

PENGARUH RENDAMAN AIR LAUT TERHADAP KARAKTERISTIK ASPAL PORUS DENGAN DAN TANPA PENAMBAHAN LIMBAH BAN KARET

Oktiva Siwi Tri Mawarni
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Islam Indonesia
Email : oktivasiwi@yahoo.com
Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Islam Indonesia
Email: miftahul.fauziah@uii.ac.id

ABSTRACT

The use of rubber tire waste in the development of porous asphalt technology as a part of flexible pavement aims to minimize the adverse effects of transportation facilities. The use of rubber tire waste as an added material in pavement can provide several advantages, namely increasing skid resistance and pavement age. This study aims to analyze the extent of the influence of seawater on porous asphalt durability and the effect of adding rubber tire waste as an added material in pavement.

In this study several stages were carried out, namely the first stage was testing material properties. The second step is to determine the optimum bitumen content of the porous asphalt mixture. The third stage is immersing samples of test specimens in seawater. The fourth stage is doing Marshall testing, Permeability, Immersion, Indirect Tensile Strength, Asphalt Flow Down and Cantabro. The last stage is to conduct analysis, discussion and conclusions from the tests that have been carried out.

The results showed the permeability of the mixture using Pen 60/70 asphalt and rubber asphalt showed the results of the indicator "moderate drainage". The results of testing the Marshall characteristics showed a decrease in the value of stability, flow, and MQ in the porous asphalt mixture with Pen 60/70 asphalt and rubber asphalt as the duration of sea water immersion increased. The porous asphalt mixture using Pen 60/70 asphalt and rubber asphalt has Index of Retained Strength values which tend to decrease with increasing sea water immersion duration. Indirect Tensile Strength test results due to seawater submersion indicate a decrease in ITS value in porous asphalt mixtures with Pen 60/70 asphalt and rubber asphalt. The Cantabro test results showed an increase along with the increasing duration of seawater immersion.

Keywords : Porous Asphalt, Rubber Tire Powder, Seawater

1. PENDAHULUAN

Sarana transportasi menjadi salah satu bagian penting sebagai penunjang kegiatan-kegiatan diberbagai bidang pada suatu negara. Oleh karena itu, prasarana jalan memerlukan perhatian khusus dari segi keamanan dan kenyamanan.

Beberapa daerah pesisir di Indonesia sering mengalami banjir rob yang menyebabkan air laut tersebut menggenangi

daratan, sehingga menimbulkan kerugian dan mengganggu aktivitas masyarakat. Ruas jalan yang terletak di daerah pantai mengalami permasalahan dengan dengan genangan air laut. Air laut merupakan larutan yang memiliki sifat korsiif dan dapat menyebabkan kerusakan pada perkerasan jalan.

Aspal porus merupakan campuran yang didesain memiliki porositas lebih

tinggi dibandingkan jenis perkerasan lain. aspal porus direncanakan memiliki rongga yang besar sehingga memungkinkan air dapat meresap bebas, sehingga dapat memberikan tingkat keselamatan bagi pengguna jalan terutama ketika hujan. aspal porus juga dapat mengurangi kesilauan dari permukaan jalan pada siang hari atau malam hari. Selain menggunakan aspal porus sebagai salah satu solusi mengurangi kerusakan perkerasan jalan, penggunaan bahan tambah limbah ban karet dalam perkerasan dapat memberikan keuntungan mengurangi *reflective cracking* pada *overlay*, mengurangi biaya pemeliharaan, meningkatkan ketahanan terhadap *cracking* dan *rutting* perkerasan baru, meningkatkan *skid resistance* dan umur perkerasan.

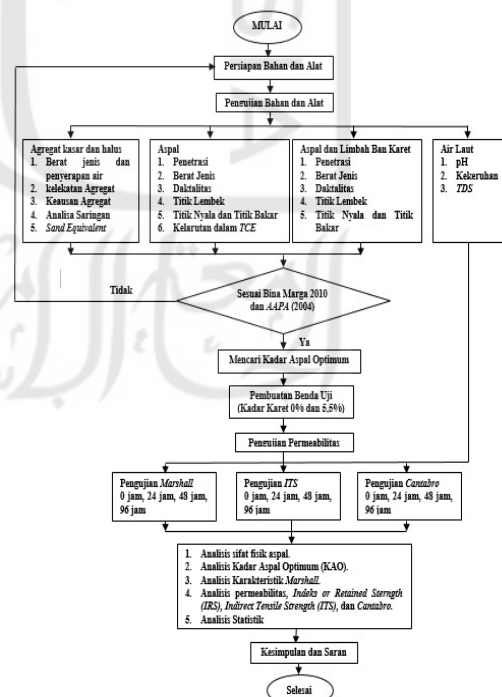
Berdasarkan uraian diatas, ada keinginan untuk melanjutkan penelitian yang telah dilakukan oleh Harmadana (2016), yang mana menggunakan campuran aspal porus dan bahan tambah ban karet dengan kadar 3,5%, 4,5%, 5,5% dan 6,5%. Dari hasil penelitian tersebut pemakaian ban karet sebagai bahan tambah dapat meningkatkan stabilitas sehingga dapat memenuhi persyaratan yang ada. Proporsi penambahan ban karet pada nilai 5,5% menghasilkan efek yang paling baik.

