

PENGARUH LAMA RENDAMAN AIR SUNGAI TERHADAP KARATERISTIK CAMPURAN AC - WC DENGAN BAHAN IKAT STARBIT E-60 DAN PEN 60/70

Dwi Trisna Wishnu Putra¹, Subarkah²,

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: wishnu.putra99@gmail.com

²Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: subarkah@uii.ac.id

Abstract: *Transportation has an important role in supporting activities in developing countries. Tenggarong is a district and capital city of Kutai Kartanegara district of East Kalimantan which has a potential area and continues to grow with an area of 398.10 km². Several roads in Tenggarong City, which are mostly located adjacent to the Mahakam river, have problems with mahakam river water that mostly caused by tidal floods that inundate road construction. Asphalt Concrete -Wearing Course (AC-WC) is a waterproof and weatherproof layer. The purpose of this research is to know the influence of Mahakam River water immersion to AC-WC mixture with Asphalt Pen 60/70 asphalt and Starbit E-60 asphalt. This research was conducted with 4 step, that is first stage determining KAO using Pen 60/70 asphalt and Starbit E-60 asphalt. The second step is to simulate the immersion of sample specimens against the Mahakam river water with a predetermined time of 0 hours, 24 hours, 48 hours, and 72 hours. The third step is to test Marshall Standard, Immersion testing, Indirect Tensile Strength Testing, and Cantabro Loss testing at KAO. The fourth step is to do the analyst for the conclusion. Marshall characteristic test results are significantly decreased value of Stability, Flow, and Marshall Quotient (MQ) as the duration of the immersion increases. The Index of Retained Strength score showed significant difference of 3.72% on Pen 60/70 asphalt and 2.28% on Starbit E-60 asphalt. Indirect Tensile Strength values decreased by 34.92% on Pen 60/70 and 32.01% asphalt on Starbit E-60 asphalt. Cantabro value increased significantly by 64.55% on asphalt Pen 60/70 and 54.81% on Starbit E-60 asphalt. Overall, the conclusions obtained are a mixture of asphalt concrete with Starbit E-60 is more resistant to Mahakam river water bath than mixed with Pen 60/70.*

Key Word : *AC-WC, Mahakam River, Marshall, Immersion, Indirect Tensile Strength, dan Cantabro.*

1. PENDAHULUAN

Transportasi mempunyai peranan penting dalam menunjang kegiatan disuatu negara berkembang. Tenggarong merupakan sebuah kota kecamatan sekaligus ibu kota Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur yang memiliki wilayah potensial dan terus berkembang dengan luas wilayah 398,10 km². Pada saat ini perlu diketahui bahwa banyak kerusakan pada konstruksi jalan yang diakibatkan oleh temperatur, air, dan konstruksi perkerasan yang kurang memenuhi persyaratan konstruksi. Air (genangan)

merupakan salah satu penyebab kerusakan konstruksi jalan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh rendaman air sungai Mahakam terhadap campuran AC-WC dengan bahan ikat aspal Pen 60/70 dan aspal Starbit E-60. ditinjau dari pengujian *Marshall Standard, Marshall Immersion*, nilai *Indirect Tensile Strength (ITS)*, dan *Cantabro Loss Test*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Syaiful (2009) yang berjudul *Perendaman Pada Campuran Beton Aspal Terhadap Nilai*

Stabilitas Marshall menunjukkan bahwa variasi perendaman sangat berpengaruh terhadap sifat campuran beton aspal terhadap nilai stabilitas Marshall, nilai kelelahan plastis uji statistik didapat ada sedikit pengaruh akibat dari variasi perendaman dari waktu 2 jam sampai dengan 72 jam, hal ini ditunjukkan dengan F dihitung $< F$ tabel pada taraf probabilitas 0,005.

Yulienda (2017) yang berjudul Pengaruh Rendaman Air Rawa Terhadap Karakteristik Campuran *Superpave* Dengan Bahan Ikat Starbit E-55 Dan Pen 60/70 menunjukkan bahwa secara keseluruhan pengaruh rendaman air rawa semakin lama dapat merusak beton aspal campuran *Superpave*. Hasil pengujian *Marshall* menunjukkan nilai Stabilitas dan *Marshall Quotient* mengalami perubahan penurunan yang signifikan akibat perubahan kualitas terhadap pembebanan akibat rendaman air rawa. Nilai *Index of Retained Strength* mengalami perbedaan penurunan yang signifikan 7% pada aspal Pen 60/70 dan 5,9% pada aspal Starbit E-55. Nilai *Indirect Tensile Strength* aspal Starbit E-55 mengalami penurunan 31% dan 37% pada aspal Pen 60/70. Hasil analisis permeabilitas menunjukkan adanya perubahan penurunan yang tidak berbeda secara signifikan. Nilai *cantabro* mengalami perbedaan secara signifikan yaitu naik 69% pada aspal Starbit E-55 dan 73% pada aspal Pen 60/70.

