

**PENGARUH RENDAMAN AIR LAUT TERHADAP
PENURUNAN KINERJA CAMPURAN SUPERPAVE YANG MENGGUNAKAN
LIMBAH BAN KARET SEBAGAI ADDITIVE**

Mentari

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Islam Indonesia

Email: mentarias25@gmail.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

Indonesia is one of the biggest contributors of rubber tire waste. So that the emergence of innovation is in rubber tire waste as an ingredient added to highway pavement. Indonesia is an archipelagic state which is protected by sea water. Where there is often an increase in sea water to the surface of the land. The increase in sea water makes the road quickly damaged because the acid contained in sea water and excessive deformation everyday. The purpose of this study is to reduce the mixture of superpave mixture performance using rubber tire waste as an additive.

The study of physical properties of materials, determines the KAO, immersing the specimen, performing Marshall test, Permeability, Immersion, Indirect Tensile Strength, and Cantabro. The standard used refers to DGH 2010 and Asphalt Institute (1993).

The results of this research on adding rubber tires showed increased stability and flow to 8% and declined again. inversely proportional to the decreasing MQ value. In the soaking value of stability and flow decreased during 96 hours of life immersion, the decrease value is 3.94% and 7.98% for stability and flow. The value of MQ rose during immersion by 7.06% and 3.71% at 0% percent and 10% rubber tires. Permeability values at pressure 1 and 2 increase the permeability coefficient value. The IRS is reduced by 2.19%, 1.96% and 4.16%. While the seawater immersion decreased by 1.06%, 1.02%, 2.15% and 3.01%. The value of ITS is significantly lower by 34.20%, 35.46% and 34.37% in the immersion 0 hours, 48 hours and 96 hours, while due to so it increases not significantly by 1.84%, 13, 17% , 21.26% and 3.05% per 0%, 6%, 8% and 10% of rubber tires. Cantabro value of 38.11%, 41.89%, and 47.52%. And the sea level is equal to 5.93%, 4.77%, 4.31% and 3.37%.

Keywords: Rubber Tire Powder, Sea Water.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara penyumbang limbah atau sampah terbesar nomor 2 di dunia yang mana diantaranya berupa limbah ban karet. Pembuangan ban bekas di tempat pembuangan (*landfill*) akan menjadikan masalah besar karna ban bekas di buang akan memenuhi ruangan. Ban sendiri memiliki struktur kompleks yang

membuat sangat sulit di daur ulang serta sangat sulit didegradasi oleh alam. Penggunaan ban bekas sebagai bahan tambah (*additive*) aspal telah di teliti sebelumnya oleh *US Departement of Transportation Federal Higway Administration* di Amerika sejak tahun 1986. Yang mana hasilnya penggunaan ban hasil parutan ban bekas mampu mereduksi kerusakan pada perkerasan lentur yang

diakibatkan oleh factor cuaca dan lalu lintas (AASHTO, 1982). Menurut departemen pekerjaan umum (2007), kerusakan jalan dikarenakan oleh empat hal utama, yaitu material konstruksi, lalu lintas, iklim dan air. Salah satu yang paling dominan yang membuat jalan menjadi rusak adalah air yang menggenangi jalan yang di sebabkan oleh air rob (air laut yang naik ke permukaan jalan). Menurut Muaya (2015), kandungan garam adalah salah satu perbedaan air tawar dan air laut, rata-rata di laut negara indonesia terdapat 3,5% kandungan garam per 1 liter air laut. Selain itu factor suhu juga sangat berpengaruh terhadap jalan beraspal panas. Yang mana rata-rata suhu permukaan air laut di Indonesia berkisar 26°C-30°C. Akibat air garam ini membuat terjadinya kerusakan suatu jalan menjadi cepat ditambah adanya pembebandan dari lalu lintas sehari-hari.

