).

Air

Air adalah suatu zat cair yang tidak mempunyai rasa, bau dan warna dan terdiri dari hydrogen dan oksigen dengan rumus kimia H₂O. Air dapat berupa air tawar dan air asin (Air Laut). Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki perairan terbanyak di dunia. Di dalam lingkungan alam Proses Perubahan wujud, gerakan aliran air (di permukaan tanah, di dalam tanah dan di udara) dan sejenis air mengikuti suatu siklus keseimbangan dan dikenal dengan istilah siklus hidrologi (Kodoatie dan Sjarif 2010).

Air Laut

Air laut merupakan air yang berasal dari laut, memiliki rasa asin dan memiliki kadar garam (*salinitas*) yang tinggi dimana air laut di dunia memiliki rata-rata 3,5% salinitas. Hal ini membuktikan bahwa setiap 1 liter air laut memiliki kadar garam 35gram yang terlarut di dalamnya. Kandungan terdapat pada air laut sebelum diolah menjadi garam adalah natrium klorida (NaCl). Adapun kandungan kecil dari unsur air laut seperti magnesium sulfat (MgSO₄), magnesium klorida (MgCl₂), kalsium klorida (KCl), gipsum (CaSO₄·H₂O), dan kalsium karbonat (CaCO₃) (Peureulak 2009).

Dalam penelitian kali ini menggunakan air laut dari Pantai Olo Bagan Deli Belawan, yang mana setiap daerah pesisir pantai memiliki kadar garam yang berbeda tingkat (*salinitas*) garam pada air laut di pantai olo sebesar 2,2% hasil penelitian uji kadar garam air laut dengan pengujian kristalisasi penguapan air laut menjadi garam.

Air Tawar

Menurut Nawawi, 2001 Air tawar adalah air dengan kadar garam dibawah 0,5 ppt. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengadiln Kualitas Air dan Pengadiln Kualitas Pencemaran, Bab I Ketentuan Umum pasal 1, Air tawar adalah semua air yang terdapat diatas dan dibawah permukaan tanah, kecuali air laut, air fosil, dan air limbah yang tidak memiliki rasa dan bau.

METODOLOGI

Metode yang diterapkan pada penelitian ini adalah metode *research study* atau eksperimen di laboratorium jalan raya. pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan hasil dari perbandingan nilai Rendaman Air Laut dan Air Tawar dengan durasi rendaman 24 Jam dan 48 Jam Pada Campuran Aspal (AC-WC) dengan Aspal Penetrasi 60/70. Dalam penelitian ini agar tidak menyalahi aturan maka penelitian ini berpedoman kepada spesifikasi Bina Marga 2018 Devisi 6 seksi 6, dalam hal tersebut mengacu juga pada standar nasional Indonesia (SNI, ASTM dan AASTHO).

Tempat Penelitian

Tempat penelitian pengujian pengaruh rendaman air laut dan air tawar dengan durasi rendam 24 jam dan 48 jam pada campuran aspal laston (AC-WC) dengan Aspal Penetrasi 60/70. Pengujian Penelitian di lakukan di Laboratorium jalan raya Teknik Sipil Universitas Islam Sumatera Utara.



Gambar 1. Tempat di laksanakan Penelitian

Bahan Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan menggunakan material-material yang berasal dari daerah setempat. Dalam penelitian ini, pengujian bahan-bahan dilakukan dengan Acuan spesifikasi bina marga 2018 dan Sesuai SNI. adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini :

1. Agregat Kasar berasal dari Panglong Selamat Jaya
2. Agregat Halus berasal dari Panglong Selamat Jaya
3. Aspal Minyak Pen 60/70, PT Rapi Arjasa
4. Air Laut berasal dari Pantai Olo Bagan Deli Medan Belawan.

Tahapan Penelitian

Adapun tahapan - tahapan penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini mulai dari awal sampai akhir dijelaskan sebagai berikut:

Persiapan Penelitian

Persiapan yang dilakukan yaitu persiapan pustaka dan perencanaan penelitian, bahan penelitian, dan alat-alat yang digunakan dalam penelitian. Persiapan bahan ini meliputi (aspal, agregat kasar, agregat medium, agregat halus, dan filler) dan kemudian menyiapkan bahan-bahan tersebut sebelum diuji dan digunakan dalam campuran beraspal.

Pengujian Bahan

1. Pengujian Agregat
2. Pengujian Aspal
3. Pengujian Kadar Garam Air Laut

Perencanaan Campuran Aspal (AC-WC)

