

KINERJA MARSHALL CAMPURAN BERASPAL PANAS LAPIS (AC-BC) MENGGUNAKAN LIMBAH BETON

Galih Wulandari Subagyo, ST.,MT¹⁾

Dr. Indramaha, S.T.,MT²⁾

Mahasiswa Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Trisakti

Dosen Fakultas Teknologi dan Design, Universitas Pembangunan Jaya

email : galihwulandarisubagyo@gmail.com

Dosen Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Trisakti

Abstract

In a State infrastructure development is needed for the progress of a nation. This is very important. It should be seen in terms of social, economic, and also have a positive interest because they have to increase development and economy. However, in the past will require new material. One effort to get new material is by mining sand or rock from the volcanic lava flow deposits. The aforementioned issues are a strong driver in the development of asphalt pavement technology to obtain durable, inexpensive and environmentally friendly pavements including in Indonesia, which helps minimize the existence of natural destruction, one of which is related to using water material for paving new roads has done a lot. One of the waste materials that will be tried to be replaced by new aggregates in this study is concrete waste. variation of concrete waste of 0%, 5%, 10%, 15% of the total new aggregate. Then testing the object of the test with the Marshall test method obtained results of Marshall characteristics on the test. Based on the results of the study, the use of concrete waste as coarse aggregate on Marshall kararteristic values in the AC-BC mixture. The greater absorption of concrete waste causes asphalt to be absorbed more than when mixed without using concrete waste. From the analysis results obtained negative values, VMA, VIM and Marshall Quotient increase the increase, while the flow value and VFB increase decrease with increasing levels of concrete waste. The highest value was obtained at 15% concrete waste content that is 1807.1kg, the highest VMA value was obtained at 15% waste content that was 18.81%, the greatest VIM value was obtained at 15% concrete waste content level that was 10.06%, Marshall value The highest was obtained at 5% concrete waste content which was 748.70kg / mm, the highest flow value was obtained at 15% concrete waste content which was 5.82mm and the highest VFB value was obtained at normal levels that was 99.91%.

Keywords: *Asphalt Concrete Binder Course , Recycle Concrete Aggregate, Marshall Characteristics*

PENDAHULUAN

Di dalam sebuah Negara pembangunan infastruktur sangat dibutuhkan untuk kemajuan suatu bangsa. Hal tersebut tentunya mempuyai efek positif dan negatif. Bila ditinjau dari aspek sosial, ekonomi, serta kebudayaan mempunyai dampak positif karena bertujuan untuk meningkatkan pembangunan dan ekonomi. Akan tetapi apabila di lihat dari segi konservasi lingkungan tentunya hal tersebut mempunyai dampak negatif dimana semakin tinggi tingkat pembangunan maka semakin tinggi pula kebutuhan akan material baru. Salah satu upaya untuk mendapatkan material baru adalah dengan melakukan penambangan pasir ataupun batu dari hasil endapan aliran lahar gunung berapi. Isu-isu yang disebutkan di atas merupakan pendorong yang kuat dalam pengembangan teknologi perkerasan aspal untuk memperoleh perkerasan yang awet, murah dan ramah lingkungan termasuk di Indonesia, yang tentunya meminimalisir adanya perusakan alam. Salah satunya dengan menggunakan bahan limbah untuk perkerasan jalan yang baru sudah banyak dilakukan. Salah satu bahan limbah yang akan dicoba untuk mengganti agregat baru pada penelitian ini yaitu limbah beton. Variasi limbah beton menggunakan 0%, 5%, 10%, 15% terhadap total agregat baru. Kemudian dilakukan pengujian terhadap benda uji tersebut dengan metode *marshall test* sehingga didapat hasil karakteristik *Marshall* pada campuran tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah apakah limbah beton masuk dalam spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 (Revisi 3) dan bagaimana perbandingan nilai Kadar Aspal Optimum di tiap variasi agregat yang berbeda.

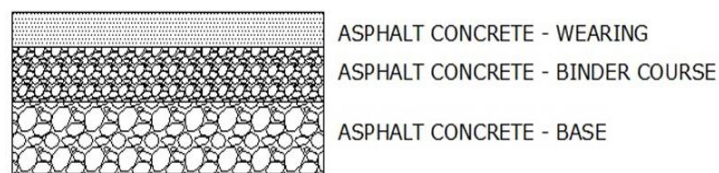
TINJAUAN PUSTAKA

Beton Aspal

Beton aspal adalah teknologi pelapisan aspal dengan cara mencampur terlebih dahulu agregat dengan aspal pada temperature panas, kemudian baru digelar dalam kondisi panas atau dingin dan dipadatkan hingga mencapai kepadatan tertentu. Bila pemadatan telah selesai dan suhu permukaan telah berada dibawah 60 °C, baru boleh dibuka untuk lalu lintas umum. Dibandingkan dengan jenis konstruksi sebelumnya, beton aspal mempunyai banyak keuntungan, antara lain pelaksanaan pekerjaan akan lebih cepat, kepadatan lapisan mudah tercapai, aspal akan meningkat sifat tahan terhadap panasnya karena tercampur dengan filler (Van Dormon, 1953, dalam Ir. Soehartono, 2015).

