

KARAKTERISTIK MARSHALL AC-BC DENGAN SUBSTITUSI LIMBAH BETON PADA AGREGAT KASAR

Ida Bagus Wirahaji dan I Putu Laintarawan
Program Studi Teknik Sipil FT Unhi
ib.wirahaji@gmail.com dan ltrwn@gmail.com

ABSTRAK

Konstruksi perkerasan jalan memerlukan material agregat dalam jumlah yang lebih banyak banyak daripada bahan penyusun lainnya. Material agregat yang berasal dari alam tidak dapat diperbarui. Penggunaan terus menerus material agregat pada proyek pembangunan, peningkatan, atau pemeliharaan jalan menimbulkan masalah lingkungan. Beberapa peneliti mencari bahan-bahan alternatif untuk mensubstitusi material agregat, diantaranya dengan agregat bongkaran limbah beton. Tujuan penelitian ini untuk mencari karakteristik campuran aspal AC-BC dengan mensubstitusi limbah beton terhadap agregat kasar (CA).

Penelitian dilakukan melalui serangkaian kegiatan di laboratorium jalan kontraktor. Mulai dari pengumpulan material limbah beton, agregat CA, MA, FA, dan Filler, penyiapan peralatan, pemeriksaan properties, pembuatan benda uji, pemeriksaan kadar rongga (VIM, MA, VFB) hingga pengujian Marshall. Agregat kasar (CA) disubstitusi dengan limbah beton dengan variasi: 0%; 10%; 20%; 40%; 60%; 80%; dan 100%. Kadar aspal dari data sekunder sebesar 5,7% dari JMF proyek pemeliharaan jalan provinsi Bali. Menggunakan aspal modifikasi. Masing-masing varian substitusi limbah beton dibuat benda uji 3 buah.

Hasil penelitian menunjukkan, hanya dengan prosentase limbah beton 10% campuran aspal AC-BC memenuhi spesifikasi. Nilai VIM mencapai 4,90% masih berada pada rentang interval 3-5% yang disyaratkan. Nilai VFB terpenuhi pada persentase limbah beton 10-40%. Nilai VMA terpenuhi pada semua variasi persentase limbah beton. Sedangkan, nilai MS, Flow, dan MQ terpenuhi pada semua persentase limbah beton. Campuran dengan limbah beton ini dapat dipergunakan pada ruas jalan yang mempunyai beban lalu lintas kategori ringan.

Kata Kunci: Limbah Beton, Agregat Kasar, AC-BC, dan Karakteristik Marshall.

Latar Belakang

Pembangunan bangunan infrastruktur memerlukan material alam dan material olahan. Material alam antara lain: agregat, pasir, tanah urugan yang berasal dari galian Tipe C. Material olahan antara lain:

semen, aspal, bahan aditif, dan lain sebagainya, yang sesungguhnya juga berasal dari material alam juga. Material alam tidak dapat diperbarui. Ironisnya, penggalian dan eksplorasi terhadap material alam ini terus menerus dilakukan seolah-olah tidak

akan pernah habis, demi mencukupi kebutuhan material dalam mewujudkan pembangunan bangunan infrastruktur yang semakin meningkat pesat.

Jalan raya merupakan salah satu bangunan infrastruktur, dimana struktur lapis perkerasannya dominan membutuhkan agregat. Campuran beraspal sebagai salah satu lapis perkerasan lentur, terdiri dari 90-95% agregat, baik itu agregat kasar/*coarse aggregate* (CA), agregat sedang/*medium aggregate*, dan agregat halus/*fine aggregate* (FA) (Sukirman, 2003). Material agregat tersebut awalnya diambil langsung di lokasi dimana *Asphalt Mixing Plant* (AMP) ditempatkan bersama dengan mesin pemecah batu (*stone crusher*). Akan tetapi, karena besarnya kebutuhan material agregat dalam campuran beraspal, persediaan material agregat di lokasi AMP menjadi berkurang dan tidak mencukupi kebutuhan AMP yang terus menerus melakukan produksi. Sehingga, Penyedia Jasa memasok material agregat dari tempat lain.