Oleh karena itu, penulis berencana melakukan penelitian menggunakan campuran aspal porus dengan bahan tambah limbah ban karet sebesar (0% dan 5,5%) dan rendaman berupa air laut. Penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh dari air laut terhadap aspal porus dengan menggunakan bahan tambah limbah ban karet dengan tujuan untuk menganalisis sejauh mana pengaruh air laut terhadap keawetan aspal porus dan pengaruh penambahan limbah ban karet sebagai bahan tambah.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental yaitu metode penelitian yang dilakukan dengan melakukan percobaan untuk mendapatkan data dan kemudian data

tersebut diolah untuk mendapatkan hasil perbandingan dengan spesifikasi dan persyaratan yang digunakan. spesifikasi dan prosedur yang dilakukan mengacu pada *Australian Asphalt Pavement Association (AAPA) 2004*, Standar Nasional Indonesia, dan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010. Agregat yang digunakan berasal dari Clereng, Kulonprogo, DIY. Aspal yang digunakan adalah aspal Pertamina Pen 60/70. Serbuk ban karet yang digunakan diperoleh dari Gulon, Salam, Magelang, Jawa Tengah. Air laut yang digunakan diperoleh dari Pantai Utara Kaliwage, Semarang. Pengujian diawali dengan pemeriksaan sifat fisik material, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan benda uji untuk menentukan kadar aspal optimum (KAO). Tahap selanjutnya adalah pembuatan benda uji dengan menggunakan aspal Pen 60/70 dan aspal yang telah dicampur serbuk ban karet dan direndam didalam air laut untuk pengujian *Marshall Standart*, *IRS*, *ITS*, *Asphalt Flow Down*, Permeabilitas dan *Cantabro*. Total benda uji yang digunakan sebanyak 135 buah. Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Bagan Alir

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengujian *Marshall*, *IRS*, *ITS*, *Asphalt Flow Down*, dan *Cantabro* dilakukan di Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, universitas Islam Indonesia. Pengujian Permeabilitas dilakukan di Laboratorium Tansportasi, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada. Pengujian yang dilakukan mengacu pada *APA 2004*, *SNI*, dan *Bina Marga 2010*.

3.1. Sifat Fisik Material Dan Air Laut

Pengujian sifat fisik material meliputi pengujian karakteristik agregat kasar dan halus, pengujian *filler*, pengujian aspal dan pengujian air laut. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5 berikut.

Tabel 1 Hasil Pengujian AC 60/70

NO	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan	Hasil	Keterangan
1	Berat Jenis	$\geq 0,1$	1,0751	Memenuhi
2	Penetrasi (0,1 mm)	60 - 70	65,6	Memenuhi
3	Daktalitas (cm)	≥ 100	157	Memenuhi
4	Titik Nyala (°C)	≥ 232	280	Memenuhi
5	Titik Bakar (°C)	≥ 232	281	Memenuhi
6	Kelarutan TCE (%)	≥ 99	100	Memenuhi
7	Titik Lembek (°C)	≥ 48	49,5	Memenuhi

Tabel 2 Hasil Pengujian Aspal Ban Karet 5,5%

NO	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan	Hasil	Keterangan
1	Berat Jenis	$\geq 0,1$	1,0277	Memenuhi
2	Penetrasi (0,1 mm)	Min. 50	51,3	Memenuhi
3	Daktalitas (cm)	≥ 50	63	Memenuhi
4	Titik Nyala (°C)	≥ 232	259	Memenuhi
5	Titik Bakar (°C)	≥ 232	274	Memenuhi
6	Titik Lembek (°C)	≥ 54	55,5	Memenuhi

Tabel 3 Hasil Pengujian Agregat Kasar

No.	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan	Hasil	Keterangan
1	Berat Jenis	$> 2,5$	2,6447	Memenuhi
2	Penyerapan Agregat Terhadap Air (%)	$< 3,0$	1,54648	Memenuhi
3	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal (%)	> 95	99,5	Memenuhi
4	Kausan dengan mesin <i>Los Angeles</i> (%)	< 40	26,6	Memenuhi

Tabel 4 Hasil Pengujian Agregat Halus

No.	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan	Hasil	Keterangan
1	Berat Jenis	$> 2,5$	2,6271	Memenuhi
2	Penyerapan Agregat Terhadap Air (%)	$< 3,0$	2,35	Memenuhi
3	<i>Sand Equivalent</i> (%)	> 50	71,2409	Memenuhi

Tabel 5 Hasil Pengujian Air Laut

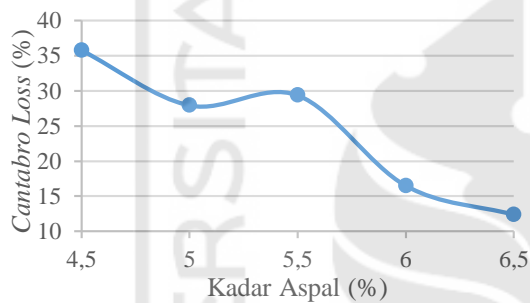
No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
			A.003	
1	pH	-	6,82	SNI 06-6989.11-2004
2	Klorida (Cl)	mg/L	12.240	SNI 6989.19:2009
3	Sulfat (SO)	mg/L	20,9	SNI 6989.20:2009

3.2. Hasil Pemeriksaan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Penentuan kadar aspal optimum pada campuran aspal porus dihitung berdasarkan kriteria perencanaan dari metode Australia, dengan cara nilai *cantabro loss* 35% diset untuk mendapatkan kadar aspal minimum, kemudian nilai *VITM* 18% diset untuk mendapatkan kadar aspal maksimum, dari kedua nilai tersebut dirata-rata kemudian diplot pada grafik *asphalt flow down*. Kadar aspal optimum merupakan hasil penjumlahan nilai kasar aspal rata-rata dengan nilai *asphalt flow down* sebagai berikut.