Laston

Menurut Bina Marga 2010 Divisi 6 Revisi 3 untuk campuran beton aspal terdiri atas agregat bergradasi menerus dan aspal keras, yang dicampur, dihamparkan, dan dipadatkan dalam keadaan panas pada temperatur tertentu. Temperatur pencampuran ditentukan berdasarkan jenis dan karakteristik aspal yang digunakan. Sedangkan yang dimaksud gradasi menerus adalah komposisi yang menunjukkan pembagian butir yang merata mulai dari ukuran yang terbesar sampai dengan ukuran yang terkecil (Rindu Twidi Bethary, 2018).



Gambar 1 Konstruksi Lapisan Pondasi Atas (Base), Lapisan Pengikat (Binder Course) dan Lapisan Permukaan (Wearing Course)

Agregat

Agregat merupakan bahan utama untuk struktur jalan, adalah sekumpulan butir-butir batu pecah dan pasir atau mineral yang lain, baik hasil dari alam maupun buatan. Lapis perkerasan mengandung 90-95% agregat berdasarkan persen berat campuran atau 75-85% agregat berdasarkan persen volume campuran. Agregat yang digunakan harus dalam keadaan bersih dari kotoran, bahan-bahan organik atau bahan lain yang tidak dikehendaki karena akan mengurangi kinerja campuran (Hardiyatmo, 2011).