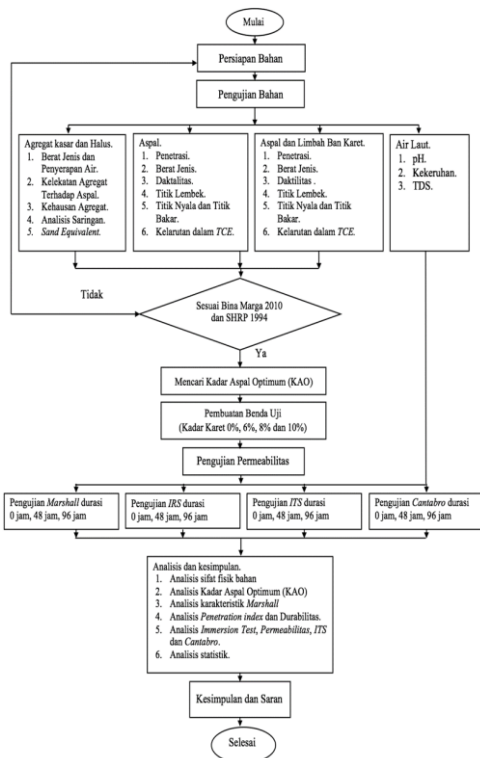
Berdasarkan pemikiran di atas dan keingin tauhan dan juga untuk meneruskan penelitian dari saudara Juliansyah (2017) yang berjudul “Penambahan Limbah Ban Karet Sebagai *Additive* Untuk Mengatasi Penurunan Kinerja Campuran *Superpave* Akibat Rendaman Air Hujan”, yang mana sebelumnya menggunakan campuran *Superpave* dan bahan *additive* berupa ban karet dengan kadar (0%, 2%, 4%, dan 6%) dan memakai rendaman air hujan/ air tawar. Dengan hasil dari penelitian tersebut tidak menunjukkan adanya perubahan yang tidak berbeda secara signifikan, maka penulis berencana melakukan penelitian yang sama menggunakan campuran *Superpave* untuk memperhatikan deformasi permanen (*rutting*) dan suhu rendah yang mengakibatkan retak yang merupakan suatu masalah di Indonesia dengan membedakan pada kadar campuran bahan *additive* limbah ban karet sebesar (0%, 6%, 8% dan 10%) dan rendaman yang berupa air laut/air asin. Maka penulis mengambil judul “PENGARUH RENDAMAN AIR LAUT TERHADAP PENURUNAN KINERJA CAMPURAN *SUPERPAVE* YANG MENUNAKAN LIMBAH BAN KARET SEBAGAI *ADDITIVE* ”.

METODE PENELITIAN.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan standar spesifikasi dan prosedur penelitian yang mengacu kepada peraturan *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO), Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010. Penelitian ini menggunakan sampel serbuk ban bekas tertahan diSaringan #50 ang diperoleh dari tempat penyulingan ban bekas daerah Yogyakarta. Agregat yang di gunakan pada penelitian ini di peroleh dari penambangan kali kuning, Sleman, Aspal yang digunakan Pen 60/70 diperoleh dari PT.Pertamina, Cilacap dan air rendaman yang digunakan berasal dari Pantai Utara Kaligawe, Semarang. Pengujian diawali dengan pengujian pada bahan, kemudian dilanjutkan dengan mencari kadar aspal optimum(KAO) dengan 15 benda uji yang dibedakan pada persen aspal yang dipakai sebesar 5%,5,5%, 6%, 6,5% dan 7 % masing-masih 3 sampel uji. Tahap selanjutnya dilakukan perendaman air laut dengan 3 varian durasi rendaman yaitu 0 jam, 48 jam dan 96 jam. untuk pengujian *Marshall Standart*, *IRS*, *ITS*, Permeabilitas dan *Cantabro*, dengan masing-masing 3 buah benda uji. Maka total benda uji yang akan dibuat 171 buah. Bagan alir proses penelitian terlihat pada Gambar 1.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan adalah dengan pengujian di Laboratorium Jalan Raya Teknik Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia dan Laboratorium Transportasi Jurusan Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada. Menggunakan persyaratan Bina Marga 2010.



Gambar 1. Bagan Alir

Karakteristik Bahan

Pengujian ini bertujuan untuk mencari sifat fisik dan karakteristik aspal, agregat, dan air laut. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1 sampai Tabel 5.

Tabel 1 Hasil Pengujian Pen 60/70

No.	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan	Hasil
1	Berat Jenis	≥ 1	1,0751
2	Penetrasi	(0,1 mm)	60-70
3	Daktilitas	(cm)	≥ 100
4	Titik Nyala	(°C)	≥ 232
5	Titik Bakar	(°C)	≥ 225
6	Kelarutan TCE	(%)	≥ 99
7	Titik Lembek	(°C)	≥ 48

Tabel 2 Hasil Pengujian Aspal Ban Karet (Modifikasi) Karet 10%

No.	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan	Hasil
1	Berat Jenis	≥ 1	1,0732
2	Penetrasi	(0,1 mm)	50-80
3	Daktilitas	(cm)	≥ 50
4	Titik Nyala	(°C)	≥ 225
5	Titik Bakar	(°C)	≥ 225
6	Kelarutan TCE	(%)	≥ 99
7	Titik Lembek	(°C)	≥ 54

Tabel 3 Hasil Pengujian Agregat Kasar

No.	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan	Hasil
1	Berat Jenis	> 2.5	2,6440
2	Penyerapan Air (%)	< 3.0	1,56609
3	Kelekatan (%)	> 95	97,5
4	Kausan (%)	< 40	26.6

Tabel 4 Hasil Pengujian Agregat Halus

No.	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan	Hasil
1	Berat Jenis	> 2.5	2,6271
2	Penyerapan Air (%)	< 3.0	2,35
3	Sand Equivalent (%)	> 50	71,2409

Tabel 5 Hasil Pengujian Air Laut

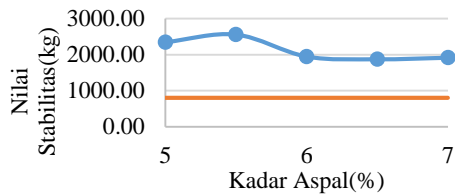
UJI KUALITAS AIR LAUT SEMARANG			
No.	Paramater	Satuan	Hasil Uji
			A.003
1	pH (%)	-	6,82
2	Klorida (Cl*) (%)	mg/L	12,240
3	Sulfat (SO4) (%)	mg/L	20,9

Karakteristik Marshall Mencari KAO

Kadar aspal optimum merupakan hasil gambar hubungan antar kadar aspal dengan parameter Marshall.

