

PENGARUH LIMBAH BATU MARMER SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR 10/10 PADA LAPISAN ATB (ASPHALT TREATED BASE) TERHADAP NILAI KARAKTERISTIK

Krindho¹, Togi H. Nainggolan², Mohammad Erfan³

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

²⁾³⁾ Dosen Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang

Email : 1621149.krindho@gmail.com

ABSTRAK

Komposisi material perkerasan jalan sangat menentukan kualitas pada campuran perkerasan aspal, mengingat limbah marmer dari hasil pengolahan batu marmer di Desa Gamping Kecamatan Campurdarat Kabupaten Tulungagung kurang dimanfaatkan sebagai material bangunan, karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah limbah marmer layak digunakan sebagai pengganti agregat batu gunung atau batu hitam sebagai campuran perkerasan aspal. Dan berapa persen yang disarankan kadar limbah marmer yang digunakan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya diketahui bahwa limbah batu marmer memiliki karakteristik sebagai pengganti agregat kasar, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar limbah batu marmer sebagai pengganti agregat kasar 10/10 pada lapisan ATB, dengan penelitian kadar limbah marmer 25%, 50%, 75% dan 100%.

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka diperoleh : (1) Agregat memenuhi spesifikasi dan layak digunakan sebagai campuran perkerasan jalan. (2) Limbah batu marmer sebagai bahan pengganti agregat kasar 10/10 pada lapisan ATB berpengaruh atau memberikan perbedaan yang signifikan. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil pengujian hipotesis, dimana $F_{hitung} > F_{tabel}$. Nilai stabilitas pada kadar marmer 0% sebesar 1048,56 kg dan pada kadar marmer 100% sebesar 938,32 kg. nilai karakteristik yang diharapkan pada campuran memenuhi batasan yang telah ditetapkan oleh Dinas Bina Marga 2018 seperti nilai stabilitas, $flow$, VIM , VMA , VFA dan MQ .

Kata kunci : ATB (Asphalt Treated Base), Aspal Beton (Laston), Karakteristik Marshall, Kadar Marmer.

ABSTRACT

The composition of the pavement material greatly determines the quality of the asphalt pavement mixture, considering that marble waste from marble stone processing in Gamping Village, Campurdarat District, Tulungagung Regency is not used as a building material, therefore this study aims to determine whether marble waste is suitable for use as a substitute for mountain rock aggregates. or black stone as a mixture of asphalt pavement. And what percentage of the recommended amount of marble waste is used.

Based on previous research, it is known that marble stone waste has characteristics as a substitute for coarse aggregate, this study aims to determine the content of marble stone waste as a substitute for coarse aggregate 10/10 in the ATB layer, by examining its levels. marble waste 25%, 50%, 75% and 100%.

From the results of the research conducted, it is found that: (1) Aggregates meet specifications and are suitable for use as a mixture of road pavements. (2) Marble stone waste as a material from coarse aggregate 10/10 on the ATB layer has an effect or gives a significant difference. This can be seen from the test results, where $F_{count} > F_{table}$. The stability value at 0% marble content was 1048.56 kg and at 100% marble content was 938.32 kg. the expected criteria value in the mix of limits set by the 2018 Highways Agency such as the value of stability, $flow$, VIM , VMA , VFA and MQ .

Key words : ATB (Asphalt Treated Base), Asphalt Concrete (Laston), Marshall Characteristics, Marble Content.

PENDAHULUAN

Komposisi material perkerasan jalan sangat menentukan kualitas pada campuran, material perkerasan jalan harus memenuhi persyaratan tertentu yang ditetapkan oleh peraturan-peraturan seperti yang ditetapkan oleh Bina Marga seperti berat jenis, kadar penyerapan, kepipihan dan lain-lain. Penelitian ini memanfaatkan limbah marmer sebagai pengganti agregat kasar 10/10 pada campuran ATB dengan persentase limbah marmer 25%, 50%, 75% dan 100%, mengingat limbah marmer dari hasil pengolahan batu marmer di Desa Gamping Kecamatan Campurdarat Kabupaten Tulungagung hanya digunakan sebagai timbunan jalan berlubang dan kurang bernilai secara ekonomis.

