

**ANALISA KARAKTERISTIK MARSHALL PADA CAMPURAN ASPHALT
CONCRETE-BINDER COURSE (AC-BC) MENGGUNAKAN LIMBAH
BETON SEBAGAI COARSE AGREGAT**



PUBLIKASI ILMIAH

**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan Teknik
Sipil Fakultas Teknik**

Oleh:

ISYAK BAYU MUHAMMAD

D 100 110 024

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL_FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2016

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA KARAKTERISTIK MARSHALL PADA CAMPURAN ASPHALT
CONCRETE-BINDER COURSE (AC-BC) MENGGUNAKAN LIMBAH
BETON SEBAGAI COARSE AGREGAT**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

ISYAK BAYU MUHAMMAD

D.100.110.024

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Ir. Agus Riyanto, M.T

NIK.483

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA KARAKTERISTIK MARSHALL PADA CAMPURAN ASPHALT
CONCRETE-BINDER COURSE (AC-BC) MENGGUNAKAN LIMBAH
BETON SEBAGAI COARSE AGREGAT**

OLEH

ISYAK BAYU MUHAMMAD

D 100 110 024

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Senin, 1 Juli 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. Agus Riyanto, MT.

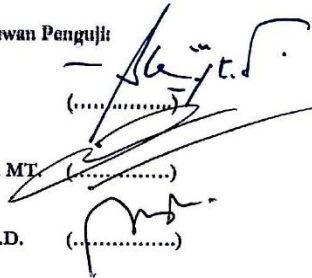
(Pembimbing I)

2. Senja Rum Harnaeni, ST., MT.

(Pembimbing II)

3. Ir. Sri Sunarjono, M.T, Ph.D.

(Penguji)



Dekan,


Ir. Sri Sunarjono, MT., Ph.D.
NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 2 Agustus 2016

Penulis



ISYARK BAYU MUHAMMAD

D 100 110 024

ANALISA KARAKTERISTIK MARSHALL PADA CAMPURAN ASPHALT CONCRETE-BINDER COURSE (AC-BC) MENGGUNAKAN LIMBAH BETON SEBAGAI COARSE AGREGAT

Abstrak

Dalam pembuatan perkerasan jalan membutuhkan agregat yang banyak, sedangkan agregat adalah sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui selain itu seiring pesatnya pembangunan di Indonesia maka membutuhkan agregat baru yang banyak. Bangunan yang tidak layak pakai ataupun sudah masuk umur rencana maka akan dihancurkan dan menghasilkan limbah beton yang banyak pula, melihat fenomena tersebut maka perlu dimanfaatkan kembali limbah beton yang selama terbuang percuma dan tidak begitu berguna. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik *Marshall* apabila digunakan sebagai pengganti sebagian agregat kasar pada jenis campuran AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course*). Penelitian ini diawali dengan meneliti karakteristik agregat baru dan limbah beton yang kemudian dilanjutkan untuk menentukan kadar aspal optimum dengan variasi kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dan 7% terhadap total campuran. Untuk gradasi gabungan campuran dan nilai-nilai *Marshall properties* mengacu pada spesifikasi Bina Marga 2010 Divisi 6 (revisi 3). Setelah didapat kadar aspal optimum maka selanjutnya membuat benda uji dengan kadar limbah beton 0%, 20%, 40%, 60%, 80% terhadap total agregat kasar. Kemudian melakukan pengujian *Marshall* dan didapat nilai karakteristik *Marshall*. Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan limbah beton sebagai pengganti sebagian agregat kasar memenuhi spesifikasi yang disyaratkan pada Bina Marga 2010 sebagai pengganti agregat kasar pada campuran AC-BC (*Asphalt Concrete-Binder Course*). Penggantian sebagian agregat kasar menggunakan limbah berpengaruh pada karakteristik *Marshall* dan diperoleh kadar beton optimum 8% terhadap total agregat kasar dan dari hasil penelitian di dapat *VIM*, *VMA* dan *Flow* mengalami kenaikan, sedangkan *Stabilitas*, *Marshall Quetient* dan *VFWA* mengalami penurunan. Nilai *VIM* terbesar di peroleh pada kadar limbah beton 80% yaitu 15,8 %, *VMA* terbesar pada kadar limbah beton 80% yaitu 26,99%, *Flow* terbesar pada kadar limbah beton 80% yaitu 4,5 mm, untuk stabilitas nilai terbesar pada campuran tanpa limbah beton yaitu 1638,07 kg, untuk *Marshall Quetient* nilai terbesar pada campuran tanpa limbah beton yaitu 512,13 kg/mm, sedangkan nilai *VFWA* terbesar juga di dapat pada campuran tanpa limbah beton yaitu 77,96%.