Fathuddin (2012) yang berjudul Pengaruh Rendaman Aspal Porous dengan Liquid Asbuton Sebagai Pengikat Terhadap Air Asin dan Air Tawar menunjukkan bahwa kenaikan suhu mempengaruhi nilai Stabilitas *marshall* dan *Flow* dimana setiap kenaikan suhu, nilai *Marshall Quotient* mengalami penurunan, dan pengaruh lamanya durasi perendaman *liquid Asbuton* dalam campuran aspal porous pada air asin dapat terlihat pada nilai *Contabro Loss* yang semakin meningkat pada setiap penambahan durasi perendaman, tetapi pada air tawar nilai *contabro loss* yang terjadi lebih

rendah dibandingkan dengan perendaman air asin.

Sartika (2012) yang berjudul Pengaruh Perendaman Aspal Porous yang Menggunakan *Liquid Asbuton* Terhadap Stabilitas *Marshall* dan Ketahanan Segresi Pada Air Laut Dengan Suhu Bervariasi menunjukkan bahwa kenaikan suhu mempengaruhi nilai stabilitas *Marshall* dan *Flow* dimana pada setiap kenaikan suhu, nilai *Marshall Quotient* mengalami penurunan, serta pengaruh lamanya durasi perendaman *Liquid Asbuton* dalam campuran aspal porous pada air laut dapat terlihat nilai *Cantabro Loss* yang semakin menurun pada setiap penambahan durasi perendaman.

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rendaman air sungai Mahakam terhadap campuran AC-WC berbahan ikat aspal Pen 60/70 dan aspal Starbit E-60 dengan cara membuat sampel campuran beraspal panas menggunakan campuran agregat dan aspal. Penelitian ini dimulai dengan cara persiapan bahan terlebih dahulu, kemudian dilakukan pengujian bahan pada aspal, agregat kasar, agregat halus dan air sungai Mahakam. Selanjutnya dilakukan pembuatan sampel untuk menentukan KAO sebanyak 15 sampel pada aspal Pen 60/70 dan 15 sampel pada aspal Starbit E-60. Selanjutnya pembuatan sebanyak 48 sampel pada aspal Pen 60/70 dan 48 sampel pada aspal Starbit E-60. Kemudian dilakukan simulasi perendaman selama 0 jam, 24 jam, 48 jam dan 72 jam. Setelah direndam dengan waktu yang telah ditentukan sampel di uji melalui pengujian *Marshall Standard*, *Marshall Immersion*, *Indirect Tensile Strength (ITS)*, dan *Cantabro Loss Test*. Kemudian dilakukan analisis serta pembahasan. dan terakhir pembuatan simpulan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Karakteristik Bahan

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui sifat fisik dan karakteristik aspal, agregat halus dan agregat kasar. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 1 Hasil Pengujian Aspal Pen 60/70.

No.	Jenis Pengujian	Persyaratan		Hasil
		Min	Max	
1	Berat Jenis	1		1,055
2	Penetrasi (0,1 mm)	60		65,6
3	Daktilitas (cm)	100		157
4	Titik Nyala (°C)	232		280,5
5	Titik Bakar (°C)	225		281,5
6	Kelarutan TCE (%)	99		100
7	Titik Lembek (°C)	48		49,5

Tabel 2 Hasil Pengujian Aspal Starbit E-60.

No.	Jenis Pengujian	Persyaratan		Hasil
		Min	Max	
1	Berat Jenis	1		1,062
2	Penetrasi (0,1 mm)	40	70	58,3
3	Daktilitas (cm)	100		124,5
4	Titik Nyala (°C)	232		279,5
5	Titik Bakar (°C)	225		288
6	Kelarutan TCE (%)	99		99,5
7	Titik Lembek (°C)	60		60

Tabel 3 Hasil Pengujian Agregat Kasar.

No.	Jenis Pengujian	Persyaratan	Hasil
1	Berat Jenis	> 2,5	2,525
2	Penyerapan Agregat Terhadap Air (%)	< 3	2,73
3	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal (%)	> 95	99,5
4	Keausan dengan Mesin Los Angeles (%)	< 40	25,3

Tabel 4 Hasil Pengujian Agregat Halus.

No.	Jenis Pengujian	Persyaratan	Hasil
1	Berat Jenis	> 2,5	2,595
2	Penyerapan Agregat Terhadap Air (%)	< 3	1,18
3	Sand Equivalent (%)	>50	80,856

Tabel 5 Hasil Pengujian Kelekatan Agregat Terhadap Aspal dengan Rendaman Air Sungai

No.	Sampel	Min	Hasil	Keterangan
1	Pen 60/70 1 Hari	>95	95,5	Memenuhi
2	Pen 60/70 2 Hari	>95	90	Tidak
3	Pen 60/70 3 Hari	>95	85	Tidak
4	Starbit E-60 1 Hari	>95	96	Memenuhi
5	Starbit E-60 2 Hari	>95	93	Tidak
6	Starbit E-60 3 Hari	>95	90	Tidak

