

**ANALISIS DAMPAK RENDAMAN AIR LAUT TERHADAP NILAI STRUKTURAL
PADA CAMPURAN ASPHALT CONCRETE – BINDER COURSE (AC – BC)**



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata 1

Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik

oleh:

MUSLIM WICAKSONO

D 100 100 086

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2017

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS DAMPAK RENDAMAN AIR LAUT TERHADAP NILAI STRUKTURAL
PADA CAMPURAN ASPHALT CONCRETE – BINDER COURSE (AC – BC)**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh :

MUSLIM WICAKSONO

NIM : D 100 100 086

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing

Tanggal : 19 Desember 2017



Ir. Agus Rivanto, MT

NIK 483

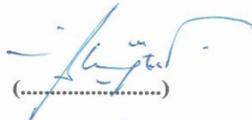
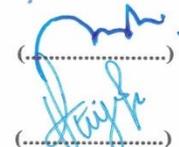
LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS DAMPAK RENDAMAN AIR LAUT TERHADAP NILAI
STRUKTURAL CAMPURAN *ASPHALT CONCRETE – BINDER COURSE*
(*AC – BC*)

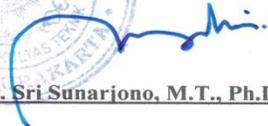
Oleh

MUSLIM WICAKSONO
NIM : D 100 100 086

Telah dipertahankan di depan Dewan penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Jum'at 15 Desember 2017
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji

- | | |
|---|---|
| 1. Ir. Agus Riyanto, M.T.
(Pembimbing) | 
(.....) |
| 2. Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D
(Penguji I) | 
(.....) |
| 3. Ika Setyaningsih, S.T., M.T.
(Penguji II) | 
(.....) |


Dekan Fakultas Teknik

Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D
NIK 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 15 Desember 2017

Penulis



MUSLIM WICAKSONO

D 100 100 086

ANALISIS DAMPAK RENDAMAN AIR LAUT TERHADAP NILAI STRUKTURAL PADA CAMPURAN ASPHALT CONCRETE – BINDER COURSE (AC – BC)

ABSTRAKSI

Air laut menjadi salah satu faktor yang menyebabkan terjadinya suatu kerusakan bagi perkerasan. Perkerasan jalan yang berada di daerah pesisir pantai Indonesia sangat berpotensi terjadi genangan yang menyebabkan kinerja jalan jadi menurun dan umur jalan lebih singkat. Tujuan penelitian ini menganalisis tentang pengaruh perendaman terhadap nilai struktural pada suatu konstruksi perkerasan jalan agar dampak yang ditimbulkan dari tergenangnya suatu konstruksi jalan oleh air laut dapat ditekan sehingga kerusakan-kerusakan yang terjadi dapat dikurangi.

Penelitian ini menggunakan data sekunder dengan menggunakan pendekatan analisis data sekunder yang memanfaatkan data sekunder sebagai sumber data utama. Perhitungan nilai struktural dilakukan dengan variasi kecepatan kendaraan rencana sebesar: 15 km/jam; 20 km/jam; dan 25 km/jam, menurut Van Der Poel dan Shell Bitumen berdasar parameter-parameter yang terkait dengan nilai struktural maka dapat dilakukan dengan metode pendekatan empiris. Sehingga didapat *nilai Sbit* yang menjadi faktor untuk menentukan nilai *Smix* yang dalam pembacaanya dibantu dengan nilai volume agregat dan juga nilai volume binder, dan dari nilai *Smix* bisa dapat ditarik nilai koefisien kekuatan relatif yang nantinya dihubungkan dengan lama rendaman yang memakai variasi 0,5 jam; 24 jam; 72 jam; 120 jam; 168 jam.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama perendaman air laut terhadap campuran aspal AC-BC mengakibatkan nilai struktural pasca rendaman terhadap mengalami penurunan hal ini dikarenakan nilai *Smix* yang dipengaruhi oleh jumlah agregat dan binder, Sedangkan nilai *Sbit* dipengaruhi oleh suhu jalan dan lama waktu pembebanan, maka bisa disimpulkan bahwa nilai kekuatan relatif bahan secara tidak langsung juga dipengaruhi oleh suhu perkerasan jalan dan lama waktu pembebanan. Dari hasil analisa nilai koefisien kekuatan relatif didapat per variasi rendaman yaitu: 0,310; 0,246; 0,225; 0,210 dan 0,2 maka aplikasi rendaman yang di rekomendasikan yaitu tidak melebihi dari 168 jam (7 hari), dikarenakan pada rendaman 168 jam nilai koefisien kekuatan relatif menunjukkan hasil 0,2 sedangkan batas akhir nilai koefisien relatif pada asumsi penurunan 50% hanya ditolerir pada nilai 0,175.