Penggalian dan eksplorasi material agregat yang terus menerus akan menimbulkan masalah lingkungan. Masalah lingkungan akan semakin parah apabila tidak ada upaya untuk mengurangi atau membatasi penggunaan material yang baru. Banyak terdapat kubangan-kubangan yang dalam di daerah perbukitan atau pegunungan yang menjadi lokasi penggalian agregat (*quarry*). Dampaknya adalah terjadinya penggundulan hutan dan terhambatnya penghijauan kembali di dataran tinggi, sehingga daya serap tanah terhadap air di pegunungan menjadi sangat rendah. Bila terjadi akan berujung pada

bencana banjir yang menggenangi dataran rendah.

Upaya untuk membatasi penggunaan material agregat baru (*fresh aggregate*) sudah mulai dikembangkan dengan teknologi daur ulang untuk perkerasan jalan. Penggunaan bahan limbah sudah banyak dilakukan. Salah satu bahan limbah yang sering dicoba untuk mengganti agregat baru adalah limbah beton. Limbah beton yang dimaksud adalah sisa-sisa pecahan dari reruntuhan bangunan akibat gempa bumi, bongkaran bangunan, bangunan yang terbakar, dan limbahbeton yang berasal dari kegagalan dalam pembuatan di pabrik beton pracetak, yang dalam jumlah banyak akan menimbulkan masalah baru (Andhikatama, 2013).

Beberapa peneliti telah melakukan studi pemanfaatan limbah beton sebagai bahan substitusi agregat kasar pada Laston. Andhikatama dkk (2013), meneliti karakteristik campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC) bergradasi kasar, memanfaatkan limbah beton. Hasil analisis menunjukkan nilai stabilitas. VIM, VMA, dan *Marshal Quotient* (MQ) mengalami kenaikan, sedangkan nilai flow dan VFB mengalami penurunan seiring dengan penambahan kadar limbah beton. Yamsasmi dkk (2015), meneliti karakteristik AC-WC gradasi kasar dengan memanfaatkan sisa pecahan campuran beton sebagai pengganti agregat kasar. Pecahan campuran beton yang digunakan dalam penelitian ini dengan mutu K-225 dan K-300. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pecahan campuran beton K-225 tidak layak digunakan sebagai pengganti agregat kasar dalam campuran AC-

WC Gradasi Kasar. Rahman (2016), meneliti karakteristik *Hot Rolled Sheet Base* (HRS-Base) dengan memanfaatkan limbah beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar kadar limbah beton menyebabkan nilai stabilitas menurun, sedangkan nilai flow dan VMA cenderung naik.

Penelitian Andhikatama (2013) dan Yamsasmi dkk (2015) menggunakan lapis aspal beton (Laston) permukaan, yaitu *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC) sebagai objek kajian. Sedangkan penelitian Rahman (2016) menggunakan lapis tipis aspal beton (Lataston) permukaan, yaitu *Hot Roller Sheet-Base* (HRS-Base). Ketiga penelitian di atas menggunakan lapis permukaan (surface) sebagai objek kajian dan menggunakan bahan pengikat aspal jenis Penetrasi 60/70. Penelitian ini tidak mengacu pada Spesifikasi Umum 2010 Revsi 3, melainkan mengacu pada Spesifikasi Umum 2018.

Rumusan Masalah

Dari latar belakang permasalahan di atas, maka dapat ditarik rumusan permasalahan, yaitu:

1. Bagaimanakah pengaruh variasi penggunaan agregat kasar (CA)

dari limbah beton terhadap nilai VIM, VMA, VFB pada campuran AC-BC?