Tabel 6 Hasil Pengujian Air Sungai Mahakam

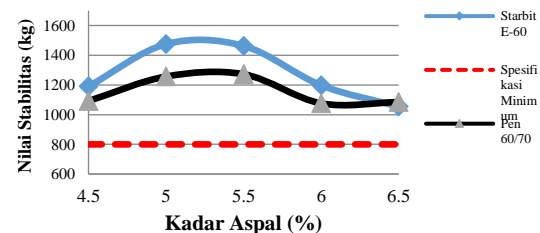
No.	Paramater	Satuan	Hasil
1	pH	-	6,21
2	Residu Terlarut (TDS)	mg/L	255,67
3	Kekeruhan	NTU	1,29

4.2 Pengujian Marshall Mencari KAO

Pengujian *Marshall* bertujuan untuk menentukan ketahanan (*stability*) terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran aspal. Dari hasil Grafik hubungan antara kadar aspal dengan parameter *Marshall*, maka akan diketahui kadar aspal optimumnya.

1. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan lapis perkerasan beton aspal menerima beban lalu-lintas tanpa mengalami perubahan bentuk tetap.

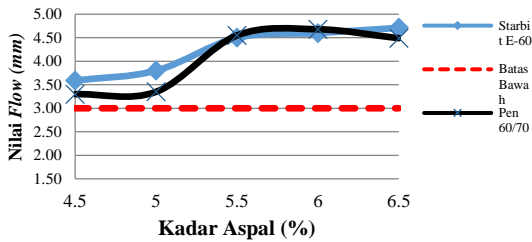


Gambar 1 Nilai Stabilitas Untuk KAO

Dapat dilihat bahwa nilai stabilitas campuran akan naik hingga maksimum seiring bertambahnya kadar aspal dan kemudian nilai stabilitas akan menurun. Hal ini menunjukkan bahwa dengan bertambahnya kadar aspal menyebabkan penguncian antar partikel agregat dan daya ikat aspal terhadap agregat menjadi lebih kuat. Akan tetapi pada campuran beton aspal Starbit E-60 belum dilakukan pengujian viskositas sehingga suhu pencampuran dan pemadatan disamakan dengan campuran beton aspal Pen 60/70.

2. Flow

Kelelahan (*flow*) merupakan keadaan perubahan bentuk suatu campuran yang terjadi akibat pembebanan sampai batas maksimum yang dinyatakan dalam satuan panjang (mm).

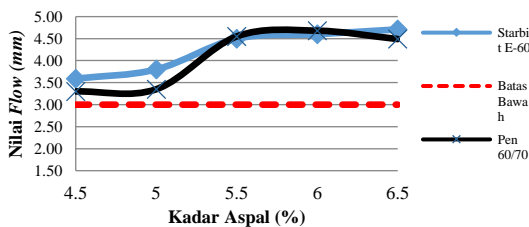


Gambar 2 Nilai Flow untuk KAO.

Dapat dilihat bahwa dengan seirinya bertambahnya kadar aspal maka nilai flow cenderung meningkat. Bertambahnya kadar aspal menyebabkan campuran semakin fleksibel. Nilai flow dipengaruhi oleh kadar aspal, distribusi agregat, dan temperatur pemadatan.

3. Marshall Quotient (MQ)

Marshall Quotient (MQ) merupakan hasil perbandingan antara stabilitas dengan nilai flow. Nilai Marshall Quotient (MQ) pada perencanaan perkerasan dengan metode Marshall digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas perkerasan.

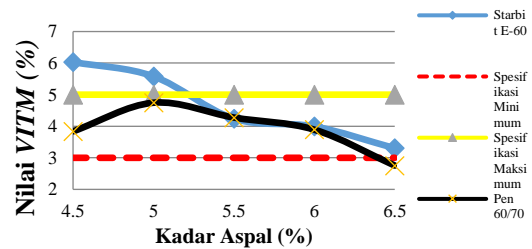


Gambar 3 Nilai MQ untuk KAO.

Dapat dilihat bahwa nilai Marshall Quotient campuran akan naik hingga maksimum seiring bertambahnya kadar aspal dan kemudian nilai Marshall Quotient akan menurun. Nilai tersebut dipengaruhi oleh nilai stabilitas dan flow dari sebelumnya. Dapat dilihat bahwa Grafik untuk aspal starbit E-60 lebih besar dari pada aspal Pen 60/70, hal ini menyebabkan bahwa aspal starbit E-60 lebih kaku dari pada aspal pen 60/70.

4. Void In The Mix (VITM)

Void In The Total Mix (VITM) merupakan volume total udara yang berada di antara partikel agregat yang terselimuti oleh aspal dalam suatu campuran yang telah di padatkan dan dinyatakan dalam persen.

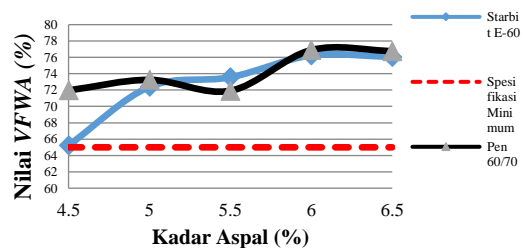


Gambar 4 Nilai Flow untuk KAO.