Kata Kunci: Karakteristik *Marshall*, Campuran AC-BC, Limbah Beton

Abstract

Making the pavement requires a lot of aggregates, while the aggregate is a natural resource that is not renewable in addition as the rapid development in Indonesia will require many new aggregate. Buildings are unfit for use or have entered the age of the plan it will be destroyed and produce concrete waste that much anyway, see the phenomenon it is necessary to return the waste concrete used during wasted and not very useful. This study was conducted to mengetahui *Marshall* characteristics when used as a partial replacement of coarse aggregate in a mixed type AC - BC (*Asphalt - Concrete Binder Course*). This study begins by examining the characteristics of the new aggregate and concrete waste which is then followed to determine the optimum bitumen content variation asphalt content of 4.5%, 5%, 5.5%, 6%, 6.5% and 7% of the total mixture. For the combined mixture gradation and values *Marshall* properties refer to the specifications of Highways 2010 Division 6 (revision 3). Having obtained the optimum bitumen content we then make a specimen with concrete waste concrete levels of 0%, 20%, 40%, 60%, 80% of the total coarse aggregate. *Marshall* then test and obtained values characteristic *Marshall* Based on the research results, the use of waste concrete as a partial replacement of coarse aggregate meets the specifications required by the Highways 2010 as a replacement for coarse aggregate in the mix AC - BC (*Asphalt - Concrete Binder Course*). Partial replacement of coarse aggregate using waste effect on the characteristics of concrete *Marshall* and obtained optimum levels of 8% of the total coarse aggregate and the results of research in the can *VIM*, *VMA* and *Flow* increased, whereas stability, *Marshall Quetient* and *VFWA* decreased. The *VIM* value was obtained at a level of 80% of waste concrete that is 15.8%, the biggest *VMA* at a level of 80% of waste concrete that is 26.99%, the largest flow at a level concrete waste 80% of 4.5 mm, for the stability of the largest value in without waste concrete mix is 1638.07 kg, for *Marshall Quetient* largest value in the mix without waste concrete is 512.13 kg/mm, while the value of the largest *VFWA* also be in the mix without waste concrete that is 77.96%.

Keywords : Characteristics *Marshall*, Mixed AC- BC, Waste Concrete

1. PENDAHULUAN

Dalam pembuatan perkerasan jalan membutuhkan agregat yang sangat banyak, sedangkan agregat adalah sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui. Banyaknya bangunan yang sudah masuk umur rencana juga akan dihancurkan dan akan menimbulkan limbah beton yang banyak pula, selain itu semakin banyaknya penggunaan beton *Ready Mix* yang sering melebihi *supply* maka akan terbuang percuma ditanah dan dapat mengurangi kesuburan tanah. Maka diperlukan teknologi daur ulang untuk memanfaatkan kembali limbah beton yang selama ini terbuang percuma ditanah atau hanya sebagai tanah urug sebagai bahan pengganti agregat kasar pada pembuatan perkerasan.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik *Marshall* campuran AC-BC yang menggunakan limbah beton sebagai pengganti agregat kasar?
2. Berapa penambahan agregat limbah beton yang optimum untuk campuran AC-BC?

Tujuan Penelitian

Tujuan yang dapat dicapai dalam penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui karakteristik *Marshall* campuran AC-BC yang menggunakan limbah beton sebagai pengganti agregat kasar.
2. Untuk mengetahui nilai optimum perbandingan antara agregat pengganti limbah beton dan *fresh aggregate*.

Manfaat Penelitian

1. Dapat mengurangi penggunaan *fresh aggregate* yang terus menerus di gunakan selain itu juga mengurangi limbah beton yang tidak terpakai dan juga isu lingkungan.
2. Menjadi pengetahuan baru berupa karakteristik agregat pengganti limbah beton.

Batasan Masalah

1. Spesifikasi yang digunakan adalah spesifikasi umum Bina Marga 2010.
2. Limbah beton yang digunakan adalah sisa-sisa sampel beton yang telah diuji di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Agregat kasar dan halus berasal dari daerah Desa Siwal.Kec. Kaliwungu, Kab. Semarang.
5. Pengujian aspal yang dilakukan adalah Penetrasi, Daktilitas, titik lembek, titik nyala, titik bakar dan berat jenis aspal.
6. Pengujian agregat kasar yang dilakukan adalah keausan, berat jenis dan penyerapan, gradasi, kelekatan agregat terhadap aspal, dan kalapukan agregat.

