

STUDI ALTERNATIF BATU PUTIH (*LIMESTONE*) SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT 10/10 PADA LAPIS ASPAL BETON AC-WC (*ASPHALT CONCRETE-WEARING COURSE*) TERHADAP NILAI UJI MARSHALL

Muhammad Danang P. K.¹, Bambang Wedyantadji², Mohammad Erfan³

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang

^{2,3)} Dosen Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang

Email : 1621157.muhammaddanangpk@gmail.com

ABSTRAK

Keterbatasan sumber material batu kali untuk perkerasan jalan di pulau Madura semakin lama mengbatu kali kekurangan. Namun pada daerah tersebut terdapat material batu putih yang melimpah dan mudah didapatkan. Dengan demikian penelitian ini mengambil studi alternatif batu putih *limestone* sebagai pengganti agregat 10/10 pada campuran AC-WC. Material batu putih diperoleh dari desa Soccah Kab. Bangkalan Pulau Madura.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kelayakan dan pengaruh batu putih dari Desa Soccah Kab. Bangkalan Pulau Madura sebagai pengganti agregat 10/10 ditinjau dari nilai karakteristik *Marshall*. Selanjutnya merencanakan pembuatan benda uji sejumlah 45 sampel dengan variasi batu putih 25%, 50% 75%, 100%. Menggunakan persentase KAO dari batu kali 5,80% dan KAO batu putih 5,84% yang dilakukan pada bulan Februari hingga Mei 2020 laboratorium bahan konstruksi Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang.

Dari hasil penelitian batu putih sebagai pengganti agregat 10/10 pada campuran AC-WC layak digunakan hal tersebut dapat dilihat dari nilai *Stabilitas*, *Flow*, *VIM*, *VMA*, *MQ*, dan *VFA* yang telah memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018. Penggunaan batu putih sebagai campuran AC-WC telah mempengaruhi nilai karakteristik *marshall* yang signifikan dibuktikan dari hasil pengujian hipotesis dimana $F_{hitung} 3,501 > F_{tabel} 3,48$. Presentase optimum penggunaan batu putih terdapat pada kadar variasi 60,53%. Dengan nilai *stabilitas* sebesar 1046,40kg, *Flow* 3,25 mm, *VIM* 4,19%, *VMA* 16,98%, *MQ* 322,49kg/mm, dan *VFA* 75,34%.

Kata kunci: AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*), Aspal Beton (*Laston*), Nilai Karakteristik *Marshall*, Kadar Batu Putih.

ABSTRACT

The limitation of river stone material sources for road pavement on the island of Madura is increasing the shortage of times. However, in this area there is abundant and easy to find white stone material. Thus, this study took an alternative study of limestone limestone as a substitute for the 10/10 aggregate in the AC-WC mixture. White stone material obtained from the village of Soccah Kab. Bangkalan, Madura Island.

The purpose of this research is to determine the feasibility and influence of the white stone from Soccah Kab. Madura Island Bangkalan as a substitute for the aggregate 10/10 in terms of the Marshall characteristic value. The next step is to plan the manufacture of 45 samples with white stone variations of 25%, 50% 75%, 100%. Using the percentage of KAO from river stones 5.80% and KAO white stones 5.84% which was carried out from February to May 2020 construction materials laboratory of Civil Engineering, National Institute of Technology Malang.

From the results of research white stone as a substitute for aggregate 10/10 in the AC-WC mixture is suitable for use, it can be seen from the value of Stability, Flow, VIM, VMA, MQ, and VFA which meet the specifications of Bina Marga 2018. AC-WC has influenced the characteristic value of Marshall which is significant as evidenced by the results of hypothesis testing where $F_{count} 3.501 > F_{table} 3.48$. The optimum percentage of use of white stones is at a variation level of 60.53%. With a stability value of 1046.40 kg, Flow 3.25 mm, VIM 4.19%, VMA 16.98%, MQ 322.49 kg/mm, and VFA 75.34%.

Key words: AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*), Asphalt Concrete (*Laston*), Marshall Characteristics, White Stone Content.