1. Pembuatan Sampel
2. Pengujian Menggunakan Alat Marshall Test

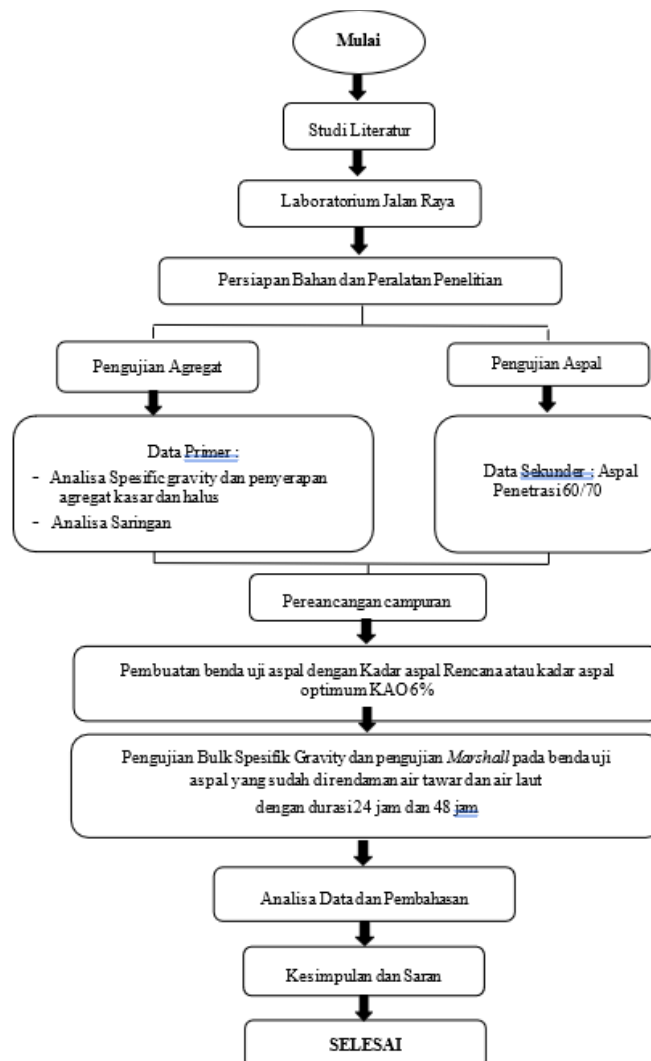
Analisa dan Pembahasan Data Penelitian

Pada tahap ini, data yang telah diperoleh dari hasil pengujian, kemudian dianalisa untuk mendapatkan suatu pembahasan yang dilakukan pada penelitian ini:

1. Data sekunder adalah data yang digunakan dari benda uji material yang telah dilakukan perusahaan dan diuji dibalai pengujian material. Dimana data sekunder aspal pertamina penetrasi 60/70 saya dapatkan dari PT.RAPI ARJASA
2. Data primer adalah data yang didapatkan saat melakukan penelitian di laboratorium Universitas Islam Sumatera Utara dimana data-data tersebut adalah:
 - a. Data Hasil Uji Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar
 - b. Data Hasil Uji Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus
 - c. Data Hasil Uji Analisa Saringan
 - d. Data Benda uji Aspal Bulk Spesific Gravity
 - e. Data Hasi Perhitungan Nilai – Nilai Marshall Test

Alur Penelitian

Pada tahap ini dari data yang telah diperoleh dan telah di analisa, kemudian bisa ditarik kesimpulannya yang berhubungan dengan tujuan pada penelitian ini. Untuk lebih jelasnya mengenai tahapan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2 Bagan Alur Penelitian (FlowChart).



Gambar 2. Bagan alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan Bahan Campuran Aspal Laston (AC-WC)

Sebelum digunakan sebagai bahan pada campuran aspal (AC-WC), semua material atau bahan penyusun dalam pembuatan aspal (AC-WC) harus melakukan pengujian karakteristiknya terlebih dahulu. Pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah material yang digunakan telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 dalam hal tersebut mengacu juga dengan Standar Nasional Indonesia (SNI, ASTM dan AASHTO).

Pengujian Agregat

Dalam penelitian ini pengujian agregat yang di lakukan meliputi agregat kasar dan agregat halus bertujuan supaya agregat yang di gunakan sesuai dengan standar yang ada di Bina Marga 2018 yang akan digunakan untuk proses perencanaan campuran aspal laston (AC-WC) . Adapun pengujian agregat yang di lakukan antara lain :

1. Pengujian analisa saringan bertujuan untuk menentukan pembagian butir atau gradasi agregat halus dan agregat kasar menggunakan saringan. Sesuai prosedur SNI 03-1968-1990.
2. Pengujian Analisa Specific gravity dan penyerapan agregat kasar dan halus sesuai Prosedur SNI 1970- 2008

Pengujian Aspal

Untuk pengujian Aspal ini sama halnya dengan pengujian agregat dimana untuk mengetahui apakah aspal yang akan di gunakan dalam percampuran sudah sesuai standar Bina Marga 2018. Adapun pengujian Aspal yang di ambil dari PT Rapi Arjasa

1. Uji penetrasi aspal pemeriksaan penetrasi aspal mengikuti prosedur SNI 2456-2011 untuk mengetahui tingkat kekerasan aspal.
2. Uji daktilitas bahan-bahan aspal pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kekenyalan aspal yang dinyatakan dengan panjang pemuluran aspal yang dapat tercapai hingga sebelum aspal tersebut putus. Pengujian ini mengacu pada SNI 2432 : 2011.
3. Titik nyala (*cleveland open cup*) pengujian ini bertujuan untuk mengukur suhu dimana aspal mulai dapat mengeluarkan nyala api dan terbakar akibat pemanasan dengan menggunakan *cleveland open cup*. pengujian ini mengacu pada SNI 2433 : 2011.
4. Titik lembek aspal pemeriksaan titik lembek (dengan suhu yang diamati dimulai 50°C - 55°C) mengikuti SNI 2434-1991 berfungsi untuk mengetahui pada suhu berapa aspal akan digunakan meleleh.
5. Pemeriksaan berat jenis aspal pengujian ini bertujuan untuk mengukur perbandingan antara berat jenis aspal dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu dengan menggunakan piknometer serta berdasarkan perbandingan berat di udara dengan berat di dalam air. Pengujian ini mengacu pada SNI 2441 : 2011.