Dapat di lihat bahwa grafik cenderung menurun seiring bertambahnya kadar aspal. Pada campuran beton aspal bergradasi AC-WC dengan bahan ikat Starbit E-60 pada kadar 4,5% dan 5% memiliki nilai VITM terlalu besar sehingga tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu 5%. Hal ini disebabkan oleh suhu yang menurun ketika dilakukan pemadatan sehingga menyebabkan banyak rongga udara di dalamnya. Selebihnya untuk campuran dengan bahan ikat Pen 60/70 sudah memenuhi persyaratan dan spesifikasi dari Bina Marga 2010.

5. Void Filled With Asphalt (VFWA)

Void Filled With Asphalt adalah nilai yang menunjukkan banyaknya persen rongga yang ada dalam campuran terisi oleh aspal.

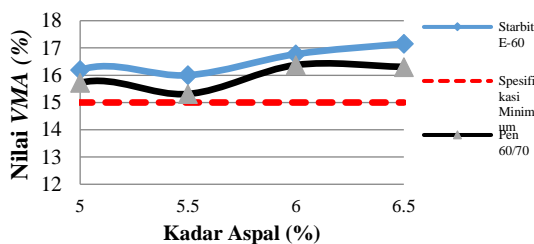


Gambar 5 Nilai Flow untuk KAO.

Dapat dilihat bahwa seiring dengan bertambahnya kadar aspal maka nilai VFWA

akan semakin bertambah, namun pada campuran AC-WC dengan bahan ikat pen 60/70 pada kadar aspal 5,5% terjadi penurunan nilai VFWA. Hal ini disebabkan oleh distribusi agregat yang tidak merata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada campuran AC-WC dengan bahan ikat aspal Starbit E-60 dengan nilai VFWA lebih besar dibandingkan campuran AC-WC dengan bahan ikat Pen 60/70. Hal ini disebabkan oleh berat jenis aspal Starbit E-60 lebih besar dari pada berat jenis aspal Pen 60/70, sehingga penyerapan agregat terhadap air yang kecil akan mengakibatkan aspal yang diserap oleh agregat juga kecil.

6. *Void In Mineral Aggregate (VMA)*
Void In Mineral Aggregate (VMA) adalah rongga udara antar butir agregat aspal padat yang dinyatakan dalam persentase. Nilai VMA yang kecil mengakibatkan terbatasnya aspal yang dapat menyelimuti agregat dan menghasilkan selimut aspal yang tipis.

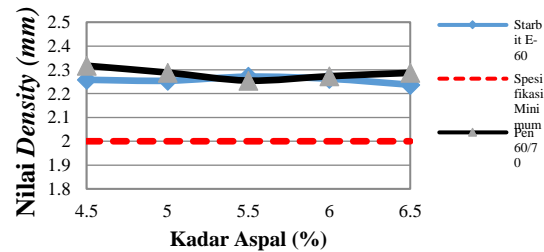


Gambar 6 Nilai VMA untuk KAO.

Dapat dilihat bahwa campuran beton aspal bergradasi AC-WC dengan bahan ikat Pen 60/70 dan Starbit E-60 pada kadar aspal 4,5% memiliki nilai VMA yang kecil sehingga tidak memenuhi persyaratan Bina Marga 2010 yaitu di atas 15%. Hal ini terjadi karena rendahnya kadar aspal sehingga menyebabkan selimut aspal yang tipis dan mudah lepas sehingga menyebabkan lapis tidak kedap air dan lapis perkerasan menjadi rusak.

7. *Density*

Nilai Kepadatan atau *density* menunjukkan tingkat kerapatan suatu campuran setelah dipadatkan. Semakin tinggi nilai *density* suatu campuran menunjukkan kepadatannya semakin baik.



Gambar 7 Nilai Density untuk KAO.

Dapat dilihat bahwa nilai *density* dari campuran bergradasi AC-WC dengan bahan ikat Pen 60/70 dan Starbit E-60 tidak menunjukkan perbedaan secara signifikan, akan tetapi nilai grafik aspal starbit E-60 lebih kecil dan cenderung menurun seiring bertambahnya kadar aspal. berbeda dengan nilai grafik pada aspal Pen 60/70 cenderung meningkat seiring bertambahnya kadar aspal. Hal ini disebabkan aspal pen 60/70 lebih mudah mencair ketika dipanaskan dari pada aspal Starbit E-60 sehingga menyebabkan campuran dengan bahan ikat aspal pen 60/70 lebih rapat dari pada campuran dengan bahan ikat Starbit E-60.

Adapun hasil rekapitulasi karakteristik *Marshall* pada kadar aspal optimum dapat dilihat pada Tabel 7 dan 8 di bawah ini.

Tabel 7 Rekapitulasi Karakteristik *Marshall* Pada KAO Dengan Bahan Ikat Pen 60/70.