PENDAHULUAN

Jalan raya sebagai salah satu sarana transportasi darat, kegunaannya dirasakan semakin penting untuk menunjang peningkatan pembangunan infrastruktur. Khususnya di Pulau Madura saat ini sedang mengembangkan infrastruktur pembangunan salah satunya pekerjaan jalan raya. Aspal beton sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan sudah lama dikenal dan digunakan secara luas dalam pembuatan jalan raya, aspal beton sendiri terdiri dari campuran agregat, bahan pengisi (filler) dengan aspal sebagai bahan pengikat, dimana dalam penggunaan dilapangan masih sering menggunakan agregat batu kali / alami. Keterbatasan sumber daya alam yang lama kelamaan akan mengalami pengurangan. Oleh karena itu diperlukan bahan alternatif lain. Dalam penelitian ini mengambil bahan alternatif batu putih sebagai pengganti agregat kasar 10/10 pada lapis aspal beton AC-WC, dimana batu putih yang berasal dari Pulau Madura tersebut ketersediaannya sangat melimpah dan sangat mudah didapatkan,

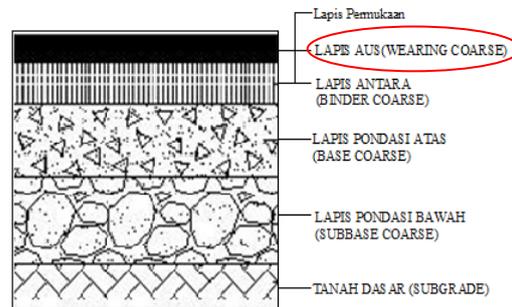
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan, pengaruh, dan presentase optimum pada penggunaan batu putih sebagai bahan alternatif pengganti agregat kasar 10-10 yang ditinjau dari nilai karakteristik marshall, pada campuran laston. Jenis perkerasan aspal yang digunakan adalah *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)* yang merupakan lapisan permukaan jalan.

LANDASAN TEORI

Dilihat dari penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Paskalis Ngita, 2013, Alternatif Penggunaan Batu Putih Lokal Sebagai Bahan Perkerasan Jalan. Penelitian ini menggunakan keseluruhan penggunaan material agregat kasar, angregat halus, dan bahan pengisi, dengan menggunakan batu putih yang berasal dari daerah Kalipare Kabupaten Malang, dengan menggunakan metode perbandingan batu hitam dan batu putih untuk mengetahui nilai karakteristik marshall

AC-WC ialah lapisan permukaan perkerasan jalan yang berfungsi sebagai lapis aus atau menerima beban lalu lintas dan menyebarkan kelapisan dibawahnya berupa muatan kendaraan (gaya vertikal), gaya rem (gaya horizontal) dan pukulan

kendaraan (getaran), selain itu AC-WC dirancang sebagai lapisan permukaan yang kedap air dan nilai stabilitas yang tinggi dengan ketebalan minimum 4 cm.



Gambar 1 Lapis Perkerasan

Tabel 1 Persyaratan sifat campuran untuk *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*

Sifat Campuran		Spesifikasi	
		AC	
Kadar Aspal Efektif	Min	-	
Kadar Penyerapan Aspal	Max	1,7	
Kadar Aspal Total (% terhadap berat total)	Min	6	
Kadar Rongga Udara Dari Campuran Padat (% terhadap volume total campuran)	Min	3	
	Max	5	
Rongga Diantara Mineral Agregat (VMA) (%)	Min	15	
Rongga Terisi Aspal (VFA) (%)	Min	65	
Stabilitas <i>Marshall</i> (SNI-06-2489-1991)	Min	800	
Pelelehan (<i>Flow</i>) mm	Min	2	
	Max	4	
<i>Marshall Quotient</i> (SNI-06-2489-1991) (kg/mm)	Min	-	

(Sumber Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga 2018)

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga 2018

Tabel 2 Gradasi Agregat untuk Campuran Aspal

Ukuran Ayakan	(mm)	% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat							
		Stone Matrix Asphalt (SMA)			Laston (HRS)		Laston (AC)		
		Tipis	Halus	Kasar	WC	Base	WC	BC	Base
1 1/2"	37,5			100				100	100
1"	25			100				100	90 - 100
3/2"	19		100	90 - 100	100	100	100	90 - 100	76 - 90
3/4"	12,5	100	90 - 100	50 - 88	90 - 100	90 - 100	90 - 100	75 - 90	60 - 78
3/8"	9,5	70 - 95	50 - 80	25 - 60	75 - 85	65 - 90	77 - 90	66 - 82	52 - 71
No.4	4,75	30 - 50	20 - 35	20 - 28			53 - 69	46 - 64	35 - 54
No.8	2,36	20 - 30	16 - 24	16 - 24	50 - 72	35 - 55	33 - 53	30 - 49	23 - 41
No.16	1,18	14 - 21					21 - 40	18 - 38	13 - 30
No.30	0,600	12 - 18			35 - 60	15 - 35	14 - 30	12 - 28	10 - 22
No.50	0,300	10 - 15					9 - 22	7 - 20	6 - 15
No.100	0,150						6 - 15	5 - 13	4 - 10
No.200	0,075	8 - 12	8 - 11	8 - 11	6 - 10	2 - 9	4 - 9	4 - 8	3 - 7

