

PERBANDINGAN PENGGUNAAN BATU SUNGAI BOYONG DAN BATU CLERENG SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN AC-BC MENGGUNAKAN ASPAL STARBIT E-60

Dian Noer Anggita Arrum¹, Subarkah²

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

Email: dnanngita@gmail.com

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

Email: subarkah@uii.ac.id

Abstract: *Flexible Pavement typically uses asphalt and aggregate mixtures as a surface layer. In pavement construction in Yogyakarta, the frequently used aggregate is aggregate from Clereng, Kulon Progo. In this study, researchers will use the Boyong River rock as a coarse aggregate replacement material on pavement. The purpose of this research is to know the effect of Boyong aggregate usage as a substitute of aggregate to Marshall characteristic, Immersion Characteristic, and Indirect Tensile Strength Characteristic on AC-BC mixture in accordance with Bina Marga 2010. There are 4 stages in this research, there are testing material properties which consist of coarse aggregate testing, fine aggregate, and asphalt. The second stage determines the optimum bitumen content of AC-BC mixture with variations of asphalt content of 4.5%, 5%, 5.5%, 6%, and 6.5% in each mixture. The third stage performs Marshall test, Immersion test, and Indirect Tensile Strength test. The fourth stage performs analysis, discussion and conclusion of the test results that have been done. The test results showed that in general Boyong River rock can be used as a coarse aggregate on AC-BC mixture because it meets the requirements of Bina Marga 2010. The test results of Marshall characteristics obtained by stability value of 100% Boyong coarse aggregate mixture is 1271,99 kg smaller than the mixture of 0% Boyong coarse aggregate is 1503.12 kg. The flow value of 100% Boyong coarse aggregate mix is 3.74 mm larger than the 0% Boyong coarse aggregate mix of 2.27 mm. And VITM value of 100% Boyong coarse aggregate mix of 4.33% is greater than the 0% Boyong coarse aggregate mix of 3.55%. Index of Retained Strength values all variations meet requirements (at least 90%). IRS value on mix 0% Boyong coarse aggregate 97.24% higher than 100% Boyong coarse aggregate by 90.60%. This shows that the performance of the Boyong aggregate mixture has decreased more and has a lower durability level after soaking than the Clereng aggregate mixture. The greater the percentage of replacement of the coarse aggregate mixture of Clereng to Boyong coarse aggregate in the AC-BC mixture, resulting in a decreasing Indirect Tensile Strength value.*

Keywords : *Boyong Coarse Aggregate, Starbit E-60, Marshall, Immersion, Indirect Tensile Strength.*

1. PENDAHULUAN

Konstruksi jalan raya sistem *Flexible Pavement* (perkerasan lentur) biasanya menggunakan campuran aspal dan agregat sebagai lapis permukaan. Campuran aspal berfungsi sebagai lapisan struktural dan non struktural. Campuran aspal yang berfungsi sebagai lapisan struktural adalah lapisan yang menahan dan mendistribusikan beban roda kendaraan. Sebagai lapisan non struktural, aspal beton berfungsi sebagai lapis kedap air dan lapis aus (*wearing course*), atau lapisan

yang langsung terkena gesekan akibat rem kendaraan. Pada konstruksi perkerasan jalan di Yogyakarta, agregat yang sering digunakan adalah agregat yang berasal dari Clereng, Kulon Progo. Agregat Clereng ini terbatas dan harganya relatif mahal. Untuk itu perlu dilakukan inovasi – inovasi baru dengan menggunakan alternatif bahan lain. Alternatif bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah batu pecah sungai Boyong. Batu ini akan dibandingkan dengan batu pecah Clereng menggunakan bahan ikat

aspal modifikasi Starbit E-60. Sehubungan dengan karakteristik jenis perkerasan diatas khususnya *Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)*, maka peneliti mencoba memodifikasi berbahan ikat aspal Starbit E-60 dengan substitusi batu pecah sungai Boyong yang diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu alternatif bahan perkerasan jalan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Bambang Edison (2010) tentang Karakteristik Campuran Aspal Panas (*Asphalt Concrete-Binder Course*) Menggunakan Aspal Polimer. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji dan mengevaluasi perilaku antara campuran Laston *AC-BC* yang menggunakan aspal polimer Starbit E-55 atas kemampuan mempertahankan kualitas dari kerusakan setelah dilakukan perendaman modifikasi yaitu 0 jam, 48 jam, 72 jam, dan 96 jam.