Pengujian Kadar Garam Air Laut

Dalam penelitian kali ini menggunakan air laut dari Pantai Olo Bagan Deli Belawan, yang mana setiap daerah pesisir pantai memiliki kadar garam yang berbeda tingkat (*salinitas*) garam pada air laut di pantai olo sebesar 2,2% hasil penelitian uji kadar garam air laut dengan pengujian kristalisasi penguapan air laut menjadi garam.

Perencanaan Campuran Aspal (AC-WC) (mix design)

Tujuan perencanaan *mix design* adalah untuk melakukan pencampuran antara agregat dan aspal dengan ukuran dan komposisi yang telah ditetapkan sehingga dari pencampuran dapat diketahui kadar aspal yang optimal melalui pemeriksaan berikutnya sesuai pada acuan Bina Marga 2018. Setelah di dapatkan nilai persentase gradasi gabungan agregat dengan menggunakan metode blending trial in eror dan persentase tiap fraksi agregat, di lanjutkan menentukan nilai kadar aspal optimum rencana. Adapun hasil nilai kadar aspal optimum dapat di lihat di bawah ini:

- Rumus :

$$P_b = (0.035 \times (\%CA + \%Ma)) + (0.045 \times (\%FA)) + (0.18 \times (\%FF)) + K$$

Keterangan :

- P_b = Kadar Aspal Rencana
- Nilai Persentase Agregat Kasar (CA%)
- Nilai Persentase Agregat Medium (MA%)
- Nilai Persentase Agregat Halus (FA%)
- (FF%) = Nilai Persentase Filler

- K = Konstanta (0.5 – 1)

Kadar Aspal Rencana atau Kadar Aspal Optimum Diketahui

CA% = 16%

Ma% = 24%

FA% = 55%

FF% = 5%

- Rumus : $P_b = (0.035 \times (16\% + 24\%) + (0.045 \times (55\%)) + (0.18 \times (5\%)) + 1 = 5,7\%$

Di bulatkan = 6%

Maka di dapatkan kadar aspal optimum rencana sebesar 6% selanjutnya dilakukan perencanaan campuran Aspal yang sudah di dapatkan sesuai pada Table berikut :

Tabel 1. Data Perencanaan Campuran Aspal (AC-WC)

Kadar Aspal 6%			
Keterangan	Fraksi	Rumus	Jumlah agregat
Kadar Aspal	PB = 6%	$6\% \times 1200$	72
Agregat Kasar	CA= 16%	$(1200-72) \times 16\%$	180.48
Agregat Medium	MA = 24%	$(1200-72) \times 24\%$	270.72
Agregat Halus	FA= 55%	$(1200-72) \times 55\%$	620.40
Filler	FF = 5%	$(1200-72) \times 5\%$	56.40
Total			1200

Maka di lanjutkan dengan jumlah sampel rencana tiap rendaman air tawar dan air laut pada tiap variasi aspal 6% sesuai pada Tabel berikut ini :

Tabel 2. Data Jumlah Sampel Rendaman

Kadar Aspal	Waktu Rendaman	Air Tawar	Air Laut
6%	24 Jam	3	3
	48 Jam	3	3
	Total Sampel	12	

Analisa perhitungan Parameter Marshall

Nilai Parameter Marshall di peroleh dengan melakukan perhitungan terhadap hasil dari pengujian di Laboratorium Jalan Raya Universitas Islam Sumatera Utara. Hasil data sampel benda uji campuran aspal dan nilai stabilitas flow yang di dapat maka Perhitungan nilai karakteristik Marshall Test mengacu pada spesifikasi Bina Marga 2018 . Berikut analisa yang di gunakan untuk perhitungan nilai parameter pengujian Marshall Test Sebagai Berikut :

Sampel 1 Rendaman Air tawar selama 24 jam

- Berat Jenis Aspal (Hasil Pengujian) = 1.03
- Berat Jenis Agregat (Hasil Pengujian) = 2.50