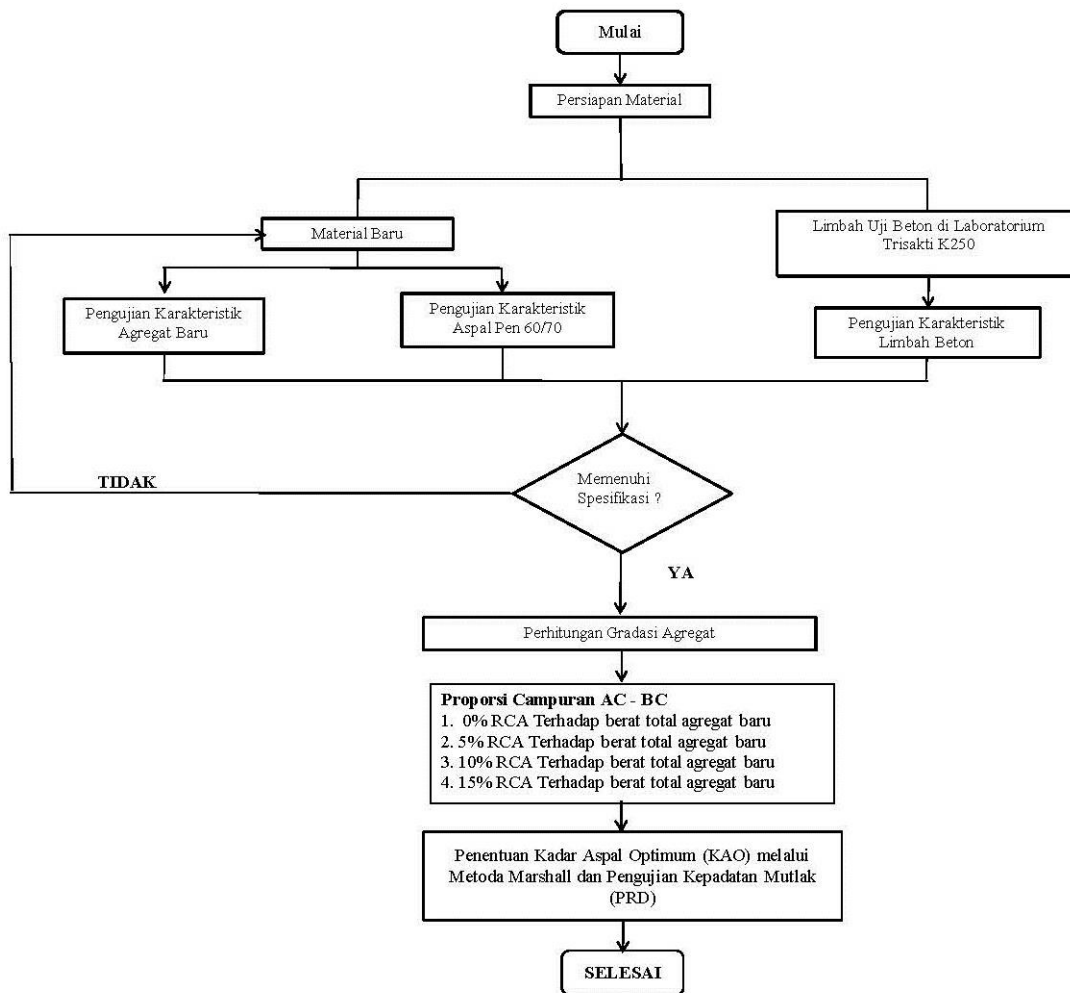
Aspal

Menurut Sukirman, 2003 aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Jadi, aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, dan kembali membeku jika temperatur turun. Bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan.

METODE PENELITIAN

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara percobaan yang dilakukan di beberapa laboratorium, Laboratorium Institute Teknologi Bandung (ITB) dan Laboratorium Universitas Trisakti Jakarta.

Sebelum masuk dalam uji campuran maka dilakukan pengujian propestis dari masing-masing material, apabila pengujian material sudah sesuai oleh spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 Divisi 6 (Revisi 3) maka dilakukan pengujian *marshall*, rendaman *marshall* dan kepadatan mutlak untuk mendapatkan kadar aspal optimum (KAO).



Gambar.2. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gradasi Agregat

Amplop Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Aspal AC Lapis Antara/AC-BC. Gradasi campuran AC-BC yang selanjutnya disebut campuran HMA dirancang dengan memperhatikan batasan yang ditetapkan dalam Spesifikasi Umum Jalan dan Jembatan Bina Marga Tahun 2010 Divisi 6 (Revisi 3). Rancangan gradasi dalam penelitian ini dipilih terletak di atas kurva Fuller (gradasi halus), dimana diharapkan adanya keseragaman yang lebih baik pada penimbangan untuk masing-masing contoh uji/sampel (Maha, 2015). Rancangan dan kurva gradasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel.1 Rancangan Gradasi Agregat Yang Digunakan Dalam Penelitian

NO. SARINGAN	SPEK	BARU 95%	RCA 5%	BARU 90%	RCA 10%	BARU 85%	RCA 15%
1	0	0	0	0	0	0	0
3/4	5	4,44	0,56	3,89	1,11	3,33	1,67
1/2	12,5	11,11	1,39	9,72	2,78	8,33	4,17
3/8	8,5	7,56	0,94	6,61	1,89	5,67	2,83

4	19	16,89	2,11	14,78	4,22	12,67	6,33
8	15,5	15,5	0	15,5	0	15,5	0
16	11,5	11,5	0	11,5	0	11,5	0
30	8	8	0	8	0	8	0
50	6,5	6,5	0	6,5	0	6,5	0
100	4,5	4,5	0	4,5	0	4,5	0
200	3	3	0	3	0	3	0
pan	6	6	0	6	0	6	0
	100	95	5	90	10	85	15

Hasil Pengujian Material Agregat

Material (Agregat kasar, agregat medium dan abu batu) yang digunakan sebagai bahan campuran perkerasan adalah material yang berasal dari Loji Sungai Cigentis Provinsi Jawa Barat. Hasil pengujian agregat ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2 . Hasil Pengujian Agregat

No.	PENGUJIAN	METODA	HASIL PENGUJIAN				NILAI PERSYARATAN BINA MARGA 2010
1.	Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan NaSO ₄ atau MgSO ₄	SNI 3407:2008	2,16%				Maks. 12%
2.	Abrasi dengan mesin Los Angles	SNI 2417:2008	24,25%				Maks. 30%
3.	Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 2439 :2011	99%				Min. 95%
4.	Butir Pecah Pada Agregat Kasar	SNI 7619:2012	95%				95/90 *)
5.	Kadar Lumpur	SNI-S-04-1998F,1989	3,51%				≤ 5 %
6.	Partikel Pipih	ASTM D4791	7,83%				Maks. 10%
	Partikel Kelonjongan		8,39%				Maks. 10%
7.	Berat Jenis	SNI 03-1969-1990	Bulk	SSD	App	Abs	
	Ukuran Saringan 1"		-	-	-	-	- Absorbsi
	Ukuran Saringan 3/4"		2,63	2,68	2,67	1,82	< 3%
	Ukuran Saringan 1/2"		2,62	2,67	2,76	1,88	- Perbedaan
	Ukuran Saringan 3/8"		2,57	2,60	2,61	1,35	agregat kasar
	Ukuran Saringan No. 4		2,63	2,68	2,75	1,67	dan agregat
	Ukuran Saringan No. 8		2,59	2,60	2,61	-	halus <0,2%
	Ukuran Saringan No. 16		2,63	2,66	2,70	-	
	Ukuran Saringan No.30		2,62	2,63	2,66	-	
	Ukuran Saringan No.50		2,58	2,59	2,60	-	
	Ukuran Saringan No. 100		2,65	2,60	2,69	-	
	Ukuran Saringan No. 200		2,65	2,67	2,71	-	