1. Stabilitas

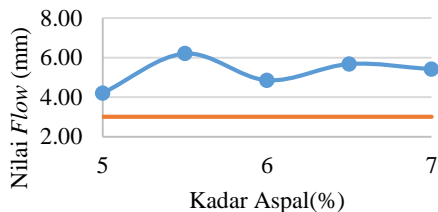
Stabilitas merupakan kemampuan campuran beton aspal menahan beban sampai terjadi kelelahan plastis atau deformasi akibat beban kendaraan yang bekerja di atasnya tanpa mengalami perubahan yang berarti. Nilai stabilitas dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Nilai Stabilitas

2. Flow

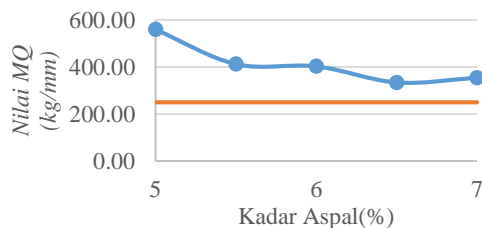
Kelelahan (*Flow*) merupakan keadaan perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat suatu beban samai batas runtuh yang dinyatakan dalam satuan panjang (mm). Nilai *Flow* dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Grafik Hubungan antar Kadar Aspal dan Nilai Flow

3. Marshall Quotient (MQ)

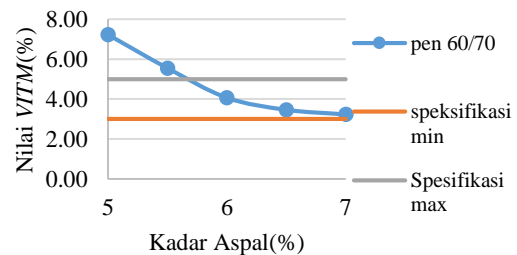
Nilai *Marshall Quotient* merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan kelelahan (*flow*). Nilai *Marshall Quotient* digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas dari suatu lapis perkerasan. Nilai *Marshall Quotient* ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Nilai Marshall Quotient

4. VITM (Void in the Total Mix)

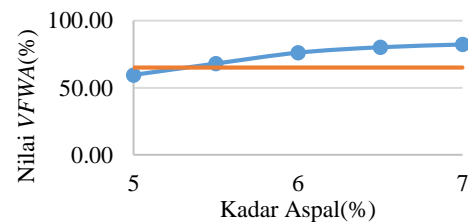
Nilai *VITM* menunjukkan banyaknya rongga dalam campuran, yang dinyatakan dalam persentase terhadap total volume campuran agregat dan aspal. Beton aspal yang mempunyai nilai *VITM* < 3% akan berpotensi besar terjadinya bleeding (mengalami aspal ke permukaan campuran). Akibat tingginya temperature, aspal dalam campuran akan mencair sehingga saat perkerasan menerima beban, aspal akan mengalir di antara rongga agregat. Sebaliknya nilai *VITM* > 5% menunjukkan campuran tidak rapat dan mengakibatkan melemahnya ikatan aspal terhadap agregat yang selanjutnya aspal tidak mampu untuk mengikat agregat. Nilai *VITM* Gambar 5.



Gambar 5 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Nilai VITM

5. VFWA (Void Filler With Asphalt)

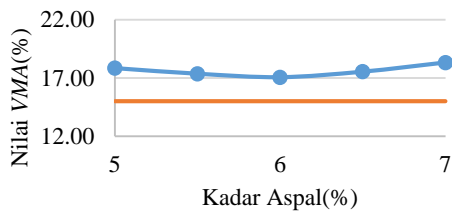
Nilai *VFWA* menunjukkan banyaknya persen yang ada dalam campuran terisi oleh aspal. Nilai *VFWA* berpengaruh pada kedekatan campuran terhadap air dan udara yang dapat mempengaruhi keawetan suatu perkerasan. Nilai *VFWA* pada Gambar 6.