Andi Syaiful Amal & Chairil Saleh (2015) tentang Pemanfaatan Limbah Batu Marmer Sebagai Pengganti Agregat Kasar pada Campuran Aspal Beton Terhadap Karakteristik *Marshall*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan limbah batu marmer terhadap karakteristik *Marshall* pada campuran lapisan aspal beton (LASTON) sebagai pengganti sebagian agregat kasar dan untuk mengetahui proporsi limbah batu marmer (optimum) pada campuran laston dengan limbah batu marmer sebagai pengganti sebagian agregat kasar terbaik.

Penelitian Subarkah & Wisnu Romadhona (2015) tentang Pengaruh Tipe Gradasi Agregat Terhadap Sifat Beton Aspal dengan Bahan Pengikat Aspal Pertamina Pen 60/70 dan Aspal Starbit E-55 Campuran *AC-WC*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kelayakan Aspal Starbit E-55 sebagai bahan ikat pengganti pada campuran *AC-WC* dengan *Marshall Test*, mendapatkan proporsi kadar aspal optimum penggunaan Aspal Starbit E-55 sebagai bahan ikat pengganti dan jenis gradasi agregat yang paling baik pada campuran *AC-WC*, mengetahui sifat-sifat dan karakteristik *Marshall Test*, *Immersion Test*, dan *Indirect Tensile Strength Test* campuran *AC-WC* yang

menggunakan Aspal Starbit E-55 sebagai bahan ikat pengganti, serta mengetahui pengaruh variasi tipe gradasi yang paling baik untuk jenis bahan ikat aspal, antara Aspal Pertamina Pen 60/70 dan Aspal Starbit E-55.

Penelitian Selvi Yasra (2014) tentang Pemanfaatan Limbah Beton sebagai Agregat Pengganti pada Campuran *Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC)*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja agregat limbah beton dalam menggantikan agregat batuan agar dapat digunakan sebagai bahan perkerasan jalan dengan membandingkan hasil pengujian *Marshall* pada benda uji dengan spesifikasi campuran *AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course)*. Penelitian ini menguji pemanfaatannya untuk menggantikan agregat batuan dengan spesifikasi agregat yang lolos pada saringan $\frac{3}{4}$ " (diameter 19 mm) dan tertahan pada saringan $\frac{3}{8}$ " (diameter 9,5 mm).

Penelitian Astuti Koos Wardhani (2007) tentang Penerapan *Pavement Technology* Pada Perkerasan *Runway* Bandara Adi Sumarmo Solo dengan Tinjauan *Stress* dan *Strain* pada *Wearing Course*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui *stress* dan *strain* penggunaan *polymer modified bitumen* (Starbit E-60 Produksi PT. Bintang Jaya), membandingkan karakter perkerasan ditinjau dari nilai *stress* dan *strain* yang dihasilkan oleh desain *existing* dengan desain menggunakan *polymer modified bitumen*, dan memberikan rekomendasi pemakaian *bitumen* yang mampu menahan beban yang ada di Bandara Internasional Adi Sumarmo Surakarta.

3. METODE PENELITIAN

Metode yang akan digunakan adalah metode eksperimental, yaitu membuat percobaan untuk mendapatkan sebuah data atau menganalisis data dengan memanipulasi variabel dan meneliti akibat-akibatnya, dimana variabel disini merupakan batu pecah sungai Boyong sebagai pengganti agregat kasar yang diambil dari Candibinangun, Sleman. Data ini kemudian diolah untuk mendapatkan hasil perbandingan dengan standar spesifikasi yang ada. Persyaratan dan

prosedur yang digunakan mengacu kepada peraturan Bina Marga 2010. Pada penelitian ini pengambilan sampel dilakukan secara *nonprobability sampling* yang termasuk ke dalam kelompok *purposive sampling*. Agregat yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Aspal Starbit E-60 yang diambil dari Cilacap. Sedangkan batu sungai Boyong sebagai agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini di ambil dari Candibinangun, Sleman.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya Prodi Teknik Sipil FTSP UII menggunakan persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010.

