

## PEMANFAATAN LIMBAH BETON SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR 10/10 PADA LAPISAN ATB (ASPHALT TREATED BASE) TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL

Reynaldi Sutrisno.<sup>1</sup>, Eding Iskak<sup>2</sup>, Mohammad Erfan<sup>3</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang

<sup>2) 3)</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang

Email : [1621173.reynaldisutrisno@gmail.com](mailto:1621173.reynaldisutrisno@gmail.com)

### ABSTRAK

Perkerasan jalan merupakan bagian dari jalan yang berupa campuran agregat, bahan pengikat dan bahan pengisi (*filler*). Komposisi material campuran perkerasan aspal mempengaruhi kualitas pada campuran. Penelitian ini memanfaatkan limbah beton sebagai pengganti agregat kasar pada Campuran ATB, dikarenakan kurangnya pemanfaatan limbah beton. Limbah beton yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Laboratorium Bahan Kontruksi Universitas Negeri Malang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan limbah beton sebagai pengganti agregat kasar 10/10 pada campuran ATB ditinjau dari karakteristik Marshall. Kemudian melakukan pembuatan benda uji sebanyak 27 buah dilanjutkan dengan pengujian menggunakan metode Marshall Test di laboratorium bahan kontruksi Teknik Sipil Institut teknologi nasional malang. Dari hasil penelitian yang dilakukan maka diperoleh : Agregat limbah beton yang berasal dari Laboratorium Bahan Kontruksi Universitas Negeri Malang telah memenuhi spesifikasi dan layak digunakan sebagai campuran perkerasan jalan. Penggunaan limbah beton 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 limbah beton 0% sebesar 1048,56 kg dan pada kadar limbah beton 100% sebesar 842,41 kg. nilai karakteristik yang diharapkan pada campuran memenuhi batasan yang telah ditetapkan oleh Dinas Bina Marga 2018 seperti nilai stabilitas, flow.

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

### ABSTRACT

*Pavement is part of the road in the form of a mixture of aggregates, binders and fillers. The composition of the asphalt pavement mixture material affects the quality of the mixture. This study utilizes concrete waste as a substitute for coarse aggregate in the ATB mixture, due to the lack of utilization of concrete waste. Concrete waste used in this study comes from the Construction Materials Laboratory, State University of Malang. This study aims to determine the feasibility of concrete waste as a substitute for coarse aggregate 10/10 in the ATB mixture in terms of Marshall characteristics. Then make 27 test objects followed by testing using the Marshall Test method in the construction materials laboratory of Civil Engineering, Malang National Institute of Technology. From the results of the research conducted, it is obtained: Concrete waste aggregate originating from the Construction Materials Laboratory, State University of Malang has met the specifications and is suitable for use as a mixture of road pavements. The use of concrete waste as a substitute for coarse aggregate 10/10 on the ATB layer has an effect or gives a significant difference. This can be seen from the results of hypothesis testing, where  $F_{count} > F_{table}$ . The stability value at 0% concrete waste content was 1048.56 kg and at 100% concrete waste content was 842.41 kg. The expected characteristic values in the mixture meet the limits set by the 2018 Highways Agency such as the value of stability, flow.*

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

## PENDAHULUAN

Perkerasan jalan merupakan bagian dari jalan yang berupa campuran agregat, bahan pengikat dan bahan pengisi (*filler*). Agregat dibagi menjadi 4, yaitu agregat kasar, sedang, halus, dan bahan pengisi (*filler*). Bahan pengikat sendiri untuk perkerasan lentur adalah aspal. Yang dicampur dan dihampar dalam keadaan panas dan dipadatkan pada suhu tertentu. Mengingat jenis campuran *ATB* membutuhkan agregat kasar yang cukup banyak maka dibutuhkan bahan alternatif yang dapat mengganti agregat kasar pada campuran *ATB* (*asphalt treated base*). Disini peneliti memilih limbah beton untuk bahan pengganti agregat kasar dengan presentase limbah beton 25%, 50%, 75%, 100%. Limbah beton banyak terdapat di beberapa laboratorium pengujian beton dan hasil pembongkaran struktur bangunan gedung bertingkat, hingga sekarang masih menumpuk dikarenakan sulitnya mencari lokasi pembuangannya.