7. Pengujian agregat halus yang dilakukan adalah *sand equivalent*, berat jenis, penyerapan, dan gradasi.
8. Aspal yang digunakan adalah aspal Pertamina pen 60-70.
9. Penggantian agregat kasar dengan persentase limbah beton 0%, 20%, 40%, 60%, 80% dari total agregat kasar.
10. Pengujian benda uji menggunakan *Marshall test*.

2. METODE

Campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC) 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 punya ketebalan dan kekakuan yang cukup untuk mengurangi tegangan/regangan akibat beban lalu lintas yang akan diteruskan ke lapisan yang ada dibawahnya yaitu Base dan *Subgrade* (Tanah Dasar) lapisan ini juga sering disebut lapis antara ataupun lapis

Tahapan Penelitian

1. TAHAP I

Merupakan tahap awal dimulainya penelitian yaitu persiapan alat dan bahan yang diperlukan. Material agregat kasar, medium dan halus diperoleh dari Desa Siwal, Kec. Kaliwungu Kabupaten Semarang, Jawa Tengah. Sedangkan untuk agregat limbah beton diperoleh dari laboratorium Universitas Muhammadiyah Surakarta dan di pecah sesuai dengan ukuran agregat kasar dengan cara mekanis.

2. TAHAP II

Tahap ini merupakan tahap awal yaitu studi literatur, adapun yang dilakukan adalah pengujian agregat kasar dan agregat dari limbah beton yang meliputi pemeriksaan abrasi (*Los Angeles*), pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar dan pelapukan agregat, untuk pemeriksaan agregat halus meliputi pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus, dan *Sand Equivalent*. Untuk pemeriksaan aspal yaitu pemeriksaan penetrasi aspal, titik lembek, titik nyala dan bakar, daktilitas dan berat jenis aspal.

3. TAHAP III

Tahap ini dimulai dengan pembuatan benda uji untuk mencari kadar aspal optimum yang pertama dilakukan adalah mencari gradasi gabungan dari agregat kasar dan halus, setelah didapat proporsi campuran yang memenuhi syarat pada Bina Marga 2010 Divisi 6, kemudian membuat sampel

sebanyak 12 sampel dengan variasi kadar aspal 4,5%; 5%; 5,5%; 6%; 6,5%; 7% selanjutnya di uji menggunakan alat Marshall Test.

4.TAHAP IV

Setelah didapat kadar sepal optimum kemudian di aplikasikan dengan menggunakan limbah beton dengan variasi 0%, 20%, 40%, 60% dan 80% terhadap total agregat kasar. Kinerja yang diukur adalah karakteristik *Marshall*, yaitu stabilitas, *flow*, *Marshall Quotient*, VMA, VFWA dan VIM pada masing-masing variasi prosentase limbah beton sebagai pengganti sebagian agregat kasar. Kemudian dilakukan analisa pengaruh variasi prosentase limbah beton sebagai pengganti sebagian agregat kasar terhadap stabilitas, *flow*, *Marshall Quotient*, VMA, VFWA dan VIM.

5.TAHAP IV

Tahap ini merupakan tahap analisa data dan pembahasan dari hasil pengujian yang dilakukan pada tahap II, III dan IV sehingga mendapat kesimpulan dan memberikan saran jika diperlukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Aspal Pertamina Pen. 60/70 (Sumber: hasil penelitian dan Bina Marga 2010 revisi 3)

No	Jenis Pemeriksaan	Metode	Spec.	Hasil	Satuan	Keterangan
1	Penetrasi pada 25° (0,1mm)	SNI 06-2456-1991	60-70	65,8	mm	Memenuhi
2	Titik lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48	50	°C	Memenuhi
3	Titik nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232	325	°C	Memenuhi
4	Berat Jenis	SNI 2441:2011	≥ 1,0	1,01	-	Memenuhi
5	Daktalitas, 25°C, cm	SNI 2432:2011	≥ 100	> 100	cm	Memenuhi

Tabel 2 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar dan Halus (Sumber: hasil penelitian dan Bina Marga 2010 revisi 3)

No	Jenis Pemeriksaan	Standar	Spec.	Hasil	Keterangan
Pemeriksaan agregat kasar					
1	Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i> (500 putaran)	SNI 2417:2008	≤ 30%	20,68 %	Memenuhi
2	Berat jenis & penyerapan agregat kasar (10-20 mm)				
	Berat Jenis <i>Bulk</i>		-	2,52	-
	Berat Jenis <i>SSD</i>	SNI 1969:2008	-	2,55	-
	Berat Jenis Semu		-	2,61	-