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga Prov. Jatim 2018.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berupa pengamatan dan pemeriksaan perbandingan nilai karakteristik campuran AC-WC sebelum dan sesudah menggunakan batu putih sebagai pengganti agregat 10/10. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Institut Teknologi Nasional Malang. Berikut rancangan beda uji dapat dilihat pada tabel 3 berikut :

Tabel 3 Pembuatan Benda Uji

Pengujian	Variasi Kadar Aspal (%)						Jumlah Sempel
	P-1	P-0,5	P	P+0,5	P+1	P+1,5	
Penentuan Kadar Aspal Optimum (100% Batu Kali)	3	3	3	3	3	3	18
Pengujian	Variasi Kadar Aspal (%)						Jumlah Sempel
Penentuan Kadar Aspal Optimum (100% Batu Putih Limestone)	3	3	3	3	3	3	
Pengujian	Variasi Kadar Batu Putih Limestone (%)			Jumlah Sempel			
	25%	50%	75%				
Pengujian Marshall untuk Beberapa Variasi Kadar Agregat Batu Putih Limestone	3		3		3		9
Total Jumlah Sempel							45

Bahan-Bahan Material

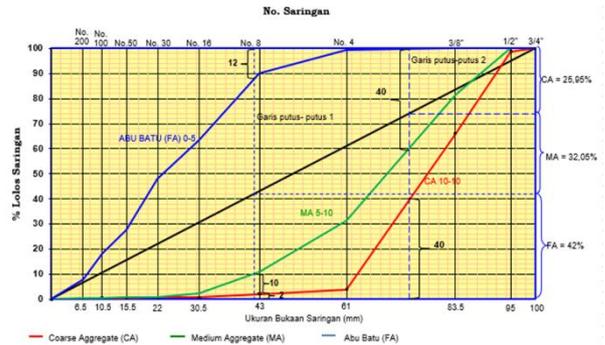
Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah :

1. Menggunakan aspal Pertamina penetrasi 60/70.
2. Agregat 10/10, agregat 5/10, dan agregat 0/5 diambil dari AMP PT SRIWIJAYA 87, di Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur.
3. Batu Putih (*Limestone*) diambil dari Desa Socah Kab. Bangkalan Pulau Madura, Propinsi Jawa Timur.
4. Filler menggunakan semen Gresik.

Perhitungan Persentase Agregat dengan Metode Grafis

Untuk mencapai resep komposisi campuran dengan melakukan penggabungan material agregat 10/10, agregat 5/10, agregat 0/5 agar menjadi suatu campuran yang homogen dan mempunyai susunan butir yang kita harapkan atau sesuai standar spesifikasi yang disyaratkan maka dilakukan dengan

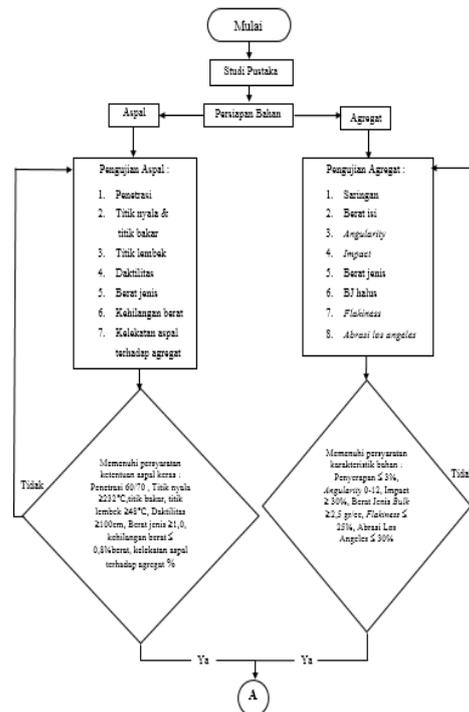
menggunakan metode grafis diagonal seperti pada grafik dibawah ini :