Gambar 6 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Nilai VFWA

6. VMA (Void in Mineral Agregat)

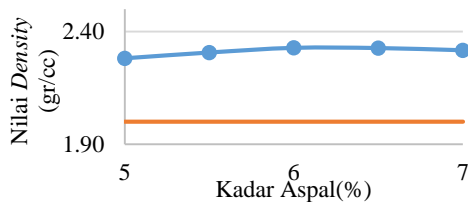
Nilai pori dalam mineral agregat campuran padat (VMA) menunjukkan banyaknya pori diantara butir-butir agregat di dalam beton aspal padat yang dinyatakan dalam persentase. Nilai VMA dapat dilihat pada Gambar 7.



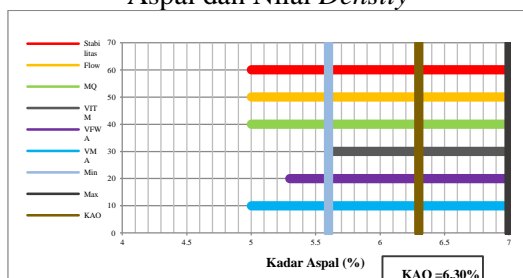
Gambar 7 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Nilai VMA

7. Density

Nilai *density* menunjukkan tingkat kepadatan suatu campuran perkerasan agregat dan aspal. Nilai kepadatan ini menunjukkan kerapatan campuran yang telah dipadatkan. Nilai *density* dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Grafik Hubungan antara Kadar Aspal dan Nilai Density



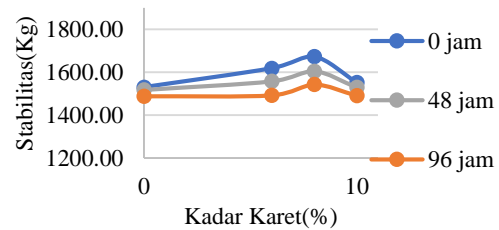
Gambar 9 Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran Superpave dengan Bahan Ikat Pen 60/70

Dari hasil pengujian diatas dapat disimpulkan dalam sebuah diagram maka didapatkan hasil KAO sebesar 6,3%. Dimana terlihat pada Gambar 9.

Karakteristik Marshall Standard

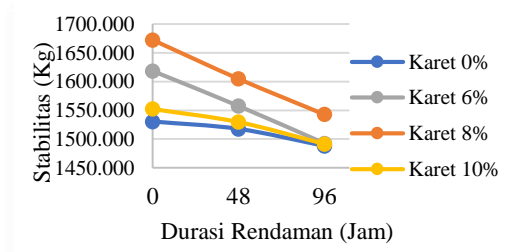
Karakteristik Marshall campuran kondisi KAO dengan berbagai varian kadar ban Karet dan durasi rendaman air laut yang diurakan sebagai berikut. Nilai Stabilitas dilihat pada Gambar 10 sampai Gambar 15..

1. Stabilitas



Gambar 10 Grafik Hubungan antara Kadar Ban Karet dan Nilai Stabilitas.

Pada gambar 10 mengalami kenaikan yang tidak signifikan seiring bertambahnya nilai kadar karet ini menunjukkan bahwa penambahan kadar ban karet mampu menahan beban sampai pada aspal modifikasi ban karet 8% kemudian menurun kembali pada kadar 10%. Dikarna nilai penetrasi aspal modifikasi yang kecil dari pada aspal Pen 60/70 sehingga sifat kaku dan keras. Sejalan dengan penelitian Juliansyah (2017) dimana hasil penelitian pada penambahan ban karet terus mengalami kenaikan stabilitas pada kadar 0%, 2%, 4% dan 6%. Sedikit berbeda dengan penelitian Darunifah (2007) dimana pada pengujian Mashall campuran HRS-WC pada kondisi standar (2x75) dengan varian kadar karet padat 1%-5% dimana mengalami penurunan pada nilai stabilitas.

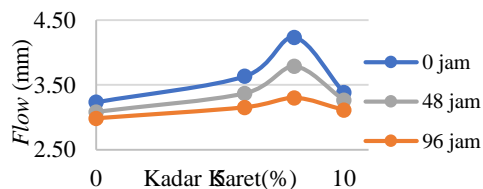


Gambar 11 Grafik Hubungan antara Durasi Rendaman Air Laut dan Nilai Stabilitas.

Nilai stabilitas campuran mengalami penurunan seiring lamanya waktu perendaman didalam air laut. Hasil

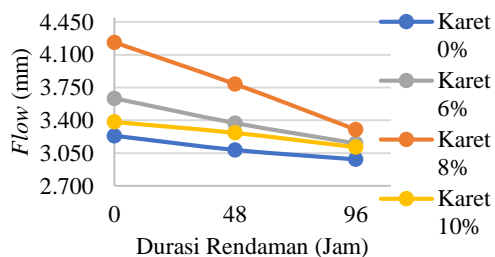
perbandingan lama perendaman air hujan 0 jam sampai 96 jam menunjukkan adanya penurunan stabilitas sebesar 2,76% pada campuran aspal dengan bahan tambah 0% dan 3,94% untuk kadar ban karet 10%. Sejalan dengan Yusuf (2017) yang menunjukkan penurunan pada pada campuran ston matrix dengan bahan ikat aspal Pen 6070 dan Starbit E-55 sampai pada rendaman air laut 96 jam. Dan Juliansyah (2017) hasil perbandingan lama perendaman air hujan 0 jam sampai 48 jam menjunjukkan adanya penurunan stabilitas 15% pada campuran aspal dengan tambah ban karet 0%.