1. Nilai *Cantabro*

Pengujian *Cantabro Loss* dilakukan untuk mengetahui kehilangan berat pada campuran dilakukan tes abrasi dengan mesin *Loss Angeles* dan juga sebagai parameter untuk menentukan KAO seperti yang disyaratkan *AAPA* (2004). Benda uji yang didiamkan selama 48 jam pada suhu ruang dan minimal 6 jam sebelum pengujian suhu harus dijaga berada pada suhu ruang. Sebelum benda uji dimasukkan ke dalam drum mesin *Los Angeles*. Gambar hasil pengujian *Cantabro* dapat dilihat pada Gambar 5.10 berikut.

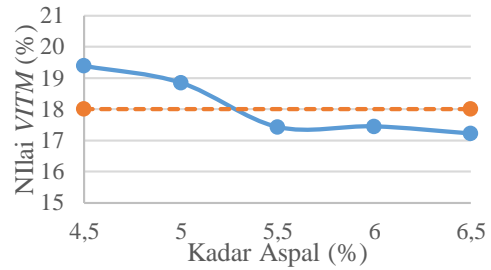


Gambar 2. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai *Cantabro Loss*

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai *cantabro* semakin menurun dengan meningkatnya proporsi kadar aspal. Semakin menurunnya kehilangan berat artinya tahan terhadap benturan. Hal ini disebabkan oleh persen kadar aspal yang meningkat karena dengan meningkatnya kadar aspal maka daya ikat campuran antara agregat dan aspal semakin baik sehingga menaikkan kemampuan campuran aspal porus untuk tahan terhadap benturan.

2. Nilai *VITM*

VITM adalah prosentase rongga udara dalam campuran terhadap total volume campuran agregat dan aspal. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh grafik nilai *VITM* pada berbagai kadar aspal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.7 berikut.

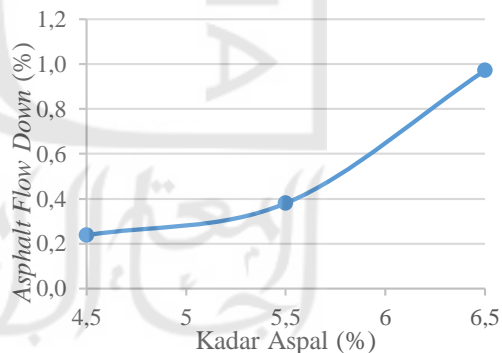


Gambar 3. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai *VITM*

Hasil pengujian nilai *VITM* pada Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai *VITM* semakin kecil seiring bertambahnya kadar aspal, karena rongga udara terisi aspal semakin besar dan memperkecil volume rongga udara dan campuran menjadi semakin padat.

3. Nilai *Asphalt Flow Down*

Pengujian *Asphalt Flow Down* dilakukan untuk mengetahui kadar aspal maksimum yang dapat tercampur homogen dengan agregat tanpa terjadi pemisahan pemisahan aspal dan juga sebagai parameter untuk menentukan KAO seperti yang disyaratkan *AAPA* (2004). Gambar hasil pengujian *Asphalt Flow Down* dapat dilihat pada Gambar 5.11 berikut.



Gambar 4. Hubungan Kadar Aspal dengan Nilai *Asphalt Flow Down*

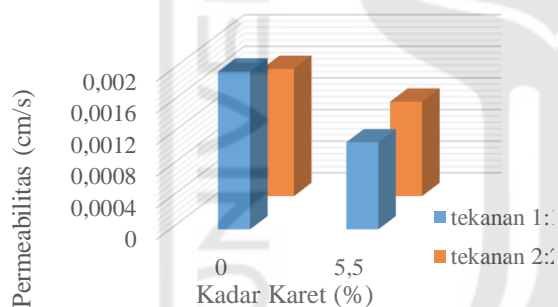
Berdasarkan Gambar 4. dapat dilihat nilai *Asphalt Flow Down* semakin meingkat seiring dengan penambahan kadar aspal, meskipun demikian peningkatan pada nilai *Asphalt Flow Down* tidak signifikan. Peningkatan

pada hasil pengujian *Asphalt Flow Down* menunjukkan bahwa pemisahan antara aspal dengan agregat semakin meningkat seiring bertambahnya kadar aspal, hal ini disebabkan film yang menyelimuti agregat semakin tebal dengan bertambahnya persentase kadar aspal sehingga aspal yang melekat paling luar akan meleleh dan terpisah dari ikatan campuran.

Nilai dari hasil Pengujian *Cantabro*, *Marshall* dan *asphalt Flow Down* yang memenuhi persyaratan dari parameter diatas, diperoleh kadar aspal optimum dari campuran aspal porus yang menggunakan aspal Pen 60/70 yaitu 5,18%.

3.3. Tinjauan Karakteristik Permeabilitas

Grafik pengujian permeabilitas dapat dilihat pada Gambar 5. berikut.



Gambar 5. Grafik Hubungan Campuran Berbahan Ikat Aspal Karet dengan Koefisien Permeabilitas

Berdasarkan Gambar 5. dapat dilihat bahwa kedua campuran aspal porus yang menggunakan aspal Pen 60/70 dan aspal karet bersifat drainase sedang. Hal ini dikarenakan penambahan ban karet mengisi rongga antara aspal dan agregat sehingga rongga dalam campuran (*VITM*) yang kecil menyebabkan air menjadi sulit merembes ke dalam campuran aspal porus. Dengan demikian, maka penggunaan ban karet cukup mampu menghasilkan campuran kedap air.