Kata kunci: Air laut; AC-BC; Nilai Struktural; Nilai Koefisien Kekuatan Relatif.

ABSTRACT

Sea water becomes one of the factors causing a failure of pavement. Pavement roads in the coastal areas of Indonesia are potentially happen inundation. Which causes the road performance to decrease and the life of the road is shorter. The purpose of this study is to analyze the effect of immersion on structural values on a pavement construction so that the impacts arising from the inundation of a road construction by sea water can be reduced so that the damage can be reduced.

This research uses secondary data using secondary data analysis approach that utilizes secondary data as the main data source. The calculation of structural value is done with variation of vehicle speed plan: 15 km/hour; 20 km/h; and 25 km/h, according to Van Der Poel and Shell Bitumen based on existing parameters related to structural number can be done by

empiric approach method. So to get the value of S_{bit} which becomes factor to determine the value of S_{mix} which in it's reader assisted with value of aggregate volume and also value of volume of binder of S_{mix} value can be drawn value of structural layer coefficient which will be connected with the duration of bath using variation 0,5 hour; 24 hours; 72 hours; 120 hours; 168 hours.

The result of this research shows that long water immersion of AC-BC asphalt mixture caused post-immersion structural value to decrease this matter because S_{mix} value influenced by aggregate and binder amount, while S_{bit} value influenced by road temperature and length of loading time, it can be concluded that the relative strength value of the material is also indirectly influenced by the temperature of the pavement and the duration of loading. From result of analysis of structural layer coefficient value obtained per variation of immersion that is: 0,310; 0.246; 0.225; 0.210 and 0.2 then the recommended immersion application does not exceed 168 hours (7 days), due to the 168 hours immersion the structural layer coefficient indicates the result of 0.2 whereas the final limit of the relative coefficient value at the assumption of 50% decrease is tolerable only value 0.175.

Keywords: Sea water; AC – BC; Structural Number; Structural Layer Coefficient.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air (genangan) menjadi salah satu faktor dari penyebab terjadinya kerusakan bagi konstruksi jalan dengan perkerasan aspal, kerusakan berupa pelepasan butiran (*raveling*), lubang pada permukaan jalan (*potholes*), dan retak-retak yang menyebabkan kinerja jalan menjadi menurun dan umur jalan menjadi lebih singkat. Dikarenakan air laut yang menggenangi permukaan jalan sangat berpengaruh pada kinerja jalan yang bisa menyebabkan penurunan kinerja dan umur jalan, sedangkan pada penelitian sebelumnya oleh Novita (2017) dengan judul “Analisis Dampak Rendaman Air Laut Terhadap Durabilitas dan Karakteristik Marshall Pada Campuran *Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC)*”, aspek yang ditinjau dalam penelitiannya hanya mencakup karakteristik Marshall. Penelitian tersebut belum meninjau dampak lama rendaman terhadap nilai struktural dan juga nilai koefisien kekuatan relatif pasca rendaman.

Berdasarkan pemikiran tersebut, penulis melihat bahwa genangan air laut pada konstruksi perkerasan jalan bisa menjadi masalah di setiap jalan daerah pesisir pantai Indonesia, penulis juga ingin melakukan penelitian mengenai pengaruh air laut terhadap konstruksi jalan dengan perkerasan aspal, maka dari itu untuk dapat mengidentifikasi dan mencegah terjadinya kerusakan pada jalan tersebut, harus bisa mengenali karakteristik jalan itu sendiri, sehingga dibutuhkan pengujian yang tepat terhadap perkerasan jalan itu sendiri.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh yang ditimbulkan akibat air laut terhadap nilai struktural pada campuran beton aspal *AC-BC*?
2. Bagaimana pengaruh yang dihasilkan oleh pasca lama perendaman air laut terhadap nilai koefisien kekuatan relatif pada campuran beton aspal *AC-BC*?

