

KARAKTERISTIK MARSHALL ASPHALT CONCRETE-BINDER COURSE (AC-BC) DENGAN MENGGUNAKAN LIMBAH BETON SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR

Senja Rum Harnaeni¹⁾, Isyak Bayu M²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

²⁾Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

E-mail : srh289@ums.ac.id

Abstrak

Dalam pembuatan campuran Asphalt Concrete (AC) untuk lapis permukaan pada perkerasan lentur membutuhkan agregat dalam jumlah banyak. Penggunaan fresh aggregate yang terus menerus dalam jumlah yang besar akan menimbulkan masalah lingkungan di sekitar daerah penambangan tersebut. Pada penelitian ini untuk mengurangi penggunaan agregat baru (fresh aggregate) dicoba dengan pemanfaatan limbah beton untuk mengganti sebagian agregat kasar pada pembuatan campuran AC-BC (Asphalt Concrete- Binder Course). Selain itu pemanfaatan limbah beton yang berasal dari reruntuhan bangunan akibat gempa bumi, bongkaran bangunan, akibat kebakaran maupun limbah beton yang berasal dari kegagalan dalam pembuatan di pabrik beton pracetak, yang dalam jumlah banyak akan menimbulkan masalah negatif bagi lingkungan diharapkan dapat diatasi. Penelitian dimulai dengan pengujian bahan-bahan penyusun beton aspal (aspal, agregat kasar dan agregat halus) dan pengujian limbah beton sebagai pengganti sebagian agregat kasar, serta perancangan campuran beton aspal. Ketentuan aspal, agregat kasar dan agregat halus yang digunakan mengacu Spesifikasi Teknik Bina Marga tahun 2010. Jenis beton aspal yang akan digunakan pada penelitian ini adalah Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC) untuk Lapis Pengikat, sesuai dengan Spesifikasi Teknik Bina Marga tahun 2010. Selanjutnya menentukan rumus rancangan campuran beton aspal AC-BC berdasarkan nilai kadar aspal optimum. Karakteristik campuran beton aspal dan gradasi campuran agregat harus memenuhi Spesifikasi Teknik Bina Marga 2010. Kemudian dilakukan pengujian Marshall untuk mengetahui kinerja Lapis Pengikat pada Flexible Pavement, yaitu campuran AC-BC yang menggunakan limbah beton, pada berbagai variasi prosentase limbah beton sebagai pengganti sebagian agregat kasar, yaitu : 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. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seiring bertambahnya kadar limbah beton nilai stabilitas, flow, VMA dan VIM cenderung naik, sementara nilai MQ dan VFWA cenderung turun.

Kata kunci : Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC), Karakteristik Marshall, Limbah Beton

PENDAHULUAN

Menurut Sukirman (2003), di Indonesia terdapat berbagai macam jenis beton aspal campuran panas yang digunakan untuk lapisan perkerasan jalan. Perbedaannya terletak pada jenis gradasi agregat dan kadar aspal yang digunakan. Pemilihan jenis beton aspal yang akan digunakan di suatu lokasi, sangat ditentukan oleh jenis karakteristik beton aspal yang lebih diutamakan. Sebagai contoh, jika perkerasan jalan direncanakan akan digunakan untuk melayani lalu lintas kendaraan berat, maka sifat yang stabilitas lebih diutamakan. Ini berarti jenis beton aspal yang paling sesuai adalah beton aspal yang memiliki agregat campuran bergradasi baik. Pemilihan jenis beton aspal ini mempunyai konsekuensi pori dalam campuran menjadi sedikit, kadar aspal yang dapat dicampurkan juga berkurang, sehingga selimut aspal menjadi lebih tipis. Salah satu jenis beton aspal campuran panas yang ada di Indonesia saat ini adalah : Laston (Lapisan Aspal Beton) /AC (Asphalt Concrete). Laston/AC (Asphalt Concrete) adalah beton aspal bergradasi menerus yang digunakan

untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas berat. Karakteristik beton aspal yang terpenting pada campuran ini adalah stabilitas. Lapisan pengikat (*binder course*) merupakan lapisan perkerasan yang terletak dibawah lapisan aus (*wearing course*) dan diatas lapisan pondasi atas (*Base Course*). Beton aspal untuk lapisan pengikat (*binder course*) merupakan lapisan perkerasan yang tidak berhubungan langsung dengan cuaca, tetapi harus punya ketebalan dan kekakuan yang cukup untuk menerima beban lalu lintas dan juga akan meneruskan beban lalu lintas ke lapisan yang ada dibawahnya yaitu *Base Course* (lapisan pondasi atas), *Sub Base Course* (lapisan pondasi bawah) dan *Sub Grade* (tanah dasar). Laston sebagai lapisan pengikat, dikenal dengan nama AC-BC (*Asphalt Concrete – Binder Course*).

Dalam pembuatan campuran *Asphalt Concrete* (AC) ini membutuhkan agregat dalam jumlah banyak. Karena dalam struktur perkerasan 90-95% terdiri dari agregat. Penggunaan *fresh aggregate* yang terus menerus dalam jumlah yang besar tentu akan menimbulkan masalah lingkungan di sekitar daerah penambangan tersebut. Pada penelitian ini untuk mengurangi penggunaan *fresh aggregate* dicoba dengan pemanfaatan limbah beton untuk mengganti sebagian agregat kasar pada pembuatan campuran AC-BC (*Asphalt Concrete- Binder Course*), selain itu pemanfaatan limbah beton yang berasal dari reruntuhan bangunan akibat gempa bumi, bongkaran bangunan, akibat kebakaran maupun limbah beton yang berasal dari kegagalan dalam pembuatan di pabrik beton pracetak, yang dalam jumlah banyak akan menimbulkan masalah negatif bagi lingkungan diharapkan dapat diatasi.

Beton Aspal

Beton aspal adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Material-material pembentuk beton aspal dicampur di instalasi pencampur pada suhu tertentu, kemudian diangkut ke lokasi, dihamparkan dan dipadatkan. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang akan digunakan. Jika digunakan semen aspal maka suhu pencampuran umumnya 145 – 155 C, sehingga disebut beton aspal campuran panas (*hotmix*). Beton aspal yang menggunakan aspal cair dapat dicampur pada suhu ruang sehingga disebut *coldmix*

Karakteristik Beton Aspal

Tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh beton aspal adalah : stabilitas, keawetan/durabilitas, kelenturan/fleksibilitas, ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*), kekesatan permukaan/ketahanan geser, kedap air dan kemudahan pelaksanaan. Ketujuh sifat campuran beton aspal ini tak mungkin dapat dipenuhi sekaligus oleh satu jenis campuran. Sifat-sifat beton aspal mana yang dominan lebih diinginkan, akan menentukan jenis beton aspal yang dipilih. Hal ini sangat perlu diperhatikan ketika merancang tebal perkerasan jalan. Jalan yang melayani lalu lintas ringan sepantasnya lebih memilih jenis beton aspal yang mempunyai sifat durabilitas dan fleksibilitas yang tinggi, daripada memilih jenis beton aspal dengan stabilitas tinggi.

Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur dan *bleeding*. Kebutuhan akan stabilitas sebanding dengan fungsi jalan dan beban lalu lintas yang akan dilayani. Jalan yang melayani volume lalu lintas tinggi dan dominan terdiri dari kendaraan berat membutuhkan perkerasan jalan dengan stabilitas tinggi. Sebaliknya perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk melayani lalu lintas kendaraan ringan tidak perlu mempunyai nilai stabilitas tinggi.

Flow

Flow (Kelelahan) 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.

Marshall Quotient (MQ)

Yaitu hasil bagi stabilitas dan *flow*, yang digunakan sebagai indikator kelenturan potensial terhadap keretakan. Nilai *Marshall Quotient* dinyatakan dalam kg/mm.

VIM (Void In the Mix)

VIM adalah volume pori yang masih tersisa setelah campuran beton aspal dipadatkan. VIM yang terlalu besar akan mengakibatkan beton aspal padat berkurang kedekatan airnya sehingga berakibat meningkatnya proses oksidasi aspal yang dapat mempercepat penuaan aspal dan menurunkan sifat durabilitas beton aspal. VIM yang terlalu kecil mengakibatkan perkerasan mengalami *bleeding* jika temperatur meningkat.