2. Bagaimanakah pengaruh variasi penggunaan agregat kasar (CA) dari limbah beton terhadap nilai MS, Flow, MQ pada campuran AC-BC?

Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi penggunaan agregat kasar (CA) dari limbah beton terhadap nilai VIM, VMA, VFB pada campuran AC-BC.
2. Untuk mengetahui variasi penggunaan agregat kasar (CA) dari limbah beton terhadap nilai MS, Flow, MQ pada campuran AC-BC.

Metodologi

Proporsi material penyusun AC-BC pada paket proyek Pekerjaan Pemeliharaan Konstruksi Batas Kota Amlapura-Seraya-Culik (Subagan – Embuh) Tahun Anggaran 2016 diperlihatkan pada Tabel 3.1. Benda uji yang disiapkan ada 6 varian, dimana masing-masing varian dibuat 3 benda uji.

Tabel 3.1 Proporsi Material Penyusun AC-BC

No	Material Penyusun AC-BC (mm)	Persentase Total Berat Agregat (%)	Persentase Total Berat Campuran (%)
1	Agregat Kasar 10 – 20	35,00	33,01
2	Agregat Sedang 5 – 10	20,00	18,86
3	Agregat Halus 0 – 5	44,0	41,49
4	Filler	1,00	0,94
5	Kadar Aspal	-	5,7

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Bali (2016)

Dalam pembuatan benda uji proporsi limbah beton di campur menjadi 6 varian sebagai berikut: 10% 20% 40% 60% 80% 100%.

Perbandingan limbah beton dengan agregat CA dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Proporsi Limbah Beton dengan CA 10 – 20 mm

No	Limbah Beton (%)	Agregat Kasar (CA) (%)	Kebutuhan Limbah Beton (kg)	Kebutuhan Agregat CA (kg)
1	10	90	0,126	1,134
2	20	80	0,25	1,01
3	40	60	0,5	0,76
4	60	40	0,76	0,5
5	80	20	1,01	0,25
6	100	0	1,26	0

Sumber: Hasil Analisis 2019

Hasil dan Pembahasan

Void in Material Aggregate (VMA)

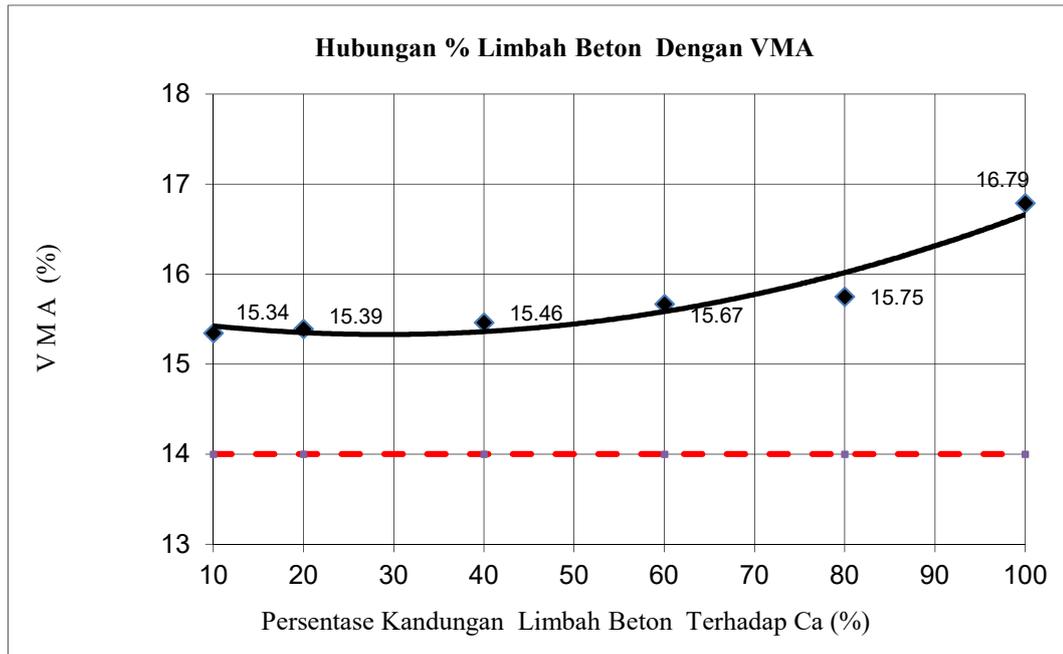
Dari percobaan dapat dilihat bahwa nilai VMA semakin besar dengan semakin bertambahnya proporsi material limbah beton dalam fraksi sebagai agregat kasar