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh perendaman air laut terhadap nilai struktural *Smix* dan *Sbit* pada campuran beton aspal *AC-BC*.
2. Mengetahui pengaruh pasca lama perendaman air laut terhadap nilai koefisien kekuatan relatif (α) pada campuran beton aspal *AC-BC*.

1.4 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah tersebut antara lain :

1. Penelitian ini menggunakan data sekunder dari penelitian sebelumnya dengan judul “Analisis Dampak Rendaman Air Laut Terhadap Durabilitas dan Karakteristik Marshall Pada Campuran *Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC)*, Novita (2017)”.
2. Spesifikasi yang digunakan adalah material *Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)* berdasar panduan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3.
3. Aspal yang digunakan adalah aspal penetrasi 60/70 produksi PT. Pertamina, Cilacap, Jawa Tengah..
4. Gradasi agregat menggunakan gradasi kasar pada spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3.
5. Variasi lama atau durasi rendaman yang dilakukan adalah 30 menit, 1 x 24 jam, 3 x 24 jam, 5 x 24 jam, dan 7 x 24 jam.
6. Penelitian ini tidak memperhitungkan secara kimiawi.
7. Agregat yang digunakan bersumber dari *quarry* daerah Boyolali.
8. Air laut yang digunakan berasal dari Pantai Rembang.

9. Tinjauan terhadap nilai struktural setelah perendaman terbatas pada pengamatan terhadap *Marshall Test*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi bagi pengembangan desain perkerasan jalan.
2. Dapat menekan atau mencegah terjadinya kerusakan-kerusakan yang diakibatkan oleh air laut yang menggenangi konstruksi perkerasan jalan aspal.
3. Dapat menjadi acuan pembangunan jalan yang terkena rendaman air laut atau berada di lokasi yang berpotensi tergenang air laut.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan data sekunder dengan menggunakan pendekatan analisis data sekunder yang memanfaatkan data sekunder sebagai sumber data utama. Jurnal yang digunakan dalam penelitian ini adalah: “Analisis Dampak Lama Rendaman Air Laut Terhadap Durabilitas dan Karakteristik Marshall Pada Campuran *Asphalt Concrete – Binder Course (AC - BC)*” oleh Novita (2017)

Tahapan Penelitian

Tahap I

Pada tahap ini peneliti mempersiapkan data dari jurnal yang akan digunakan pada perhitungan, data yang dipakai berupa nilai titik lembek aspal (*Softening Point*), nilai *volume binder*, *volume aggregate* dan durasi lama rendaman air laut.

Tahap II

Mencari nilai *Stiffness of Bitumen (Sbit)*, Untuk memperoleh hasil dari pembacaan nomogram untuk *Stiffness of Bitumens* dipakai parameter sebagai berikut:

1. *Temperature Difference (C°)* yang ditinjau.
2. Titik lembek atau *Softening Point* dari *ring and ball test (C°)*.
3. Waktu pembebanan (t) dalam detik yang nilainya tergantung pada kecepatan kendaraan.
4. *Penetration Index (PI)* nilai yang menyatakan kepekaan aspal terhadap perubahan temperatur.

Tahap III

Mencari Nilai *Stiffness of Mixes* (S_{mix}) dan Koefisien Relatif (a).

- a. Nilai *Stiffness of Mixes* juga dapat dicari dengan nomogram. Adapun parameter-parameter yang dibutuhkan antara lain :
 1. *Stiffnes of Bitumens*
 2. *Volume Mineral Aggregate*
 3. *Volume Binder*
- b. Nilai Koefisien Kekuatan Relatif didapat dengan pembacaan Grafik Penentu Koefisien Kekuatan Relatif (a) Berdasar Modulus Elastis dengan parameter nilai dari S_{mix} .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Pengaruh Rendaman Air Laut Terhadap Nilai Struktural

Dalam perhitungan nilai struktural dapat dicari dengan menggunakan nomogram atau menggunakan formula. Pencarian nilai struktural dengan menggunakan nomogram, terlebih dahulu harus mengetahui parameter-parameter sebagai berikut :

1. Asumsi suhu jalan pada Temperatur Perkerasan Rencana (T) adalah 42°C

- a. Waktu pembebanan (*Time of Loading*)

Waktu pembebanan merupakan lamanya beban yang diterima oleh perkerasan yang melintas. Dalam laporan ini menggunakan asumsi kecepatan kendaraan yakni : 15 km/jam, 20 km/jam, dan 25 km/jam dengan telapak roda diasumsikan sepanjang 30 cm.