VMA (Void in Mineral Aggregate)

VMA adalah volume pori di dalam beton aspal padat jika seluruh selimut aspal diabaikan. Tidak termasuk di dalam VMA volume pori di dalam masing-masing butir agregat. VMA akan meningkat jika selimut aspal lebih tebal, atau agregat yang digunakan bergradasi terbuka.

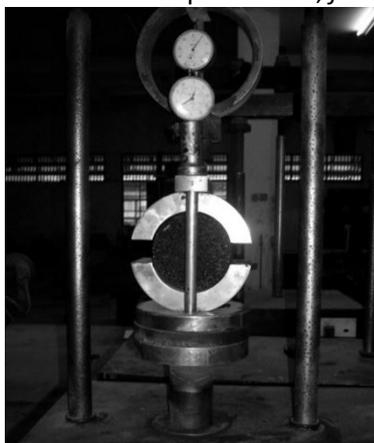
VFWA (Void Filled With Asphalt)

VFWA adalah volume pori beton aspal padat yang terisi oleh aspal, atau volume film/selimut beton.

METODE PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan pengujian bahan-bahan penyusun beton aspal (aspal, agregat kasar dan agregat halus) dan pengujian limbah beton sebagai pengganti sebagian agregat kasar, serta perancangan campuran beton aspal. Ketentuan aspal, agregat kasar dan agregat halus yang digunakan mengacu Spesifikasi Teknik Bina Marga tahun 2010. Jenis beton aspal yang akan digunakan pada penelitian ini adalah *Asphalt Concrete - Binder Course (AC-BC)* untuk Lapis Pengikat, sesuai dengan Spesifikasi Teknik Bina Marga tahun 2010.

Selanjutnya menentukan rumus rancangan campuran beton aspal AC-BC berdasarkan nilai kadar aspal optimum. Karakteristik campuran beton aspal dan gradasi campuran agregat harus memenuhi Spesifikasi Teknik Bina Marga 2010. Kemudian dilakukan pengujian *Marshall* untuk mengetahui kinerja Lapis Pengikat pada *Flexible Pavement*, yaitu campuran AC-BC yang menggunakan limbah beton, pada berbagai variasi prosentase limbah beton sebagai pengganti sebagian agregat kasar, yaitu : 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.



Gambar 1. Alat Test Marshall

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Hasil pengujian Agregat Kasar dan Agregat Halus

Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Kasar (Sumber: hasil penelitian dan Bina Marga 2010)

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Abrasi	20,48%	Max. 30%	Memenuhi
2.	Kelekatan terhadap aspal	100%	Min. 95%	Memenuhi
3.	Berat Jenis <i>Bulk</i>	2,51	-	-
4.	Berat Jenis SSD	2,54	-	-
5	Berat Jenis semu	2,6	-	-
6	Penyerapan air	1,24 %	< 3 %	Memenuhi

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Halus (Sumber: hasil penelitian dan Bina Marga 2010)

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Berat Jenis <i>Bulk</i>	2,54	-	-
2.	Berat Jenis SSD	2,57	-	-
3.	Berat Jenis semu	2,62	-	-
4.	Penyerapan air	1,11 %	< 3%	Memenuhi
5	<i>Sand Equivalent</i>	83,33 %	> 60%	Memenuhi

2. Hasil pengujian Limbah Beton

Tabel 3. Hasil Pengujian Limbah Beton (Sumber: hasil penelitian dan Bina Marga 2010)

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Abrasi	31,63%	Max. 30%	Tidak Memenuhi
2.	Kelekatan terhadap aspal	100%	Min. 95%	Memenuhi
3.	Berat Jenis <i>Bulk</i>	2,45	-	-
4.	Berat Jenis SSD	2,52	-	-
5	Berat Jenis semu	2,62	-	-
6	Penyerapan air	2,8 %	< 3 %	memenuhi