(CA). Kuantitas rongga berpengaruh terhadap kinerja suatu campuran karena jika VMA terlalu besar maka menyebabkan lebih besar ruang yang tersedia untuk selimut aspal. Tabel 4.1 dan Gambar 4.1 menunjukkan perubahan nilai VMA akibat variasi substitusi Limbah Beton.

Tabel 4.1 Nilai VMA

No	Limbah Beton (%)	VMA (%)
1	10	15,34
2	20	15,39
3	40	15,45
4	60	15,66
5	80	15,74
6	100	16,77
Spesifikasi		Min 14

Sumber: Hasil Analisis (2019)



Gambar 4.1 Grafik Hubungan persentase limbah beton-VMA
Sumber: Hasil Analisis (2019)

Void in Mixture (VIM)

VIM berfungsi untuk membatasi kadar aspal dalam campuran aspal panas. Nilai VIM campuran laston memiliki interval 3% -5%. Nilai VIM berpengaruh terhadap keawetan lapis perkerasan, semakin tinggi nilai VIM menunjukkan semakin besar rongga dalam campuran sehingga campuran bersifat *porous*. Nilai persentase VIM dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.2.

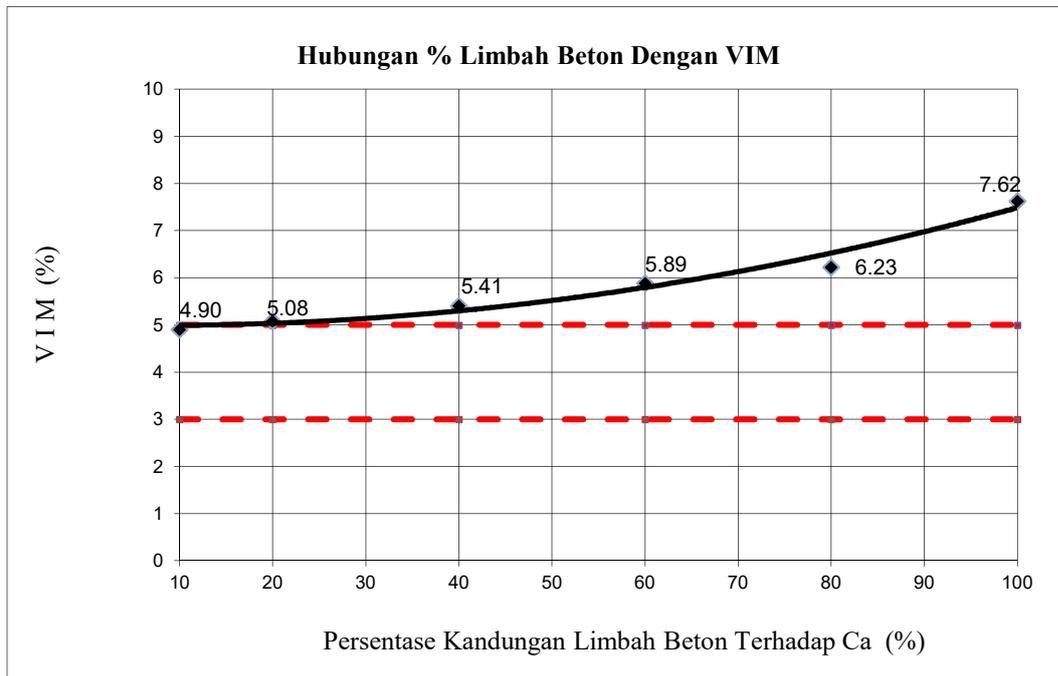
Dalam penelitian ini, dapat dilihat bahwa pada kadar limbah beton 20%, nilai VIM melewati nilai