Maka pembebanan dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} t(15) &= \frac{1}{v} & t(20) &= \frac{1}{v} & t(25) &= \frac{1}{v} \\ &= \frac{30 \text{ cm}}{15 \text{ km/Jam}} & &= \frac{30 \text{ cm}}{20 \text{ km/Jam}} & &= \frac{30 \text{ cm}}{25 \text{ km/Jam}} \\ &= 7,2 \times 10^{-2} \text{ dt} & &= 5,4 \times 10^{-2} \text{ dt} & &= 4,3 \times 10^{-2} \text{ dt} \end{aligned}$$

- b. *Temperature Diiference* (T)

Temperatur perkerasan rencana dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \Delta T &= SP - \text{Suhu jalan} \\ &= 53,5^\circ - 42^\circ \\ &= 11,5^\circ \text{ C} \end{aligned}$$

Ket :

SP = Titik lembek aspal (*Softening Point*)

= 11,5° → didapat dari pengujian terhadap aspal

c. Penetrasi Indeks (PI)

Penetrasi Indeks merupakan angka yang menunjukkan ketahanan aspal terhadap perubahan temperatur.

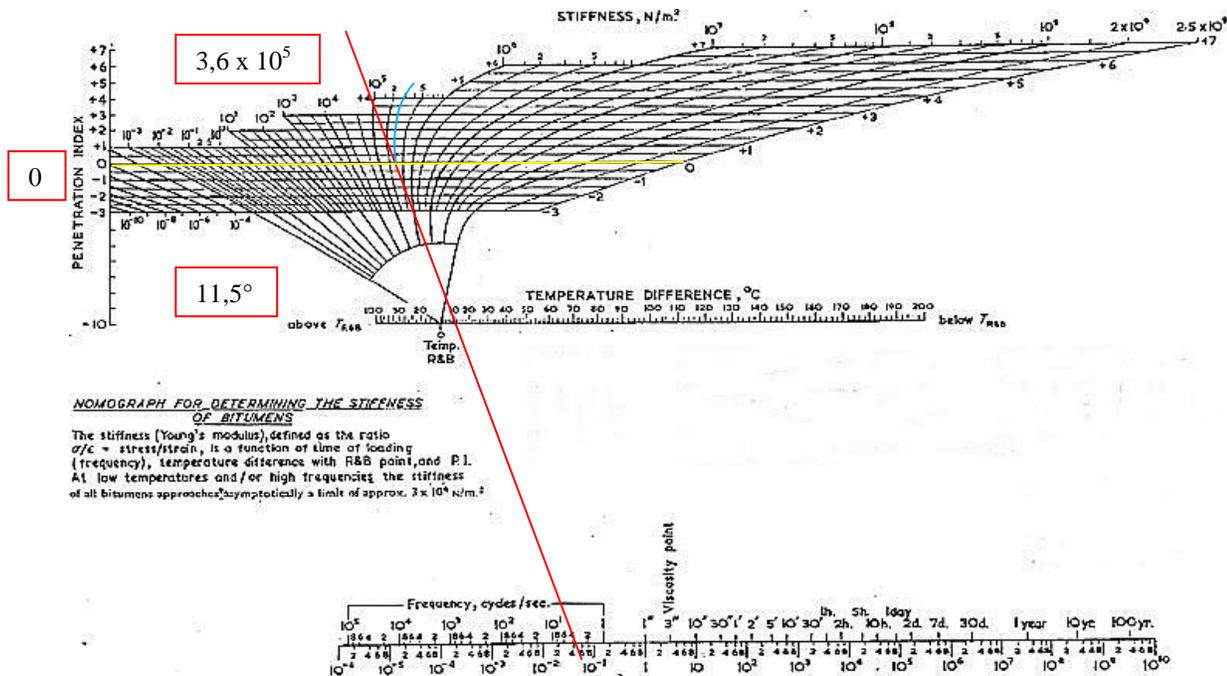
$$PI = \frac{1952 - 500 \log(Pen) - 20 * SP}{50 \log(Pen) - SP - 120}$$

$$PI = \frac{1952 - 500 \log(65,9) - 20 * 53,5}{50 \log(65,9) - 53,5 - 120}$$

$$= 0,332$$

Digunakan nilai PI = 0

Dari parameter-parameter yang telah didapat maka nilai kekakuan aspal (*Sbit*) dengan menggunakan nomogram bisa didapat nilainya. Untuk mengetahui pembacaan menggunakan nomogram pada variasi kecepatan 15 km/jam dapat dilihat pada Gambar 1.