2. Flow



Gambar 12 Grafik Hubungan antara Kadar Ban Karet dan Nilai Flow

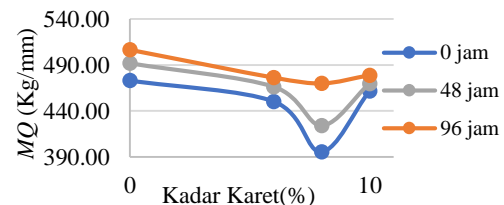
Gambar 12. nilai *flow* mengalami kenaikan yang tidak signifikan, sehingga membuat campuran mampu menahan deformasi dengan baik, sampai pada penambahan karet 8% dan kembali turun pada penambahan 10% kadar karet. Sejalan dengan penelitian Sugiyanto (2008), nilai *flow* mengalami kenaikan seiring penambahan ban bekas pengganti agregat pada campuran No.50. Berbeda dengan Darunifah (2007), pengujian Mashall campuran HRS-WC pada kondisi standar (2x75) dengan varian kadar karet padat 1%-5% didapat hasil nilai *flow* mengalami penurunan seiring penambahan ban karet pada aspal 7,1%.



Gambar 13 Grafik Hubungan antara Durasi Rendaman Air Laut dan Nilai Flow

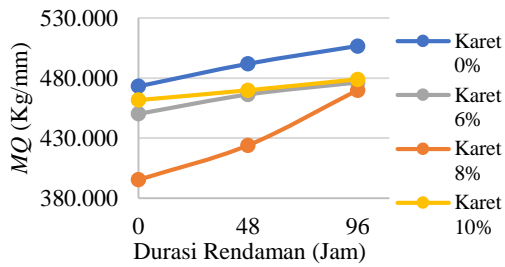
Gambar 13 nilai *flow* menurun signifikan seiring bertambahnya durasi rendaman dimana membuat aspal mudah retak dan tidak tahan akan deformasi Persen penurunan rendaman selama 96 jam pada kadar 10% sebesar 7,98%. Sejalan dengan penelitian Yusuf (2017) yang cenderung mengalami penurunan akibat rendaman air laut dimana pada campuran aspal Pen 60/70 direndam selam 192 jam mengalami penurunan sebanyak 16,19% dari nilai *flow* pada campuran yang tidak direndam. dan Juliansyah (2017), dimana nilai *flow* sedikit menurun seiring lamanya waktu perendaman di dalam air hujan, persentase penurunan pada variasi rendaman 0 jam sebesar 75%, pada variasi 48 jam sebesar 80% dan pada variasi rendaman 96 jam sebesar 93% dengan bertambahnya kadar ban karet.

3. MQ



Gambar 14 Grafik Hubungan antara Kadar Ban Karet dan Nilai Marshall Quotient

Terlihat nilai *MQ* menurun tidak signifikan sampai pada kadar 8% ban karet dan diiringi dengan kenaikan nilai *flow* yang tidak terlalu signifikan, ini membuat penambahan varian ban karet tidak bersifat tidak terlalu kaku atau sedikit fleksibel. Sejalan dengan penelitian saudara Juliansyah (2017), dimana didapatkan hasil pada penambahan kadar ban karet menunjukkan turunnya nilai *Marshall Quotient* yang signifikan. Tetapi berbeda dengan Darunifah (2007) dimana pengujian *Mashall* campuran HRS-WC pada kondisi standar (2x75) dengan varian kadar karet padat 1%-5% didapatkan nilai *MQ* pada kadar aspal 7,1% mengalami kenaikan.

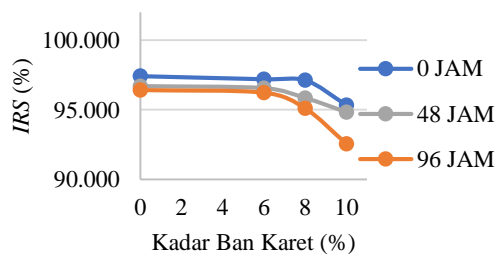


Gambar 15 Grafik Hubungan antara Durasi Perendaman Air Laut dan Nilai Marshall Quotient

Dilihat bahwa nilai MQ campuran akan semakin naik tidak signifikan dilihat dari penambahan durasi rendaman. Persentase kenaikan MQ setelah dilakukan perendaman selama 96 jam yaitu sebesar 7,06% dan 3,71% untuk kadar ban karet 0% dan 10%. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Yusuf (2017) dimana terjadi kenaikan pada perendaman aspal Pen 60/70 sebesar 26,85% selama 96 jam rendaman air laut. Berbeda dengan Juliansyah (2017), nilai MQ campuran akan semakin turun seiring lamanya waktu perendaman didalam air hujan.