batas maksimum spesifikasi umum 2018, yaitu 5,08%. Berkurangnya kadar aspal ini mempengaruhi nilai VIM, yaitu semakin meningkat dan berkurangnya kadar aspal ini menyebabkan pula keawetan campuran AC-BC menurun. Dengan kadar rongga yang tinggi menyebabkan campuran kurang kedap, udara dan air dapat masuk lebih banyak. Sedangkan lapis AC-BC atau *Asphalt Concrete-Binder Course* disyaratkan harus kedap air untuk mencegah air masuk meresap kedalam lapisan dibawahnya.

Tabel 4.2 Nilai VIM

No	Limbah Beton (%)	VIM (%)
1	10	4,90
2	20	5,06
3	40	5,36
4	60	5,82
5	80	6,13
6	100	7,51
Spesifikasi		3 - 5

Sumber: Hasil Analisis (2019)



Gambar 4.2 Grafik Hubungan persentase limbah beton-VIM

Sumber: Hasil Analisis (2019).

Void Filled with Bitumen (VFB)

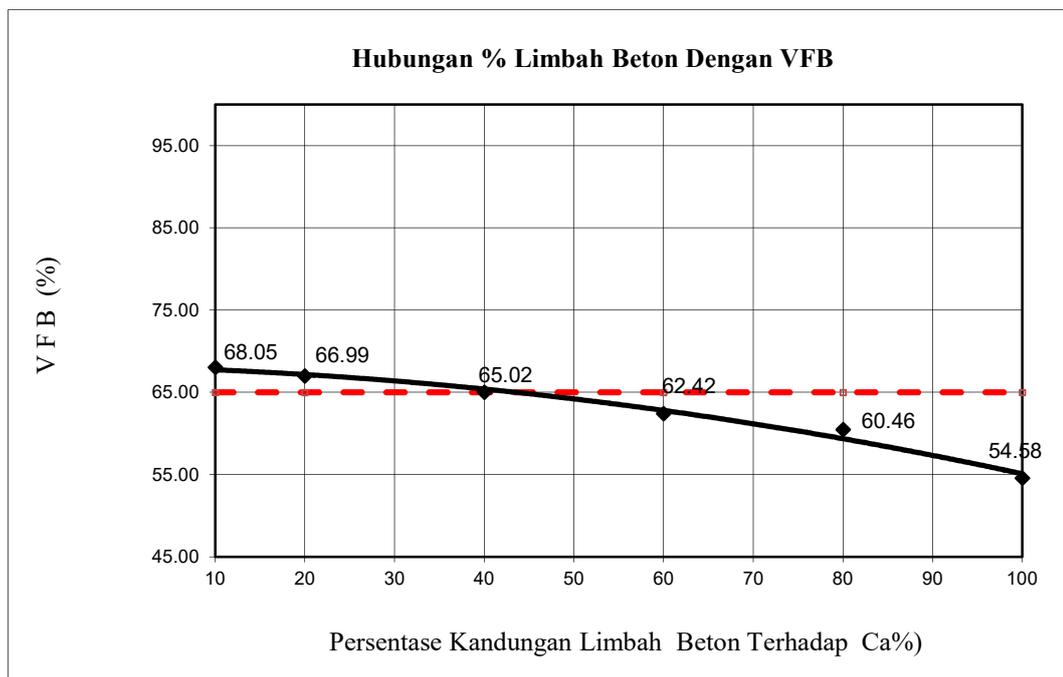
Dalam penelitian ini, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.3 nilai VFB semakin menurun dengan semakin bertambahnya proporsi limbah beton dalam fraksi agregat kasar (CA). Pada kondisi campuran AC-BC yang tidak mengandung limbah beton, nilai VFB sebesar 68,43%, yang berarti bahwa kadar