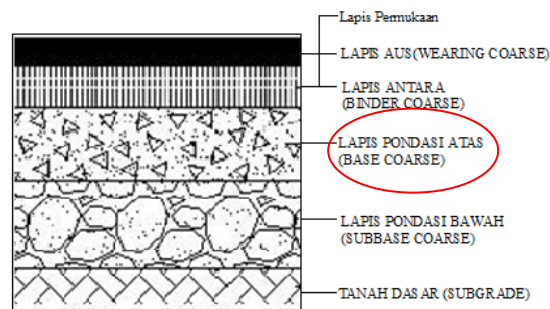
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan limbah batu marmer terhadap karakteristik Marshall pada campuran lapisan aspal beton sebagai pengganti sebagian agregat kasar dan untuk mengetahui pengaruh limbah batu marmer pada campuran laston. jenis perkerasan aspal yang digunakan adalah *Asphalt Treated Base (ATB)* yang merupakan lapisan pondasi atas konstruksi jalan.

LANDASAN TEORI

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Andi Syaiful Amal & Chairil Saleh, 2015, "Pemanfaatan Limbah Batu Marmer Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Aspal Beton Terhadap Karakteristik *Marshall*". Menyimpulkan bahwa campuran Laston dengan limbah batu marmer sebagai pengganti agregat kasar, dengan kadar limbah batu marmer mulai 5% - 35%, diketahui ada pengaruh kualitas campuran terhadap karakteristik *marshall*.

ATB merupakan pondasi atas perkerasan jalan yang berfungsi meneruskan dan menyebarkan beban lalu lintas kebagian konstruksi jalan dibawahnya, selain itu *ATB* juga khusus diformulasikan untuk meningkatkan keawetan dan ketahanan kelelahan, tebal

minimum untuk lapisan *ATB* adalah 5 cm. Lapis aspal pondasi atas memiliki sifat-sifat seperti *open grade*, kurang kedap air dan mempunyai nilai struktural.



Gambar 1 Lapis Perkerasan

Tabel 1 Persyaratan sifat campuran untuk *Asphalt Traeted Base (ATB)*

Sifat Campuran		Spesifikasi						
		SS	STS	STK	HRS-A	HRS-B	AC	ATB
Kadar Aspal Efektif	Min	8,0	8,3	6,0	6,3	5,5	-	-
Kadar Penyerapan Aspal	Max	2,0	2	2	1,7	1,7	1,7	1,7
Kadar Aspal Total (% terhadap berat total)	Min	9,0	9,3	7,0	7,3	6,5	6	5,8
Kadar Rongga Udara dari campuran padat(%terhadap volume total campuran)	Min	3	3	3	4	4	3	3
	Max	9	9	9	6	6	5	5
Rongga diantara mineral agregat (VMA) (%)	Min	20	20	20	18	18	15	14
Rongga terisi aspal (VFA) (%)	Min	75	75	75	68	68	65	65
Stabilitas Marshall (SNI-06-2489-1991) (Kg)	Min	200	200	450	450	800	800	800
Pelelehan (Flow), mm	Min	2	2	2	3	3	2	2
	Max	3	3	3	-	-	4	4
Marshall Quotient (SNI-06-2489-1991) (Kg/mm)	Min	80	80	80	250	250	-	-
Stabilitas Marshall tersisa setelah perendaman selama 24 jam pada 60° C (% terhadap stabilitas semula)	Min	75	75	75	75	75	75	75

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga Prov. Jatim 2018 seksi 6.3 :6-42

Tabel 2 Gradasi Agregat untuk Campuran Aspal

Ukuran Saringan		Persen Berat Lolos						
(mm)	(ASTM)	SS	STS	STK	HRS-A	HRS-B	AC	ATB
37,5	1,5"	-	-	-	-	-	-	100
25,0	1"	-	-	-	-	-	-	100
19,0	3/4"	-	-	100	100	100	100	90 - 100
12,7	1/2"	-	-	100	80 - 100	75 - 100	90 - 100	65 - 90
9,5	3/8"	100	100	95 - 100	60 - 85	57 - 80	60 - 85	55 - 80
4,75	# 4	95 - 100	95 - 100	75 - 100	56 - 80	48 - 75	38 - 55	35 - 60
2,36	# 8	70 - 95	80 - 95	55 - 90	53 - 78	38 - 70	27 - 40	24 - 45
1,18	# 16	45 - 80	60 - 85	44 - 80	40 - 70	29 - 60	17 - 30	15 - 34
0,600	# 30	30 - 65	45 - 74	32 - 70	25 - 60	19 - 47	14 - 24	9 - 25
0,300	# 50	22 - 50	30 - 62	20 - 60	13 - 48	12 - 35	9 - 18	5 - 17
0,150	# 100	19 - 34	16 - 40	12 - 50	8 - 30	6 - 25	5 - 12	3 - 12
0,075	# 200	6 - 18	6 - 18	6 - 12	5 - 10	5 - 9	2 - 8	2 - 9