Index of Retained Strength (IRS)

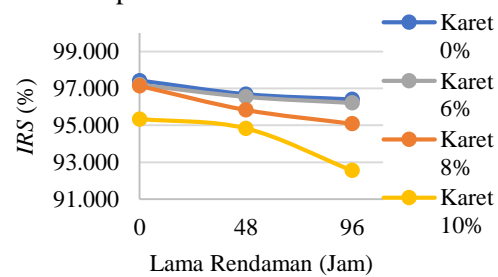
Index of Retained Strength (IRS) diperoleh dari proses perendaman, untuk mengetahui kekuatan (*strength*) dan kekakuan (*stiffness*) yang dimiliki campuran setelah mengalami proses perendaman. Nilai IRS terlihat pada Gambar 16 dan Gambar 17.



Gambar 16 Grafik Hubungan antara Kadar Ban Karet dan Nilai Index of Retained

Pada Gambar 16 menunjukkan nilai IRS datar dan sedikit mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar ban karet, besar nilai persen penurunan IRS pada 0 jam, 24

jam dan 96 jam yaitu 2,19%, 1,96% dan 4,16%. Berbeda dengan penelitian Darunifah (2007) dimana menggunakan campuran HRS-WC dengan syarat penumbukan 2x75 tumbukan pada kadar aspal 7,1% nilai IRS akibat penambahan ban karet 0%-5% naik sampai pada kadar aspal karet 3% kembali menurun. Sama hal Juliansyah (2017), penambahan ban karet sebesar 0%, 2%, 4% dan 6% pada kadar aspal optimum 5% menunjukkan terjadinya kenaikan pada nilai IRS.

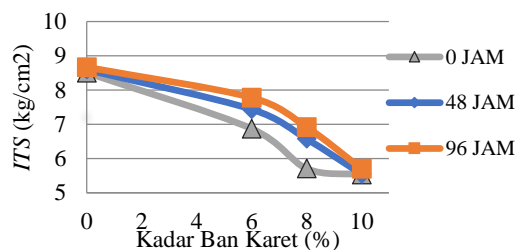


Gambar 17 Grafik Hubungan antara Lama Rendaman dan Nilai Index of Retained

Gambar 17 dilihat IRS turun tidak signifikan akibat pengaruh rendaman air laut atau terlihat netral, nilai penurunan IRS pada tiap persen penambahan ban karet 0%, 6%, 8% dan 10% yaitu sebesar 1,06%, 1,02%, 2,15% dan 3,01%. Sesuai dengan penelitian Yusuf (2017) didapatkan hasil terjadi peningkatan pada perendaman untuk aspal Pen 60/70 dan Starbit E-55 selama 192 jam.

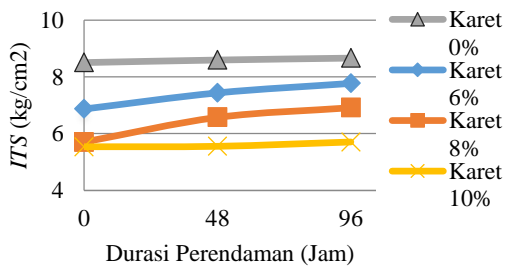
Indirect Tensile Strength (ITS)

Indirect Tensile Strength (ITS) adalah pengujian yang berguna untuk mengetahui nilai gaya tarik tidak langsung pada campuran akibat beban lalu lintas. Nilai ITS dilihat pada Gambar 18 dan Gambar 19.



Gambar 18 Grafik Hubungan antara Kadar Ban Karet dan Nilai ITS pada Aspal Berbahan

Gambar 18 nilai ITS terhadap aspal modifikasi ban karet terlihat menurun signifikan seiring bertambahnya serbuk ban karet, yang dimana disebabkan karena sifat aspal modifikasi yang cenderung bersifat kurang fleksibel atau kaku. Nilai Penurunan ITS pada 0 jam 24 jam dan 96 jam sebesar 34,20%, 35,46% dan 34,37% terhadap penambahan 0% sampai 10% ban karet. Berbeda dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Juliansyah (2017) dimana terjadi kenaikan nilai ITS pada tiap penambahan serbuk ban karet.