3. Hasil Pengujian Aspal

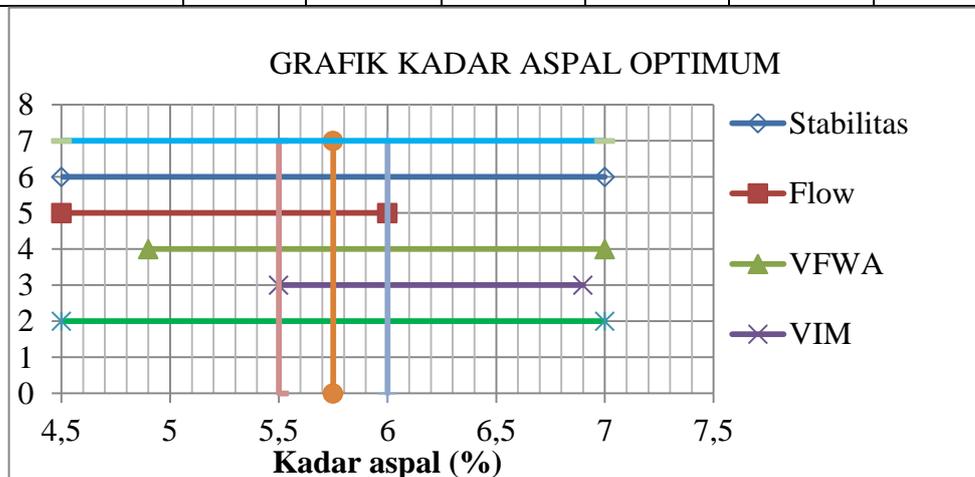
Tabel 4. Hasil Pengujian Aspal (Sumber: hasil penelitian dan Bina Marga 2010)

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Penetrasi	65,8	60-70	memenuhi
2.	Titik lembek	50°C	≥ 48°C	memenuhi
3.	Titik nyala & titik bakar	325°C	≥ 232°C	memenuhi
4.	Daktilitas	100 cm	≥ 100cm	memenuhi
5.	Berat Jenis	1,01	≥ 1,0	memenuhi

4. Hasil Pengujian Marshall

Tabel 5. Hasil Pengujian Karakteristik Marshall Campuran AC-BC (Sumber: hasil penelitian dan Bina Marga 2010)

Sifat marshall AC-BC	Spec	Kadar aspal (%)					
		4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00
Stabilitas (kg)	≥ 800	1110.68	1198.07	1299.18	1082.62	924.72	908.57
Flow (mm)	≥ 3	3.05	3.07	3.25	3.06	3.30	3.30
Marshall Quotient(kg/mm)	≥ 250	368.70	392.25	399.22	353.58	280.99	279.33
VMA (%)	≥ 15	19.49	18.94	18.40	19.54	19.15	18.46
VIM (%)	3-5	9.72	8.01	6.29	6.53	4.98	3.07
VFWA (%)	≥ 65	50.22	57.98	65.80	67.07	74.24	83.47



Gambar 2. Rangkuman Kadar Aspal yang Menghasilkan Karakteristik Campuran Aspal Sesuai Spesifikasi AC - BC

Dalam penelitian ini diperoleh kadar aspal optimum sebesar 5,75 %.

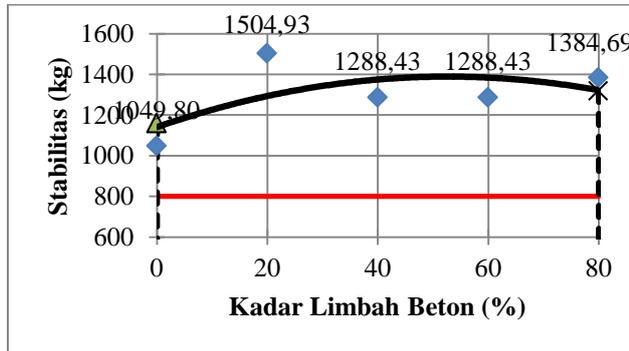
5. Hasil Pengujian AC-BC Dengan Limbah Beton Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar

Tabel 6. Hasil Pengujian Marshall campuran AC-BC dengan limbah beton (sumber: hasil penelitian dan Bina Marga 2010)