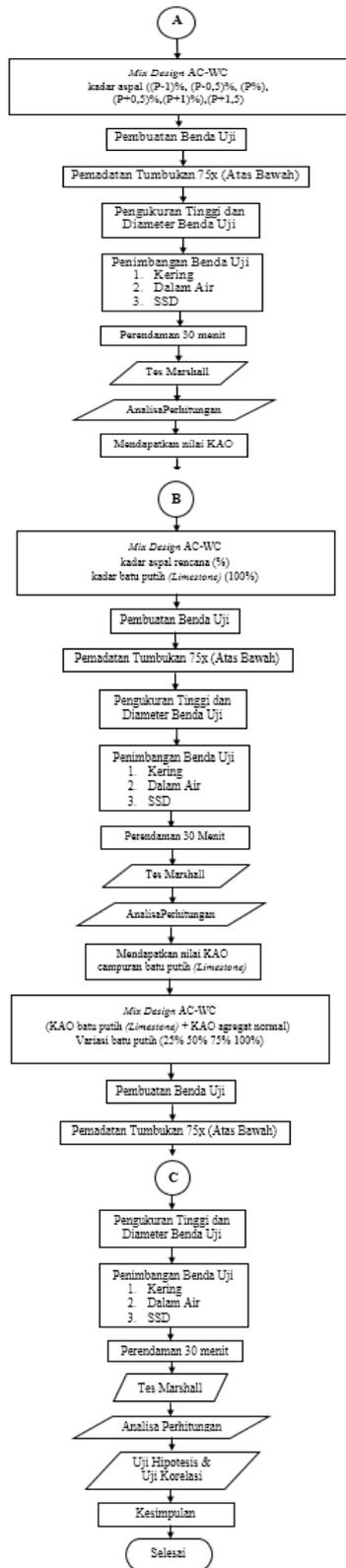


Gambar 1. Grafik Diagonal Komposisi
 Keterangan :

- Garis putus – putus biru vertikal 1 :
 $FA (0/5) = MA (5/10) + CA (10/10)$
- Garis putus – putus biru vertikal 2 :
 $MA (5/10) = CA (10/10)$

Diagram Alir Penelitian





ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN Pengujian Aspal dan Agregat

Tabel 4 Hasil Pengujian Agregat Batu Kali

No.	Pengujian	Hasil	Spesifikasi Umum Binda Marga 2018	Keterangan
1	Berat Isi Agregat 10/10	1,43 gr/cm ³		
		1,48 gr/cm ³		
		1,49 gr/cm ³		
2	Berat Isi Agregat 5/10	1,34 gr/cm ³		
		1,42 gr/cm ³		
		1,43 gr/cm ³		
3	Berat Isi Agregat 0/5	1,64 gr/cm ³		
		1,72 gr/cm ³		
		1,74 gr/cm ³		
4	Selang Angka Angularitas Kasar	2,27	Min 95/90	Memenuhi
5	Berat Jenis Agregat 10/10	2,65	Min. 2,5	Memenuhi
		Penyerapan Agregat 10/10	2,15 %	Maks. 3%
6	Berat Jenis Agregat 5/10	2,60	Min. 2,5	Memenuhi
		Penyerapan Agregat 5/10	2,65 %	Maks. 3%
7	Berat Jenis Agregat 0/5	2,70	Min. 2,5	Memenuhi
		Penyerapan Agregat 0/5	2,32 %	Maks. 3%
8	Flakiness Kasar	19,90 %	Maks 25%	Memenuhi
9	Impact Value	9,39 %	Maks. 30%	Memenuhi
10	Keausan Agregat Kasar	23,72 %	Maks. 40%	Memenuhi

Tabel 5 Hasil Pengujian Agregat Batu Putih

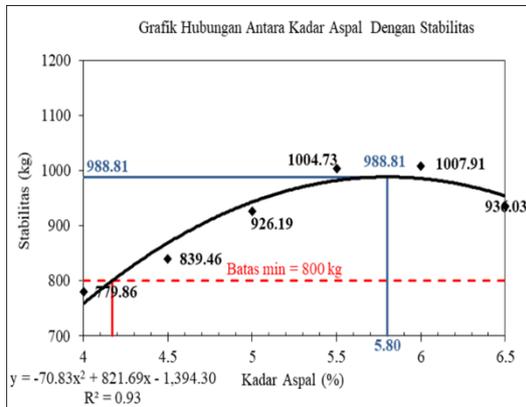
NO.	Pengujian	Hasil	Spesifikasi Umum Bina Marga 2018
1	Berat Isi Agregat 10/10	1,41 gr/cm ³	
		1,40 gr/cm ³	
		1,42 gr/cm ³	
2	Berat Jenis Agregat 10/10	2,47	Min. 2,5
		Penyerapan Agregat 10/10	2,08 %
3	Flakiness Kasar	18,68 %	Maks 25%
4	Impact Value	24,79 %	Maks. 30%
5	Keausan Agregat Kasar	37,72 %	Maks. 40%

Dari hasil pengujian agregat batu kali yang diambil dari AMP PT. Sriwijaya 87 serta batu putih dari Desa Socah Kab. Bangkalan Pulau Madura, Propinsi Jawa Timur layak digunakan sebagai campuran perkerasan jalan karena telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