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 Starbit E-60

No.	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan	Hasil
1	Berat Jenis	$\geq 1,0$	1,027
2	Penetrasi (0,1mm)	≥ 40	74,7
3	Daktilitas (cm)	≥ 100	110
4	Titik Nyala ($^{\circ}\text{C}$)	≥ 232	330
5	Kelarutan TCE (%)	≥ 99	99,88
6	Titik Lembek ($^{\circ}\text{C}$)	≥ 48	63

Tabel 2 Hasil Pengujian Agregat Kasar Clereng

No.	Jenis Pengujian	Syarat	Hasil
1	Berat Jenis	$\geq 2,5$	2,67
2	Penyerapan air oleh agregat (%)	< 3	1,43
3	Kelekatan agregat terhadap aspal (%)	> 95	98,5
4	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i> (%)	< 40	22,48

Tabel 3 Hasil Pengujian Agregat Kasar Boyong

No.	Jenis Pengujian	Syarat	Hasil
1	Berat Jenis	$\geq 2,5$	2,51
2	Penyerapan air oleh agregat (%)	< 3	2,32
3	Kelekatan agregat terhadap aspal (%)	> 95	97
4	Keausan dengan mesin (%)	< 40	27,47

	<i>Los Angeles</i>		
--	--------------------	--	--

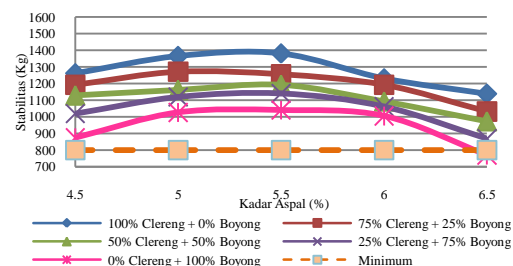
Tabel 4 Hasil Pengujian Agregat Halus Clereng

No.	Jenis Pengujian	Syarat	Hasil
1	Berat Jenis	$\geq 2,5$	2,62
2	Penyerapan air oleh agregat (%)	< 3	1,73
4	<i>Sand Equivalent</i> (%)	> 50	87,31

4.2 Pengujian Marshall Mencari KAO

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

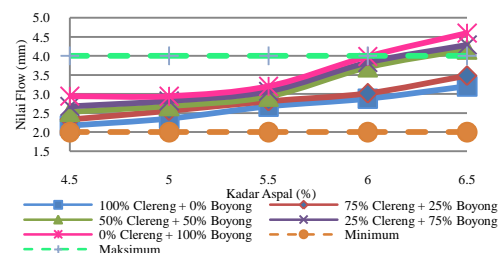
1. Stabilitas



Gambar 1 Nilai Stabilitas untuk KAO

Nilai stabilitas pada campuran yang menggunakan 0% agregat kasar Boyong lebih besar dan semakin menurun seiring bertambahnya variasi campuran hingga 100% campuran agregat kasar Boyong, hal ini dipengaruhi oleh berat jenis pada agregat kasar Boyong yang lebih kecil daripada agregat Clereng sehingga campuran dengan variasi agregat kasar Boyong memiliki lebih banyak rongga.

2. Flow

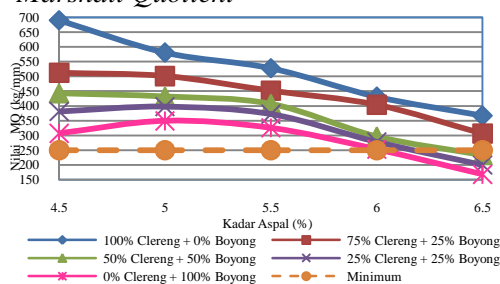


Gambar 2 Nilai Flow untuk KAO

Nilai *flow* mengindikasikan penurunan atau perubahan bentuk yang terjadi akibat

menahan beban. Pada variasi campuran yang menggunakan 100%, 75%, dan 50% agregat kasar Boyong dengan variasi kadar aspal 6%, dan 6,5% nilai *flow* melebihi batas maksimum, hal ini disebabkan karena agregat kasar Boyong memiliki tekstur yang lebih kasar atau berpori daripada agregat kasar Clereng, sehingga aspal yang diserap agregat kasar Boyong lebih banyak daripada batu pecah Clereng dan menghasilkan nilai *flow* yang tinggi.

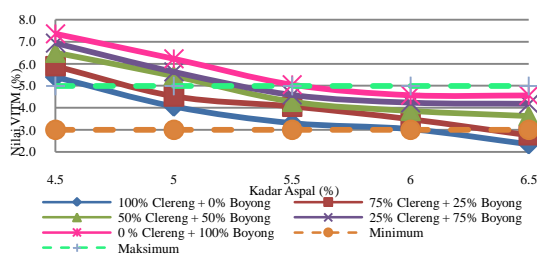
3. Marshall Quotient



Gambar 3 Nilai *MQ* untuk KAO

Campuran yang menggunakan 100% agregat kasar Boyong mempunyai nilai *MQ* lebih rendah dibandingkan campuran yang menggunakan 0% agregat kasar Boyong. Penurunan nilai *MQ* dipengaruhi oleh stabilitas yang rendah dan *flow* yang tinggi sehingga menghasilkan perkerasan yang tidak mudah berubah bentuk ketika diberi beban, sedangkan nilai *MQ* naik jika nilai stabilitas tinggi dan nilai *flow* yang rendah, hal ini menghasilkan perkerasan yang plastis dan mudah berubah bentuk jika diberi beban.