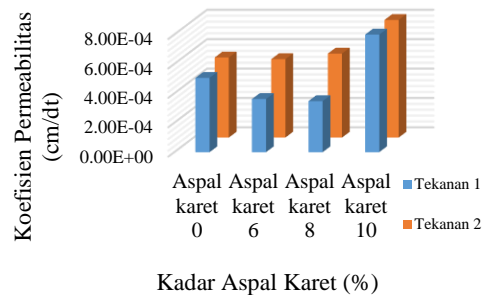


Gambar 19 Grafik Hubungan antara Durasi Rendaman dan Nilai ITS

Menunjukkan nilai ITS akibat perendaman air laut naik tidak signifikan, yang mana pada grafik terlihat dari durasi perendaman 0 jam sampai 96 jam terlihat stabil. Besar kenaikan nilai ITS pada penambahan 0%, 6%, 8% dan 10% ban karet sebesar 1,84%, 13,17%, 21,26% dan 3,05% dari perendaman 0 jam samapai 96 jam. Sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Yusuf (2017) yang mana pada penelitian yang memiliki nilai ITS yang lebih stabil dan memiliki nilai yang lebih baik pada saat direndam air laut selama 96 jam hingga 192 jam.

Permeabilitas

Permeabilitas aspal adalah tingkat derajat kerapatan konstruksi aspal untuk dapat ditembus oleh zat cair. Hasil pengujian permeabilitas campuran pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada Gambar 20.

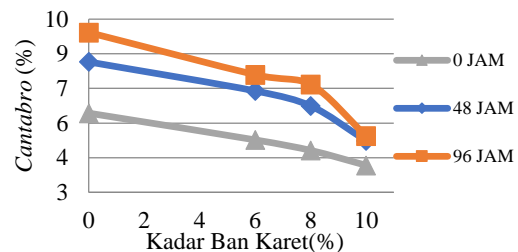


Gambar 20 Grafik Hubungan antara Campuran Berbahan Ikat Aspal Karet dengan Koefisien Permeabilitas.

Berdasarkan Gambar 20 pengujian di Laboratorium Trasportasi UGM, didapatkan semakin besar tekanan maka angka koefisien permeabilitas akan semakin besar pula. terlihat bahwa terjadi kenaikan pada tekanan 1 dan tekanan 2 menunjukkan angka kenaikan signifikan. Dapat dilihat bahwa angka permeabilitas pada campuran aspal modifikasi dengan bahan tambah ban karet lebih besar menghasilkan aspal hampir kedap air. Sejalan dengan penelitian Juliansyah (2017) bahwa tekanan 1 dan tekanan 2 yang terlihat sangat signifikan kenaikannya.

Cantabro

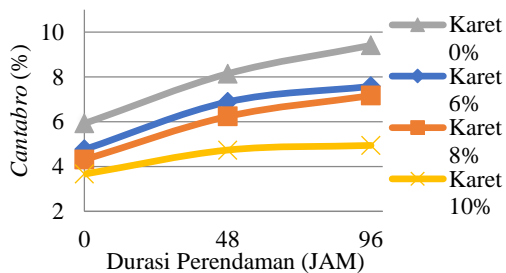
Cantabro test adalah pengujian untuk mengetahui ketahanan benda uji terhadap keausan dengan menggunakan mesin Los Angeles. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kehilangan berat dari benda uji setelah dilakukan tes abrasi. Terlihat pada Gambar 21 dan Gambar 22.



Gambar 21 Grafik Hubungan antara Kadar Ban Karet dan Nilai Cantabro

Dari Gambar 21 didapatkan penurunan nilai pesentase Cantabro semakin turun, Nilai penurunan pada 0 jam, 24 jam dan 96 jam. Sebesar 38,11%,

41,89%, dan 47,52%. Hal ini menunjukkan penambahan ban karet dapat menahan berat akibat beruntun. Sejalan dengan penelitian Juliansyah (2017) yang mana didapatkan hasil penurunan pada penambahan kadar ban karet 0%, 2%, 4% dan 6% dan mengalami kenaikan pada perendaman air hujan.



Gambar 22 Grafik Hubungan antara Durasi Rendaman dan Nilai *Cantabro*

Gambar 5.26 dapat dilihat nilai *Cantabro Loss* semakin naik seiring dengan lamanya waktu perendaman air laut. Dapat dilihat dari persentase kehilangan berat berdasarkan 0 jam rendaman, pada penambahan kadar ban karet 0% sebesar 5,93%, kadar ban karet 6% sebesar 4,77%, kadar ban karet 8% sebesar 4,31% dan kadar karet 10% sebesar 3,37%. Meningkatnya persen kehilangan ini membuat campuran tidak tahan akan benturan bila terendam oleh air laut. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Juliansyah (2017) yang mana semakin lama rendaman di air laut maka semakin besar nilai persen *Cantabro*.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Hasil pengujian sifat fisik aspal Pen 60/70 dan aspal modifikasi ban karet kadar 10% mendapatkan hasil perbedaan berat jenis yang tidak signifikan, sedangkan penetrasi, titik nyala, titik bakar, titik lembek, daktalitas dan kelarutan dalam TCE menunjukkan hasil yang signifikan perbedaannya.
2. Pengujian karakteristik *Marshall Standart* akibat penambahan kadar ban karet mengalami kenaikan yang tidak signifikan pada stabilitas dan *flow*, sedangkan nilai *MQ* mengalami

penurunan yang tidak signifikan, hal tersebut berbanding terbalik dengan hasil akibat rendaman air laut. Sehingga aspal dengan modifikasi bahan tambah karet lebih tahan akan daya bentur dan retak. Tetapi tidak tahan akan deformasi. Sedangkan pada rendaman air laut sendiri mampu membuat campuran tahan akan deformasi.