Penelitian yang dilakukan oleh Juliansyah (2017) juga menyebutkan bahwa penambahan limbah ban karet sebagai *additive* untuk mengatasi penurunan kinerja campuran *superpave* akibat rendaman air hujan, dengan menggunakan bahan tambah ban karet campuran menjadi lebih kedap sehingga lebih sulit meloloskan air. Perbedaan dengan penelitian yang dilakukan Juliansyah (2017) yaitu jenis campuran yang digunakan termasuk dalam gradasi rapat, sehingga dengan penambahan ban karet menghasilkan campuran bersifat drainase buruk.

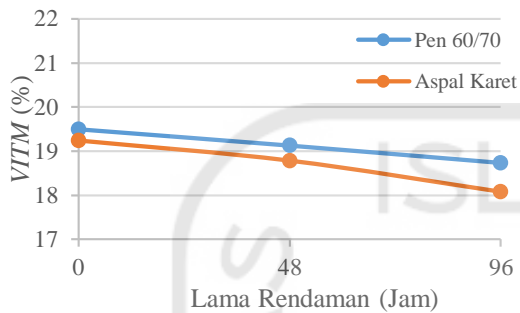
Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Bahtiar (2017) yang meneliti tentang campuran aspal porus menggunakan substitusi *oil sludge*, nilai permeabilitas mengalami peningkatan dengan bertambahnya *oil sludge*. Nilai permeabilitas dengan substitusi *oil sludge* memiliki nilai permeabilitas yang lebih tinggi dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti menggunakan bahan tambah ban karet, yang berarti campuran aspal dengan *oil sludge* memiliki nilai permeabilitas yang lebih baik. Nilai permeabilitas tertinggi campuran aspal porus dengan *oil sludge* adalah $4,33 \times 10^{-2}$ cm/detik sedangkan campuran aspal porus dengan ban karet adalah $1,19 \times 10^{-3}$ cm/detik. Persamaan dari penelitian Bahtiar (2018) yaitu jenis campuran yang digunakan termasuk dalam kategori gradasi terbuka yang mudah meloloskan air.

3.4. Tinjauan Karakteristik Marshall pada KAO

Berdasarkan hasil pengujian *Marshall*, *Cantabro*, dan *Asphalt Flow Down*, didapatkan nilai KAO sebesar 5,18%. Sampel dibuat menggunakan KAO yang telah didapatkan kemudian direndam menggunakan air laut dengan variasi durasi perendaman 48 jam dan 96 jam. Sebagai pembandingnya sebagian sampel dibuat tanpa rendaman air laut. Hasil yang didapatkan dapat dilihat pada pembahasan berikut ini.

1. VITM

Hasil pengujian laboratorium pada campuran aspal porus yang direndam air laut dapat dilihat pada Gambar 6. berikut.



Gambar 6. Grafik Hubungan Lama Rendaman Dengan Nilai VITM

Pada Gambar 6. dapat dilihat bahwa campuran aspal porus dengan bahan ikat aspal karet memiliki nilai VITM lebih kecil dibandingkan dengan campuran berbahan ikat Pen 60/70. Kondisi ini disebabkan karena pori-pori udara yang telah diisi oleh aspal dan mineral halus lainnya. Nilai VITM yang kecil menyebabkan campuran lebih kedap air, sehingga dapat mengurangi proses oksidasi aspal dan meningkatkan sifat durabilitas aspal.

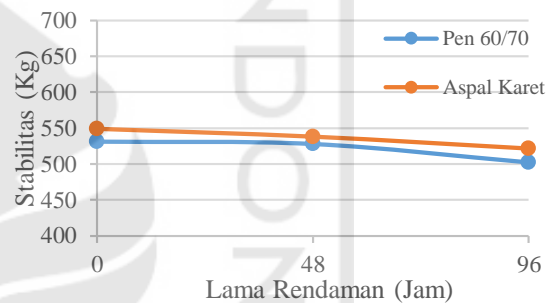
Berdasarkan Grafik 6. dapat dilihat bahwa semakin bertambahnya waktu rendaman maka nilai VITM menurun, hal ini dikarenakan mineral yang terkandung didalam air laut dapat mengisi rongga menjadi lebih kecil. Semakin lama durasi rendaman maka semakin banyak pula mineral yang mengisi rongga dalam aspal maka rongga semakin kecil. Dari hasil pengujian didapatkan nilai VITM dengan aspal Pen 60/70 sebesar 19,50%, 19,13%, dan 19% sedangkan aspal karet sebesar 18,81%, 18,36% dan 17,96%. Hasil pengujian tersebut memenuhi persyaratan AAPA (2004) yaitu 18%, tetapi pada campuran menggunakan bahan tambah ban karet dengan durasi rendaman 96 jam turun dibawah syarat minimum.

Hal yang sama dapat dilihat pada penelitian Bahtiar (2017) yang meneliti tentang campuran aspal porus menggunakan substitusi *oil sludge*, semakin bertambahnya

substitusi *oil sludge* nilai VITM mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena aspal yang telah disubstitusi *oil sludge* memiliki sifat yang lebih encer dibandingkan dengan aspal Pen 60/70 dan memiliki kadar mineral yang tinggi, sehingga menyebabkan mineral yang terkandung dapat mengisi rongga menjadi lebih kecil. Perbedaan dari penelitian Bahtiar (2017) yaitu jenis substitusi yang digunakan.

2. Stabilitas

Hasil pengujian laboratorium pada campuran aspal porus yang direndam air laut dapat dilihat pada Gambar 7. berikut ini.