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga Prov. Jatim 2018 seksi 6.3 : 6-39

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berupa pengamatan dan pemeriksaan terhadap perbandingan nilai karakteristik campuran *ATB* dengan menggunakan limbah batu marmer sebagai pengganti agregat kasar. Pengamatan

dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Institut Teknologi Nasional Malang. Adapun perencanaan pembuatan benda uji dapat dilihat pada tabel 3 berikut :

Tabel 3 Rencana Pembuatan Benda Uji

Penentuan Kadar Aspal Optimum	
Kadar Aspal (%)	Jumlah Benda Uji
(Pb-1) %	3
(Pb-0,5) %	3
Pb %	3
(Pb+0,5) %	3
(Pb+1) %	3
Pengujian dengan Bahan Pengganti pada KAO	
Kadar Limbah Marmer	Jumlah Benda Uji
25%	3
50%	3
75%	3
100%	3
Jumlah	27

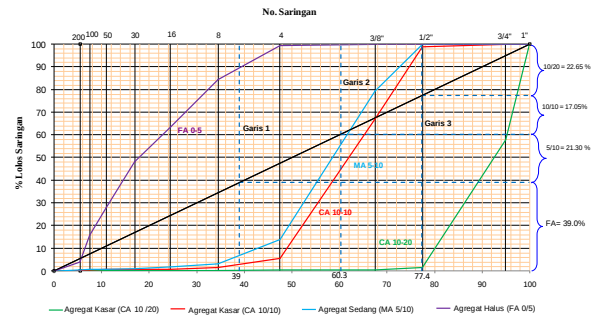
Bahan-Bahan Material

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Agregat kasar dan agregat halus diperoleh dari AMP PT. SRIWIJAYA DELAPAN TUJUH, alamat Jl. Raya Kendal Payak, Desa Kendal Payak Kec. Pakisaji Kab. Malang, Jawa Timur 65162
2. Aspal 60/70 berasal dari Pertamina.
3. Limbah batu marmer diambil dari PT. Menara Indah Marmer Desa Gamping, Kec. Campur Darat, Kab. Tulungagung

Perhitungan Persentase Agregat dengan Metode Grafis

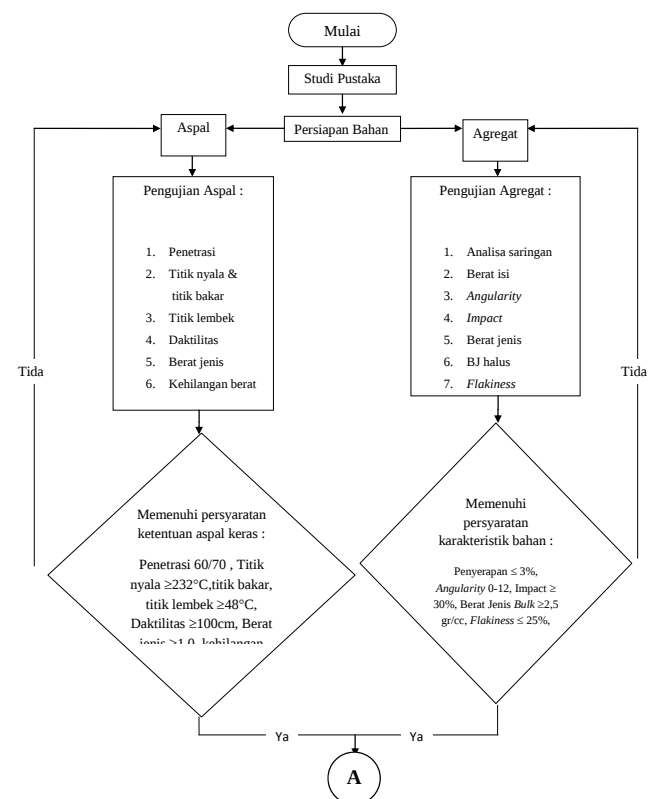
Setelah dilakukan pemeriksaan dan analisa gradasi untuk mengetahui berat dan persentase agregat yang lolos pada masing-masing saringan, maka selanjutnya dihitung proporsi agregat dalam campuran dengan menggunakan metode Grafis seperti pada grafik dibawah ini :