3. Hasil uji Permeabilitas menunjukkan perubahan kenaikan yang cukup signifikan. Pada tekanan 1 dan tekanan 2 yang dihasilkan akibat penambahan varian kadar ban karet sebesar 0%, 6%, 8% dan 10% , sehingga menunjukkan bahwa campuran hampir kedap air. Dimana campuran tidak mudah dilalui oleh air dan yang menyebabkan salah satu unsur terjadinya kerusakan jalan.
4. Nilai *Index of Retained Strength (IRS)* pada penambahan kadar ban karet dan variasi rendaman mengalami penurunan yang tidak signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa campuran menjadi agak lunak dan mudah akan hancur akibat perubahan suhu atau cuaca.
5. Hasil uji *ITS* pada penambahan kadar ban karet mengalami penurunan yang signifikan sedangkan akibat rendaman air laut menunjukkan terjadinya kenaikan yang tidak signifikan. Kenaikan yang tidak signifikan membuat nilai *ITS* tidak berpengaruh terhadap gaya tarik tidak langsung selama rendaman air laut. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa benda uji tidak tahan akan gaya tarik tidak langsung.
6. Nilai *Cantabro Loss* akibat rendaman air laut menghasilkan kenaikan yang tidak terlalu signifikan, dan nilai *Cantabro Loss* akibat penambahan varian ban karet mengalami penurunan, sehingga benda uji tahan terhadap gaya benturan. Akan tetapi, semakin lama rendaman air laut selama 96 jam akan menyebabkan persentase kehilangan agregat meningkat, yang dimana campuran tidak tahan akan gaya benturan pada saat di rendam.

7. Dapat disimpulkan penambahan serbuk ban karet sebagai bahan tambah campuran aspal Pen 60/70 baik dipakai hanya sampai pada 8% penambahan, yang dimana benda uji tahan akan bentur dan retak tetapi jika penggunaan lebih, memungkinkan terjadinya patah dikarenakan tidak tahan akan deformasi dan gaya tarik yang tidak langsung. Pada tahap perendaman air laut, membut sampel semakin lama menjadi mudah retak. Sehingga campuran ini kurang baik digunakan dilokasi daerah pinggir pantai/rob.

Saran

1. Penggunaan gradasi campuran *Superpave* yang berbeda.
2. Perlu dilakukan pengujian kadungan senyawa kimia pada ban karet.
3. Modifikasi pada penambahan durasi rendaman air laut.
4. Variasi penggunaan aspal Pen 60/70 atau bahan ikat yang berbeda.
5. Variasi penggunaan serbuk ban karet yang lebih kecil lagi.
6. Perlu spesifikasi khusus bagi campuran aspal beton yang terendam air laut.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. 1982. *Standar Spesification For Transportation Materials and Method of Sampling and testing*. Wasington D. C.
- American Standard Testing and Material. 1969. D.1075-54 1969. *Metode Pengujian Marshall*. Jakarta.
- Asphalt Institute. (1983). *Principles Of Cunstruction Of Hot Mix Asphalt Pavement*. Amerika.
- Asphalt Institut. (1993). *Superpave Level 1 Mix Design. Superpave Series No. 2 (SP-2)*. Amerika.
- Bina Marga. 2010. *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan*. Direktorat Bina Teknik. Jakarta.
- Darunifa N. 2007. Pengaruh Bahan Tambah Karet Padat Terhadap Karakteristik Campuran *Hot ROLLED Sheet Wearing Course (HRS-WC)*. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2007. SNI M-58-1990. *Metode Pengujian Aspal Dengan Alat Marshall*. Jakarta.
- Muaya, G.S. 2015. Pengaruh Terendamnya Perkerasan Aspal Oleh Air Laut Yang Ditinjau Terhadap Karakteristik *Marshall*. *Jurnal Sipil Statik*. Volume 3 Nomor 8. Universitas Sam Ratulagi. Manado.
- 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.
- Muaya, G.S. 2015. Pengaruh Terendamnya Perkerasan Aspal Oleh Air Laut Yang Ditinjau Terhadap Karakteristik *Marshall*. *Jurnal Sipil Statik*. Volume 3 Nomor 8. Universitas Sam Ratulagi. Manado.
- RSNI, 2003. *Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas dengan Alat Marshall*. Jakarta.
- US Departemen of Transportation.1986. *Higway Administration*. Amerika.
- 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.