- Kalibrasi Alat Proving Ring = 22.2 KN/(6000Lbf)
- Kadar aspal Variasi = 6%
- Kadar Aspal Dalam Agregat (a) = 6%
- Kadar Aspal Dalam Campuran (b) = $\frac{1200 \times 6\%}{1200 + (1200 \times 6\%)} \times 100$
= 5.66%
- Berat Kering Benda Uji (Hasil Penelitian) (c) = 1168 gr
- Berat SSD Benda Uji (Hasil Penelitian) (d) = 1179 gr
- Berat Air Benda Uji (Hasil Penelitian) (e) = 664 gr
- Volume Benda uji (f) = d-e
= 1179-664 = 515ml
- Berat Isi Benda uji (g) = c/f
= 11648/515 = 2.27gr/ml
- Berat Jenis Maksimum (h) = $\frac{100}{\frac{(100-b)}{B \text{ jenis agregat}} + \frac{b}{B \text{ jenis aspal}}}$
= $\frac{100}{\frac{(100-5.66)}{2.50} + \frac{5.66}{1.03}} = 2.31\%$
- Persentase Volume Aspal (i) = $\frac{b \times g}{B \text{ jenis aspal}}$
= $\frac{5.66 \times 2.27}{1.03} = 12.47\%$
- Persentase Volume Agregat (j) = $\frac{(100-b) \times g}{B \text{ jenis agregat}}$
= $\frac{(100-5.66) \times 2.27}{2.50} = 85.66\%$
- Persentase Kandungan dalam rongga (k) = 100-i-j
= 100-12.47-85.66
= 1.87%
- Persen Rongga Terhadap Agregat VMA (L) = 100-j
= 100-85.66 = 14.34%
- Persen Rongga Terisi Aspal VFB (m) = $100 \times \frac{i}{L}$
= $100 \times \frac{12.47}{14.34} = 86.96\%$
- Persentase rongga terhadap campuran VIM (n) = $100 - 100 \times (\frac{g}{h})$
= $100 - 100 \times (\frac{2.77}{2.31}) = 1.73\%$
- Pembacaan Dial Stabilitas (o) = 260 kg
- Nilai stabilitas (p) = (o) x Proving ring kalibrasi alat
= 260 x 22.2 = 5772
- Koreksi Stabilitas (Q) = p x angka kolerasi benda uji
= 5772 x 0.94
= 5425.68
- Nilai Flow dari Pembacaan dial (r) = 3.30 mm
- QM (s) = $\frac{Q}{r}$
= $\frac{5425.68}{3.30}$
= 1644.14 kg

Setelah mendapatkan nilai perhitungan parameter Marshall Test setiap sampel benda uji maka di lanjutkan dengan rekapitulasi data hasil perhitungan sampel setiap rendaman air laut dan air tawar dengan durasi rendaman 24 jam dan 48 jam. Sesuai perhitungan di atas di dapatkan nilai rekapitulasi berat isi (*Bulk Density*), nilai Stabilitas (*Stability*), persentase rongga terhadap campuran (*Air Void*) Persentase rongga terhadap agregat (VMA), *void filled betumen* (VFB), Kelelehan (Flow) dan Marshall Quotient (MQ). Adapun hasil rekapitulasi data hasil perhitungan Marshall Test pada rendaman Air tawar dan air laut durasi rendaman 24 jam dan 48 jam dapat di lihat pada Tabel berikut ini :

Tabel 3. Hasil Data Rekapitulasi Rendaman air laut dan air tawar selama 24 jam

Karakteristik Marshall	Air Tawar	Air Laut	Speksifikasi Min.
Bulk Density	2.21	2.23	2
VMA	16.73	15.85	>15
VFB	73.53	78.23	>65
VIM	4.47	3.46	>3-5
STABILITAS	5547.93	4791.65	>800
FLOW	3.63	3.30	>2-4
MQ	1532.22	1451.85	>250

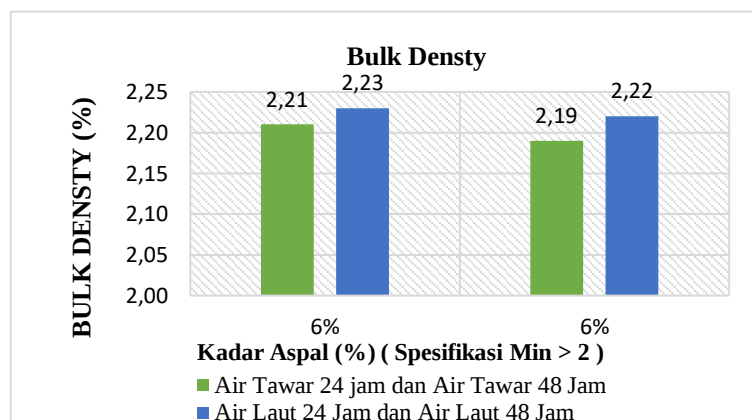
Tabel 4. Hasil Data Rekapitulasi Rendaman air laut dan air tawar selama 48 jam

Karakteristik	Air Tawar	Air Laut	Speksifikasi Min.
Bulk Density	2.19	2.22	2
VMA	17.36	16.35	>15
VFB	69.67	75.23	>65
VIM	5.19	4.04	>3-5
STABILITAS	4065.49	3495.91	>800
FLOW	2.90	2.72	>2-4
MQ	1406.50	1293.10	>250

Setelah di dapatkan data rekapitulasi hasil perhitungan Marshall Test lanjutkan ke pembuatan grafik masing masing nilai untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dan perbandingan rendaman air laut dan air tawar dengan durasi rendaman 24 jam dan 48 jam pada campuran aspal (AC-WC) dengan uji Marshall Test.