aspal sebesar 5,7% itu sedikit terserap ke dalam pori-pori agregat, sehingga lebih banyak mengisi rongga antar agregat. Dengan bertambahnya proporsi limbah beton dalam fraksi sebagai agregat kasar, maka kadar aspal 5,70% tersebut banyak terserap ke dalam pori-pori limbah beton.

Tabel 4.3 Nilai VIM

No	Limbah Beton (%)	VIM (%)
1	10	4,90
2	20	5,06
3	40	5,36
4	60	5,82
5	80	6,13
6	100	7,51
Spesifikasi		3 - 5

Sumber: Hasil Analisis (2019)



Gambar 4.3 Grafik Hubungan persentase limbah beton-VFB

Sumber: Hasil Analisis (2019).

Marshall Stability (MS)

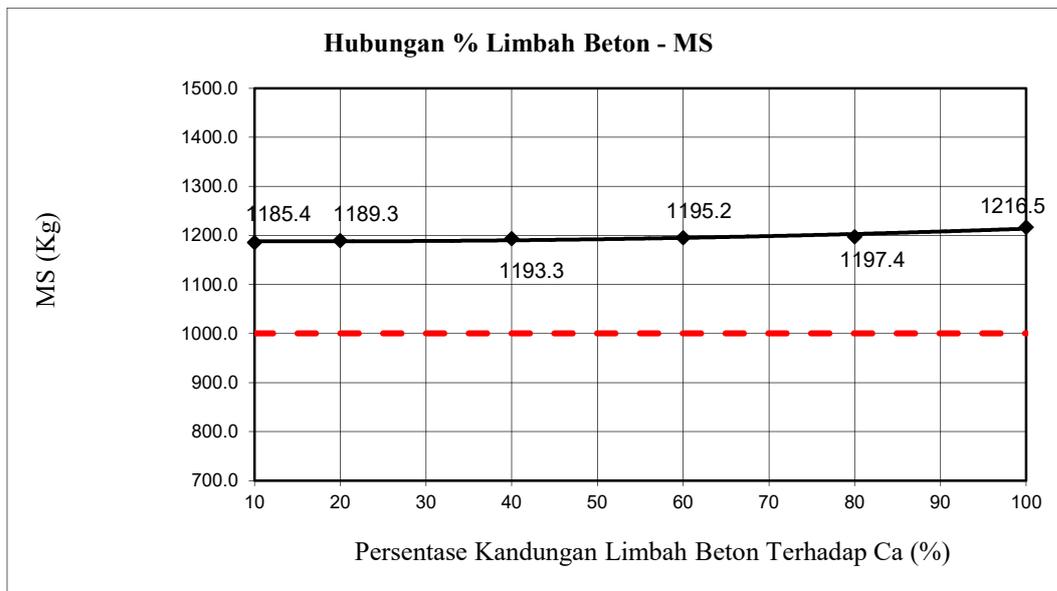
Hasil pengujian Marshall ditunjukkan pada Tabel 4.4. *Marshall Stability* (MS) semakin menurun dengan pertambahan persentase limbah beton. Hal ini disebabkan oleh kecilnya nilai berat jenis limbah beton bila dibandingkan

dengan agregat semula. Sedangkan, nilai *flow* semakin menurun dengan bertambahnya persentase limbah beton. Nilai *Marshall Quotient* (MQ) yang merupakan rasio MS terhadap *flow* menunjukkan kecenderungan semakin meningkat.