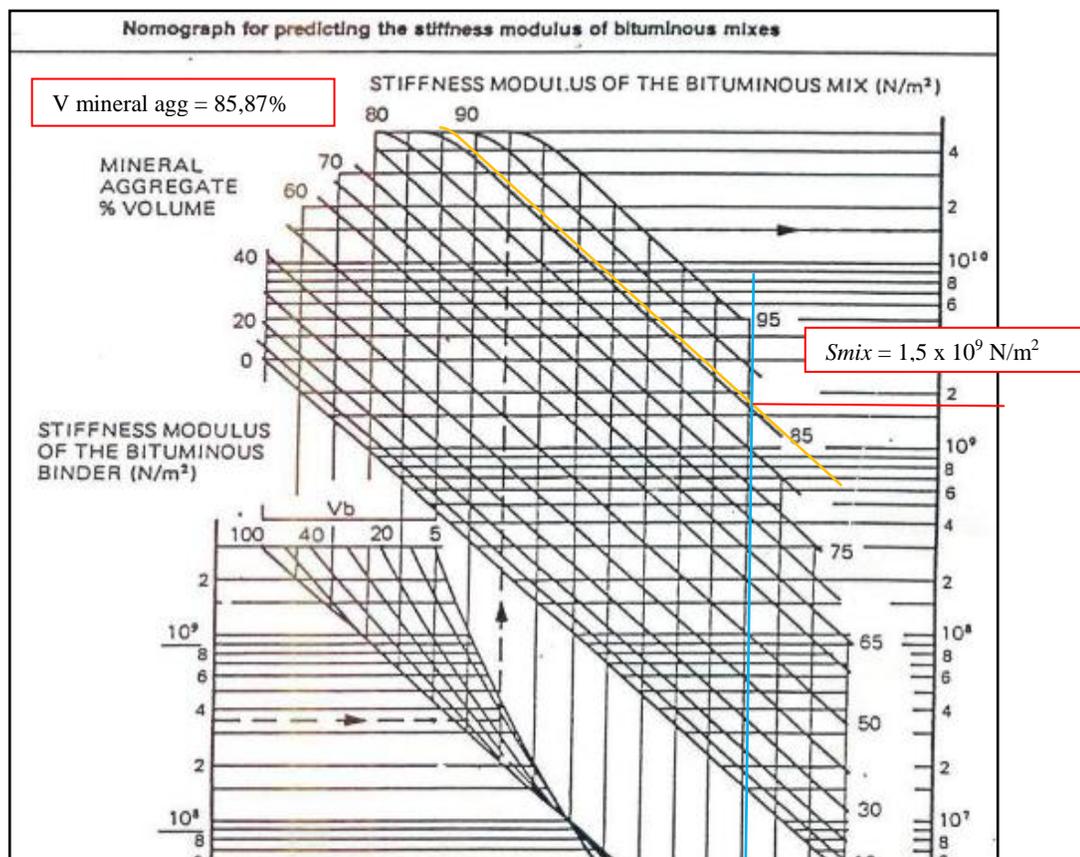
$$7,2 \times 10^{-2}$$

Gambar 1. Pembacaan Nomogram Untuk Menentukan *Sbit* (15km/jam)
 Untuk hasil dari pembacaan nomogram *S-bit* dapat dilihat pada tabel 1. di bawah ini.

Tabel 1. Hasil pembacaan dari nomogram untuk mencari nilai *S-bit*

Kec. Kendaraan (v) (dtk)	<i>Sbit</i> (N/m ²)
t (15)	$3,6 \times 10^5$
t (20)	$3,9 \times 10^5$
t (25)	4×10^5

Setelah didapat nilai *Sbit* maka dapat dicari nilai *Smix* (Nilai Kekakuan Campuran) dengan menggunakan nomogram. Karena nilai *Sbit* lebih kecil dari batas minimal, maka nilai *Sbit* yang dipakai adalah sebesar 5×10^6 . Contoh hasil pembacaan nilai *Smix* dengan variasi rendaman 30 menit dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pembacaan Nomogram *Smix* variasi rendaman 30 menit.