4. VITM (Void in the Total Mix)

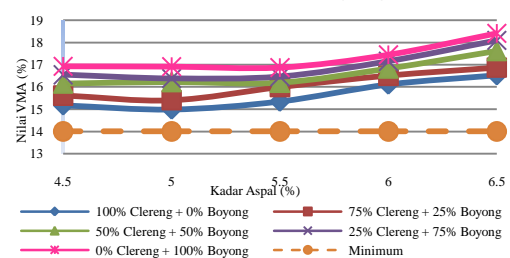


Gambar 4 Nilai *VITM* untuk KAO

Nilai *VITM* menurun seiring bertambahnya kadar aspal, akan tetapi semakin bertambahnya kadar campuran agregat kasar

Boyong, nilai *VITM* yang dihasilkan lebih besar daripada campuran agregat Clereng. Hal ini disebabkan karena agregat kasar Boyong memiliki tekstur yang kasar dan berpori di bandingkan agregat Clereng, sehingga rongga yang dimiliki campuran agregat kasar Boyong lebih besar. Rongga yang besar pada campuran dapat membuat campuran menjadi tidak kedap air dan udara. Campuran yang tidak kedap air dan udara dapat mengakibatkan berkurangnya keawetan serta stabilitas pada campuran.

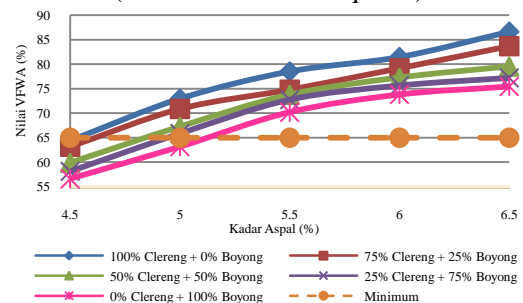
5. VMA (Void in Mineral Agregate)



Gambar 5 Nilai *VMA* untuk KAO

Besarnya nilai *VMA* pada agregat kasar Boyong dikarenakan agregat kasar Boyong memiliki tekstur yang lebih kasar dan berpori di banding agregat Clereng sehingga persentase banyaknya pori yang terdapat diantara butir-butir agregat di dalam campurannya lebih besar daripada campuran agregat kasar Boyong yang bertekstur lebih halus.

6. VFWA (Void Filled With Asphalt)

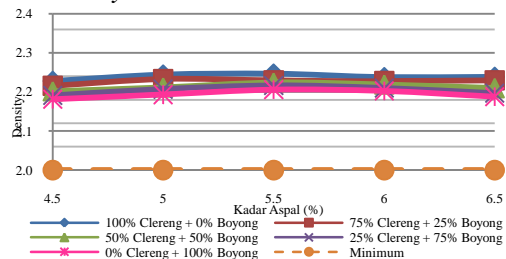


Gambar 6 Nilai *VFWA* untuk KAO

Nilai *VFWA* dalam campuran semakin bertambah seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Nilai *VFWA* yang kecil disebabkan oleh tekstur agregat kasar Boyong yang lebih berpori sehingga memiliki banyak volume dan mengakibatkan

rongga dalam campuran agregat kasar Boyong lebih besar, dan membutuhkan aspal yang lebih banyak untuk mengisi rongga dalam campuran.

7. Density



Gambar 7 Nilai *Density* untuk KAO

Nilai *density* menurun seiring bertambahnya persentase agregat kasar Boyong ke dalam campuran aspal. Hal ini disebabkan oleh tekstur agregat kasar Boyong yang lebih kasar dan berpori daripada agregat Clereng sehingga volume pada agregat kasar Boyong lebih besar, akibatnya tingkat kekuatan dan kepadatan campuran dengan agregat kasar Boyong lebih rendah dibanding campuran dengan agregat Clereng. Nilai *density* berhubungan dengan nilai *VITM*, yaitu semakin tinggi nilai *density* maka nilai *VITM* akan menurun karena rongga pada total campuran akan semakin berkurang dan campuran semakin tinggi kerapatannya. Dengan kerapatan yang tinggi, perkerasan menjadi lebih kuat menahan beban sehingga tidak terjadi perubahan bentuk deformasi.