Gambar 7. Hubungan Lama Rendaman Air Laut dengan Nilai Stabilitas

Pada Gambar 7. dapat dilihat bahwa nilai stabilitas campuran mengalami penurunan dengan durasi rendaman yang semakin lama. Hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh penurunan ikatan antara agregat dan aspal yang disebabkan karena air laut yang masuk ke dalam rongga campuran mengandung berbagai macam senyawa kimia. Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa penggunaan aspal karet pada campuran memiliki kinerja yang lebih baik dalam menahan beban dalam kondisi tendam air laut.

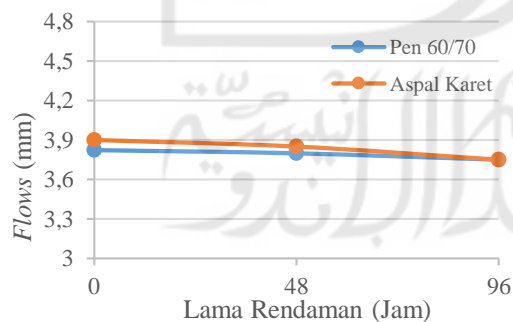
Nilai stabilitas campuran aspal porus menggunakan bahan tambah ban karet lebih besar dari campuran yang menggunakan aspal Pen 60/70. Hal ini disebabkan oleh sifat aspal karet yang lebih kaku dari aspal Pen 60/70, ditunjukkan dari nilai penetrasi aspal karet yang lebih kecil dari aspal Pen 60/70.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Juliansyah (2017) yang meneliti tentang campuran *superpave* menggunakan bahan

tambah ban karet, juga menyebutkan bahwa penambahan ban karet dalam campuran menyebabkan nilai stabilitas mengalami peningkatan. Perbedaan dari penelitian Juliansyah (2017) yaitu campuran aspal porus dengan bahan tambah ban karet memiliki nilai stabilitas yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan campuran aspal porus memiliki rongga dalam aspal (*VITM*) yang lebih besar dari campuran *superpave*. Pada penelitian yang dilakukan oleh Yusuf (2017) yang meneliti tentang kinerja campuran *Stone Matrix Asphalt* dengan bahan ikat Pen 60/70 dan Starbit E-55 akibat lama rendaman air laut, dapat dilihat bahwa nilai stabilitas mengalami penurunan seiring bertambahnya durasi rendaman air laut. Hal ini terjadi karena air laut dapat mengurangi kemampuan aspal dalam mengikat agregat. Nilai stabilitas campuran Aspal porus menggunakan bahan tambah ban karet yang direndam di dalam air laut mengalami penurunan sesuai dengan

3. Flow

Kelelahan (*flow*) merupakan keadaan perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam satuan panjang (mm). Nilai *Flow* terhadap rendaman air laut dapat dilihat pada Gambar 8. berikut.



Gambar 8. Hubungan Lama Perendaman Air Laut dengan Nilai *Flow*

Pada Gambar 8. dapat dilihat bahwa pada campuran aspal porus dengan bahan ikat aspal Pen 60/70 dan aspal karet mengalami penurunan akibat rendaman air laut. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi terendam

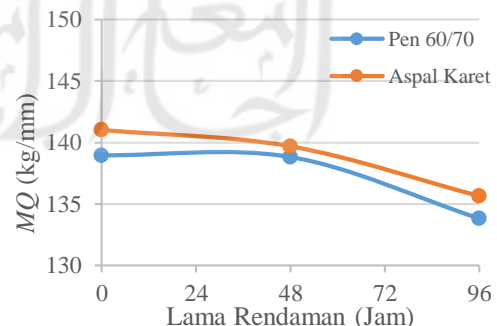
air laut, aspal porus yang menggunakan bahan ikat aspal karet memiliki kemampuan yang baik dalam menahan deformasi vertikal. Campuran yang menggunakan aspal karet memiliki ketahanan terhadap deformasi vertikal yang lebih baik dari campuran yang menggunakan aspal Pen 60/70, hal ini dikarenakan aspal karet lebih kaku.

Hal yang sama dapat dilihat dari penelitian Yusuf (2017) yang meneliti tentang kinerja campuran *Stone Matrix Asphalt* dengan bahan ikat Pen 60/70 dan Starbit E-55 akibat lama rendaman air laut, nilai *flow* mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya durasi rendaman air laut. nilai *flow* campuran aspal porus dengan bahan tambah ban karet memenuhi persyaratan *AAPA* (2004).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Juliansyah (2017) penambahan limbah ban karet sebagai *additive* untuk mengatasi penurunan kinerja campuran *superpave* akibat rendaman air hujan, nilai *flow* sedikit menurun seiring bertambahnya durasi rendaman air hujan. Penambahan ban karet juga dapat mempengaruhi kelenturan campuran aspal, semakin bertambahnya kadar karet nilai *flow* akan menurun.

4. Marshall Quotient (MQ)

Nilai *Marshall Quotient* merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan kelelahan (*flow*). Nilai *Marshall Quotient* terhadap rendaman air laut dapat dilihat pada Gambar 9. berikut.



Gambar 9. Hubungan Lama Perendaman Air Laut dengan Nilai *MQ*

Pada Gambar 9. dapat dilihat bahwa nilai *MQ* mengalami penurunan, diperoleh dari perbandingan nilai stabilitas dan nilai *flow* yang menurun akibat rendaman air laut. Penurunan nilai *MQ* pada campuran aspal porus menunjukkan bahwa semakin lama campuran tersebut di rendam air laut, maka fleksibilitas campuran dalam menerima beban akan semakin meningkat. Campuran aspal porus yang menggunakan aspal karet memiliki nilai *MQ* yang lebih tinggi dari campuran yang menggunakan aspal Pen 60/70, hal ini karena aspal karet memiliki sifat yang lebih kaku dari aspal Pen 60/70.