Aspal

Aspal yang digunakan sebagai bahan campuran perkerasan adalah aspal Pen 60/70 Shell. Hasil pengujian aspal pen 60/70 ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Aspal Pen 60/70

NO.	JENIS PENGUJIAN	METODA PENGUJIAN	NILAI PERSYARAAN DARI BINA MARGA 2014	HASIL PENGUJIAN
1.	Penetrasi Pada 25°C (0,1 mm)	SNI 06-2456-1991	60-70	64
2.	Penetrasi Pada 35°C (0,1 mm)	SNI 06-2456-1991	-	159,2
3.	Penetrasi Pada 45°C (0,1 mm)	SNI 06-2456-1991	-	224,2
4.	Viskositas Saybolt Furol Suhu Pematatan Ideal	AASHTO T72-90	-	140°C

	Suhu Pencampuran Ideal	dan AASHTO T54-6		150°C
5.	Titik lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48 °C	50,5 °C
6.	Daktilitas 25°C, (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100cm	> 100cm
7.	Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232 °C	355 °C
8.	Kelarutan dalam Trichloroethylene (%)	AASHTO T44-03	≥ 99%	99,95%
9.	Berat Jenis	SNI 2441:2001	≥ 1,0	1,026
Pengujian Residu Hasil TFOT (SNI-06-2240-1991) atau RTFOT (SNI-03-6835-2002) :				
10.	Berat yang hilang (%)	SNI 06-2441-1991	≤ 0,8%	0,0068%
11.	Penetrasi Pada 25°C (0,1 mm)	SNI 06-2456-1991	≥ 54	61,60
12.	Penetrasi Pada 35°C (0,1 mm)	SNI 06-2456-1991	-	135
13.	Penetrasi Pada 45°C (0,1 mm)	SNI 06-2456-1991	-	176
14.	Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100cm	> 100cm
15.	Titik Lembek °C		-	56,5 °C

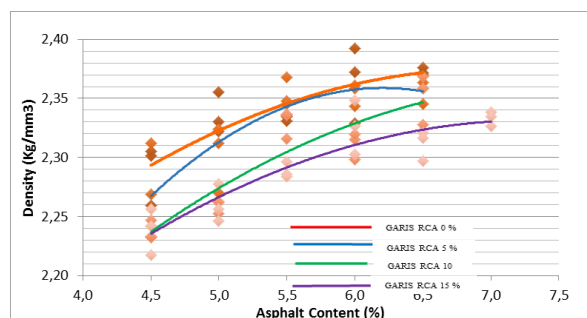
Limbah Beton

Mutu beton yang digunakan adalah beton silinder bekas uji kuat tekan K250 yang terdapat di Laboratorium Universitas Trisakti. Hasil pengujian limbah beton ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Limbah Beton

No.	PENGUJIAN	METODA	HASIL PENGUJIAN				NILAI PERSYARATAN BINA MARGA 2010
1.	Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan NaSO4 atau MgSO4	SNI 3407:2008	4,69%				Maks. 12%
2.	Abrasi dengan mesin Los Angles	SNI 2417:2008	17,63%				Maks. 30%
3.	Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 2439 :2011	98%				Min. 95%
4.	Butir Pecah Pada Agregat Kasar	SNI 7619:2012	95%				95/90 *)
5.	Partikel Pipih Partikel Kelonjongan	ASTM D4791	9,032% 9,31%				Maks.10% Maks.10%
6.	Berat Jenis	SNI 03-1969-1990	Bulk	SSD	App	Abs	
	Ukuran Saringan 1"		-	-	-	-	- Absorpsi
	Ukuran Saringan 3/4"		2,50	2,54	2,62	1,94	< 3%
	Ukuran Saringan 1/2"		2,50	2,54	2,62	1,96	- Perbedaan
	Ukuran Saringan 3/8"		2,53	2,58	2,66	1,98	agregat
	Ukuran Saringan No. 4		2,51	2,56	2,63	1,94	kasar dan
	Ukuran Saringan No. 8		-	-	-	-	agregat
	Ukuran Saringan No. 16		-	-	-	-	halus
	Ukuran Saringan No.30		-	-	-	-	<0,2%
	Ukuran Saringan No.50		-	-	-	-	
	Ukuran Saringan No. 100		-	-	-	-	
	Ukuran Saringan No. 200		-	-	-	-	