4.3 Nilai KAO

Hasil dari analisis data pengujian *Marshall* diperoleh nilai – nilai karakteristik berupa stabilitas (*stability*), kelelahan (*flow*), *VMA* (*Void in Mineral Aggregate*), *VFWA* (*Void Filled With Asphalt*), *VITM* (*Void in the Total Mix*), *MQ* (*Marshall Quotient*) dan *Density*. Hasil dari analisis data masing-masing jenis aspal yang digunakan untuk menentukan kadar aspal optimum disajikan pada Tabel 6

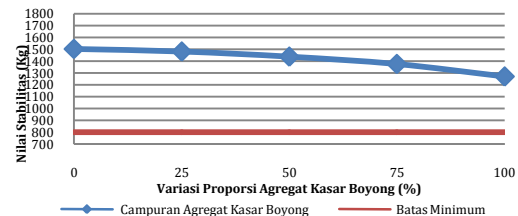
Tabel 6 Rekapitulasi KAO

Proporsi Agregat Kasar	Variasi	KAO (%)
0% Boyong dan 100% Clereng	1	5,32

25% Boyong dan 75% Clereng	2	5,63
50% Boyong dan 50% Clereng	3	5,65
75% Boyong dan 25% Clereng	4	5,75
100% Boyong dan 0% Clereng	5	5,80

4.4 Pengujian Setelah KAO

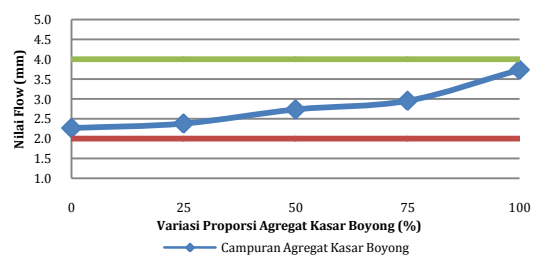
1. Stabilitas



Gambar 8 Grafik Hubungan antara Variasi Proporsi Agregat Kasar Boyong dengan Nilai Stabilitas

Campuran beton aspal yang menggunakan komposisi agregat kasar Boyong, semakin berkurang nilai stabilitas yang dihasilkan. Dari hasil pengujian, didapatkan nilai stabilitas pada campuran dengan variasi 0% agregat kasar Boyong sebesar 1515,04 kg, sedangkan pada campuran dengan variasi 100% agregat kasar Boyong sebesar 1271,99 kg.

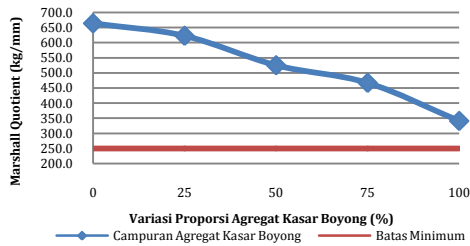
2. Flow



Gambar 9 Grafik Hubungan antara Variasi Proporsi Agregat Kasar Boyong dengan Nilai Flow

Nilai *flow* semakin meningkat dengan persentase penambahan proporsi agregat kasar Boyong. Dari hasil pengujian, didapatkan nilai *flow* pada campuran dengan variasi 0% agregat kasar Boyong sebesar 2,27 mm, sedangkan pada campuran dengan variasi 100% agregat kasar Boyong sebesar 3,74 mm.

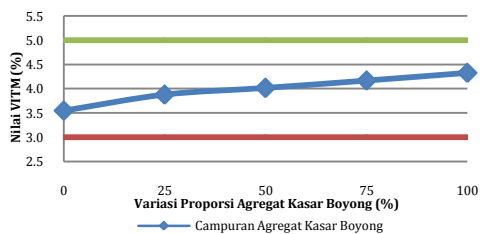
3. Marshall Quotient



Gambar 10 Grafik Hubungan antara Variasi Proporsi Agregat Kasar Boyong dengan Nilai *MQ*

Nilai *Marshall Quotient* semakin tinggi seiring dengan semakin besar persentase penggunaan agregat kasar Boyong ke dalam campuran Laston. Hal ini karena campuran dengan persentase 100% agregat kasar Boyong memiliki nilai stabilitas rendah dan nilai *flow* tinggi dan menunjukkan bahwa campuran Laston dengan persentase 100% agregat kasar Boyong cenderung fleksibel. Dari hasil pengujian, didapatkan nilai *Marshall Quotient* pada campuran dengan variasi 0% agregat kasar Boyong sebesar 669,61 kg/mm, sedangkan pada campuran dengan variasi 100% agregat kasar Boyong sebesar 341,54 kg/mm.