Hasil pembacaan dari nilai *Smix* dengan nomogram untuk variasi lama rendaman pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

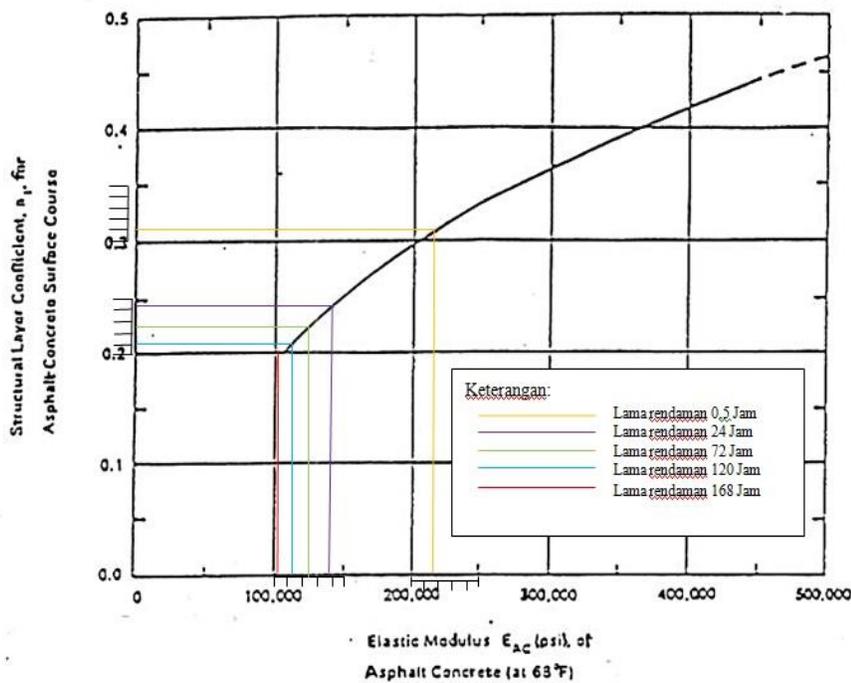
Tabel 2. Hasil Pembacaan nomogram *Smix*

Variasi Lama Rendaman	t (15) , t (20) , t (25)				
	<i>Sbit</i>	Volume Binder	Volume Agregate	<i>Smix</i>	
(%)	(N/m ²)	(%)	(%)	(N/m ²)	(psi)
0		13,44	81,55	9,5 x 10 ⁸	137785,85
5		13,41	81,41	9 x 10 ⁸	130533,96
10	5x10 ⁶	13,41	81,36	9 x 10 ⁸	130533,96
15		13,32	80,81	8,7 x 10 ⁸	126182,83
20		13,30	80,68	8,7 x 10 ⁸	126182,83

Keterangan: 1 N/m² = 0,000145 *psi*

3.2 Analisis Pasca Rendaman Terhadap Nilai Koefisien Relatif

Untuk mencari nilai koefisien kekuatan relatif digunakan parameter nilai kekuatan campuran (*Smix*) dapat dilihat pada Gambar 3.



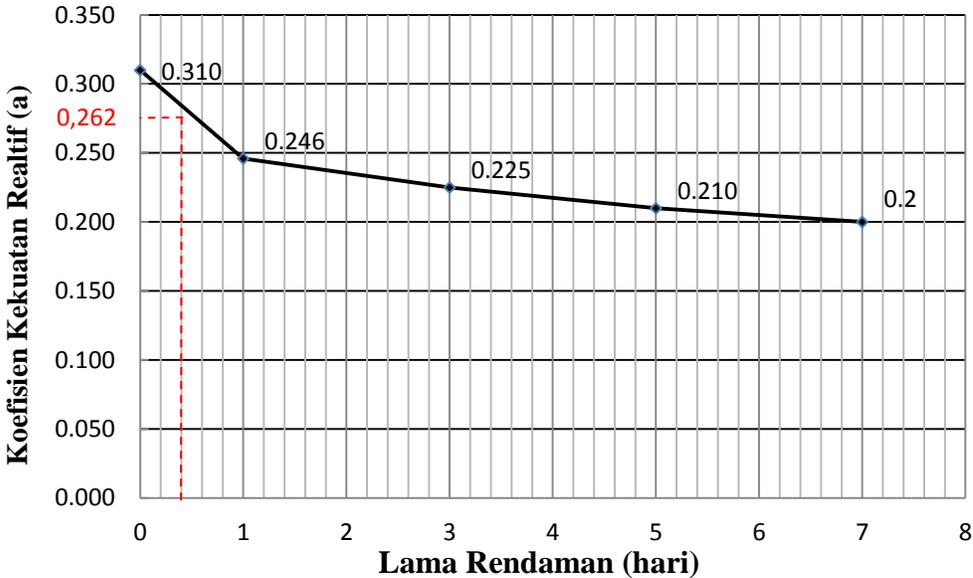
Gambar 3. Grafik Penentuan Koefisien Kekuatan Relatif (a) Berdasar *Smix*