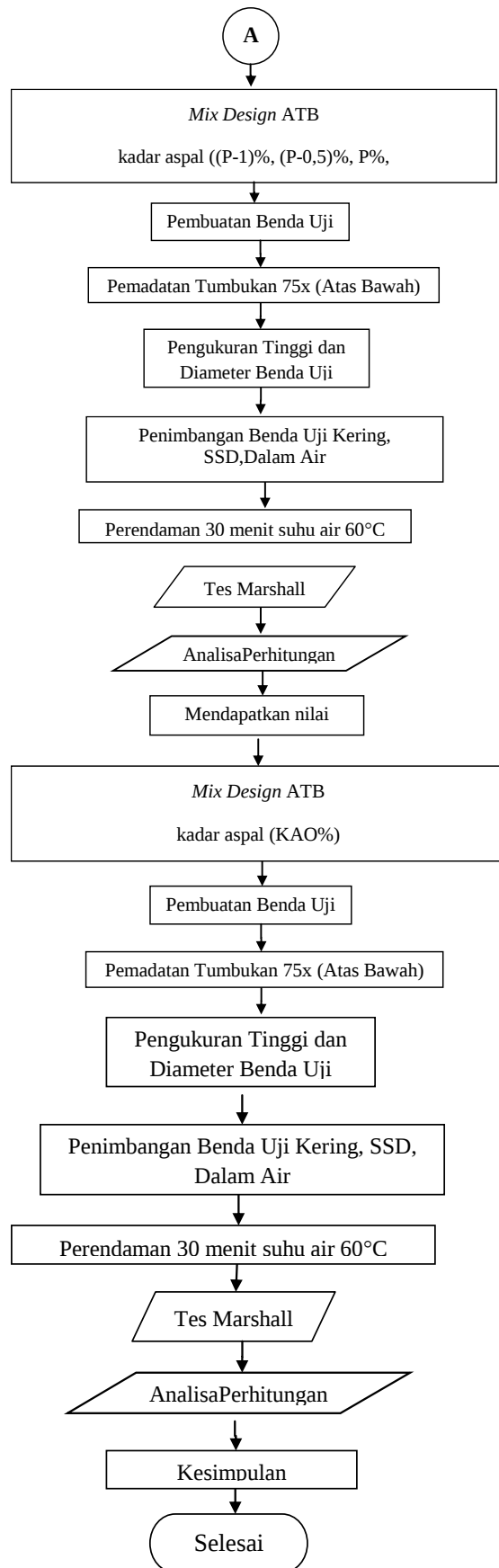


Gambar 1. Grafik Diagonal Komposisi
 Keterangan :

- Garis putus – putus biru vertikal 1 :
 $FA (0/5) = MA (5/10) + CA (10/20) + CA (10/10)$
- Garis putus – putus biru vertikal 2 :
 $MA (5/10) = CA (10/10)$
- Garis putus – putus biru vertikal 2 :
 $CA (10/10) = CA (10/20)$

Diagram Alir Penelitian





ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Aspal dan Agregat

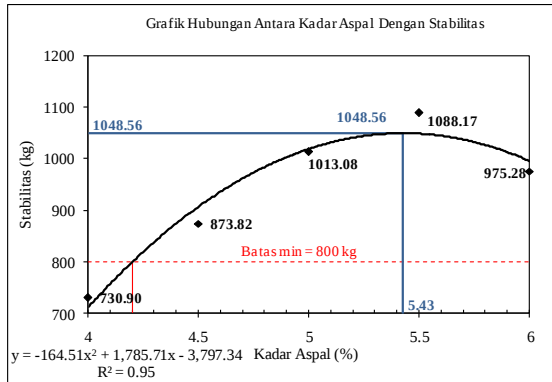
Tabel 4 Hasil Pengujian Agregat dan Aspal