## LANDASAN TEORI

Dari penelitian sebelumnya disimpulkan bahwa campuran aspal porus dengan limbah beton mempengaruhi kualitas campuran terhadap karakteristik marshall.

*ATB* merupakan lapisan perkerasan yang terletak dibawah lapisan aus (*Wearing Course*) dan di atas lapisan pondasi (*Base Course*). Lapisan ini tidak berhubungan langsung dengan cuaca, tetapi harus mempunyai ketebalan dan kekauan yang cukup untuk mengurangi tegangan/ regangan akibat beban lalu lintas yang akan diteruskan ke lapisan di bawahnya yaitu *Base* dan *Sub Grade* (*Tanah Dasar*). Karakteristik yang terpenting pada

campuran ini adalah stabilitas. Tebal minimum yang digunakan adalah 5cm.



Gambar 1 Lapis Perkerasan

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

Sifat Campuran		Spesifikasi	
		ATB	
Kadar Aspal Efektif	Min	-	
Kadar Penyerapan Aspal	Max	1.7	
Kadar Aspal Total (% terhadap berat total)	Min	5.8	
Kadar Rongga Udara Dari Campuran Padat (% terhadap volume total campuran)	Min	3	
	Max	5	
Rongga Diantara MineralAgregat ( <i>VMA</i> ) (%)	Min	14	
Rongga Terisi Aspal ( <i>VFA</i> ) (%)	Min	65	
Stabilitas Marshall ( <i>SNI-06-2489-1991</i> )	Min	800	
Pelelehan ( <i>Flow</i> ) mm	Min	2	
	Max	4	
Marshall Quotient ( <i>SNI-06-2489-1991</i> ) (kg/mm)	Min	-	

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga 2018

Tabel2 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"	-	-	-	-	-	-	-
19,0	3/4"	-	-	-	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.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh limbah beton sebagai pengganti agregat kasar 10/10 pada campuran ATB terhadap nilai karakteristik. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Kontruksi Institut Teknologi Malang. Berikut ini merupakan tabel rencana pembuatan benda uji :

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 Tambah pada KAO	
Kadar Limbah Beton	Jumlah Benda Uji
25%	3
50%	3
75%	3
100%	3
<b>Total Benda Uji</b>	<b>27</b>

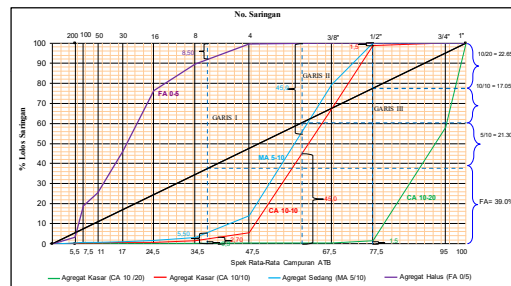
### Bahan-Bahan Material

Bahan-bahan material yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Limbah beton diambil dari Laboraturium Bahan Kontruksi Teknik Sipil Universitas Negeri Malang.
2. Agregat kasar, angregat sedang dan agregat halus dari PT. SRIWIJAYA 87, alamat Jl. Adi Mulya , Kendal Payak, Kendalpayak, Kec. Pakisaji, Malang, Jawa Timur 65162.
3. Aspal 60/70 berasal dari Pertamina.
4. Filler menggunakan semen.

### Perhitungan Persentase Agregat dengan Metode Grafis

Untuk menentukan komposisi campuran perlu melakukan penggabungan agregat agar menjadi komposisi campuran yang homogen dan sesuai dengan standar spesifikasi yang disyaratkan dengan menggunakan metode grafis diagonal seperti pada grafik dibawah ini :