Hasil Pengujian Interval Kepercayaan

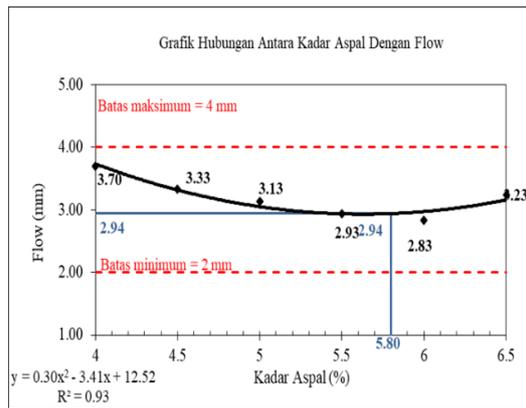
Dari data – data yang diperoleh setelah melakukan penelitian, selanjutnya diuji dengan menggunakan metode Interval Kepercayaan, dengan harapan data – data

tersebut bisa mendekati angka valid (95%). Hal ini berarti bahwa angka toleransi kesalahan yang diijinkan hanya sebesar 5%,

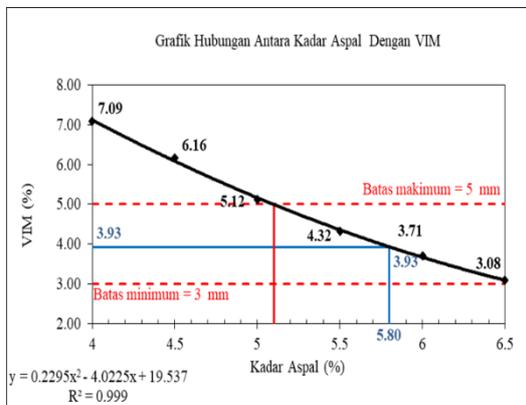


sedangkan 95% adalah data – data yang valid.

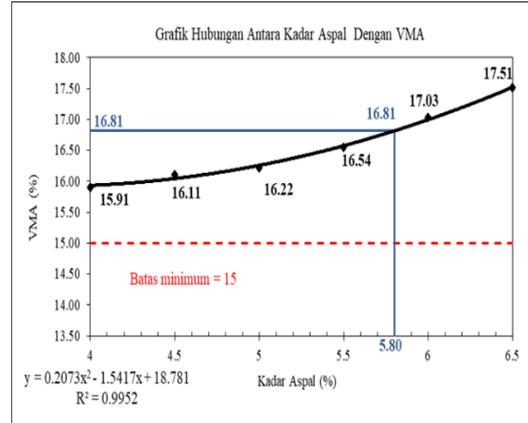
Gambar 1. Hubungan Kadar Aspal Dengan Stabilitas Dengan Agregat Batu Kali.



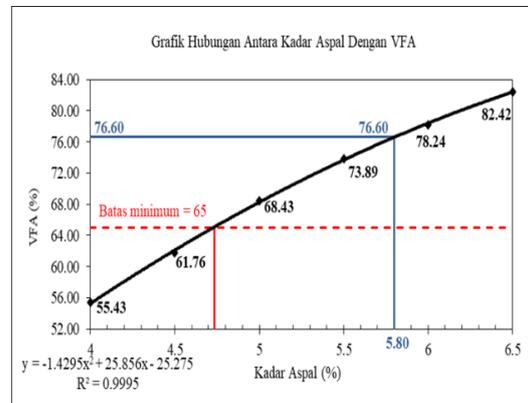
Gambar 2. Hubungan Kadar Aspal Dengan Flow Dengan Agregat Batu Kali.



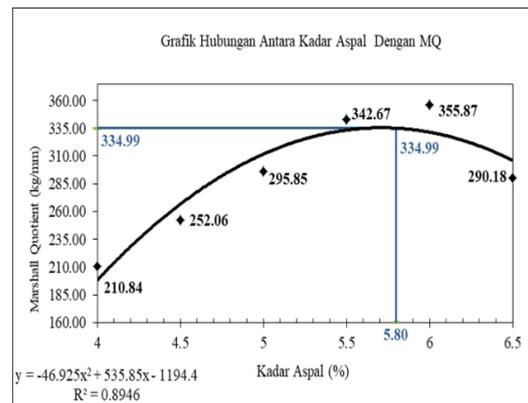
Gambar 3. Hubungan Kadar Aspal Dengan VIM Dengan Agregat Batu Kali.



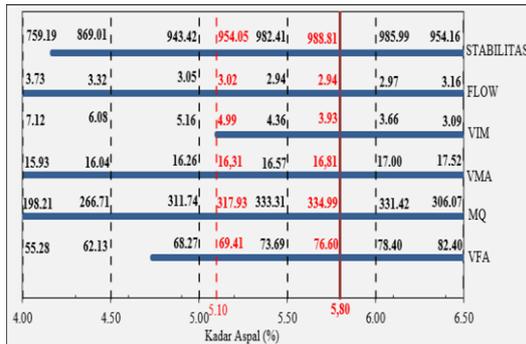
Gambar 4. Hubungan Kadar Aspal Dengan VMA Dengan Agregat Batu Kali.