Bulk Density (BD)

Nilai *Bulk Density* adalah nilai berat campuran persatuan volume setelah di padatkan. Nilai *Bulk Density* dari hasil pengujian rendaman air laut dan air tawar dengan durasi rendaman 24 jam dan 48 jam pada campuran aspal (AC-WC) dapat dilihat pada Gambar berikut ini :



Gambar 3. Grafik Nilai Bulk Densty pada rendaman air laut dan air tawar

Dari gambar di atas dapat dijelaskan bahwa nilai *Bulk Density* pada kadar aspal 6% berada di atas batas minimum 2 gr/cc, artinya kadar aspal tersebut memenuhi spesifikasi Bina Marga .Untuk hasil perbandingan nilai bulk densty pada rendaman air laut dan air tawar pada durasi rendaman 24 jam dan 48 jam dapat di lihat pada Tabel berikut ini :

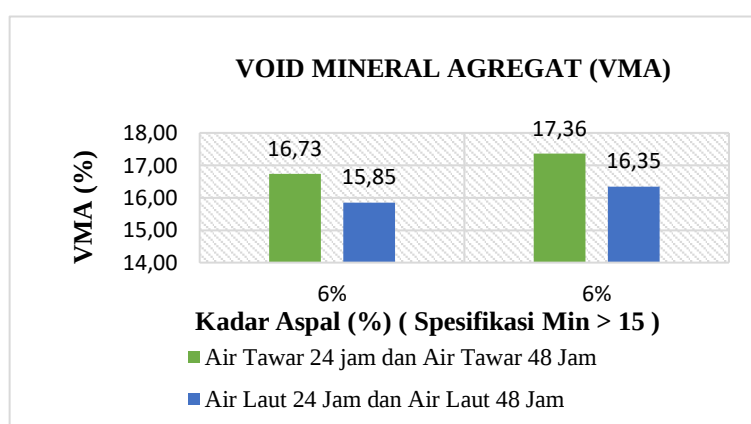
Tabel 5. Perbandingan Nilai Bulk Density pada rendaman air laut dan air tawar

Jenis Rendaman	Waktu Rendaman	Bulk Densty	Deviasi
Air Tawar	24 Jam	2.21	0.09%
Air Laut		2.23	
Air Tawar	48 Jam	2.19	1.35%
Air Laut		2.22	

Nilai perbandingan pada rendaman air tawar dan air laut selama 24 jam perbedaannya sebesar 0.90% dan untuk nilai rendaman air tawar dan air laut selama 48 jam perbedaannya 1.35% .

Voids Mineral Aggregate (VMA)

Void Mineral Agregat (VMA) adalah rongga diantara butir-butir agregat. Nilai *Void Mineral Aggragat* (VMA) dari hasil pengujian rendaman air laut dan air tawar dengan durasi rendaman 24 jam dan 48 jam pada campuran aspal (AC-WC) dapat dilihat pada Gambar berikut ini :



Gambar 4. Grafik Nilai VMA pada rendaman air laut dan air tawar

Dari Gambar di atas dapat di jelaskan bahwa nilai VMA pada kadar aspal 6% berada di atas batas minimum 15%, artinya kadar aspal tersebut memenuhi spesifikasi Bina Marga. Untuk hasil perbandingan nilai VMA pada rendaman air laut dan air tawar pada durasi rendaman 24 jam dan 48 jam dapat di lihat pada Tabel berikut ini :

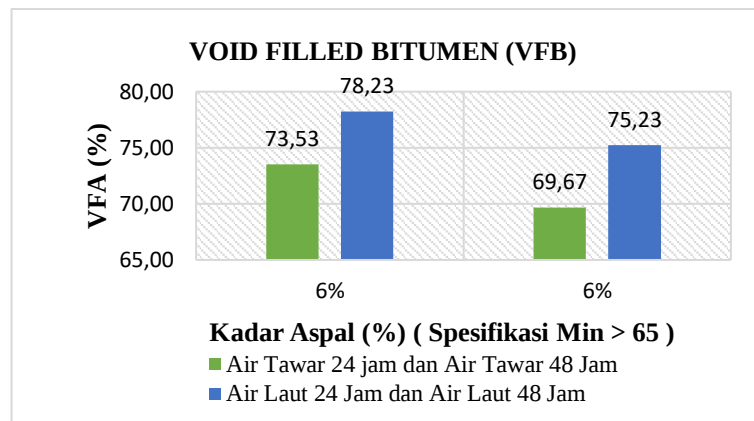
Tabel 6. Perbandingan Nilai VMA pada rendaman air laut dan air tawar

Jenis Rendaman	Waktu Rendaman	VMA	Deviasi
Air Tawar	24 Jam	16.73	5.26%
Air Laut		15.85	
Air Tawar	48 Jam	17.36	5.82%
Air Laut		16.35	

Perbandingan VMA dapat di lihat pada rendaman air tawar dan air laut selama 24 jam nilai perbedaannya sebesar 5.26% dan untuk nilai rendaman air tawar dan air lau selama 48 jam nilai perbedaannya 5.82% .