No.	Pengujian	Syarat	Hasil
1	Penetrasi Sebelum Kehilangan Minyak	60 - 70	69.70 10 ⁻¹ mm
2	Berat Jenis Aspal Keras	> 1	1.057 gr/cm ²
3	Daktilitas Sebelum Kehilangan Minyak	> 100 cm	118 cm
4	Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal	> 232	314/319 °C
5	Titik Lembek Aspal dan Ter	> 48	54.50 °C
6	Kehilangan Berat Minyak dan Aspal	< 0,8	0.187 %
7	Penetrasi Setelah Kehilangan Minyak	> 54	68.60 10 ⁻¹ mm
8	Daktilitas Setelah Kehilangan Minyak	> 100 cm	133.75 cm
9	Titik Lembek Aspal dan Ter Setelah Kehilangan Minyak	> 48	53.50 °C
10	Impact Value Batu Pecah 10/10	< 30%	9.390 %
11	Impact Value Batu Marmer 10/10	< 30%	12.980 %
12	Angularity	0 - 12	2.274
13	Berat Isi Agregat Batu Pecah 10/20		1.492 gr/cm ³
14	Berat Isi Agregat Batu Pecah 10/10		1.467 gr/cm ³
15	Berat Isi Agregat Batu Pecah 5/10		1.399 gr/cm ³
16	Berat Isi Agregat Batu Pecah 0/5		1.698 gr/cm ³
17	Berat Isi Agregat Batu Marmer 10/10		1.364 gr/cm ³
18	Flakiness Batu Pecah	< 25%	19.90 %
19	Flakiness Batu Marmer	< 25%	20.04 %
20	Berat Jenis Agregat Batu Pecah 10/20	> 2,5	2.607 gr/cm ²
	Penyerapan Agregat Batu Pecah 10/20	< 3%	2.36%
21	Berat Jenis Agregat Batu Pecah 10/10	> 2,5	2.65 gr/cm ²
	Penyerapan Agregat Batu Pecah 10/10	< 3%	2.15%
22	Berat Jenis Agregat Batu Pecah 5/10	> 2,5	2.60 gr/cm ²
	Penyerapan Agregat Batu Pecah 5/10	< 3%	2.65%
23	Berat Jenis Agregat Batu Pecah 0/5	> 2,5	2.703 gr/cm ²
	Penyerapan Agregat Batu Pecah 0/5	< 3%	2.32%
24	Berat Jenis Agregat Batu Marmer 10/10	> 2,5	2.580 gr/cm ²
	Penyerapan Agregat Batu Marmer 10/10	< 3%	1.43%
25	Keausan Agregat Batu Pecah	< 40%	23.724 %
26	Keausan Agregat Batu Marmer	< 40%	27.260 %

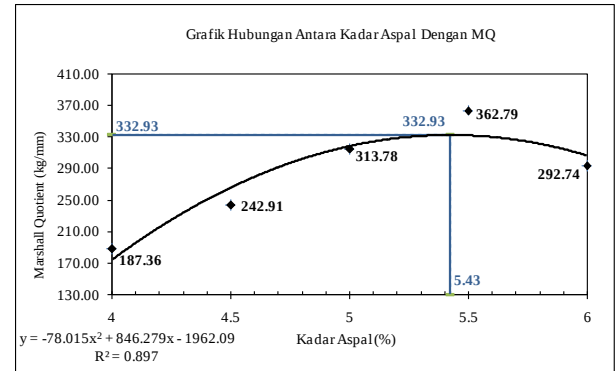
Berdasarkan hasil pengujian aspal dan agregat dapat disimpulkan bahwa aspal pertamina dengan penetrasi 60/70 dan agregat yang diambil dari AMP PT. Sriwijaya 87 serta marmer dari desa Gamping Kab. Tulungagung layak digunakan sebagai campuran perkerasan jalan.

Hasil Pengujian Interval Kepercayaan

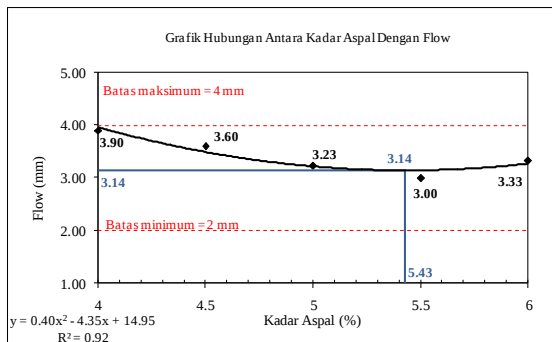
Data – data yang diperoleh dari hasil penelitian selanjutnya diuji dengan menggunakan metode Interval Kepercayaan. Dengan menggunakan Interval Kepercayaan diharapkan data – data tersebut dapat mendekati angka valid. Dalam pengujian ini interval konfiden 95%. Hal ini berarti bahwa angka toleransi kesalahan yang diijinkan hanyalah 5%, sedangkan sisanya 95% adalah data – data yang dapat dipercaya.



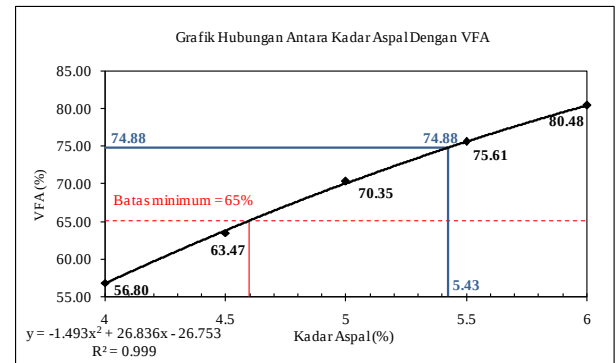
Gambar 1 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Stabilitas