Gambar 5. Hubungan Kadar Aspal Dengan VFA Dengan Agregat Batu Kali.

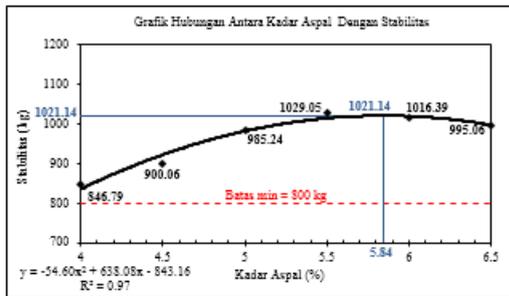


Gambar 6. Hubungan Kadar Aspal Dengan MQ Dengan Agregat Batu Kali.

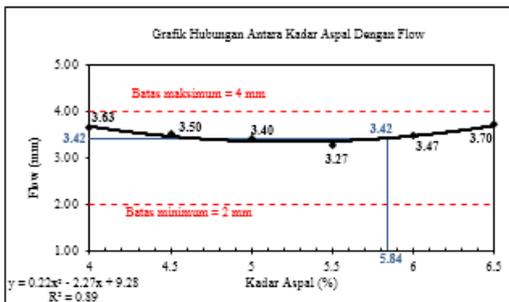


Gambar 7. Diagram Batang Kadar Aspal Optimum Agregat Batu Kali.

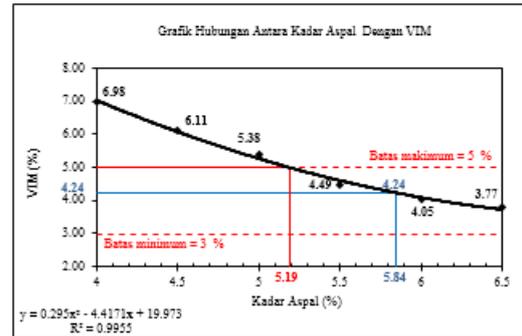
Dari semua hasil yang telah diperoleh, maka didapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 5,80%.



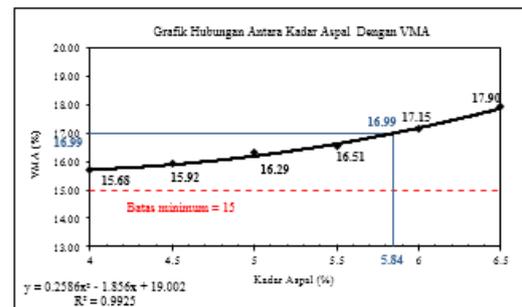
Gambar 8. Hubungan Antara Kadar Aspal Terhadap Stabilitas dengan Batu Putih.



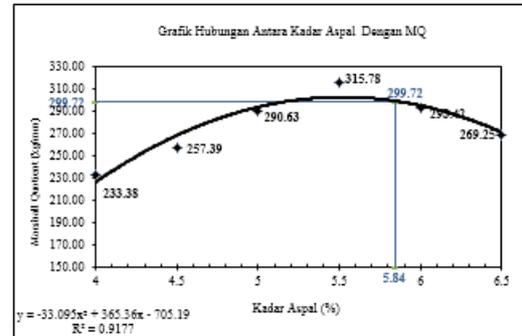
Gambar 9. Hubungan Antara Kadar Aspal Terhadap Flow dengan Batu Putih.



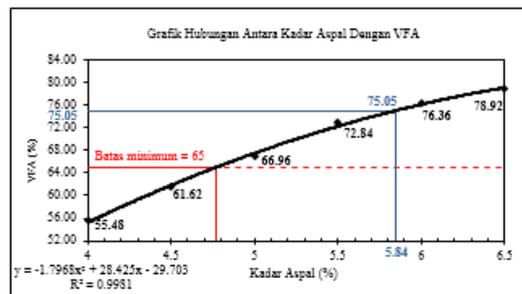
Gambar 10. Hubungan Antara Kadar Aspal Terhadap VIM dengan Batu Putih.



Gambar 11. Hubungan Antara Kadar Aspal Terhadap VMA dengan Batu Putih.



Gambar 12. Hubungan Antara Kadar Aspal Terhadap MQ dengan Batu Putih.



Gambar 13. Hubungan Antara Kadar Aspal Terhadap VFA dengan Batu Putih.