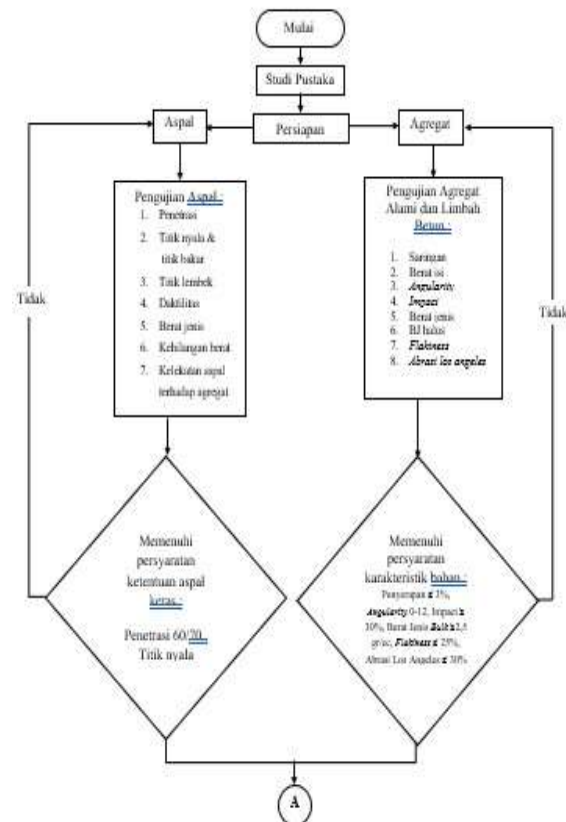


Gambar 1. Grafik Diagonal Komposisi

Keterangan :

- Garis 1 : FA (0/5) = MA (5/10) + CA (10/20) + CA (10/10)
- Garis 2 : MA (5/10) = CA (10/10)
- Garis 3 : CA (10/10) = CA (10/20)

### Diagram Alir Penelitian



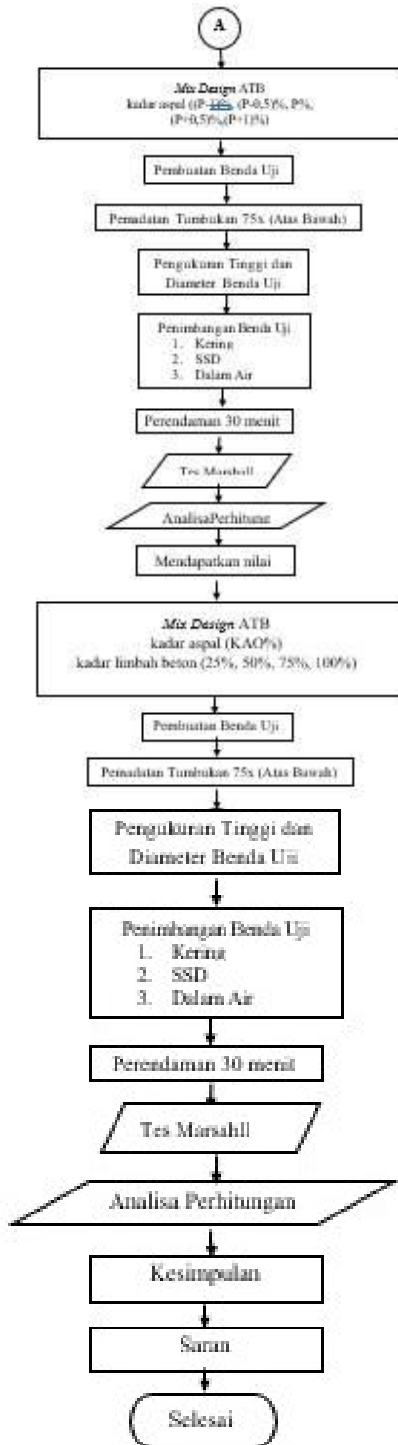
## ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Aspal dan Agregat