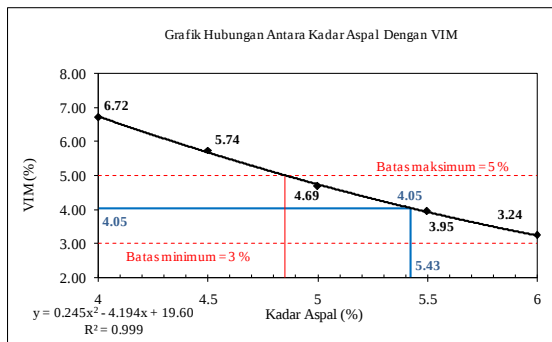
Gambar 5 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan MQ



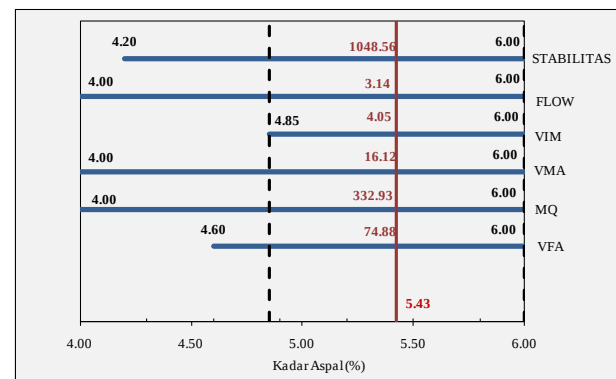
Gambar 2 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Flow



Gambar 6 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan VFA



Gambar 3 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan VIM

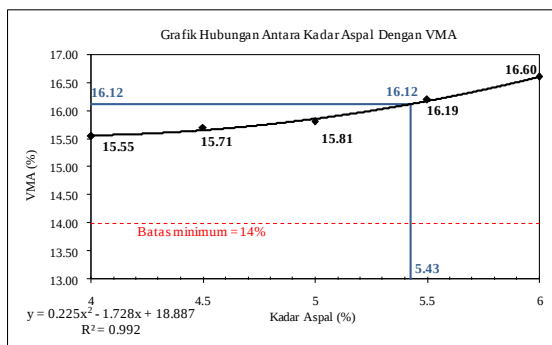


Gambar 7 : Diagram Batang Kadar Aspal Optimum

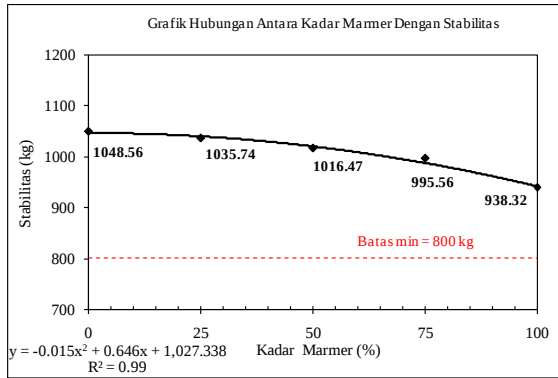
Dari hasil semua parameter, untuk menentukan kadar aspal optimum digunakan rumus sebagai berikut:

$$\frac{a + b}{2} = \frac{4,85\% + 6\%}{2} = 5,43\%$$

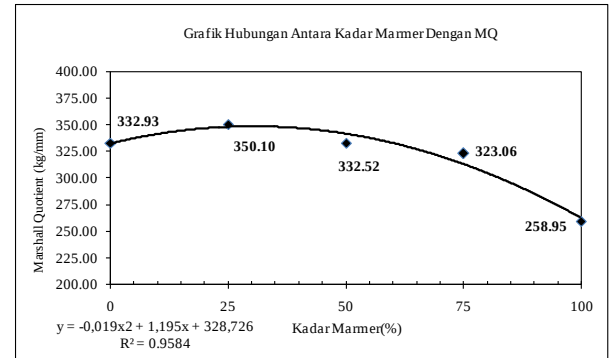
Maka kadar aspal optimum didapatkan sebesar 5,43%.