Sifat marshall AC-BC	Spec	Variasi Limbah Beton (%)				
		0	20	40	60	80
Stabilitas (kg)	≥ 800	1049,80	1504,93	1288,43	1288,43	1384,69
Flow (mm)	≥ 3	2,92	3,77	10,71	10,63	11,81
Marshall Quotients(kg/mm)	≥ 250	315,45	279,51	144,18	122,99	119,72
VMA (%)	≥ 15	18,12	18,27	23,00	25,49	26,99
VIM (%)	3-5	4,77	4,94	10,44	13,34	15,08
VFWA (%)	≥ 65	73,69	74,73	56,21	47,77	44,24

6. Karakteristik Marshall AC-BC Dengan Menggunakan Limbah Beton Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar

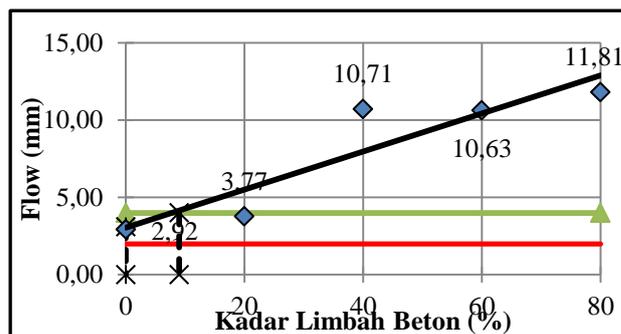
Hubungan variasi kadar limbah beton dengan nilai stabilitas



Gambar 3. Hubungan kadar limbah beton dengan stabilitas

Berdasarkan Gambar 3 dapat diketahui bahwa nilai stabilitas cenderung bertambah pada kadar limbah beton yang lebih besar.

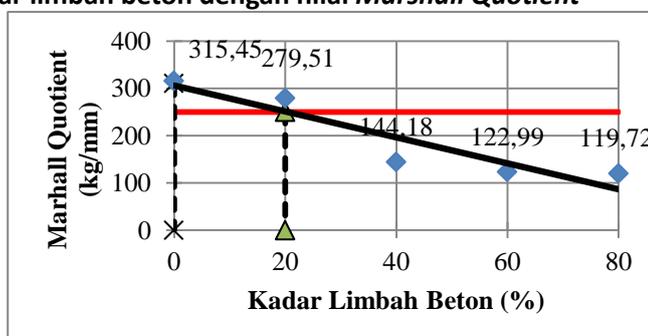
Hubungan variasi kadar limbah beton dengan nilai Flow



Gambar 4. Hubungan kadar limbah beton dengan Flow

Gambar 4 menunjukkan nilai *flow* cenderung mengalami kenaikan pada variasi kadar limbah beton yang lebih besar.

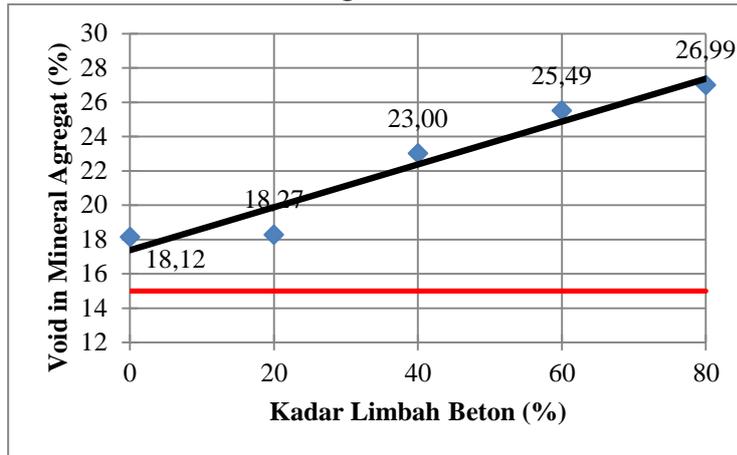
Hubungan variasi kadar limbah beton dengan nilai Marshall Quotient



Gambar 5. Hubungan kadar limbah beton dengan Marshall Quotient

Gambar 5 menunjukkan, semakin banyak limbah beton maka semakin kecil nilai *marshall quotient* yang di peroleh