	Penyerapan air oleh agregat		$\leq 3\%$	1,36%	Memenuhi
3	Berat jenis & penyerapan agregat medium (5-10 mm)				
	Berat Jenis <i>Bulk</i>		-	2,50	-
	Berat Jenis <i>SSD</i>		-	2,53	-
	Berat Jenis Semu	SNI 1969:2008	-	2,58	-
	Penyerapan air oleh agregat		$\leq 3\%$	1,11%	Memenuhi
	Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 2439:2011	$\geq 95\%$	100%	Memenuhi
	Kelapukan agregat	SNI 3407:2008	$\leq 12\%$	5,2%	Memenuhi
Pemeriksaan agregat halus					
1	Berat Jenis <i>Bulk</i>	SNI 1970:2008		2,5	
2	Berat Jenis <i>SSD</i>	SNI 1970:2008		2,53	
3	Berat Jenis Semu	SNI 1970:2008		2,58	
4	Penyerapan air oleh agregat	SNI 1970:2008	$\leq 3\%$	1,11%	Memenuhi
5	<i>Sand Equivalent</i>	SNI 03-4141-1996	$\geq 50\%$	83,33%	Memenuhi

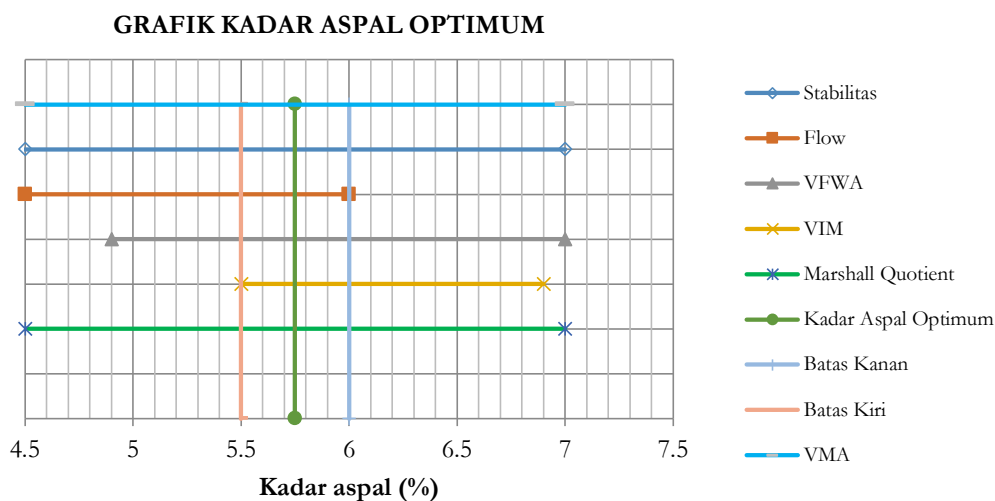
Tabel 3 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar dari Limbah Beton (Sumber: hasil penelitian dan Bina Marga 2010 revisi 3)

No	Jenis Pemeriksaan	Standar	Spec.	Hasil	Keterangan
1	Abrasi dengan mesin <i>Los Angeles</i> (500 putaran)	SNI 2417:2008	$\leq 30\%$	31,63%	Tidak memenuhi
2	Berat jenis & penyerapan limbah beton (10-20 mm)				
	Berat Jenis <i>Bulk</i>		-	2,44	-
	Berat Jenis <i>SSD</i>		-	2,51	-
	Berat Jenis Semu	SNI 1969:2008	-	2,53	-
	Penyerapan air oleh agregat		$\leq 3\%$	3,08%	Tidak memenuhi
3	Berat jenis & penyerapan limbah beton (5-10 mm)				
	Berat Jenis <i>Bulk</i>		-	2,47	-
	Berat Jenis <i>SSD</i>		-	2,50	-
	Berat Jenis Semu	SNI 1969:2008	-	2,59	-
	Penyerapan air oleh agregat		$\leq 3\%$	5,8%	Tidak memenuhi
	Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 2439:2011	$\geq 95\%$	100%	Memenuhi
	Kelapukan agregat	SNI 3407:2008	$\leq 12\%$	11%	Memenuhi

Tabel 4 Hasil Pengujian Kadar Aspal Optimum (Sumber: hasil penelitian dan Bina Marga 2010 revisi 3)

Kadar aspal (%)	Stabilitas Kg	Flow mm	VFWA m	VIM n	MQ s	VMA %
4.5	1303.60	2.225	57.44	7.79	587.30	18.31
5	1533.93	2.66	63.47	6.83	576.18	18.54
5.5	1776.32	3.785	76.81	4.17	469.29	17.32
6	2040.36	3.975	78.73	3.86	513.49	18.14
6.5	1629.50	4.025	79.57	3.94	404.83	19.28
7	1518.32	4.175	87.11	2.73	363.45	19.33