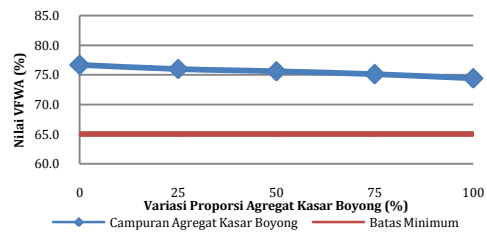
4. VITM (Void in the Total Mix)



Gambar 11 Grafik Hubungan antara Variasi Proporsi Agregat Kasar Boyong dengan Nilai *VITM*

Semakin besar persentase penggunaan agregat kasar Boyong dalam campuran Laston menghasilkan nilai *VITM* yang meningkat. Dari hasil pengujian, didapatkan nilai *VITM* pada campuran dengan variasi 0% agregat kasar Boyong sebesar 3,55%, sedangkan pada campuran dengan variasi 100% agregat kasar Boyong sebesar 4,33%.

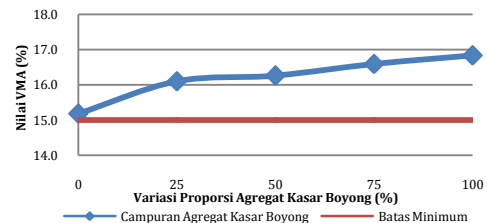
5. VFWA (Void Filled With Asphalt)



Gambar 12 Grafik Hubungan antara Variasi Proporsi Agregat Kasar Boyong dengan Nilai *VFWA*

Semakin besar persentase penggunaan agregat kasar Boyong dalam campuran Laston menghasilkan nilai *VFWA* yang semakin kecil. Dari hasil pengujian, didapatkan nilai *VFWA* pada campuran dengan variasi 0% agregat kasar Boyong sebesar 76,69%, sedangkan pada campuran dengan variasi 100% agregat kasar Boyong sebesar 74,40%.

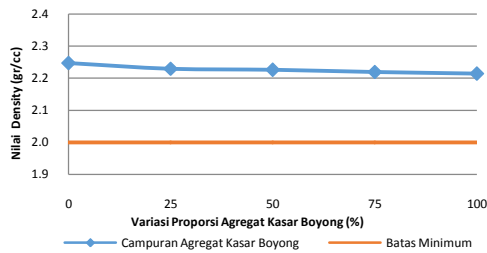
6. VMA (Void in Mineral Agregate)



Gambar 13 Grafik Hubungan antara Variasi Proporsi Agregat Kasar Boyong dengan Nilai *VMA*

Semakin besar persentase penggunaan agregat kasar Boyong dalam campuran Laston menghasilkan nilai *VMA* yang semakin meningkat. Hal tersebut dikarenakan agregat kasar Boyong memiliki tekstur yang lebih kasar dan berpori di banding agregat Clereng, sehingga persentase banyaknya pori yang terdapat diantara butir-butir agregat di dalam campurannya lebih besar daripada campuran dengan agregat kasar Boyong yang bertekstur lebih halus. Dari hasil pengujian, didapatkan nilai *VMA* pada campuran dengan variasi 0% agregat kasar Boyong sebesar 15,19%, sedangkan pada campuran dengan variasi 100% agregat kasar Boyong sebesar 16,83%.

7. Density



Gambar 13 Grafik Hubungan antara Variasi Proporsi Agregat Kasar Boyong dengan Nilai *Density*

Semakin besar persentase penggunaan agregat kasar Boyong dalam campuran Laston maka nilai *Density* semakin kecil. Hal ini disebabkan oleh tekstur agregat kasar Boyong yang lebih kasar dan berpori daripada agregat Clereng sehingga volume pada agregat kasar Boyong lebih besar, akibatnya tingkat kekuatan dan kepadatan pada campuran yang menggunakan agregat kasar Boyong lebih rendah. Dari hasil pengujian, didapatkan nilai *VITM* pada campuran dengan variasi 0% agregat kasar Boyong sebesar 2,25 gr/cc, sedangkan pada campuran dengan variasi 100% agregat kasar Boyong sebesar 2,21 gr/cc.