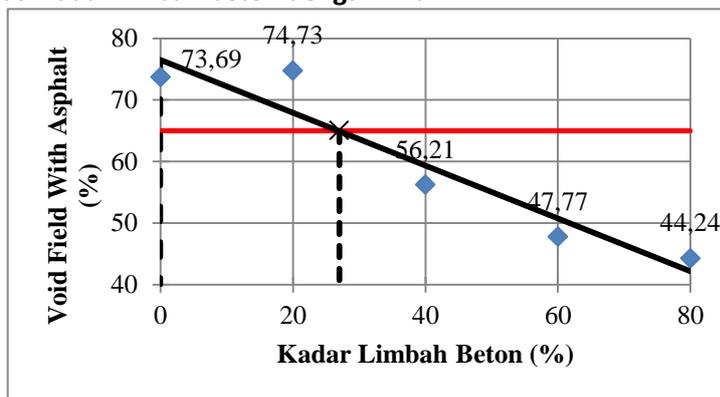
6.4. Hubungan variasi kadar limbah beton dengan nilai VMA



Gambar 6. Hubungan kadar limbah beton dengan VMA

Gambar 6 menunjukkan bahwa nilai *void in mineral agregat* (VMA) cenderung semakin bertambah pada kadar limbah beton yang lebih besar.

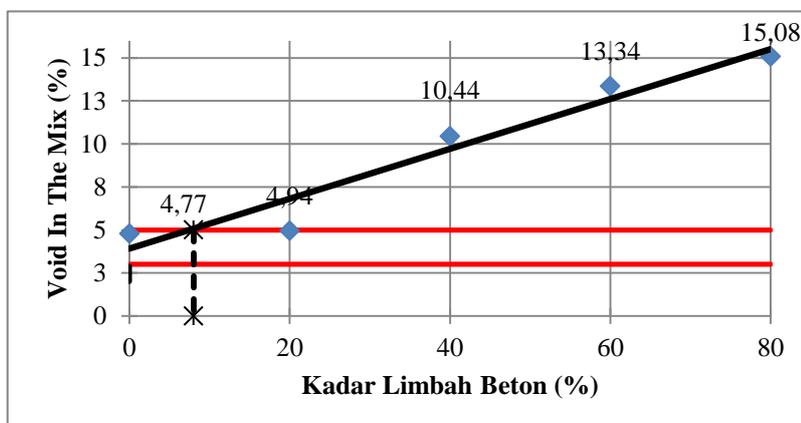
6.5. Hubungan variasi kadar limbah beton dengan nilai VFWA



Gambar 7. Hubungan kadar limbah beton dengan VFWA

Gambar 7 menunjukkan semakin besar kadar limbah beton yang digunakan maka semakin kecil nilai VFWA.

6.6. Hubungan variasi kadar limbah beton dengan nilai VIM



Gambar 8. Hubungan kadar limbah beton dengan VIM

Gambar 8 menunjukkan nilai *VIM* yang masuk dalam spesifikasi hanya sedikit, dan semakin banyak limbah beton nilai *VIM* cenderung semakin besar.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- a. Dari hasil pengujian limbah beton diperoleh: Keausan limbah beton 20,60%, Berat jenis bulk, berat jenis SSD, berat jenis semu dan penyerapan limbah beton berturut-turut 2,45; 2,52; 2,62 dan 2,8%, Kelekatan aspal terhadap limbah beton 100%
- b. Hasil pengujian campuran *AC-BC* dengan menggunakan limbah beton sebagai pengganti sebagian agregat kasar menunjukkan bahwa seiring bertambahnya jumlah kadar limbah beton nilai stabilitas, *flow*, *VMA* dan *VIM* cenderung naik, sementara nilai *MQ* dan *VFWA* cenderung turun.

Daftar Pustaka :

Hardiyatmo, H.C., 2007, *Pemeliharaan Jalan Raya*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

Hardiyatmo, H.C., 2011, *Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

Kementrian Pekerjaan Umum, 2010, *Spesifikasi Umum 2010*, Direktorat Jendral Bina Marga.

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

Tjokrodinuljo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.