Kadar Aspal	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)	VITM (%)	VFWA (%)	VMA (%)	Density (gr/cc)
4,5	1091,97	3,3	290,678	3,839	71,963	13,390	2,317
5	1256,60	3,35	287,690	4,745	73,250	15,721	2,288
5,5	1271,94	4,55	304,444	4,275	71,915	15,314	2,255
6	1076,03	4,68	309,097	3,891	76,893	16,374	2,273
6,5	1084,58	4,49	301,617	2,754	76,766	16,306	2,287
Spek	> 800	>3	> 250	3,0 - 5,4	> 65	> 15	> 2

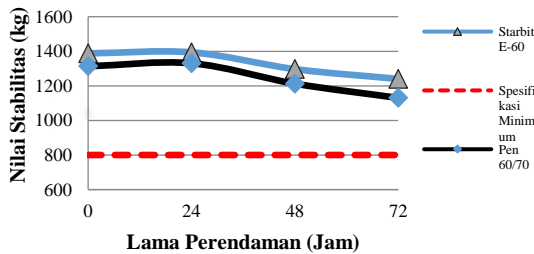
Tabel 8 Rekapitulasi Karakteristik *Marshall* Pada KAO Dengan Bahan Ikat Pen 60/70.

Kadar Aspal	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)	VITM (%)	VFWA (%)	VMA (%)	Density (gr/cc)
4,5	1190,25	3,59	297,233	6,034	65,234	13,396	2,258
5	1474,63	3,8	300,501	5,580	72,403	16,192	2,254
5,5	1462,64	4,5	310,027	4,240	73,564	16,002	2,271
6	1197,58	4,6	306,596	3,993	76,234	16,774	2,262
6,5	1054,30	4,71	291,75	3,303	76,058	17,159	2,237
Spek	> 800	>3	> 250	3,0 - 5,0	> 65	> 15	> 2

Berdasarkan hasil analisis diperoleh nilai KAO dari campuran AC-WC dengan bahan ikat Pen 60/70 adalah 5,62% dan dengan bahan ikat Starbit E-60 adalah 5.89%.

4.3 Pengujian *Marshall* Kondisi KAO Pada Variasi Rendaman Air Sungai Mahakam

1. Stabilitas

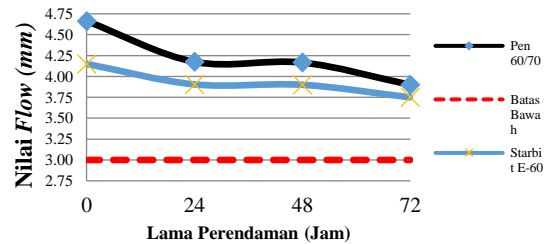


Gambar 8 Grafik Hubungan antara Lama Perendaman dan Nilai Stabilitas Terhadap Perendaman Air Sungai Mahakam.

Hasil perbandingan lama perendaman air sungai Mahakam menunjukkan adanya penurunan stabilitas 33,40% pada campuran dengan bahan ikat aspal Pen 60/70 dan 26,62% pada campuran dengan bahan ikat aspal Starbit E-60. Akan tetapi pada campuran beton aspal Starbit E-60 belum dilakukan pengujian viskositas sehingga suhu pencampuran dan pemadatan disamakan dengan campuran beton aspal Pen 60/70. Maka dapat disimpulkan bahwa dengan pengaruh rendaman air sungai Mahakam, campuran beton aspal dengan bahan ikat starbit E-60 lebih baik menahan perubahan bentuk akibat beban kendaraan dari

pada campuran beton aspal dengan bahan ikat Pen 70/80.

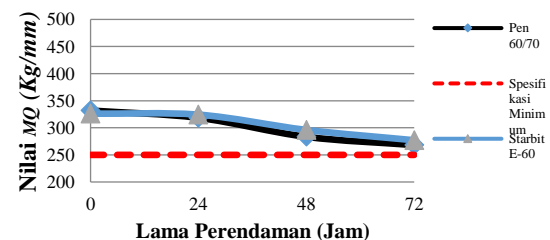
2. Flow



Gambar 9 Grafik Hubungan antara Lama Perendaman dan Nilai Flow Terhadap Perendaman Air Sungai Mahakam.

Campuran beton aspal berbahan ikat Pen 60/70 mengalami penurunan nilai flow secara signifikan terhadap pengaruh lama perendaman dan memiliki nilai flow yang lebih besar dibandingkan dengan campuran beton aspal berbahan ikat Starbit E-60. Hal ini dikarenakan nilai penetrasi dan daktilitas aspal Pen 60/70 lebih besar sehingga menghasilkan lapis perkerasan dengan fleksibilitas yang tinggi. Hasil perbandingan menunjukkan adanya perbedaan kenaikan yang signifikan nilai flow 15,95% pada aspal pen 60/70 dan 9,64% pada aspal Starbit E-60.