Hasil Karakteristik Marshall Density

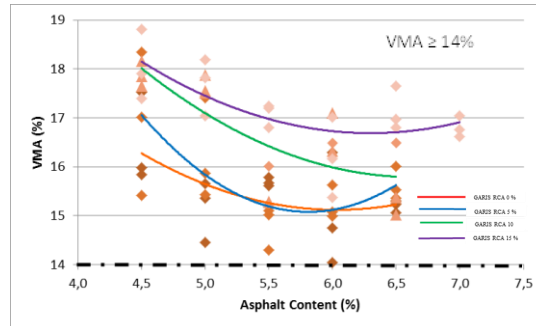


Gambar 3. Grafik Hubungan Density

dengan RCA 0%, 5%, 10%, 15%

Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai *density* semakin rendah apabila ditambahkan kadar limbah beton. Hal ini disebabkan limbah beton memiliki berat jenis yang lebih kecil yaitu $\pm 2,5$ sedangkan agregat baru mempunyai berat jenis $\pm 2,6$. Dimana kadar limbah beton 0% menggunakan agregat baru tanpa campuran limbah beton.

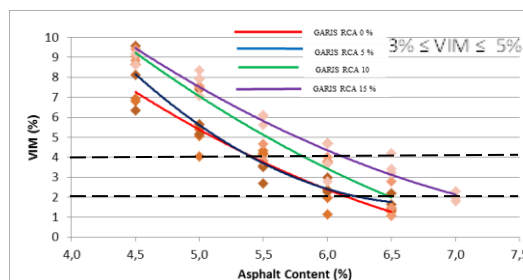
Rongga Dalam Agregat (VMA)



Gambar 4. Grafik Hubungan VMA dengan Limbah Beton 0%, 5%, 10%, 15%

Gambar 4. menunjukkan bahwa nilai Rongga Dalam Agregat (VMA) cenderung semakin bertambah pada kadar limbah beton yang lebih besar. Hal ini disebabkan karena agregat limbah beton mempunyai nilai penyerapan lebih tinggi dibandingkan dengan agregat baru. Apabila mengacu pada gambar komponen campuran beraspal secara volumetrik dalam pedoman teknik No.28/T/BM/1999 bahwa Rongga Dalam Agregat (VMA) dipengaruhi oleh nilai penyerapan dari material agregat.

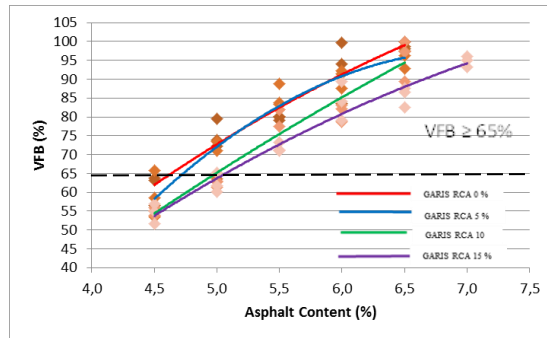
Rongga Dalam Campuran (VIM)



Gambar 5. Grafik Hubungan VIM dengan Limbah Beton 0%, 5%, 10%, 15%

Berdasarkan Gambar 5. diatas didapatkan nilai VIM semakin bertambahkadar limbah beton maka kebutuhan aspal juga semakin meningkat yang masuk dalam spesifikasi. Hal ini terkait dengan VMA, dimana campuran yang mengandung *limbah beton* nilai VMA nya lebih besar dibandingkan dengan tanpa limbah beton. Dengan jumlah kadar aspal yang sama. Seiring dengan nilai VMA yang semakin besar maka nilai VIM juga akan semakin besar.

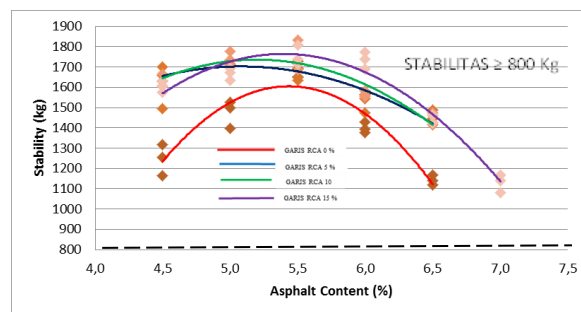
Rongga Terisi Aspal (VFB)



Gambar 6. Grafik Hubungan VFB dengan Limbah Beton 0%, 5%, 10%, 15%

Gambar 6. semakin besar kadar limbah beton yang digunakan maka semakin kecil nilai VFB. Hal ini disebabkan karena aspal yang seharusnya mengisi rongga terabsorpsi oleh agregat limbah beton yang memang memiliki nilai penyerapan lebih besar.