Tabel 4 Hasil Pengujian Aspal, Agregat Batu Kali dan Limbah beton

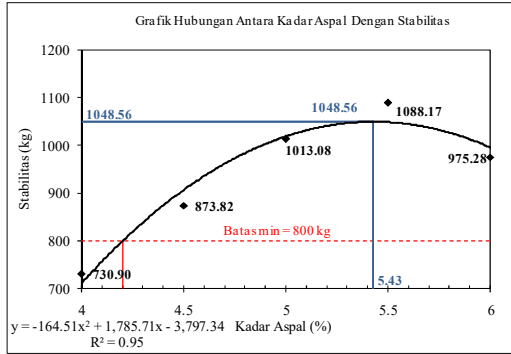
No.	Pengujian	Syarat	Hasil
1	Penetrasi Sebelum Kehilangan Minyak	60 - 70	69.70 10 <sup>-1</sup> mm
2	Berat Jenis Aspal Keras	> 1	1.057 gr/cm <sup>3</sup>
3	Daktilitas Sebelum Kehilangan Minyak	> 100 cm	118 cm
4	Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal	> 232	314/319 °C
5	Titik Lembek Aspal dan Ter	> 48	54.500 °C
6	Kehilangan Berat Minyak dan Aspal	< 0,8	0.187 %
7	Penetrasi Setelah Kehilangan Minyak	> 54	68.60 10 <sup>-1</sup> 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 Limbah Beton 10/10	< 30%	12.980 %
12	Angularity	0 - 12	2.274
13	Berat Isi Agregat Batu Pecah 10/20		1.492 gr/cm <sup>3</sup>
14	Berat Isi Agregat Batu Pecah 10/10		1.467 gr/cm <sup>3</sup>
15	Berat Isi Agregat Batu Pecah 5/10		1.399 gr/cm <sup>3</sup>
16	Berat Isi Agregat Batu Pecah 0/5		1.698 gr/cm <sup>3</sup>
17	Berat Isi Agregat Limbah Beton 10/10		1.196 gr/cm <sup>3</sup>
18	Flakiness Batu Pecah	< 25%	19.90 %
19	Flakiness Limbah Beton	< 25%	20.04 %
20	Analisa Saringan Agregat Batu Pecah 10/20		
21	Analisa Saringan Agregat Batu Pecah 10/10		
22	Analisa Saringan Agregat Batu Pecah 5/10		
23	Analisa Saringan Agregat Batu Pecah 0/5		
24	Analisa Saringan Agregat Limbah Beton 10/10		
25	Berat Jenis Agregat Batu Pecah 10/20	> 2,5	2.607 gr/cm <sup>3</sup>
26	Penyerapan Agregat Batu Pecah 10/20	< 3%	2.36%
	Berat Jenis Agregat Batu Pecah 10/10	> 2,5	2.65 gr/cm <sup>3</sup>
27	Penyerapan Agregat Batu Pecah 10/10	< 3%	2.15%
	Berat Jenis Agregat Batu Pecah 5/10	> 2,5	2.60 gr/cm <sup>3</sup>
28	Penyerapan Agregat Batu Pecah 5/10	< 3%	2.65%
	Berat Jenis Agregat Batu Pecah 0/5	> 2,5	2.703 gr/cm <sup>3</sup>
29	Penyerapan Agregat Batu Pecah 0/5	< 3%	2.32%
	Berat Jenis Agregat Limbah Beton 10/10	> 2,5	2.230 gr/cm <sup>3</sup>
30	Penyerapan Agregat Limbah Beton 10/10	< 3%	6.49%
	Kausan Agregat Batu Pecah	< 40%	23.724 %
31	Kausan Agregat Limbah Beton	< 40%	32.030 %

Dari hasil pengujian, aspal dan agregat yang digunakan dinyatakan layak untuk campuran perkerasan jalan karena memenuhi spesifikasi Umum Bina Marga 2018.



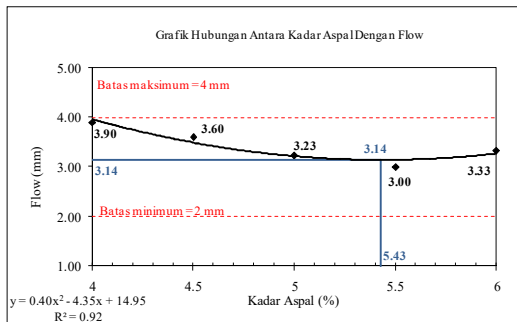
### Hasil Pengujian Interval Kepercayaan

Data – data yang diperoleh dari hasil penelitian selanjutnya diuji dengan menggunakan metode Interval Kepercayaan. Dengan menggunakan Interval Kepercayaan diharapkan data – data

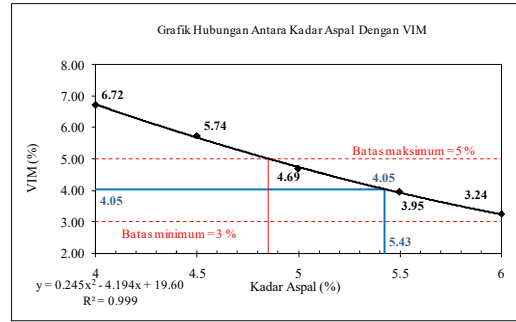


tersebut dapat mendekati angka valid. Dalam pengujian ini interval konfiden 95%. Hal ini berarti bahwa angka toleransi kesalahan yang diijinkan hanyalah 5%, sedangkan sisanya 95% adalah data – data yang dapat dipercaya.