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

Tabel 7 Hasil Rekapitulasi Karakteristik *Marshall* pada KAO

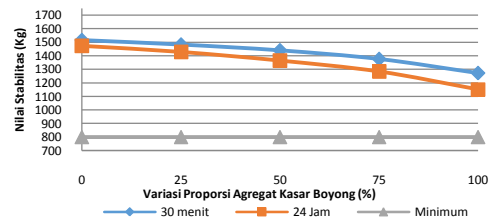
Variasi Campuran		KAO (%)	Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)
Boyong	Clereng				
0	100	5,32	1515,04	2,27	669,61
25	75	5,63	1482,68	2,38	622,89
50	50	5,65	1439,55	2,74	525,20
75	25	5,75	1376,41	2,96	466,89
100	0	5,80	1271,99	3,74	341,54

Tabel 8 Hasil Rekapitulasi Karakteristik *Marshall* pada KAO

VMA (%)	VFWA (%)	VITM (%)	Density (gr/cc)
15,19	76,69	3,55	2,25
16,10	75,98	3,88	2,23
16,26	75,62	4,01	2,23
16,59	75,10	4,17	2,22
16,83	74,40	4,33	2,21

4.5 Pengujian *Immersion*

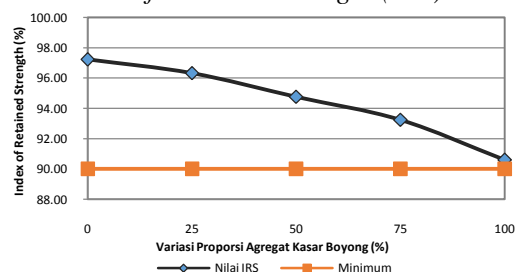
1. Stabilitas Rendaman



Gambar 14 Nilai Stabilitas Rendaman Pengujian *Immersion*

Pada perendaman selama 24 jam campuran Laston dengan persentase 0% agregat kasar Boyong mengalami penurunan sebesar 41,834 kg, sedangkan pada campuran Laston dengan persentase 100% agregat kasar Boyong mengalami penurunan sebesar 119,54 kg. Nilai stabilitas pada rendaman 24 jam juga lebih rendah dibandingkan dengan rendaman selama 30 menit. Hal ini disebabkan karena perkerasan campuran menggunakan agregat kasar Boyong memiliki lebih banyak rongga dibandingkan perkerasan campuran agregat kasar Clereng, sehingga pada saat proses perendaman, air yang masuk ke dalam pori-pori campuran yang menggunakan agregat kasar Boyong lebih banyak dan menunjukkan nilai penyerapan yang terjadi.

2. *Index of Retained Strength (IRS)*



Gambar 15 Grafik *Index of Retained Strength (IRS)*

Indirect of Retained Strength (indeks tahanan sisa) dihasilkan karena adanya proses perendaman. Indeks tahanan ini menunjukkan kekuatan yang masih dimiliki campuran setelah mengalami proses perendaman. Pada penelitian ini perendaman diberikan selama 24 jam pada suhu 60 °C. *Indirect of retained strength* digunakan untuk

menentukan turunnya nilai kekuatan (*strength*) dan kekakuan (*stiffness*) campuran beraspal akibat air.

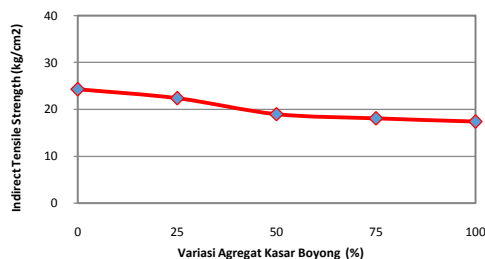
Dari hasil pengujian, proporsi campuran agregat memiliki ketahanan baik terhadap air, suhu, maupun cuaca dan masih memenuhi spesifikasi Bina Marga (2010) yaitu, $\geq 90\%$, namun semakin besar persentase penggunaan agregat kasar Boyong, nilai *index of retained strength* menjadi semakin menurun. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja campuran menggunakan agregat kasar Boyong mengalami penurunan yang lebih banyak dan memiliki tingkat durabilitas yang lebih rendah setelah dilakukan perendaman dibandingkan campuran agregat Clereng.

Persentase *IRS* ditampilkan pada Tabel 9.

Tabel 9 Persentase Nilai *IRS*

No	Proporsi		KAO (%)	<i>IRS</i> (%)	Keterangan
	Byng	Clrng			
1	0	100	5,32	97,24	Memenuhi
2	25	75	5,63	96,33	Memenuhi
3	50	50	5,65	94,77	Memenuhi
4	75	25	5,75	93,25	Memenuhi
5	100	0	5,8	90,60	Memenuhi

4.6 Pengujian *Indirect Tensile Strength*



Gambar 15 Nilai *Indirect Tensile Strength*

Semakin besar persentase penggunaan agregat kasar Boyong dalam campuran aspal, maka nilai *Indirect Tensile Strength* semakin rendah. Hal ini disebabkan karena campuran aspal dengan menggunakan agregat kasar Boyong memiliki rongga yang lebih besar dan penyerapan aspal untuk mengisi rongga lebih banyak, sehingga nilai kuat tarik menjadi lebih kecil ketika menerima beban dibandingkan campuran dengan agregat kasar Clereng.

5. SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan karakteristik campuran *Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)* yang menggunakan agregat kasar Boyong sebagai pengganti agregat kasar Clereng, maka dapat diambil beberapa simpulan sebagai berikut ini.

1. Agregat kasar Boyong dapat digunakan dan berpengaruh dalam campuran *Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)*, karena hasil pengujian berat jenis, penyerapan air, kelekatan terhadap aspal, dan keausan dengan mesin *Los Angeles* sudah memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010.
2. Semakin besar persentase penggunaan agregat kasar Boyong maka kadar aspal optimum yang dihasilkan semakin meningkat. Pada variasi 1 (campuran menggunakan 0% agregat kasar Boyong) menghasilkan KAO 5,32%, sedangkan pada variasi 5 (campuran menggunakan 100% agregat kasar Boyong) menghasilkan KAO 5,8%.
3. Hasil pengujian karakteristik *Marshall* diperoleh nilai stabilitas campuran pada dengan persentase 100% agregat kasar Boyong sebesar 1271,99 kg lebih kecil dari campuran dengan persentase 0% agregat kasar Boyong yaitu 1503,12 kg. Nilai *flow* campuran dengan persentase 100% agregat kasar Boyong sebesar 3,74 mm lebih besar daripada campuran dengan persentase 0% agregat kasar Boyong sebesar 2,27 mm. Dan nilai *VITM* campuran yang menggunakan 100% agregat kasar Boyong sebesar 4,33 lebih besar daripada campuran dengan persentase yang menggunakan 0% agregat kasar Boyong sebesar 3,55.
4. Nilai *Index of Retained Strength* semua variasi memenuhi persyaratan (minimal 90%). Nilai *IRS* pada campuran dengan persentase yang menggunakan 0% agregat kasar Boyong 97,24% lebih tinggi daripada campuran dengan persentase 100% agregat kasar Boyong sebesar 90,60%. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja campuran agregat kasar Boyong mengalami penurunan yang lebih banyak dan memiliki tingkat durabilitas yang lebih rendah setelah dilakukan

perendaman dibandingkan campuran agregat Clereng.

5. Semakin besar persentase penggunaan agregat kasar Boyong dalam campuran AC-BC, menghasilkan nilai *Indirect Tensile Strength* yang semakin menurun.

Saran

Campuran Laston dengan agregat kasar Boyong mampu menahan beban lalu lintas yang lebih rendah daripada agregat kasar Clereng, sehingga akan lebih cocok jika digunakan pada jalan lalu lintas ringan.

6. DAFTAR PUSTAKA

Agustina, Anggraini, 2016, *Perbandingan Penggunaan Pasir Hulu dan Hilir Sungai Gendol sebagai Pengganti Agregat Halus pada Campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)* Tugas Akhir, (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Amal, S., dan Saleh, Chairil, 2015, *Pemanfaatan Limbah Batu Marmer Sebagai Pengganti Agregat Kasar pada Campuran Aspal Beton Terhadap Karakteristik Marshall.*, (online) :(<http://ejournal.umm.ac.id/index.php/jmts/article/download/2556/3123>, Diakses 6 mei 2017)

Direktorat Jendral Bina Marga Departement Pekerjaan Umum Republik Indonesia. *Spesifikasi Umum*. 2010. Divisi 6.

Edison, Bambang, 2010, *Karakteristik Campuran Aspal Panas (Asphalt Concrete-Binder Course) Menggunakan Aspal Polimer.*, (Online) :(<http://ejournal.upp.ac.id/index.php/aptk/article/view/14>, Diakses 6 Mei 2017)

Wardhani, Astuti Koos, 2007, *Penerapan Pavement Technology Pada Perkerasan Runway Bandara Adi Sumarmo Solo dengan Tinjauan Stress dan train pada Wearing Course.*, (Online) :(<https://eprints.uns.ac.id/9347/>, Diakses 12 Mei 2017).

Subarkah, dan 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(Online)

:(<http://journal.uii.ac.id/index.php/teknis/article/view/3627>, Diakses 7 Mei 2017)

Yasra, Selvi, 2014, *Pemanfaatan Limbah Beton sebagai Agregat Pengganti pada Campuran Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC).*, (Online) :(http://etd.repository.ugm.ac.id/index.php?mod=penelitian_detail&sub=PenelitianDetail&act=view&typ=html&buku_id=67559, Diakses 7 Mei 2017).