Tabel Error! No text of specified style in document..4 Nilai MS, Flow dan MQ dengan Pertambahan Limbah Beton

No	Limbah Beton (%)	Pengujian Marshall		
		Stabilitas (kg)	Flow (mm)	Marshall Quotient (kg/mm)
1	10	1.216,48	3,51	346,58
2	20	1.197,41	3,47	345,07
3	40	1.195,16	2,70	442,65
4	60	1.193,28	2,63	453,72
5	80	1185,38	2,57	461,24
6	100	1.181,42	2,07	570,73
Spesifikasi		Min. 1000	2 - 4	-

Sumber: Hasil Analisis (2019)



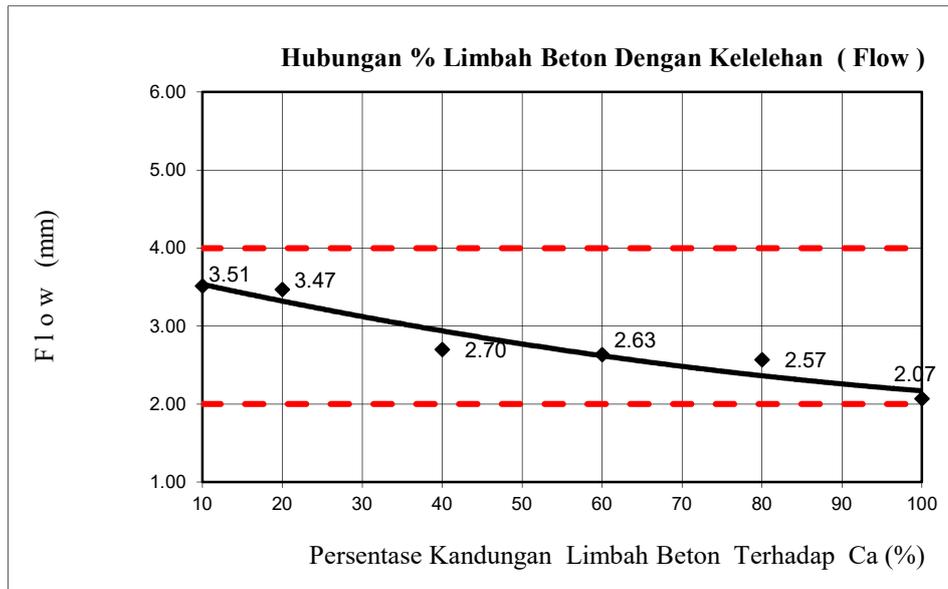
Gambar Error! No text of specified style in document..1 Grafik Hubungan antara % Limbah Beton dengan Stabilitas

Sumber: Hasil Analisis (2019).

Kelelahan (*Flow*)

Nilai *flow* menjadi ukuran fleksibilitas (kelenturan) dari suatu lapisan Laston. Nilai *flow* yang rendah akan mengakibatkan campuran menjadi kaku sehingga lapis perkerasan menjadi mudah retak, sedangkan campuran dengan nilai *flow* tinggi akan menghasilkan

perkerasan yang plastis. Tabel 4.4 dan Gambar 4.5 memperlihatkan kecenderungan nilai flow semakin turun dengan penambahan limbah beton. Hal ini disebabkan, limbah beton yang porous menyerap aspal terlebih dahulu ke dalam pori-porinya sebelum berfungsi sebagai bahan pengikat campuran aspal.