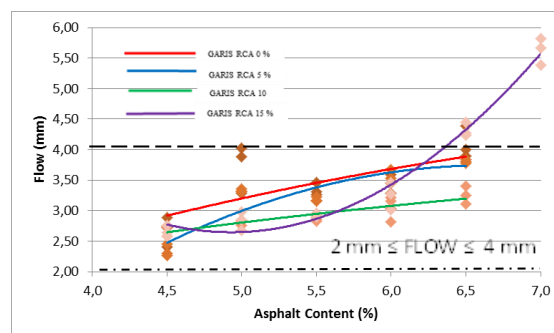
Stabilitas



Gambar 7. Grafik Hubungan Stabilitas dengan Limbah Beton 0%, 5%, 10%, 15%

Gambar 7. menunjukkan hasil pengujian stabilitas pada variasi limbah beton yang digunakan. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa nilai stabilitas cenderung bertambah pada kadar limbah beton yang lebih besar. Hal ini terjadi dapat disebabkan oleh tingkat kekuatan *limbah beton* lebih baik di bandingkan agregat baru yang ditunjukkan oleh nilai abrasi limbah beton lebih kecil dibandingkan nilai abrasi dari agregat baru. Dengan demikian dapat diartikan dalam hal kemampuan menahan beban campuran limbah beton K-250 lebih baik dibandingkan dengan agregat baru.

Flow

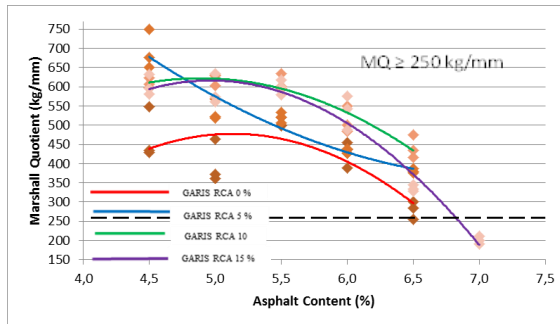


Gambar 8. Grafik Hubungan Flow

dengan Limbah Beton 0%, 5%, 10%, 15%

Gambar 8. menunjukkan nilai flow cenderung mengalami penurunan pada variasi kadar limbah beton yang lebih besar. Hal ini disebabkan karena limbah beton mutu K-250 menyerap aspal lebih tinggi, sehingga kebutuhan aspal pada campuran menjadi meningkat.

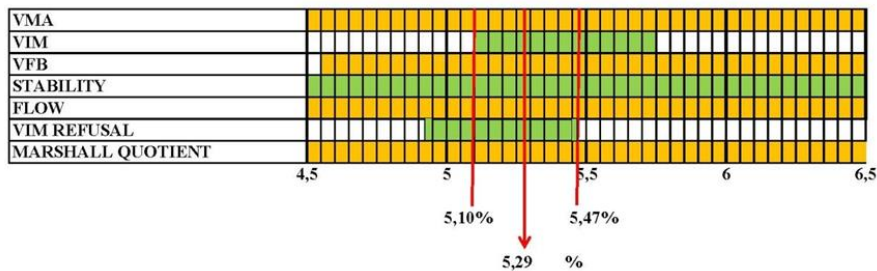
Marshall Quotient (MQ)



Gambar 9. Grafik Hubungan *Marshall Quotient* dengan Limbah Beton 0%, 5%, 10%, 15%

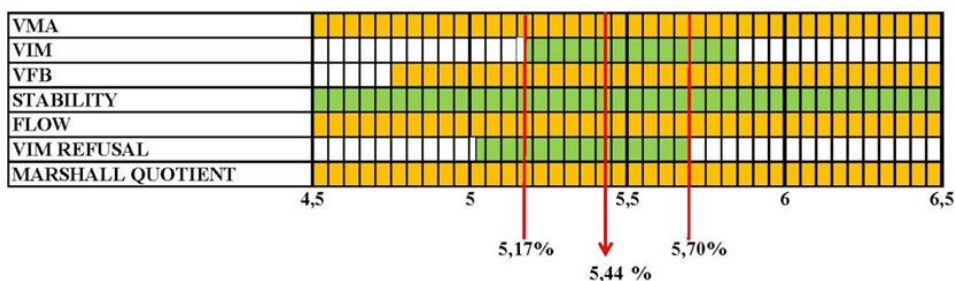
Pada Gambar 9. di atas di atas menunjukkan nilai *Marshall Quotient* cenderung mengalami kenaikan pada kadar limbah beton yang besar. Hal ini dikarenakan pada kadar limbah beton yang lebih besar nilai stabilitasnya besar sedangkan nilai flow kecil.

Dari hasil pengujian sifat-sifat *Marshall* sebagai acuan untuk mendapatkan kadar aspal optimum, kemudian setelah itu melakukan pengujian Kepadatan Mutlak. Dengan menghasilkan nilai Kadar Aspal Optimum, dapat dilihat pada Gambar 10 sampai Gambar 13.