Void Filled Bitumen (VFB)

Void Filled Bitumen (VFB) adalah rongga terisi aspal. Nilai *Void Filled Bitumen* (VFB) dari hasil pengujian rendaman air laut dan air tawar dengan durasi rendaman 24 jam dan 48 jam pada campuran aspal (AC-WC) dapat dilihat pada Gambar berikut ini :



Gambar 5. Grafik Nilai VFB pada rendaman air laut dan air tawar

Dari Gambar di atas dapat di jelaskan bahwa nilai VFB pada kadar aspal 6% berada di atas batas minimum 65%, artinya kadar aspal tersebut memenuhi spesifikasi Bina Marga. Untuk hasil perbandingan nilai VFB pada rendaman air laut dan air tawar pada durasi rendaman 24 jam dan 48 jam dapat di lihat pada Tabel beriku ini :

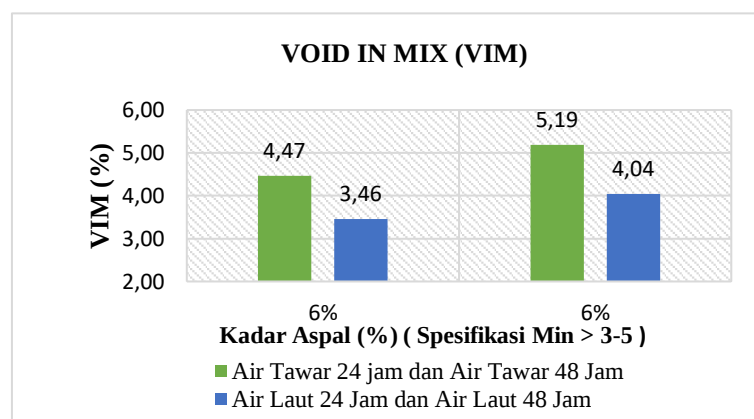
Tabel 5. Perbandingan Nilai VFB pada rendaman air laut dan air tawar

Jenis Rendaman	Waktu Rendaman	VFB	Deviasi
Air Tawar	24 Jam	73.53	6.01%
Air Laut		78.23	
Air Tawar	48 Jam	69.67	7.39%
Air Laut		75.23	

Dari Tabel Perbandingan VFB dapat di lihat pada Kadar aspal 6% rendaman air tawar dan air laut selama 24 jam perbedaannya sebesar 6,01% dan untuk nilai rendaman air tawar dan air lau selama 48 jam perbedaannya 7,39% .

Hasil Void In Mix (VIM)

Void In Mix (VIM) merupakan presentase rongga dalam campuran. Nilai Void In Mix (VIM) dari hasil pengujian rendaman air laut dan air tawar dengan durasi rendaman 24 jam dan 48 jam pada campuran aspal (AC-WC) dapat dilihat pada Gambar di bawah ini :



Gambar 6. Grafik Nilai VIM pada rendaman air laut dan air tawar

Dari Gambar di atas dapat di jelaskan bahwa nilai VIM pada kadar aspal 6% berada di atas batas minimum 3%, artinya kadar aspal tersebut memenuhi spesifikasi Bina Marg. untuk hasil perbandingan nilai VIM pada rendaman air laut dan air tawar pada durasi rendaman 24 jam dan 48 jam dapat di lihat pada Tabel berikut ini :

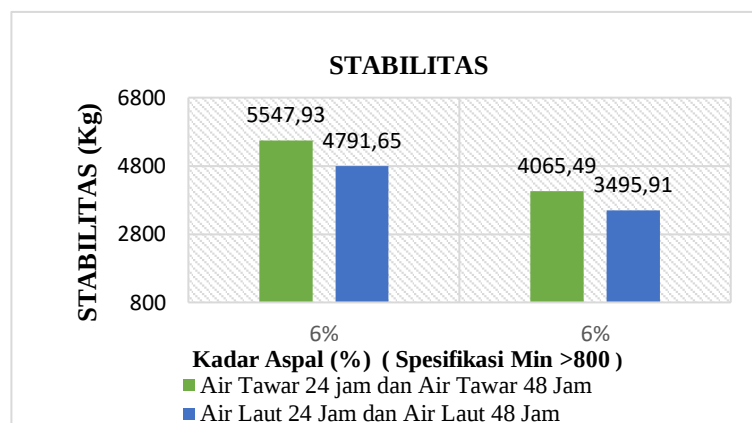
Tabel 6. Perbandingan Nilai VIM pada rendaman air laut dan air tawar

Jenis Rendaman	Waktu Rendaman	VIM	Deviasi
Air Tawar	24 Jam	4.47	22.60%
Air Laut		3.46	
Air Tawar	48 Jam	5.19	22.16%
Air Laut		4.04	

Dari Tabel Perbandingan VIM dapat di lihat pada Kadar aspal 6% rendaman air tawar dan air laut selama 24 jam nilai perbedaannya sebesar 22,60% dan untuk nilai rendaman air tawar dan air lau selama 48 jam nilai perbedaannya 22,16% .