Gambar 3.1 Grafik Kadar Aspal Optimum



Berdasarkan gambar di atas didapat nilai kadar aspal optimum pada campuran

AC-BC yaitu $= \frac{5,5+6}{2} = 5,75\%$. Dalam penelitian ini kadar aspal optimum yang digunakan

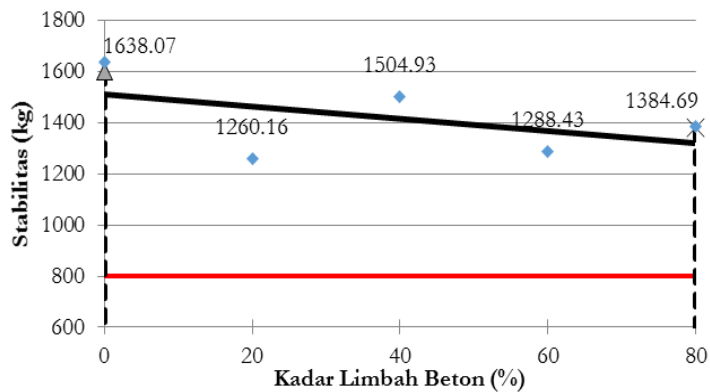
adalah 5,75%.

Tabel 5 Hasil *Marshall test* campuran dengan limbah beton (sumber: hasil penelitian dan Bina Marga 2010)

Kadar Limbah %	Stabilitas Kg	Flow mm	MQ kg/mm	VMA %	VFWA %	VIM %
0	1638.07	3.20	512.13	17.31	77.96	3.82
20	1260.16	3.72	347.99	18.27	74.73	4.94
40	1504.93	3.77	395.08	20.87	63.32	7.97
60	1288.43	3.87	334.37	25.49	47.77	13.34
80	1384.69	4.50	311.13	26.99	44.24	15.08

3.1 Hubungan variasi kadar limbah beton dengan nilai stabilitas

Stabilitas merupakan kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti,alur atau gelombang. jika kadar aspal yang diberikan melebihi nilai optimum maka stabilitasnya akan turun. Pada spesifikasi bina marga 2010 untuk campuran AC-BC bergradasi kasar, terdapat syarat minimum yang harus dicapai yaitu lebih dari 800kg. Untuk lebih jelasnya nilai stabilitas setiap variasi prosentae limbah beton dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut ini:

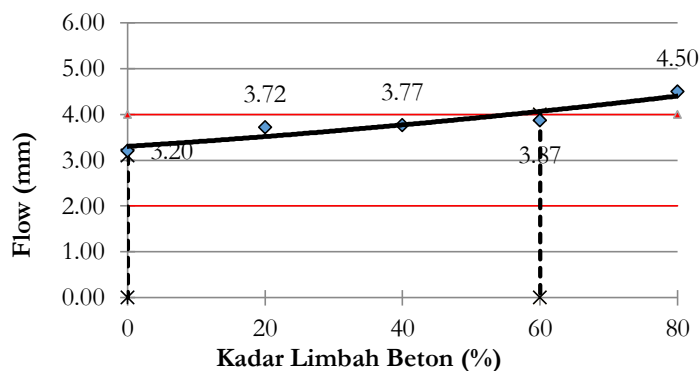


Gambar 3.2 Hubungan kadar limbah beton dengan stabilitas

Gambar 3.2 menunjukkan hasil pengujian stabilitas pada variasi limbah beton yang digunakan, dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa nilai stabilitas cenderung turun pada kadar limbah beton yang lebih besar. Penyebabnya adalah kemampuan menahan beban limbah beton lebih buruk dibandingkan dengan agregat baru.

3.2 Hubungan variasi kadar limbah beton dengan Kelelehan (*flow*)

Kelelehan (*Flow*) adalah besarnya penurunan campuran benda uji akibat suatu beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam satuan mm. *Flow* merupakan indikator kelenturan campuran beraspal panas dalam menahan beban lalu lintas. Dalam spesifikasi umum bina marga 2010 untuk campuran AC-BC, batas yang harus dicapai yaitu antara 2-4 mm. untuk lebih jelasnya nilai flow pada setiap variasi limbah beton dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut :