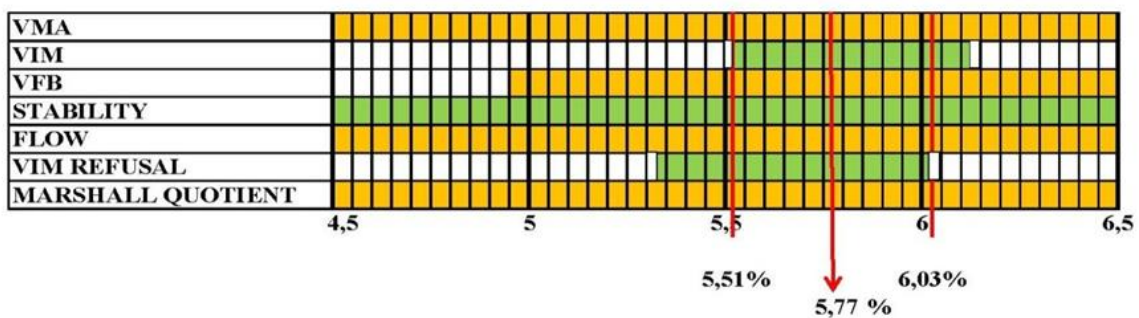
Gambar 10. Kadar aspal optimum campuran Limbah Beton 0%

Gambar 10 menunjukkan nilai *Void In Mix* (VIM) turun dengan bertambahnya kadar aspal baik nilai VIM *marshall* maupun VIM *refusal*. Pada kadar aspal yang sama nilai VIM *refusal* lebih kecil dibanding dengan VIM *marshall*. Kecilnya VIM *refusal* dipengaruhi oleh pemadatan yang kepadatan yang lebih besar seperti Gambar IV.39. Batasan untuk VIM campuran beton aspal laston AC-BC menurut Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 (Revisi 3) minimum 3% dan maksimum 5%, sedangkan untuk batasan VIM *refusal* minimum 2%. Kadar aspal optimum *refusal* (KAO *refusal*) yang memenuhi persyaratan berada pada rentang 5,10% dan 5,47%, sehingga (KAO *refusal*) diperoleh sebesar 5,29%.



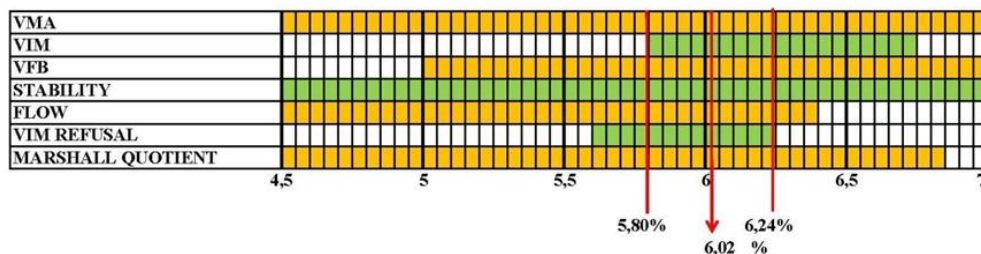
Gambar 11. Kadar aspal optimum campuran Limbah Beton 5%

Gambar 11. menunjukkan nilai *Void In Mix* (VIM) turun dengan bertambahnya kadar aspal baik nilai VIM *marshall* maupun VIM *refusal*. Pada kadar aspal yang sama nilai VIM *refusal* lebih kecil dibanding dengan VIM *marshall*. Kecilnya VIM *refusal* dipengaruhi oleh pemadatan yang kepadatan yang lebih besar. Batasan untuk VIM campuran beton aspal laston AC-BC menurut Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 (Revisi 3) minimum 3% dan maksimum 5%, sedangkan untuk batasan VIM *refusal* minimum 2%. Kadar aspal optimum *refusal* (KAO *refusal*) yang memenuhi persyaratan berada pada rentang 5,17% dan 5,70%, sehingga (KAO *refusal*) diperoleh sebesar 5,44%.



Gambar 12. Kadar aspal optimum campuran Limbah Beton 10%

Gambar 12. menunjukkan nilai *Void In Mix* (VIM) turun dengan bertambahnya kadar aspal baik nilai VIM *marshall* maupun VIM *refusal*. Pada kadar aspal yang sama nilai VIM *refusal* lebih kecil dibanding dengan VIM *marshall*. Kecilnya VIM *refusal* dipengaruhi oleh pemadatan yang kepadatan yang lebih besar. Batasan untuk VIM campuran beton aspal laston AC-BC menurut Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 (Revisi 3) minimum 3% dan maksimum 5%, sedangkan untuk batasan VIM *refusal* minimum 2%. Kadar aspal optimum *refusal* (KAO *refusal*) yang memenuhi persyaratan berada pada rentang 5,51% dan 6,03%, sehingga (KAO *refusal*) diperoleh sebesar 5,77%.