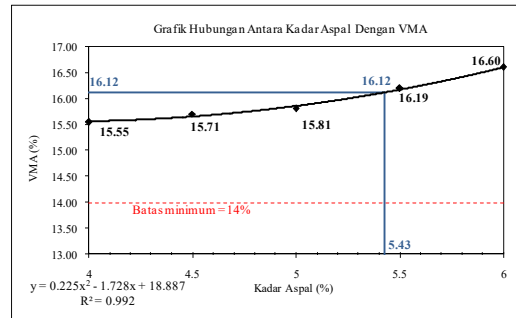
Gambar 1. Hubungan Kadar Aspal Dengan Stabilitas Dengan Agregat Alami



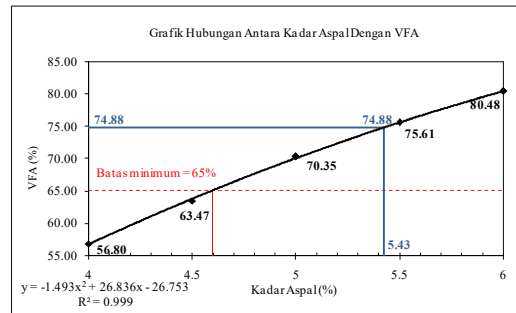
Gambar 2. Hubungan Kadar Aspal Dengan Flow Dengan Agregat Alami.



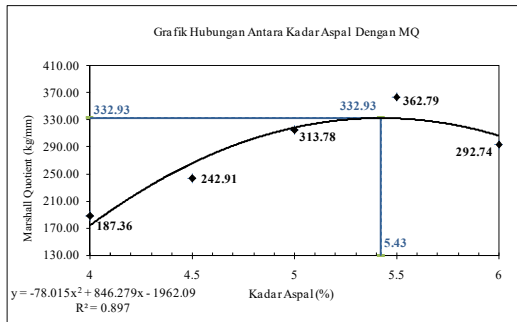
Gambar 3. Hubungan Kadar Aspal Dengan VIM Dengan Agregat Alami.



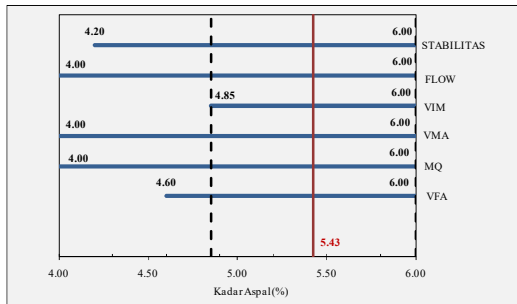
Gambar 4. Hubungan Kadar Aspal Dengan VMA Dengan Agregat Alami.



Gambar 5. Hubungan Kadar Aspal Dengan VFA Dengan Agregat Alami.



Gambar 6. Hubungan Kadar Aspal Dengan MQ Dengan Agregat Alami.



Gambar 13. Hubungan Antara Kadar Aspal Terhadap VFA dengan Limbah Marmer.

**Perhitungan Koefisien Korelasi**

berikut merupakan contoh perhitungan koefisien korelasi untuk stabilitas :

Tabel 5 Data Uji Korelasi Stabilitas

STABILITAS					
No.	X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
1	25	1015.606	25390.154	625	1031455.849
2	50	987.469	49373.448	2500	975094.951
3	75	916.151	68711.360	5625	839333.514
4	100	842.411	84241.069	10000	709655.774
Σ	250	3761.637	227716.031	18750	3555540.089
	X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>

Dengan menggunakan rumus :