Stabilitas Marshall Test

Stabilitas Marshall Test merupakan kemampuan atau ketahanan lapis perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan bentuk tetap (*deformasi permanen*) seperti gelombang, alur (*rutting*), maupun mengalami *bleeding*. Nilai *stabilitas* dari hasil pengujian rendaman air laut dan air tawar dengan durasi rendaman 24 jam dan 48 jam pada campuran aspal (AC-WC) dapat dilihat pada Gambar di bawah ini :



Gambar 7. Grafik Nilai Stabilitas pada rendaman air laut dan air tawar

Dari Gambar di atas dapat di jelaskan bahwa nilai *Stabilitas* pada kadar aspal 6% berada di atas batas minimum 800 (Kg), artinya kadar aspal tersebut memenuhi spesifikasi Bina Marga . untuk hasil perbandingan nilai *Stabilitas* pada rendaman air laut dan air tawar pada durasi rendaman 24 jam dan 48 jam dapat di lihat pada Tabel berikut ini :

Tabel 7. Perbandingan Nilai Stabilitas pada rendaman air laut dan air tawar

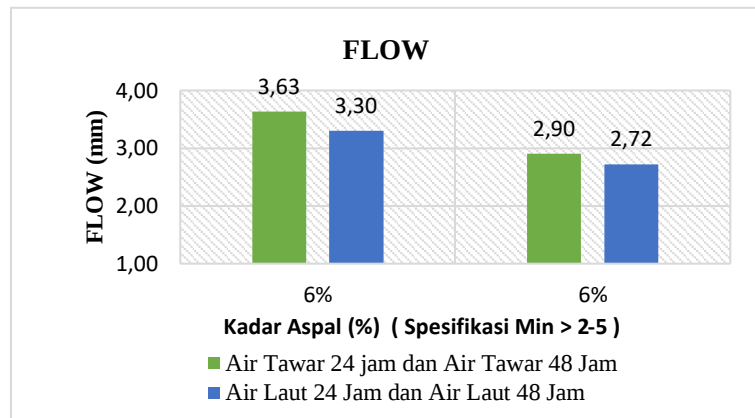
Jenis Rendaman	Waktu Rendaman	Stabilitas	Deviasi
Air Tawar	24 Jam	5547.93	13.63%
Air Laut		47.91.65	
Air Tawar	48 Jam	4065.49	14.01%
Air Laut		3495.91	

Dari Tabel Perbandingan Stabilitas dapat di lihat pada Kadar aspal 6% rendaman air tawar dan air laut selama 24 jam nilai perbedaannya sebesar 13,63% dan untuk nilai rendaman air tawar dan air laut selama 48 jam nilai perbedaannya 14,01% .

Marshall Test Flow (MF)

Kelelahan (*Flow*) adalah deformasi vertikal yang terjadi mulai awal pembebanan sampai kondisi *stabilitas* menurun, yang menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterimanya. Nilai

kelelahan (*Flow*) dari hasil pengujian rendaman air laut dan air tawar dengan durasi rendaman 24 jam dan 48 jam pada campuran aspal (AC-WC) dapat dilihat pada Gambar di bawah ini :



Gambar 8. Grafik Nilai Flow pada rendaman air laut dan air tawar

Dari Gambar ini dapat di jelaskan bahwa nilai *Flow* pada kadar aspal 6% berada di atas batas minimum 2 (mm), artinya kadar aspal tersebut memenuhi spesifikasi Bina Marga. Untuk hasil perbandingan nilai *Flow* pada rendaman air laut dan air tawar pada durasi rendaman 24 jam dan 48 jam dapat di lihat pada Tabel Berikut ini :

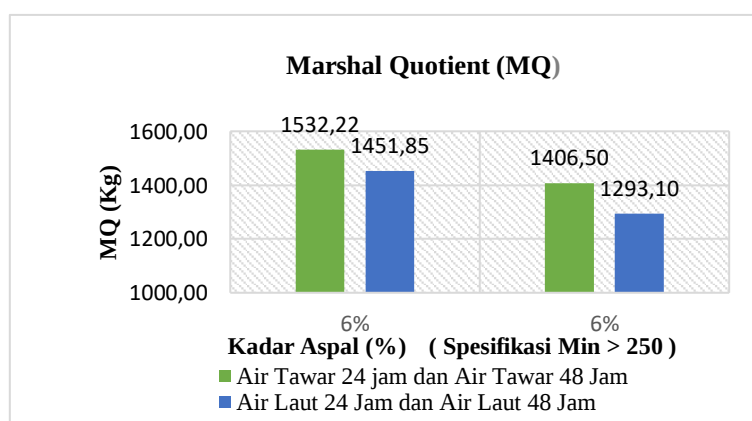
Tabel 8. Perbandingan Nilai Flow pada rendaman air laut dan air tawar

Jenis Rendaman	Waktu Rendaman	Flow	Deviasi
Air Tawar	24 Jam	3.63	9.09%
Air Laut		3.30	
Air Tawar	48 Jam	2.90	6.21%
Air Laut		2.72	

Dari Tabel Perbandingan *Flow* dapat di lihat Pada Kadar aspal 6% rendaman air tawar dan air laut selama 24 jam nilai perbedaannya sebesar 9,09% dan untuk nilai rendaman air tawar dan air lau selama 48 jam nilai perbedaannya 6,21% .