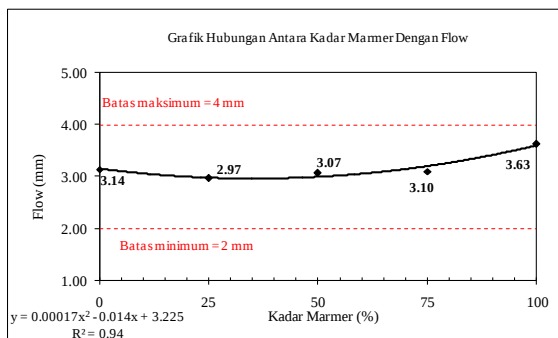
Gambar 4 : Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan VMA



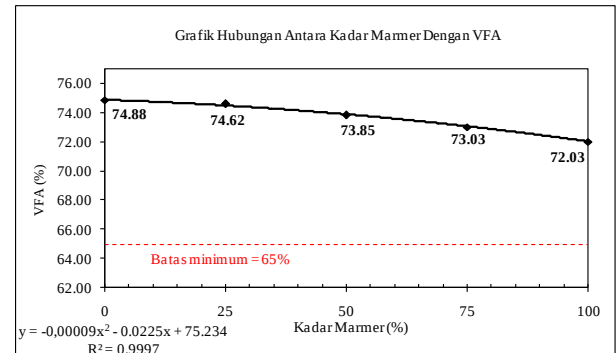
Gambar 8 : Grafik Hubungan Antara Kadar Marmer dengan Stabilitas



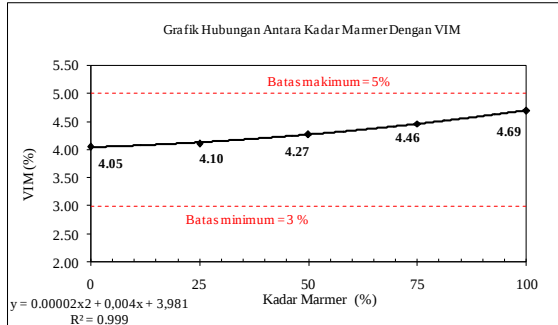
Gambar 12 : Grafik Hubungan Antara Kadar Marmer dengan MQ



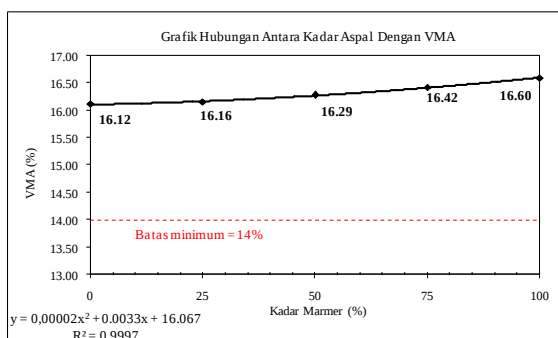
Gambar 9 : Grafik Hubungan Antara Kadar Marmer dengan Flow



Gambar 13 : Grafik Hubungan Antara Kadar Marmer dengan VFA



Gambar 10 : Grafik Hubungan Antara Kadar Marmer dengan VIM



Gambar 11 : Grafik Hubungan Antara Kadar Marmer dengan VMA

Perhitungan Koefisien Korelasi

Contoh perhitungan koefisien korelasi untuk stabilitas adalah sebagai berikut:

Tabel 5 Data Uji Korelasi Stabilitas

No.	X	Y	XY	X ²	Y ²
1	0	1048.56	0	0	1099468.726
2	25	1035.74	25893.393	625	1072748.478
3	50	1016.47	50823.692	2500	1033219.070
4	75	995.56	74666.880	5625	991136.532
5	100	938.32	93831.517	10000	880435.360
Σ	250	5035	245215	18750	5077008

Dengan menggunakan rumus :

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

$$r = \frac{4 (245215) - (250)(5035)}{\sqrt{(4 \times 18750 - (250)^2)(4 \times 5077539 - (5035)^2)}}$$

$$r = -0,960$$

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	-0.95	Korelasi kuat / erat	0	Tidak ada korelasi
Flow	0.68	Korelasi Sedang	0 - 0,5	Korelasi lemah
VIM	0.98	Korelasi kuat / erat	0,5 - 0,8	Korelasi sedang
VMA	0.98	Korelasi kuat / erat	0,8 - 1	Korelasi kuat/erat
MQ	-0.79	Korelasi Sedang	1	Korelasi sempurna
VFA	-0.98	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 Limbah Marmer.

Tabel 7 Hasil Uji Hipotesis

No.	Parameter	Fhitung	</>	Ftabel	Ho	Ha
1	Stabilitas	3.497	>	3.48	Ditolak	Diterima
2	Flow	736.768	>	3.48	Ditolak	Diterima
3	VIM	65.627	>	3.48	Ditolak	Diterima
4	VMA	110.705	>	3.48	Ditolak	Diterima
5	MQ	6.756	>	3.48	Ditolak	Diterima
6	VFA	6.756	>	3.48	Ditolak	Diterima

Dari uji hipotesis untuk Stabilitas, Flow, VIM, VMA, MQ dan VFA didapatkan Fhitung>Ftabel maka H0 ditolak dan Ha diterima dan dapat dinyatakan adanya pengaruh yang signifikan dengan penambahan variasi Limbah Marmer.