3. Marshall Quotient (MQ)



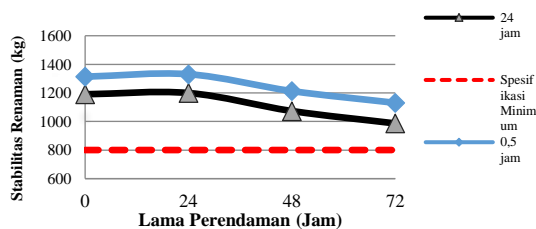
Gambar 10 Grafik Hubungan antara Lama Perendaman dan Nilai Flow Terhadap Perendaman Air Sungai Mahakam.

Dapat dilihat nilai *Marshall Quotient* campuran beton aspal dengan bahan ikat Pen

60/70 dan aspal Starbit E-60 menunjukkan hasil perbedaan yang tidak signifikan. Hal tersebut disebabkan nilai *flow* dan stabilitas sebelumnya. Hasil perbandingan menunjukkan adanya penurunan *Marshall Quotient* 7,07% pada campuran dengan bahan ikat aspal Pen 60/70 dan 5,44% pada campuran dengan bahan ikat aspal Starbit E-60.

4.4 Pengujian *Marshall Immersion*

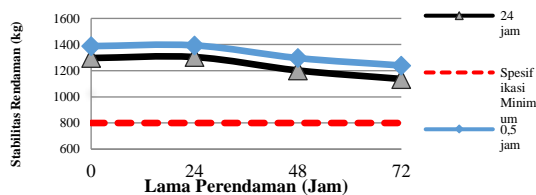
1. Stabilitas dengan Bahan Ikat Pen 60/70



Gambar 11 Nilai Stabilitas Dengan Bahan Ikat Pen 60/70 Pada Pengujian *Immersion*.

Nilai stabilitas pada rendaman *waterbath* 24 jam lebih rendah dibandingkan dengan rendaman 30 menit. Hal ini disebabkan pada proses perendaman, air masuk kedalam pori-pori campuran sehingga mengurangi ikatan adhesi antara aspal dan agregat. Nilai stabilitas campuran beton aspal dengan rendaman *waterbath* 24 jam berbahan ikat aspal Pen 60/70 mengalami penurunan 35,46%.

2. Stabilitas dengan Bahan Ikat Starbit E-60



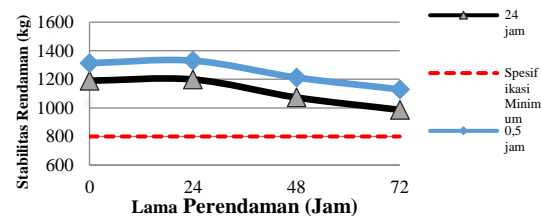
Gambar 12 Nilai Stabilitas Dengan Bahan Ikat Starbit E-60 Pada Pengujian *Immersion*.

Nilai stabilitas pada rendaman *waterbath* 24 jam lebih rendah dibandingkan dengan

rendaman 30 menit. Hal ini disebabkan pada proses perendaman, air masuk kedalam pori-pori campuran sehingga mengurangi ikatan adhesi antara aspal dan agregat. Nilai stabilitas campuran beton aspal dengan rendaman *waterbath* 24 jam berbahan ikat aspal Starbit E-60 mengalami penurunan 27,92%.

3. *Index Of Retained Strength (IRS)*

Index of Retained Strength diperoleh dari proses perendaman di dalam *waterbath*, untuk mengetahui kekuatan (*strength*) dan kekakuan (*stiffness*) yang dimiliki campuran setelah proses perendaman. Perendaman dalam penelitian ini yaitu perendaman didalam *waterbath* selama 0,5 jam dan 24 jam pada suhu 60°C, tetapi sebelum dilakukan pengujian sampel terlebih dahulu diberikan gangguan berupa perendaman air sungai Mahakam selama 0 jam, 24 jam, 48 jam, 72 jam.



Gambar 13 Grafik *Index Of Retained Strength*.

Dapat dilihat bahwa nilai *Index of Retained Strength* cenderung menurun seiring bertambahnya durasi perendaman di dalam air sungai Mahakam serta memiliki ketahanan yang baik terhadap air, suhu, dan cuaca karena masih memenuhi spesifikasi Bina Marga (2010) yaitu $\geq 90\%$. Akan tetapi pada campuran beton aspal dengan bahan ikat Pen 60/70 tidak memenuhi persyaratan pada kondisi rendaman lebih dari 24 jam dengan air sungai Mahakam. Hal ini dikarenakan aspal Pen 60/70 mengalami penurunan yang signifikan pada pengujian kelekatan agregat terhadap aspal dengan rendaman menggunakan air sungai Mahakam sesuai pada Tabel 5.5. Hasil perbandingan

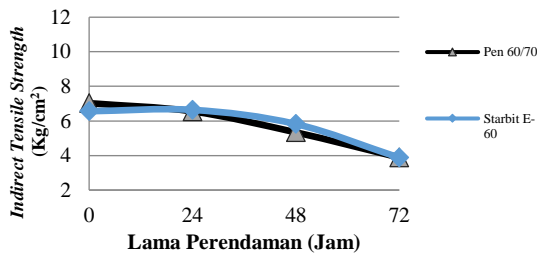
menunjukkan adanya penurunan pada nilai *Index of Retained Strength* sebesar 3,72% pada aspal Pen 60/70 dan 2,28% pada aspal Starbit E-60.