Hasil pembacaan dari grafik koefisien kekuatan relatif dapat dilihat pada Tabel 3.

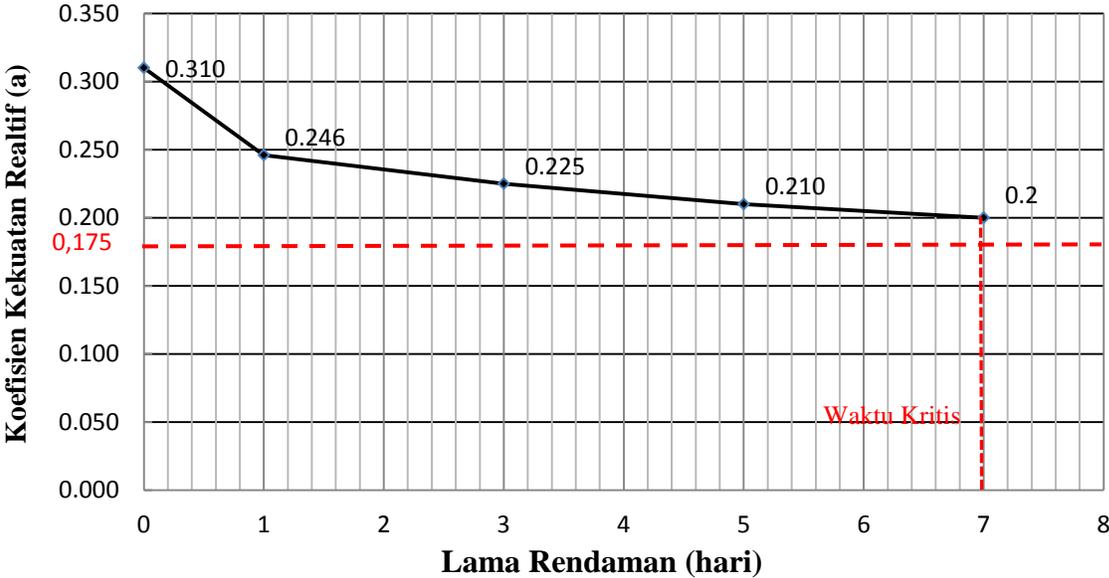
Tabel 3. Hasil Pembacaan Grafik Penentuan Koefisien Relatif terhadap Lama Rendaman

Lama Rendaman (jam)	<i>Smix</i> (psi)	Koefisien Kekuatan Relatif (a)
0,5	2017500	0,310
24	137750	0,246
72	123250	0,225
120	116000	0,210
168	101500	0,2

Untuk mengetahui aplikasi lama rendaman dapat dilihat pada Gambar 4. Grafik Hubungan antara Nilai Koefisien Relatif terhadap Lama Rendaman berikut.



Gambar 4. Grafik Hubungan Nilai Koefisien Relatif Penurunan 25% dengan Lama Rendaman



Untuk Nilai Maksimal Koefisien relatif (a) diasumsikan sebesar 0,35 maka untuk mengetahui waktu kritis dari lama rendaman, nilai dari koefisien relatif tidak diperbolehkan mengalami penurunan sampai di bawah 0,175 yang merupakan batas akhir penurunan 50% dari nilai maksimal yang diasumsikan.