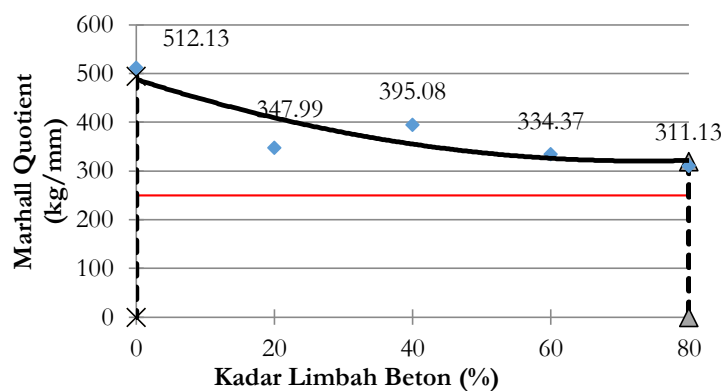


Gambar 3.3 Hubungan kadar limbah beton dengan *Flow*

Gambar V.9 menunjukkan nilai *flow* cenderung mengalami kenaikan pada variasi kadar limbah beton yang lebih besar. Hal ini disebabkan oleh aspal yang diserap agregat limbah beton lebih banyak dari pada kondisi campuran normal, selain limbah beton yang dimasak juga hancur dan menjadi *filler* dari segi kekuatan fisik limbah beton lebih mudah hancur di bandingkan *fresh aggregate*.

3.3 Hubungan variasi kadar limbah beton dengan nilai *Marshall Quotient*

Marshall Quotient merupakan hasil bagi antara nilai stabilitas dengan *flow*. Nilai MQ adalah ukuran untuk memprediksi sifat fleksibilitas campuran. Besarnya nilai MQ tergantung dari besarnya nilai stabilitas yang dipengaruhi oleh gesekan antar butiran dan saling mengunci antar butiran yang terjadi antara partikel agregat dan kohesi campuran bahan susun, serta nilai *flow* yang dipengaruhi oleh viskositas, kadar aspal, gradasi bahan susun, dan jumlah tumbukan. Dalam spesifikasi umum Bina Marga 2010 untuk campuran AC-BC, batas minimum dari *Marshall Quotient* yaitu lebih besar dari 250kg/mm

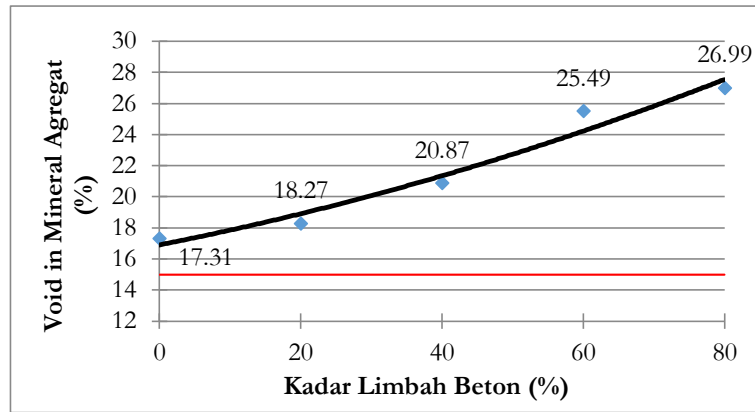


Gambar 3.4 Hubungan kadar limbah beton dengan *Marshall Quotient*

Berdasarkan Gambar 3.4 di atas menunjukkan nilai *Marshall Quotient* lebih dari 250 kg/mm. Semakin banyak limbah beton maka semakin kecil nilai *Marshall Quotient*. Hal ini disebabkan oleh semakin banyak kadar limbah beton maka *Marshall Quotient* akan semakin kecil karena limbah beton sendiri lebih mudah hancur di bandingkan *fresh agregate*. Penurunan nilai Marshall Quotient dipengaruhi oleh rasio nilai antara stabilitas dan *flow* (pelelehan).

3.4 Hubungan variasi kadar limbah beton dengan nilai VMA.

Void in mineral agregat atau rongga udara di antara butiran agregat adalah rongga udara dalam campuran beton aspal padat tanpa selimut aspal. Semakin besar nilai rongga udara di antara butiran agregat maka semakin besar nilai rongga udara dalam campuran