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

$$r = \frac{4 (227716,031) - (250)(3716,637)}{\sqrt{(4 \times 18750 - (250)^2)(4 \times 3555540,089 - (3716,637)^2)}}$$

$$r = -0,983$$

Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 6 Data Uji Korelasi

Pengujian	Hasil Korelasi	Hasil penafsiran posisi	Ketentuan	
			Besar r	Kriteria Hubungan
Stabilitas	-0,983	Korelasi kuat / erat	0	Tidak ada korelasi
Flow	0,995	Korelasi kuat / erat	0 - 0,5	Korelasi lemah
VIM	0,987	Korelasi kuat / erat	0,5 - 0,8	Korelasi sedang
VMA	-0,995	Korelasi kuat / erat	0,8 - 1	Korelasi kuat/erat
MQ	-0,995	Korelasi kuat / erat	1	Korelasi sempurna
VFA	-0,989	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 Asbuton

Tabel 7 Hasil Uji Hipotesis

No.	Parameter	Fhitung	</>	Ftabel	Ho	Ha
1	Stabilitas	13,609	>	4,07	Ditolak	Diterima
2	Flow	18,896	>	4,07	Ditolak	Diterima
3	VIM	213,464	>	4,07	Ditolak	Diterima
4	VMA	97,374	>	4,07	Ditolak	Diterima
5	MQ	41,642	>	4,07	Ditolak	Diterima
6	VFA	259,018	>	4,07	Ditolak	Diterima

Dari uji hipotesis untuk Stabilitas, Flow, VIM, VMA, MQ dan VFA didapatkan  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima dan dapat dinyatakan adanya pengaruh yang signifikan dengan penambahan variasi limbah beton.

Berikut merupakan tabel rekapitulasi dari hasil Analisis Karakteristik Campuran Limbah Beton dengan variasi 25%, 50%, 75%, 100% :

No.	Karakteristik Campuran	25%	50%	75%	100%	Persyaratan
1	Stabilitas (Kg)	1015.61	987.47	916.15	842.41	800
2	Flow (mm)	3.07	3.23	3.47	3.73	2-4
3	VIM (%)	4.24	4.54	4.81	4.95	3-5
4	VMA (%)	16.22	16.42	16.58	16.63	Min 14
5	MQ (kg/mm)	331.19	305.82	264.17	225.93	-
6	VFA (%)	73.88	72.33	71	70.26	Min 65%

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

## Kesimpulan dan Saran

### Kesimpulan

1. Dari hasil pengujian *Marshall* persentase Kadar Aspal Optimum pada campuran ATB sebelum menggunakan limbah beton didapatkan sebesar 5,43% dengan hasil uji *Marshall* : Nilai Stabilitas kadar limbah beton 25% (1015,61 Kg), 50% (987,47 Kg), 75% (916,15 Kg), 100% (842,41 Kg). Nilai *Flow* kadar limbah beton 25% (3,07 mm), 50% (3,23 mm), 75% (3,47 mm), 100% (3,73 mm). Nilai *VIM* kadar limbah beton 25% (4,24%), 50% (4,54%), 75% (4,81%), 100% (4,95%). Nilai *VMA* kadar limbah beton 25% (16,22%), 50% (16,42%), 75% (16,58%), 100% (16,63%). Nilai *VFA* kadar limbah beton 25% (73,88%), 50% (72,33%), 75% (71%), 100% (70,26%). Nilai *MQ* 25% (331,19 Kg/mm), 50% (305,82 Kg/mm), 75% (264,17 Kg/mm), 100% (225,93 Kg/mm).

2. Berdasarkan hasil pengujian agregat, dapat dinyatakan bahwa limbah beton 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 dengan agregat limbah beton dengan mengganti semua agregat pada campuran supaya mendapatkan hasil yang lebih baik dan signifikan.
2. Penambahan benda uji untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.
3. Melakukan pengujian *Imerssion test* untuk mengetahui pengaruh terhadap cuaca.

### Daftar Pustaka

- Arys Andhikutama. (2013). *Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Asphalt Concrete-Wearing Course Gradasi Kasar*. Surakarta Afif Bagus Ansori. (2017). *Pengaruh Mutu Limbah Beton Sebagai Bahan Substitusi Agregat Kasar Pada Kualitas Campuran Asphalt Concrete-Binder Coarse (AC-BC)*. Bandung
- 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
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan*. Alfabeta. Bandung
- Sukirman, S. 1993 . *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova. Bandung
- Sukirman, S. 2003 . *Beton Aspal Campuran Panas*. Granit. Jakarta