Adapun hasil rekapitulasi nilai *IRS* dapat dilihat pada Tabel 9 dibawah ini.

Tabel 9 Rekapitulasi Persentase Nilai *IRS*.

Hari / Jam	<i>Indirect Tensile Strength</i>			
	Pen 60/70		Starbit E-60	
0	90,624	Memenuhi	93,441	Memenuhi
24	90,121	Memenuhi	93,592	Memenuhi
48	88,49	Tidak	92,669	Memenuhi
72	87,275	Tidak	91,687	Memenuhi

4.5 Pengujian *Indirect Tensile Strength*.

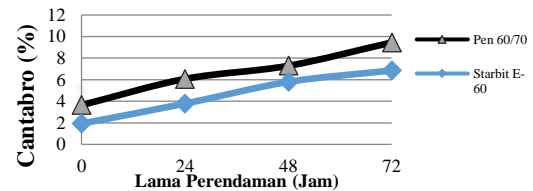


Gambar 14 Grafik Nilai *Indirect Tensile Strength*.

Dapat dilihat bahwa kedua nilai *ITS* cenderung menurun seiring bertambahnya durasi perendaman di dalam air sungai Mahakam dengan campuran *AC-WC* berbahan ikat aspal Pen 60/70 dan aspal Starbit E-60. Hal ini dikarenakan semakin lama durasi perendaman maka menyebabkan aspal melunak dan ikatan antara aspal dan agregat menjadi berkurang yang menyebabkan kekuatan regangan pada campuran akan berkurang sehingga campuran mudah retak sesuai dengan pengujian kelekatan agregat terhadap aspal dengan rendaman air sungai mahakam pada Tabel 5.5 sebelumnya. Hasil perbandingan menunjukkan adanya penurunan pada nilai *Indirect Tensile Strength* sebesar 34,92% pada aspal Pen 60/70 dan 32,01% pada aspal Starbit E-60. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan pengaruh rendaman air sungai Mahakam, campuran dengan bahan ikat starbit

E-60 lebih tahan menahan kuat tarik yang disebabkan oleh beban kendaraan dari pada campuran dengan bahan ikat Pen 60/70.

4.6 Pengujian *Cantabro*



Gambar 15 Grafik Nilai *Indirect Tensile Strength*.

Dapat dilihat bahwa nilai *Cantabro* cenderung meningkat seiring bertambahnya durasi perendaman di dalam air sungai Mahakam dengan campuran *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)* berbahan ikat aspal Pen 60/70 dan aspal Starbit E-60. Campuran dengan bahan ikat Starbit E-60 lebih tahan terhadap benturan atau abrasi dibandingkan dengan campuran dengan bahan ikat Pen 60/70. Hal ini disebabkan oleh kandungan aspal Starbit E-60 berbasis elastomer yang memiliki kekuatan dan keelastisan yang tinggi sehingga dapat mengurangi dampak terhadap benturan. Hasil perbandingan menunjukkan adanya perbedaan kenaikan yang signifikan nilai *Cantabro* sebesar 64,55% pada aspal Pen 60/70 dan 54,81% pada aspal Starbit E-60.

5. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan terhadap pengaruh rendaman air sungai Mahakam terhadap karakteristik beton aspal bergradasi (*AC-WC*) dengan bahan ikat aspal Pen 60/70 dan Starbit E-60, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Hasil pengujian sifat fisik dari aspal Pen 60/70 dan Aspal Starbit E-60 menunjukkan nilai Berat Jenis, Titik Nyala, Titik Bakar dan Kelarutan yang tidak signifikan. Namun pada uji Penetrasi, Daktalitas dan Titik Lembek