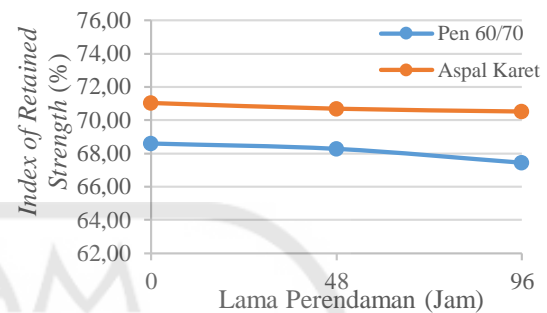
Hal yang sama dapat dilihat pada penelitian Juliansyah (2017) penambahan limbah ban karet sebagai *additive* untuk mengatasi penurunan kinerja campuran *superpave* akibat rendaman air hujan, yaitu nilai *Marshall Quotient* akan semakin menurun seiring bertambahnya durasi rendaman air hujan. Penambahan ban karet juga mempengaruhi penurunan nilai *MQ* karena adanya pengaruh penurunan ikatan antara agregat dan aspal setelah rendaman air hujan.

Penelitian ini sedikit berbeda dengan penelitian Yusuf (2017) yang meneliti tentang campuran *Stone Matrix Asphalt* dengan bahan ikat Pen 60/70 mengalami peningkatan nilai *MQ* sebelum direndam hingga direndam selama 96 jam, kemudian mengalami penurunan setelah direndam selama 96 jam. Berbeda dengan campuran *Stone Matrix Asphalt* yang menggunakan aspal Starbit E-55 hasilnya memiliki kesamaan dengan yang dilakukan peneliti, yaitu nilai *MQ* mengalami penurunan seiring bertambahnya durasi rendaman air laut.

3.5. Tinjauan Karakteristik *Index of Retained Strength (IRS)*

Index of Retained Strength didapatkan dari proses perendaman, untuk mengetahui kekuatan dan kekauan yang dimiliki campuran setelah mengalami proses perendaman selama 24 jam pada suhu 60°C terhadap perendaman selama 0,5 jam pada

suhu 60°C. Grafik nilai *IRS* dapat dilihat pada Gambar 10. berikut ini.



Gambar 10. Grafik Hubungan antara Lama Rendaman dan Nilai *IRS*

Berdasarkan Grafik 10. dapat dilihat bahwa nilai *IRS* mengalami penurunan seiring bertambahnya durasi rendaman air laut, hal ini dipengaruhi oleh penurunan nilai stabilitas yang disebabkan banyaknya air yang masuk kedalam campuran sehingga menyebabkan campuran menjadi lemah dalam menerima beban. Grafik diatas menunjukkan bahwa campuran menggunakan aspal karet memiliki nilai *IRS* yang lebih tinggi dibanding campuran yang menggunakan aspal Pen 60/70, hal ini dikarenakan aspal karet bersifat lebih kaku dari aspal Pen 60/70.

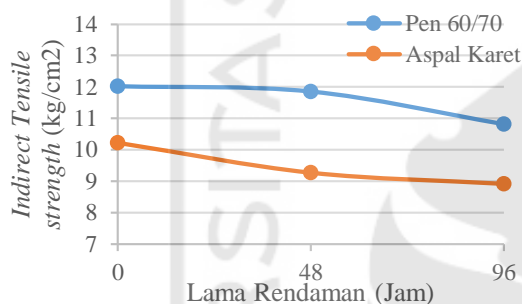
Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Juliansyah (2017) penambahan limbah ban karet sebagai *additive* untuk mengatasi penurunan kinerja campuran *superpave* akibat rendaman air hujan, seiring bertambahnya durasi air hujan mengalami peningkatan nilai *IRS*. Hasil tersebut terjadi dikarenakan pengaruh kimia pada campuran *superpave* yang di rendam selama 96 yang membuat nilai stabilitas meningkat. Selain itu pada penelitian yang sama menunjukkan bahwa nilai *IRS* menggunakan aspal karet lebih tinggi dibandingkan campuran menggunakan aspal Pen 60/70 yang disebabkan oleh perubahan karakteristik dari campuran akibat pengaruh penambahan ban karet.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Yusuf (2017) yang meneliti tentang campuran *Stone Matrix Asphalt* menggunakan bahan ikat Pen 60/70 dan aspal Starbit E-55 memiliki hasil yang berbeda dengan

penelitian yang dilakukan peneliti dimana nilai *IRS* mengalami peningkatan seiring bertambahnya lama rendaman.

3.6. Tinjauan Karakteristik *Indirect Tensile Strength (ITS)*

Indirect Tensile Strength adalah kemampuan lapis perkerasan menahan kuat tarik yang disebabkan oleh beban kendaraan. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai hubungan antara lama perendaman dan nilai *Indirect Tensile Strength* dapat dilihat pada Gambar 11. berikut ini



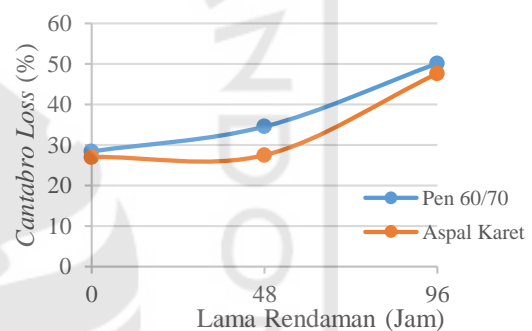
Gambar 11. Grafik Hubungan antara Lama Rendaman dan Nilai *ITS*