Tabel 8 Rekapitulasi Hasil Analisis Karakteristik Campuran Limbah Marmer dengan Kadar Aspal 5,43%

Karakteristik Campuran	Persamaan Analisa Regresi Non Linier	R^2	Hasil dengan kadar marmer					Spesifikasi Bina Marga 2018
			0%	25%	50%	75%	100%	
Stabilitas (Kg)	$\hat{Y} = -0,015x^2 + 0,646x + 1027,338$	0,9887	1048,56	1035,74	1016,47	995,556	938,32	Min.800
Flow (mm)	$\hat{Y} = 0,00017x^2 - 0,014x + 3,225$	0,940	3,15	2,97	3,07	3,10	3,63	2-4
VIM (%)	$\hat{Y} = 0,00002x^2 + 0,004x + 3,981$	0,9997	4,05	4,10	4,26	4,43	4,64	3-5
VMA (%)	$\hat{Y} = 0,00002x^2 + 0,0033x + 16,067$	0,9997	16,12	16,16	16,29	16,42	16,60	Min. 14
MQ (kg/mm)	$\hat{Y} = -0,019x^2 + 1,195x + 32,726$	0,9584	332,93	350,10	332,52	323,06	258,95	-
VFA (%)	$\hat{Y} = 0,00009x^2 - 0,0225x + 75,234$	0,9997	74,88	74,62	73,85	73,03	72,03	Min. 65%

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa benda uji campuran ATB menggunakan limbah marmer sebagai bahan pengganti sebagian agregat kasar 10/10. Persentase limbah marmer 25%, 50%, 75% dan 100% dengan kadar aspal 5,43% telah memenuhi Speksifikasi Bina Marga tahun 2018.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Hasil pengujian tentang Pengaruh Limbah Batu Marmer Sebagai Pengganti Agregat Kasar 10/10 pada Lapisan Asphalt Treated Base (ATB) Terhadap Karakteristik Marshall, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penambahan limbah batu marmer pada campuran ATB telah mempengaruhi nilai karakteristik marshall secara signifikan. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian hipotesis dimana Fhitung > Ftabel 3,48.

2. Berdasarkan hasil pengujian agregat, dapat dinyatakan bahwa limbah batu marmer yang diambil dari desa Gamping Kecamatan Campurdarat Kabupaten Tulungagung layak digunakan sebagai pengganti agregat kasar 10/10, karena sesuai dengan Spesifikasi Bina Marga 2018 untuk campuran ATB.

Saran

Untuk penelitian lebih lanjut, disarankan untuk :

1. Melakukan penelitian pemanfaatan limbah marmer yang sama dengan mengganti semua agregat pada campuran aspal.
2. Melakukan pengujian Soundness Test / pelapukan agregat batu marmer untuk mengetahui kekekalan agregat terhadap pengaruh cuaca.
3. Melakukan penelitian untuk mencari nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) dari komposisi batu marmer 100%.

Daftar Pustaka

- 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. 1987. Departemen Pekerjaan Umum RI Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton Untuk Jalan Raya SKBI-2.3.26PU. Jakarta
- Muhammad, A. A. 2019. Pengaruh Limbah Serbuk Ban Mesh #16 Sebagai Pengganti Agregat Sedang Lapisan ATB (Asphalt Treated Base) di Tinjau dari Karakteristik Uji Marshall. Malang
- Muhammad, R. H. 2015. Studi Pemanfaatan Limbah Marmer Sebagai agregat Kasar Campuran Aspal Berpori. Malang
- Mansari, Frianggi Sofia D. 2019. Analisa Kelayakan Penggunaan Material Quarry Sumili Sebagai Agregat Campuran Perkerasan Flexible Asphalt Concrete-Wearing Course / AC-WC Pada Proyek Preservasi Rekonstruksi Kalan Lingkar Luar Kota Kupang. Malang
- Pratama, Arif Rizky A. 2019. Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Polivynil Chloride(Baliho) Pada Campuran (Asphalt Treated Base)Atb Ditinjau Dari Nilai Parameter Marshall Test. Malang
- Sukirman, S. 1993. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Nova. Bandung
- Sukirman, S. 2003 . Beton Aspal Campuran Panas. Granit. Jakarta
- Sugiyono. 2017. Statistika Untuk Penelitian. Alfabeta. Bandung