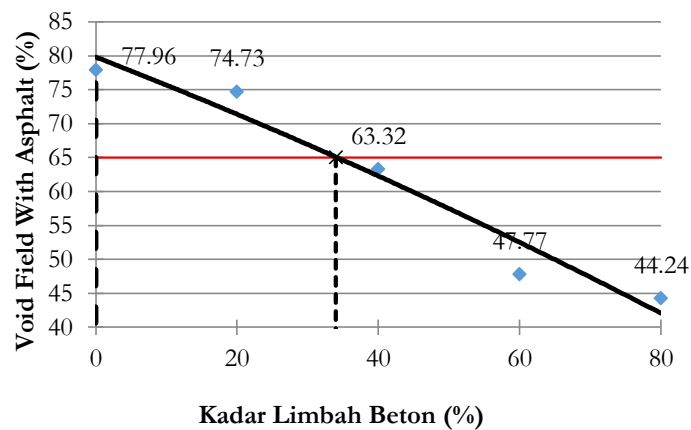


Gambar 3.5 Hubungan kadar limbah beton dengan VMA

Gambar 3.5 menunjukkan bahwa nilai *void in mineral agregat* (VMA) semakin bertambah pada kadar limbah beton yang lebih besar. Hal ini disebabkan karena agregat limbah beton memiliki nilai penyerapan air dan aspal lebih besar sehingga nilainya semakin besar pada penambahan limbah beton yang semakin banyak.

3.5 Hubungan variasi kadar limbah beton dengan nilai VFWA

Nilai VFWA (*Void Filled With Asphalt*) menunjukkan besarnya rongga dalam campuran yang terisi oleh aspal dinyatakan dalam presentase. Bertambahnya VFWA mengakibatkan perkerasan semakin kedap terhadap udara dan air. Untuk lebih jelasnya bisa di lihat pada Gambar 3.6 berikut

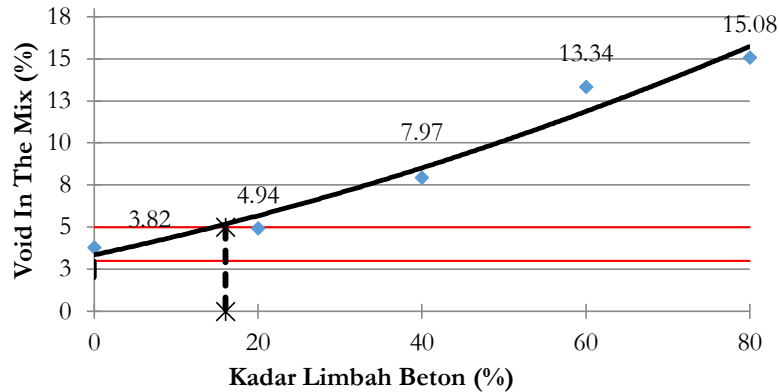


Gambar 3.6 Hubungan kadar limbah beton dengan VFWA

Gambar V.12 menunjukkan semakin besar kadar limbah beton yang digunakan maka semakin kecil nilai VFWA. Hal ini disebabkan karena aspal yang seharusnya mengisi rongga terabsorpsi oleh agregat limbah beton yang memang memiliki nilai penyerapan lebih besar, selain itu ketika dimasak agregat dari limbah beton juga banyak yang hancur dan menjadi *filler*.

Hubungan variasi kadar limbah beton dengan nilai *VIM*

Void in the mix atau rongga dalam campuran. Dalam spesifikasi umum Bina Marga 2010 divisi 6 revisi 3. untuk campuran *AC-BC* memiliki batas minimum 3% dan maksimum 5%. Untuk lebih jelasnya nilai beton dapat dilihat pada Gambar 3.7 berikut ini



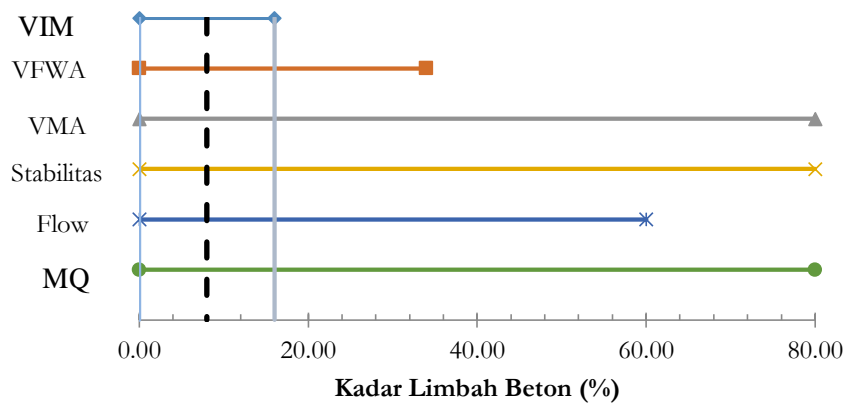
Gambar 3.7 Hubungan kadar limbah beton dengan *VIM*

Berdasarkan Gambar 3.7 di atas didapatkan nilai *VIM* yang masuk dalam spesifikasi hanya sedikit, semakin banyak limbah beton *VIM* semakin besar. Hal ini disebabkan karena rongga udara yang terisi aspal semakin berkurang karena saat penumbukan ada agregat dari limbah beton ikut hancur. Sehingga setelah dipadatkan masih tersisa banyak rongga udara dalam campuran.