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.18 bahwa nilai *ITS* cenderung menurun seiring bertambahnya durasi perendaman di dalam air laut dengan campuran Porus berbahan ikat aspal Pen 60/70 dan aspal karet. Hal ini dikarenakan semakin lama durasi perendaman maka menyebabkan aspal melunak dan ikatan antara aspal dan agregat menjadi berkurang yang menyebabkan kekuatan regangan paa campuran akan berkurang sehingga campuran mudah retak. Campuran menggunakan aspal karet memiliki nilai *ITS* yang lebih rendah dari campurang yang menggunakan aspal karet. Pada penelitian yang dilakukan oleh Julainsyah (2017) penambahan limbah ban karet sebagai *additive* untuk mengatasi penurunan kinerja campuran *superpave* akibat rendaman air hujan, juga menyebutkan bahwa seiring bertambahnya lama rendaman mengakibatkan nilai *ITS* menurun dan dengan penambahan ban karet membuat campuran menjadi stabil. Perbedaan dari penelitian Juliansyah (2017) dengan penelitian yang dilakukan peneliti

yaitu pada jenis campuran yang digunakan dan jenis air rendaman yang digunakan.

3.7. Tinjauan Karakteristik *Cantabro*

Cantabro Test adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui ketahanan benda uji terhadap keausan dengan menggunakan mesin *Loss angeles*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kehilangan berat dari benda uji setelah dilakukan tes abrasi. Gambar hasil pengujian *Cantabro* dapat dilihat pada Gambar 12. berikut ini.



Gambar 12. Grafik Hubungan antara Lama Rendaman dan Nilai *Cantabro*

Berdasarkan grafik pada Gambar 12. dapat dilihat bahwa nilai *Cantabro* cenderung meningkat seiring bertambahnya durasi perendaman didalam air laut dengan campuran aspal porus berbahan ikat aspal Pen 60/70 dan aspal Karet. Hal ini berarti bertambahnya durasi perendaman air laut membuat campuran tersebut menjadi tidak tahan terhadap benturan. Campuran dengan bahan ikat aspal karet lebih tahan terhadap benturan atau abrasi dibandingkan dengan campuran dengan bahan ikat Pen 60/70. Hal yang sama bisa dilihat dari penelitian Julainsyah (2017) penambahan limbah ban karet sebagai *additive* untuk mengatasi penurunan kinerja campuran *superpave* akibat rendaman air hujan, yaitu nilai *cantbro loss* semakin meningkat seiring bertambahnya rendaman air hujan. Penambahan ban karet juga memiliki pengaruh terhadap nilai *cantabro loss*, semakin bertambahnya kadar ban karet nilai *cantabro loss* semakin rendah. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan kadar ban

karet dapat menahan kehilangan berat akibat benturan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Bahtiar (2017) yang meneliti tentang campuran aspal porous menggunakan substitusi *oil sludge*, yaitu nilai *cantabro* semakin menurun seiring dengan penambahan kadar substitusi *oil sludge*, penurunan pada hasil pengujian *cantabro* menunjukkan bahwa ketahanan campuran terhadap benturan cenderung meningkat, hal ini disebabkan kehilangan berat pada campuran yang semakin kecil dengan persentase penambahan substitusi *oil sludge*.

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1. Simpulan

Berdasarkan penelitian dan analisis data kinerja campuran Aspal Porus dengan menggunakan bahan tambah limbah ban karet terhadap pengaruh rendaman air laut, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil pengujian sifat fisik dari aspal Pen 60/70 dan aspal karet menunjukkan nilai berat jenis yang tidak signifikan, sedangkan hasil pengujian daktilitas, pentrasi, kelarutan dalam *TCE*, titik nyala, dan titik bakar menunjukkan hasil yang signifikan.
2. Ban karet dapat digunakan sebagai bahan tambah aspal Pen 60/70. Hal ini dapat dilihat dari pengujian *Marshall*, *Cantabro* dan *AFD* yang hasilnya memenuhi persyaratan *AAPA* (2004). Campuran Aspal Porus yang telah di tambah ban karet mengalami perubahan pada karakteristik *Marshall*, yaitu nilai stabilitas, *flow*, dan *MQ* yang meningkat. Nilai persen kehilangan berat (*cantabro*) menurun dengan penambahan ban karet.
3. Nilai permeabilitas dari campuran aspal porous menggunakan aspal pen 60/70 dan aspal yang menggunakan bahan tambah ban karet 5,5% menunjukkan hasil indikator “drainase sedang”. Campuran menggunakan aspal karet memiliki kedapannya yang lebih tinggi dari campuran yang menggunakan aspal Pen 60/70.

4. Pengaruh lama rendaman air laut terhadap karakteristik *Marshall*, yaitu terjadi penurunan nilai stabilitas, *flow* dan *MQ* pada campuran aspal porous dengan bahan ikat aspal Pen 60/70 dan aspal karet seiring dengan bertambahnya durasi rendaman air laut. Semakin lama campuran aspal porous direndam air laut menyebabkan menurunnya kemampuan campuran untuk menerima beban.

5. Campuran aspal porous menggunakan bahan ikat aspal Pen 60/70 dan aspal karet memiliki nilai *Indirect of Retained Strength* cenderung menurun seiring bertambahnya durasi rendaman air laut.

6. Hasil pengujian *Indirect Tensile Strength* akibat rendaman air laut menunjukkan adanya penurunan nilai *ITS* pada campuran aspal porous dengan bahan ikat aspal Pen 60/70 dan aspal karet. Hal ini dikarenakan semakin lama durasi perendaman maka menyebabkan aspal melunak dan ikatan antara aspal dan agregat berkurang sehingga mudah retak.