- menunjukkan perbedaan yang signifikan. Meskipun demikian, hasil pengujian tersebut telah memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010.
2. Pengaruh lama rendaman air sungai Mahakam terhadap karakteristik *Marshall* yaitu penurunan nilai Stabilitas dan *Marshall Quotient* yang signifikan pada bahan ikat aspal Starbit E-60 dan aspal Pen 60/70. Nilai *flow* pada bahan ikat aspal Starbit E-60 cenderung lebih stabil dibandingkan dengan nilai *flow* aspal Pen 60/70 yang mengalami perbedaan penurunan secara signifikan.
 3. Nilai *Index of Retained Strength* cenderung menurun seiring bertambahnya durasi perendaman di dalam air sungai Mahakam. Akan tetapi pada campuran beton aspal dengan bahan ikat Pen 60/70 tidak memenuhi persyaratan pada kondisi rendaman lebih dari 24 jam dengan air sungai Mahakam. Hal ini dikarenakan aspal Pen 60/70 mengalami penurunan yang signifikan pada pengujian kelekatan agregat terhadap aspal dengan rendaman menggunakan air sungai Mahakam sesuai pada Tabel 5.5. Hasil perbandingan perendaman air sungai Mahakam dari 0 jam sampai dengan 72 jam menunjukkan adanya penurunan pada nilai *Index of Retained Strength* sebesar 3,72% pada aspal Pen 60/70 dan 2,28% pada aspal Starbit E-60. Dapat disimpulkan bahwa campuran beton aspal dengan bahan ikat Starbit E-60 lebih tahan terhadap air, suhu, dan cuaca karena masih memenuhi spesifikasi Bina Marga (2010) yaitu $\geq 90\%$ dibanding campuran beton aspal berbahan ikat Pen 60/70.
 4. Hasil perbandingan perendaman air sungai Mahakam menunjukkan adanya penurunan pada nilai *Indirect Tensile Strength (ITS)* pada campuran dengan bahan ikat Starbit E-60 dan Pen 60/70. Hal ini dikarenakan semakin lama durasi perendaman maka menyebabkan aspal melunak dan ikatan antara aspal dan agregat menjadi berkurang yang menyebabkan kekuatan regangan pada campuran akan berkurang sehingga campuran mudah retak. Hasil perbandingan perendaman air sungai Mahakam menunjukkan adanya penurunan pada nilai *ITS* sebesar 34,92% pada aspal Pen 60/70 dan 32,01% pada aspal Starbit E-60. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan pengaruh rendaman air sungai Mahakam, campuran dengan bahan ikat starbit E-60 lebih tahan menahan kuat tarik yang disebabkan oleh beban kendaraan dari pada campuran dengan bahan ikat Pen 60/70
 5. Hasil uji *Cantabro* menunjukkan kenaikan seiring dengan bertambahnya durasi perendaman air sungai Mahakam. Campuran dengan bahan ikat Starbit E-60 lebih tahan terhadap benturan atau abrasi dibandingkan dengan campuran dengan bahan ikat Pen 60/70. Hal ini disebabkan oleh kandungan aspal Starbit E-60 berbasis elastomer yang memiliki kekuatan dan keelastisan yang tinggi sehingga dapat mengurangi dampak terhadap benturan. Hasil analisis menunjukkan nilai *Cantabro* mengalami perbedaan kenaikan yang signifikan sebesar 64,55% pada aspal Pen 60/70 dan 54,81% pada aspal Starbit E-60.

5.2 Saran

Dengan memperhatikan penelitian maka didapatkan beberapasaran untuk memperbaiki dan menambah analisis penelitian sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan pengujian viskositas untuk penggunaan aspal modifikasi terutama aspal Starbit E-60.
2. Untuk daerah yang mengalami banjir lebih dari 3 hari disarankan menggunakan

- bahan ikat modifikasi berbasis polimer yaitu aspal Starbit E-60 di lihat dari hasil pengujian *Cantabro Loss*.
3. Untuk daerah yang tidak mengalami banjir lebih dari 1 hari disarankan tetap menggunakan aspal minyak pen 60/70 karena harga lebih murah dari pada aspal modifikasi.
 4. Lama waktu perendaman air sungai Mahakam bisa ditambah atau divariasikan lagi untuk mengetahui dan mendapatkan data pengaruh terhadap karakteristik campuran yang lebih lengkap untuk campuran beton aspal bergradasi *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*.
 5. Variasi penggunaan aspal lain sebagai pembanding tambahan pada kualitas campuran beton aspal bergradasi *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)* terhadap ketahanan perendaman air sungai Mahakam.
 6. Variasi penggunaan agregat lain sebagai pembanding tambahan pada karakteristik campuran beton aspal bergradasi *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)* terhadap ketahanan perendaman air sungai Mahakam.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Fathuddin. (2012). Pengaruh Perendaman Aspal Porous Dengan *Liquid* Asbuton Sebagai Pengikat terhadap Air Asin dan Air Tawar. *Jurnal Universitas Hasanuddin*.
- Romadhona Wisnu. (2015). Pengaruh Tipe Gradasi Agregat Terhadap Sifat Beton Aspal Dengan Bahan Pengikat Aspal Pertamina Pen 60/70 Dan Aspal Starbit E-55 Campuran AC-WC. *Jurnal Teknisia Volume XX Universitas Islam Indonesia*.
- Syaiful. (2009). Variasi Perendaman pada Campuran Beton Aspal Terhadap Nilai Stabilitas *Marshall*. *Jurnal Universitas Muhammadiyah Malang*.

- Sartika (2012) Pengaruh Perendaman Aspal Porus yang Menggunakan *Liquid* Asbuton Terhadap Stabilitas *Marshall* dan Ketahanan Segresi Pada Air Laut Dengan Suhu Bervariasi
- Yulienda. (2017). Pengaruh Rendaman Air Rawa Terhadap Karakteristik Campuran *Superpave* dengan Bahan Ikat Starbit E-55 Dan Pen 60/70. *Jurnal Universitas Islam Indonesia*.