Dari hasil pembacaan grafik yang didapat durasi lama rendaman yang direkomendasikan adalah 168 jam (7 hari), karena waktu tersebut adalah waktu kritis untuk durasi lama rendaman. Sedangkan pada penelitian didapat hasil nilai a pada rendaman 168 jam adalah sebesar 0,2.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasar hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan:

1. Dari hasil yang didapat pada pembacaan nomogram untuk nilai struktural bahwa nilai koefisien kekuatan cenderung mengalami penurunan seiring lamanya rendaman terhadap campuran perkerasan. Hal ini dikarenakan nilai S_{mix} yang dipengaruhi oleh jumlah agregat dan binder, karena air laut memiliki kadar garam rata-rata 3,5 % dalam tiap liternya belum juga unsur-unsur yang terkandung didalamnya yang akan berpengaruh pada S_{mix} dan juga nilai koefisien kekuatan relatif. Sedangkan nilai S_{bit} dipengaruhi oleh suhu jalan dan lama waktu pembebanan, maka bisa disimpulkan bahwa nilai kekuatan relatif bahan secara tidak langsung juga dipengaruhi oleh suhu perkerasan jalan dan lama waktu pembebanan.
2. Dari hasil pembacaan grafik penentuan koefisien kekuatan relatif dapat disimpulkan aplikasi rendaman yang di rekomendasikan yaitu tidak melebihi dari 168 jam (7 hari), dikarenakan pada rendaman 168 jam nilai koefisien kekuatan relatif menunjukkan hasil 0,2 sedangkan batas akhir nilai koefisien relatif pada asumsi penurunan 50% hanya ditolerir pada nilai 0,175. Hal ini dikhawatirkan dapat menyebabkan turunnya kemampuan bahan lapis perkerasan dalam menjalankan fungsinya sebagai bagian dari perkerasan.

4.2 Saran

Beberapa saran dapat disampaikan agar penelitian ini bias sempurna dan beerkembang lebih jauh diantara sebagai berikut:

1. Penelitian dapat dikembangkan dengan memakai variasi jenis aspal yang berbeda dan menggunakan air laut dari lokasi yang juga berbeda.

2. Saat perhitungan nilai struktural mungkin dapat dilakukan dengan metode yang lain atau dengan menggunakan nomogram yang lebih lengkap dan jelas.
3. Saat pelaksanaan pembuatan sampel atau pengujian sebaiknya dilakukan dengan hati-hati dan penuh ketelitian agar didapat hasil yang akurat. Maka untuk penelitian selanjutnya diharapkan lebih berhati-hati dan teliti.

PERSANTUNAN

Dengan terselesaikannya penelitian ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih atas bimbingan, petunjuk, bantuan, serta kerja samanya kepada:

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Dr. Mochamad Solikin, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Ibu Ika Setyaningsih S.T., M.T., selaku Pembimbing Akademik dan Penguji II
4. Bapak Ir. Agus Riyanto M.T., selaku Dosen Pembimbing.
5. Bapak Ir. Sri Sunarjono M.T., Ph.D., selaku Dosen Penguji I.
6. Karyawan serta staf Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
7. Orang tua tercinta yang telah memberikan nasehat, do'a, dan segala bantuannya.
8. Teman-teman seperjuangan Teknik Sipil UMS 2010 dan Program Percepatan.
9. Semua pihak yang telah membantu untuk terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

Brown Et Al , 1977, *Nilai Struktural Lapis Permukaan*, Materi Perkuliahan Bahan Perkerasan Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Claessen, 1977, *Asphalt Pavement Design*, The Shell Method, Netherlands.

Gumilang, 2017, *Analisis Dampak Rendaman Air Tawar Terhadap Durabilitas dan Properties Marshall Pada Campuran Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC)*.

Hardiyatmo, Hary Christady, 2007, *Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah*, UGM Pres, Yogyakarta.

Jurusan Teknik Sipil, 2001, *Pedoman Penyusunan Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Novita, 2017, Analisis Dampak Rendaman Air Laut Terhadap Durabilitas dan Karakteristik Marshall Pada Campuran *Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC)*.

Riyanto, A, 1996, *Diktat Jalan Raya III*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.

Setiyawan, 2014, Pengaruh Penuaan dan Lama Perendaman Terhadap Durabilitas Campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*.

Sukirman, S., 2003, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Bandung.

Sukirman, S., 2010, *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*, Nova, Bandung.

Van Der Poel, 1990, *Nilai Struktural Lapis Permukaan*, Materi Perkuliahan Bahan Perkerasan Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Wahyono, 2015, Pengaruh Penambahan *Filler* Semen dan Lama Rendaman Terhadap Sifat Durabilitas dan Nilai Struktural *Split Mastic Asphalt (SMA)*.