Marshal Quotient (MQ)

MQ atau *Marshall Quotient* merupakan sifat kekakuan suatu campuran. Bilanilai MQ terlalu tinggi, maka campuran akan cenderung terlalu kaku dan mudah terjadi keretakan. Sedangkan nilai MQ terlalu rendah, maka perkerasan menjadi terlalu lentur dan cenderung kurang stabil. Nilai kelelahan MQ dari hasil pengujian rendaman air laut dan air tawar dengan durasi rendaman 24 jam dan 48 jam pada campuran aspal (AC-WC) dapat dilihat pada Gambar di bawah ini :



Gambar 9. Grafik Nilai MQ pada rendaman air laut dan air tawar

Dari Gambar ini dapat di jelaskan bahwa nilai MQ pada kadar aspal 6% berada di atas batas minimum 2 (mm), artinya kadar aspal tersebut memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018. Untuk hasil perbandingan nilai MQ pada rendaman air laut dan air tawar pada durasi rendaman 24 jam dan 48 jam dapat di lihat pada Tabel berikut ini :

Tabel 9. Perbandingan Nilai MQ pada rendaman air laut dan air tawar

Jenis Rendaman	Waktu Rendaman	MQ	Deviasi
Air Tawar	24 Jam	3.63	9.09%
Air Laut		3.30	
Air Tawar	48 Jam	2.90	6.21%
Air Laut		2.72	

Dari Tabel Perbandingan Flow dapat di lihat Pada Kadar aspal 6% rendaman air tawar dan air laut selama 24 jam nilai perbedaannya sebesar 9,09% dan untuk nilai rendaman air tawar dan air lau selama 48 jam nilai perbedaannya 6,21% .

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan terhadap Pengujian Rendaman menggunakan air tawar dan air laut disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengaruh Air Laut dan Air Tawar
Dari hasil pengujian yang dilakukan di laboratorium bahwa air laut dan air tawar sama-sama dapat merusak atau mengurangi keawetan pada lapisan aspal. Berdasarkan dari hasil penelitian ini rendaman yang menggunakan air laut memiliki pengaruh lebih besar sebagai perusak lapisan aspal dibandingkan dengan rendaman pada air tawar.
2. Perbandingan Stabilitas dan flow
Dari hasil perbandingan di atas dapat di lihat bahwa semakin lama rendaman pada aspal maka semakin menurun tingkat stabilitas pada aspal dan tingkat kelelahan pada aspal tersebut maka dari hasil penelitian ini agar menjadi referensi dalam konstruksi jalan raya terutama perkerasan lentur aspal.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka penulis menyampaikan beberapa saran yang terkait pada penelitian ini, antara lain sebagai berikut:

1. Untuk dapat melakukan penelitian lebih lanjut dan juga dapat mengembangkan penelitian ini seperti pemilihan pemakaian jenis lapisan aspal yang berbeda, material yang berbeda, dan durasi lama rendaman.
2. Air merupakan musuh utamanya aspal, untuk itu perlu disarankan bagi pemerintah dan jasa konstruksi agar setiap perkerasan lentur yang berada di daerah pesisir yang berdekatan dengan laut sebisa mungkin dapat mengamankan badan jalan agar tidak terkena langsung oleh air laut, karena air laut dapat merusak atau mengurangi kekuatan dan keawetan pada lapisan aspal lebih tinggi di bandingkan air tawar.
3. Perlu adanya kajian lanjutan dengan penggunaan spesifikasi Bina Marga terbaru. Sehingga penelitian terus berkembang seiring dengan terbitnya acuan terbaru Standar Nasional Indonesia, maka dapat diketahui perbedaan dan inovasi terkait dengan campuran aspal panas pada umumnya dan lapisan Aspal (AC-WC) pada khususnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Al.Muqarramah.(2012).Rancangan Campuran Aspal.Dipetik Mei 16, 2018, dari <http://cyber.blogspot.com/2012/02/rancangan-campuran-campuran-aspal.html>
- [2] Anonim. 1998, Departemen Pekerjaan Umum-Direktorat Jendral Bina Marga. Spesifikasi. Jakarta
- [3] Bina Marga 2010 (Revisi 3) Divisi 6. *Spesifikasi Perkerasan Aspal*, Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.
- [4] Direktorat Jendral Bina Marga 2019. *Spesifikasi Umum 2018 untuk Pekerjaan Kontruksi jalan dan Jembatan*. Jakarta.
- [5] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2006, Jalan.
- [6] Robert J. Kodoatie, Roestman Sjarief 2010. Tata Ruang Air. Yogyakarta : Andi.

- [7] Suhingtyas Novita Dewi. 2017. Analisa Dampak Rendaman Air Laut Terhadap Durabilitas Dan Karakteristik Marshall Pada Campuran Asphal Concrete- Binder Cours, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- [8] Sukirman S., 1999, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Nova, Bandung.
- [9] Sukirman S., 2006, Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur, Institut Teknologi Nasional, Bandung.
- [10] Suprpto, T.M., 2004, Bahan dan Struktur Jalan Raya, Biro Penerbit Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.