Perhitungan Koefisien Korelasi

Contoh perhitungan koefisien korelasi untuk stabilitas adalah sebagai berikut:

Tabel 5 Data Uji Korelasi Stabilitas

STABILITAS				
No.	X	Y	XY	Y²
1	0	988,81	0	977741,7120
2	25	1016,01	25400,15238	1032288,3859
3	50	1055,08	52753,927	1113190,7257
4	75	1038,44	77882,92976	1078355,6886
5	100	1021,14	102114,2293	1042731,5831
Σ	250	5119	258151	5244288

Dengan menggunakan rumus :

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{n \sum x^2 - (\sum x)^2\} \{n \sum y^2 - (\sum y)^2\}}}$$

$$r = \frac{4(258151) - (250)(5119)}{\sqrt{(4 \times 1870 - (250)^2)(4 \times 5244288 - (5119)^2)}}$$

r = -0,553

Untuk hasil dari perhitungan selengkapanya dapat dilihat pada table dibawah ini :

Tabel 6 Data Uji Korelasi

Pengujian	Hasil Korelasi	Hasil penafsiran posisi	Ketentuan	
			Besar r	Kriteria Hubungan
Stabilitas	0,553	Korelasi Sedang	0 0 - 0,5 0,5 - 0,8 0,8 - 1 1	Tidak ada korelasi Korelasi lemah Korelasi sedang Korelasi kuat/erat Korelasi sempurna
Flow	0,997	Korelasi kuat / erat		
VIM	0,939	Korelasi kuat / erat		
VMA	0,860	Korelasi kuat / erat		
MQ	-0,936	Korelasi kuat / erat		
VFA	-0,954	Korelasi kuat / erat		

- Korelasi Positif (+)**

Perubahan salah satu nilai Variabel diikuti perubahan Nilai Variabel yang lainnya secara teratur dengan arah yang sama. Jika Nilai Variabel X mengalami kenaikan, maka variabel Y akan ikut naik. Jika Nilai Variabel X mengalami penurunan, maka Variabel Y akan ikut turun.

Apabila Nilai Koefisien Korelasi mendekati +1 (Positif Satu) berarti pasangan data Variabel X dan Variabel Y memiliki Korelasi Positif yang kuat/erat.

- Korelasi Negatif (-1)**

Perubahan salah satu Nilai Variabel diikuti perubahan Nilai Variabel yang lainnya secara teratur dengan arah yang berlawanan. Jika Nilai Variabel X mengalami kenaikan, maka Variabel Y akan turun. Jika

Nilai Variabel X mengalami penurunan, maka Nilai Variabel Y akan naik.

Apabila Nilai Koefisien Korelasi mendekati -1 (Negatif Satu) maka hal ini menunjukkan pasangan data Variabel X dan Variabel Y memiliki Korelasi Negatif yang kuat/erat.

Pengujian Hipotesis

Untuk menguji hipotesis penelitian maka dilakukan uji Analisa Varian Satu Arah untuk melihat apakah ada pengaruh nilai parameter yang ditimbulkan oleh penggunaan variasi Batu Putih.

Tabel 7 Hasil Uji Hipotesis

No.	Parameter	Fhitung	</>	Ftabel	Ho	Ha
1	Stabilitas	3,501	>	3,48	Ditolak	Diterima
2	Flow	6,497	>	3,48	Ditolak	Diterima
3	VIM	25,145	>	3,48	Ditolak	Diterima
4	VMA	11,336	>	3,48	Ditolak	Diterima
5	MQ	4,347	>	3,48	Ditolak	Diterima
6	VFA	29,245	>	3,48	Ditolak	Diterima

Dari uji hipotesis untuk Stabilitas, Flow, VIM, VMA, MQ dan VFA didapatkan F_{hitung} > F_{tabel} maka H₀ ditolak dan H_a diterima dan dapat dinyatakan adanya pengaruh yang signifikan dengan penambahan variasi batu putih.

Tabel 8 Rekapitulasi Hasil Analisis Karakteristik Campuran Batu Putih dengan Kadar Aspal 25%, 50%, 75% dan 100%.

Parameter Karakteristik	Variasi Agregat Batu Putih (%)					Persyaratan
	0%	25%	50%	75%	100%	
Stabilitas (kg)	988,81	1016,01	1055,08	1038,44	1021,14	Min. 800
Flow (mm)	2,94	3,07	3,20	3,33	3,42	2 - 4
VIM (%)	3,93	4,10	4,15	4,20	4,24	3 - 5
VMA (%)	16,81	16,94	16,96	16,98	16,99	Min. 15%
VFA (%)	76,61	75,79	75,53	75,25	75,05	Min. 65%
Marshall Quotient (kg/mm)	334,99	331,76	330,43	311,80	299,72	-