3.7 Penentuan Kadar Limbah Beton Optimum

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan pada Tabel V.5, kemudian dibuat grafik hubungan pengaruh penggunaan variasi agregat limbah beton terhadap masing-masing karakteristik *Marshall* campuran *AC-BC* diperoleh kadar limbah beton optimum adalah 8%.

Dari grafik hubungan persentase limbah beton dengan karakteristik *Marshall Test* diketahui nilai *VIM* maksimal 16%, *VFWA* 34%, *VMA* 80%, Stabilitas 80%, *Flow* 60%, *Marshall Quotient* 80% sehingga didapat kadar limbah beton optimum pada campuran *AC – BC*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.8 berikut ini.



Gambar 3.8 Limbah beton optimum

Berdasarkan Gambar V.14 di atas didapat nilai limbah beton optimum yaitu $= \frac{0 + 16}{2} = 8\%$.

3 PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil sebuah kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengujian *Marshall* diperoleh hasil pengujian campuran *AC-BC* dengan limbah beton menunjukkan bahwa nilai *VIM*, *VMA* dan *Flow* mengalami kenaikan, sedangkan *Stabilitas*, *Marshall Quotient* dan *VFWA* mengalami penurunan dengan seiring penambahan limbah beton yang semakin banyak
2. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh penambahan limbah beton yang optimum adalah 8% terhadap total agregat kasar dan masuk pada spesifikasi Bina Marga 2010 Divisi 6 Revisi 3.

A. Saran

Berdasarkan hasil pembahasan karakteristik marshall pada campuran *Asphalt Concrete-Binder Course* yang di campur dengan limbah beton, maka di kemukakan saran-saran sebagai berikut:

1. Penelitian dapat dikembangkan dengan menggunakan variasi kadar aspal yang lebih banyak pada campuran yang menggunakan limbah beton.
2. Mengetahui suhu yang tepat saat memasak limbah beton agar tidak hancur ketika dipanaskan.
3. Adanya hasil penelitian pada campuran lain yang sama-sama menggunakan limbah beton juga dibutuhkan agar dapat digunakan sebagai pembanding.

PERSANTUNAN

Dengan selesainya tugas akhir ini yang berjudul “ANALISA KARAKTERISTIK MARSHALL PADA CAMPURAN ASPHALT CONCRETE-BINDER COURSE (AC-BC) MENGGUNAKAN LIMBAH BETON SEBAGAI COARSE AGREGAT.

penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Agus Riyanto, M.T., selaku Dosen Pembimbing I.
2. Ibu Senja Rum Harnaeni, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II.
3. Bapak Ir. Sri Sunardjono, M.T.,Ph.D. selaku dosen penguji.
4. Bapak Agus Susanto,ST.,MT selaku pembimbing akademik.
5. Pimpinan dan staf Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
6. Ibu dan Ayah tercinta yang telah memberikan nasehat dan bantuan segalanya.
7. Teman-teman Teknik Sipil angkatan 2011 atas semangat dan motivasinya.
8. Semua pihak yang telah membantu terselesainya penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO.1972. *AASHTO Guide for Design of Pavement Structural*. ASHTO Wasington DC.
- Andhikatama, Aris, 2013, *Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar pada Campuran Asphalt Concrete-Wearing Course Gradasi Kasar*, Skripsi. Surakarta: Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Anonim, 2001, Pedoman Penyusunan “Laporan Tugas Akhir”, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Anonim, 2001, *Modul Praktikum(Program Pelatihan Teknisi)*. Laboratorium Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil. Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Aminsyah, M. Oktober 2013. *Analisa Kehancuran Agregat Akibat Tumbukan Dalam Campuran Aspal*. Jurnal Rekayasa Sipil. Volume 19, No.2. Universitas Andalas.
- Hardiyatmo,H.C., 2007, *Pemeliharaan Jalan Raya*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo,H.C., 2011, *Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Kementrian Pekerjaan Umum, 2010, *Spesifikasi Umum 2010*, Direktorat Jendral Bina Marga.
- Sukirman, Silvia, 2003, *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta: Granit.
- Riyanto.A .1996. *Diklat Jalan Raya III*.Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta
- Tjokrodimuljo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Yasra, Silvi, 2014, *Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Agregat Pengganti pada Campuran Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC)*, Skripsi : Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.