Gambar 13. Kadar aspal optimum campuran Limbah Beton 15%

Gambar 13. menunjukkan nilai *Void In Mix* (VIM) turun dengan bertambahnya kadar aspal baik nilai VIM *marshall* maupun VIM *refusal*. Pada kadar aspal yang sama nilai VIM *refusal* lebih kecil dibanding dengan VIM *marshall*. Kecilnya VIM *refusal* dipengaruhi oleh pemadatan yang kepadatan yang lebih besar. Batasan untuk VIM campuran beton aspal laston AC-BC menurut Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 (Revisi 3) minimum 3% dan maksimum 5%, sedangkan untuk batasan VIM *refusal* minimum 2%. Kadar aspal optimum *refusal* (KAO *refusal*) yang memenuhi persyaratan berada pada rentang 5,80% dan 6,24%, sehingga (KAO *refusal*) diperoleh sebesar 6,02%.

KESIMPULAN

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

1. Dari hasil pengujian limbah beton diperoleh:
 - a. Keausan limbah beton 17,63%.
Nilai keausan agregat baru adalah 24,25%.
 - b. Kelekatan aspal terhadap limbah beton 98%.
Kelekatan aspal terhadap limbah beton 99%.
 - c. Berat jenis agregat baru lebih tinggi yaitu sekitar 2,63 dibandingkan dengan berat jenis limbah beton yaitu 2,50.
2. Dari hasil analisa diperoleh nilai stabilitas, VMA, VIM dan Marshall Quotient mengalami kenaikan, sedangkan nilai flow dan VFB mengalami penurunan seiring penambahan kadar limbah beton. Nilai stabilitas paling tinggi diperoleh pada kadar limbah beton 15% yaitu 1807,1kg, nilai VMA paling besar diperoleh pada kadar limbah beton 15% yaitu 18,81%, nilai VIM paling besar diperoleh pada kadar limbah beton 15% yaitu 10,06%, nilai Marshall Quotient paling besar diperoleh pada kadar limbah beton 5% yaitu 748,70kg/mm, nilai flow paling besar diperoleh pada kadar limbah beton 15% yaitu 5,82mm dan nilai VFB paling besar diperoleh pada pada kadar limbah beton 10% yaitu 99,92%. Dan Kadar Aspal Optimum yang didapatkan berbeda-beda yaitu untuk kadar Recycle Concrete Aggregate (RCA) 0% adalah 5,29 %, kadar Recycle Concrete Aggregate (RCA) 5% adalah 5,44%, kadar Recycle Concrete Aggregate (RCA) 10% adalah 5,77% dan kadar Recycle Concrete Aggregate (RCA) 15% adalah 6,02%.
3. Limbah Beton dengan mutu beton K-250 memenuhi Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 (Revisi 3).
4. Secara prosedur Marshall penggunaan Limbah Beton 0%, dengan mutu beton K-250, untuk kadar 5%,10%, 15% memenuhi, hanya saja apabila ditambahkan kadar Limbah Beton maka kadar aspal meningkat.

SARAN

Penelitian dapat dikembangkan dengan menggunakan variasi kadar *Limbah Beton* yang lebih banyak dengan mutu beton yang berbeda atau bisa juga dengan bongkaran bangunan yang tidak terpakai.

DAFTAR PUSTAKA

- Bethary, R.T., 2018, Campuran Beraspal Menggunakan Reclaimed Asphalt Pavement dan Agregat Slag Baja program doktor Sistem dan Teknik Jalan Raya (STJR), Institut Teknologi Bandung.
- Hardiyatmo,H.C., 2011, Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Indramaha, 2015, Perkembangan model modulus resilien dan kuat fatigue dari campuran hangat AC lapis antara (AC-BC) memakai material RAP (Reclaimed Asphalt Pavement), Institut Teknologi Bandung (ITB).
- Kementrian Pekerjaan Umum, 2010, Spesifikasi Umum 2010, Direktorat Jendral Bina Marga.
- Kementrian Pekerjaan Umum 1999, Pedoman perencanaan campuran beraspal dengan pendekatan kepadatan mutlak, Direktorat Jendral Bina Marga
- Soehartono, 2015 Teknologi Aspal dan Penggunaannya dalam Konstruksi Perkerasan Jalan..
- Sukirman, Silvia, 2003, Beton Aspal Campuran Panas. Jakarta: Granit. Sukirman, S. 1999. Perkerasan Lentur Jalan Raya, Bandung.