Dari hasil yang telah diperoleh, dinyatakan bahwa benda uji lapis AC-WC menggunakan batu putih sebagai bahan pengganti sebagian agregat 10/10 dengan Persentase batu putih 25%, 50%, 75% dan 100% telah memenuhi Speksifikasi Bina Marga tahun 2018.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan tentang Pengaruh Batu Putih Sebagai Pengganti Agregat Kasar 10/10

pada lapis Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC) terhadap Nilai Karakteristik Marshall, maka dapat ditarik kesimpulan seperti berikut ini :

1. Berdasarkan hasil penelitian marshall yang telah dilakukan, dapat dinyatakan bahwa batu putih yang berasal dari Desa Soccah Kab. Bangkalan Pulau Madura layak digunakan sebagai pengganti agregat kasar 10/10 pada campuran AC-WC dilihat dari nilai *Stabilitas* 1021,14, *Flow* 3,42, *VIM* 4,24, *VMA* 16,99, *MQ* 299,72, dan *VFA* 75,05 karena telah memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018.
2. Penggunaan batu putih sebagai pengganti agregat 10/10 pada campuran AC - WC dapat mempengaruhi nilai karakteristik marshall secara signifikan. Hal ini dapat dilihat Dari hasil pengujian hipotesis terhadap nilai *Stabilitas* $3,501 > 3,48$ Ha diterima Ho ditolak, *flow* $6,497 < 3,48$ Ha diterima Ho ditolak, *VIM* $25,145 > 3,48$ Ha diterima Ho ditolak, *VMA* $11,336 > 3,48$ Ha diterima Ho ditolak, *MQ* $4,347 > 3,48$ Ha diterima Ho ditolak, *VFA* $29,245 > 3,48$ Ha diterima Ho ditolak, didapatkan $3,50F_{hitung} > 3,48 F_{tabel}$.
3. Presentase optimum penggunaan batu putih terdapat pada kadar variasi 60,53%. dengan nilai karakteristik *marshall: stabilitas* 1046,40kg, *Flow* 3,25 mm, *VIM* 4,19%, *VMA* 16,98%, *MQ* 322,49kg/mm, dan *VFA* 75,34%

Saran

Untuk penelitian lebih lanjut, disarankan untuk :

1. Pada proses pembuatan benda uji saat pencampuran seluruh material *hot mix*, lebih diperhatikan pada suhu pencampuran dan pematangan

karena sangat berpengaruh terhadap hasil dari nilai karakteristik *marshall*.

2. Mengganti seluruh agregat dimulai dari agregat 10/10, 5/10, dan 0/5 menggunakan batu putih agar dapat mengetahui pengaruh dari nilai karakteristik pada lapis *Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)*.
3. Melakukan pengujian *Imerssion Test* untuk mengetahui kekuatan ketahanan terhadap cuaca dan kekedapan air.

Daftar Pustaka

- AASHTO (*The American Association of State Highway and Transportation Officials*)
- ASTM (*American Society for Testing and Materials*)
- Aly, M.A., 2004. *Teknologi Perkerasan Beton Semen*, Yayasan Pengembangan Teknologi dan Manajemen Jakarta.
- Andi Syaiful, A. & Chairil, S. (2015). *Pemanfaatan Limbah Batu Marmer Sebagai Pengganti Agregat Kasar pada Campuran Aspal Beton Terhadap Karakteristik Marshall*. Malang.
- Anonim. 2018. *Spesifikasi Umum Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur*. Surabaya.
- Direktorat Jendral Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum 2018. Jakarta
- Laboratorium Struktur dan Jalan Raya, 2008, *Buku Petunjuk Praktikum Jalan Raya*. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITN Malang, Malang.
- Manico Horacio.(2018). *Penggunaan Batu Piroplit Sebagai Agregat Halus Dan Filler Pada Campuran Asphalt Concrete – Wearing Couse (AC-WC)*
- Paskalis Ngita. (2013). *Alternatif Penggunaan Batu Putih Lokal Sebagai Bahan Perkerasan Jalan*.
- Pemerintah Provinsi Jawa Timur Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga. 2018. *Spesifikasi Umum Dinas Pekerjaan*

*Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur.
Surabaya.*

Risafa Ismi Maulida. (2018). *Penggunaan Agregat Kasar Batu Hijau Dari Kabupaten Paser Kalimantan Timur Sebagai Campuran Aspal Beton Lapis Aus (Asphalt Concrete Wearing Course, AC-WC).*

Sugiyono. 2017. *Statistika Untuk Penelitian.* Alfabeta. Bandung

Sukirman, S. 1993. *Perkerasan Lentur Jalan Raya.* Nova. Bandung.

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

Sukirman, S. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas.* Granit. Jakarta.

Sukirman, S. 2007. *Agregat.* Granit. Jakarta.