7. Hasil pengujian *Cantabro* menunjukkan kenaikan seiring dengan penambahan durasi perendaman air laut. Campuran dengan bahan ikat aspal karet lebih tahan terhadap benturan atau abrasi dibandingkan dengan bahan ikat aspal Pen 60/70, hal ini disebabkan karena aspal karet yang memiliki kekuatan dan keelastisan sehingga dapat mengurangi dampak terhadap benturan.

4.2. Saran

Merujuk pada hasil penelitian pengaruh rendaman air laut terhadap pengaruh lama rendaman air laut terhadap karakteristik campuran Aspal Porus dengan bahan ikat Pen 60/70 dan aspal karet, maka penulis memberikan saran sebagai berikut.

1. Untuk daerah yang mengalami banjir 0 sampai 48 jam dapat menggunakan campuran yang menggunakan bahan ikat aspal karet karena aspal karet memiliki stabilita yang lebih tinggi dan lebih tahan terhadap benturan.
2. Untuk daerah yang mengalami banjir lebih dari 48 jam disarankan

menggunakan campuran berbahan ikat pen 60/70 karena pada campuran berbahan ikat aspal karet memiliki rongga yang lebih kecil menyebabkan penurunan kinerja campuran beton aspal.

3. Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengujian viskositas aspal karet untuk mengetahui suhu pencampuran dan pemadatan benda uji.
4. Lama waktu rendaman air laut bisa divariasikan lagi untuk mendapatkan data pengaruh rendaman air laut terhadap karakteristik campuran aspal porus yang lebih lengkap.
5. Penggunaan serbuk ban karet yang lebih halus agar serbuk ban karet dapat tercampur merata dengan aspal dan memiliki hasil yang lebih baik.
6. Perlu adanya spesifikasi khusus bagi campuran aspal beton yang terendam air laut, melihat banyaknya daerah pesisir pantai di Indonesia yang sering terkena dampak banjir air laut (rob).

DAFTAR PUSTAKA

- Australian Asphalt Pavement Association. 2004. *National Asphalt Specification*, AAPA Technology Committee, Australia.
- Bahtiar, M. 2017. Pengaruh *Oil Sludge* sebagai Substitusi Aspal Penetrasi 60/70 terhadap karakteristik Campuran Aspal Porus. *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Bina Marga. 2010. *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan*. Direktorat Bina Teknik. Jakarta.
- Darunifah, N. 2007. Pengaruh Bahan Tambah Karet Padat terhadap Karakteristik Campuran Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC). *Tesis*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Djumari, dan Sarwono, D. 2009. Perencanaan Gradasi Aspal Porus Menggunakan Material Lokal dengan Pemampatan Kering. *Media Teknik*. Volume IX.
- Hadiatari, I.G. 2018. Kinerja Campuran *Split Mastic Asphalt (SMA) 0/11* dengan *Filler* Abu Sekam Padi Akibat Lama Rendaman Air Laut. *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Hardwiyono, S. 2012. Pengaruh Penambahan Parutan Karet Ban Gradasi Tipe 2 terhadap Parameter *Marshall* pada Campuran *Hot Rolled Sheet Wearing Course*. *Jurnal Ilmiah*, 149-158.
- Harmadhana, S. 2016. Kajian Karakteristik Laboratorium Aspal Porus dengan Menggunakan *Crumb Rubber* sebagai Bahan Tambah. *Tugas Akhir*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Banafsaj, H. H. 2018. Kinerja Campuran *Stone Matrix Asphalt* dengan Bahan Ikat Aspal Pertamina Pen 60/70 dengan *Filler* Abu Sekam Padi Akibat Lama Rendaman Air Laut. *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Idral, M. 2016. Kinerja Perkerasan Aspal Porus dengan Penambahan Karet Gondorukem. *Tugas Akhir*. Universitas Andalas. Padang.
- Juliansyah, R. 2017. Penambahan Limbah Ban Karet sebagai *Additive* Untuk Mengatasi Penurunan Kinerja Campuran *Superpave* Akibat Rendaman Air Hujan. *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Mentari. 2018. Pengaruh Rendaman Air Laut Terhadap Penurunan Kinerja Campuran *Superpave* yang Menggunakan Limbah Ban Karet Sebagai *Additive*. *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Muaya, G. S., Kaseke, O. H., & Manopo, M. R. 2015. Pengaruh Terendamnya Ridho, A.N. 2012. Perencanaan Campuran Aspal Porus terhadap Karakteristik *Marshall* dan Kuat Tarik Tidak Langsung dengan Serbuk

Ban Bekas sebagai Pengganti Agregat Halus. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

- Prabowo, A.H. 2003. Pengaruh Rendaman Air Laut Pasang (ROB) Terhadap Kinerja Laston (HRS-WC) Berdasarkan Uji *Marshall* dan Uji Durabilitas Modifikasi. *Tesis*. Universitas Dionegoro. Semarang.
- Putra, D.T.W. 2018. Pengaruh Lama Rendaman Air Sungai Terhadap Karakteristik Campuran AC-WC dengan Bahan Ikat Starbit E-60 dan Pen 60/70. *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Yusuf, N.A.N. 2017. Kinerja Campuran *Stone Matrix Asphalt* dengan Bahan Ikat Aspal Pertamina Pen 60/70 dan *Starbit E-55* Akibat Lama Rendaman Air Laut. *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Zulfikar, A. 2012. Pengaruh Penambahan Limbah Karet Ban Dalam terhadap Karakteristik *Marshall*. Pada Lapisan Aspal Beton (Laston). *Tugas Akhir*. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang.