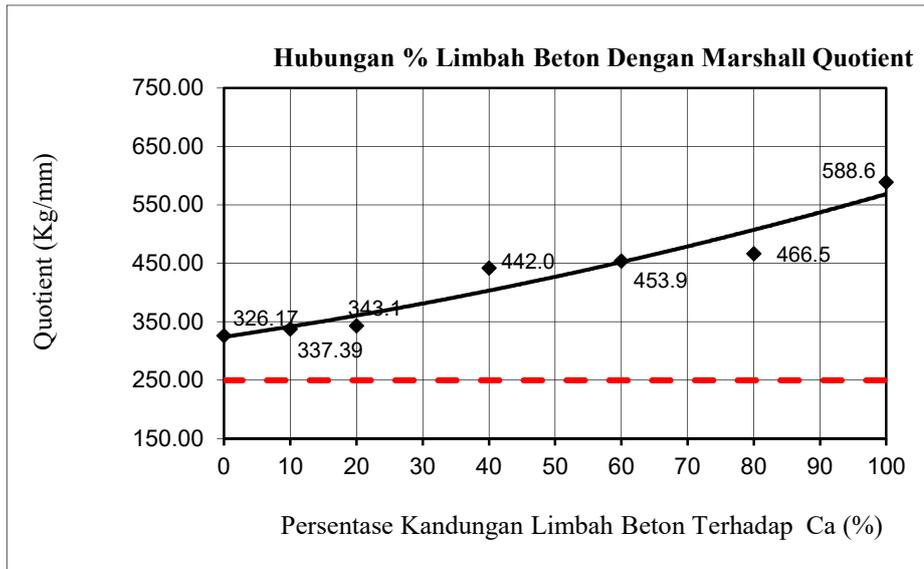


Gambar 4.5 Grafik Hubungan Persentase Limbah Beton – Flow
Sumber: Hasil Analisis (2019).

Marshall Quotient (MQ)

Nilai MQ merupakan pendekatan terhadap kekakuan dan kelenturan dari suatu lapis perkerasan beraspal panas. Semakin besar nilai MQ berarti campuran semakin kaku, sebaliknya bila semakin kecil nilainya maka campuran semakin lentur. Nilai MQ dipengaruhi oleh MS dan *flow*. Tabel

4.4 dan Gambar 4.6 menunjukkan kecenderungan nilai MQ membesar sesuai dengan pertambahan limbah beton. Dengan demikian, campuran AC-BC menjadi semakin kaku/*rigid* sesuai dengan pertambahan persentase limbah beton. Hal ini disebabkan semakin menurunnya nilai VFB dalam campuran AC-BC.



Gambar 4.5 Grafik Hubungan Persentase Limbah Beton – MQ

Sumber: Hasil Analisis (2019).

Simpulan

Berdasarkan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Kualitas limbah beton yang digunakan sebagai substitusi agregat kasar (CA) lebih buruk daripada agregat kasar itu sendiri. Hal ini dibuktikan dengan lebih kecilnya nilai berat jenis dan lebih besarnya nilai penyerapan limbah beton dibandingkan dengan agregat kasar itu sendiri.
2. Berat jenis limbah beton yang lebih kecil ini, memberikan kontribusi buruk terhadap campuran Laston. Nilai Marshall Stability (MS) menjadi lebih kecil.
3. Nilai Penyerapan limbah beton lebih besar juga memberikan dampak yang buruk terhadap campuran aspal beton. Campuran menjadi boros aspal pengikat. Aspal terlebih dulu terserap masuk ke dalam pori-pori limbah beton yang lebih

porous, sebelum berfungsi mengikat antar agregat. Nilai flow menjadi kecil. Campuran aspal menjadi lebih kaku/rigid rentan mengalami *crack*/retak.

Saran-Saran

Berdasarkan simpulan di atas, maka dapat disarankan beberapa hal, sebagai berikut:

1. Penelitian ini tidak mengidentifikasi kuat tekan bongkaran beton. Penelitian berikutnya agar lebih jelas mengidentifikasi mutu beton, sehingga lebih bisa diprediksi pengaruhnya terhadap campuran aspal.
2. Mutu limbah beton yang lebih buruk ini, dapat dipergunakan ruas-ruas jalan dengan beban lalu lintas yang lebih ringan.
3. Penelitian berikutnya, mengingat mutu limbah beton yang lebih buruk ini dapat diimbangi dengan menggunakan bahan pengikat aspal modifikasi.