

# TINJAUAN STABILITAS PADA LAPISAN AUS DENGAN MENGGUNAKAN LIMBAH BETON SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT KASAR

Senja Rum Harnaeni<sup>1</sup>, Arys Andhikatama<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417  
E-mail : srh289@ums.ac.id

## Abstrak

Dalam pembuatan campuran *Asphalt Concrete* (AC) untuk lapis aus 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-WC (*Asphalt Concrete- Wearing 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 Wearing Course* (AC-WC) gradasi kasar untuk Lapis Aus, sesuai dengan Spesifikasi Teknik Bina Marga tahun 2010. Selanjutnya menentukan rumus rancangan campuran beton aspal AC-WC 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 Aus pada *Flexible Pavement*, yaitu campuran AC-WC 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. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai stabilitas cenderung bertambah pada kadar limbah beton yang lebih besar.

**Kata kunci :** *Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC), Karakteristik Marshall, Stabilitas, Limbah Beton*

## Pendahuluan

Menurut Sukirman (2003), di Indonesia terdapat berbagai macam jenis beton aspal campuran panas yang digunakan untuk lapisan perkerasan jalan. Perbedaanannya 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. Beton aspal untuk lapisan aus (*wearing course*) merupakan lapisan perkerasan yang berhubungan langsung dengan ban kendaraan, sehingga harus kedap air, tahan terhadap cuaca dan mempunyai kekesatan yang disyaratkan. Laston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*). Tebal nominal minimum AC-WC adalah 4 cm

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. Untuk mengurangi penggunaan agregat baru (*fresh aggregate*) dari alam ini sudah banyak dikembangkan teknologi daur ulang untuk perkerasan jalan, yaitu RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*). Pada penelitian ini untuk mengurangi penggunaan *fresh aggregate* dicoba dengan pemanfaatan limbah beton untuk mengganti sebagian agregat kasar pada pembuatan campuran AC-WC (*Asphalt Concrete- Wearing 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.

Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas beton aspal adalah :

#### 1. Gesekan internal

Gesekan internal dapat berasal dari kekasaran permukaan butir-butir agregat, luas bidang kontak antar butir atau bentuk butir, gradasi agregat, kepadatan campuran dan tebal film aspal. Stabilitas terbentuk dari kondisi gesekan internal yang terjadi diantara butir-butir agregat, saling mengunci dan mengisinya butir-butir agregat dan masing-masing butir saling terikat akibat gesekan antar butir dan adanya aspal. Kepadatan campuran juga menentukan tekanan kontak dan nilai stabilitas campuran. Pemilihan agregat bergradasi baik/rapat akan memperkecil rongga antara agregat sehingga aspal yang dapat ditambahkan dalam campuran menjadi sedikit, hal ini berakibat film aspal menjadi tipis. Kadar aspal yang optimal akan memberikan nilai stabilitas yang maksimum.

#### 2. Kohesi

Kohesi adalah gaya ikat aspal yang berasal dari daya lekatnya, sehingga mampu memelihara tekanan kontak antar butir agregat. Daya kohesi terutama ditentukan oleh penetrasi aspal, perubahan viskositas akibat temperatur, tingkat pembebanan, komposisi kimiawi aspal, efek dari waktu dan umur aspal. Sifat rheologi aspal menentukan kepekaan aspal untuk mengeras dan rapuh yang akan mengurangi daya kohesinya.

### **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 Wearing Course* (AC-WC) gradasi kasar untuk Lapis Aus, sesuai dengan Spesifikasi Teknik Bina Marga tahun 2010.

Selanjutnya menentukan rumus rancangan campuran beton aspal AC-WC 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 Aus pada *Flexible Pavement*, yaitu campuran AC-WC 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.



Gambar 1. Alat test *marshall*

### Hasil Penelitian dan Pembahasan 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	21,41%	Max. 30%	Memenuhi
2.	Kelekatan terhadap aspal	99%	Min. 95%	Memenuhi
3.	Berat Jenis <i>Bulk</i>	2,75	-	-
4.	Berat Jenis SSD	2,78	-	-
5.	Berat Jenis semu	2,84	-	-
6.	Penyerapan air	1,15 %	< 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>	2,63	-	-
2.	Berat Jenis SSD	2,71	-	-
3.	Berat Jenis semu	2,85	-	-
4.	Penyerapan air	2,89 %	< 5%	Memenuhi
5.	<i>Sand Equivalent</i>	91,55 %	> 60%	Memenuhi

### 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	29,6%	Max. 30%	Memenuhi
2.	Kelekatan terhadap aspal	99%	Min. 95%	Memenuhi
3.	Berat Jenis <i>Bulk</i>	2,30	-	-
4.	Berat Jenis SSD	2,43	-	-
5.	Berat Jenis semu	2,66	-	-
6.	Penyerapan air	5,99 %	< 3 %	Tidak memenuhi

## Hasil pengujian aspal

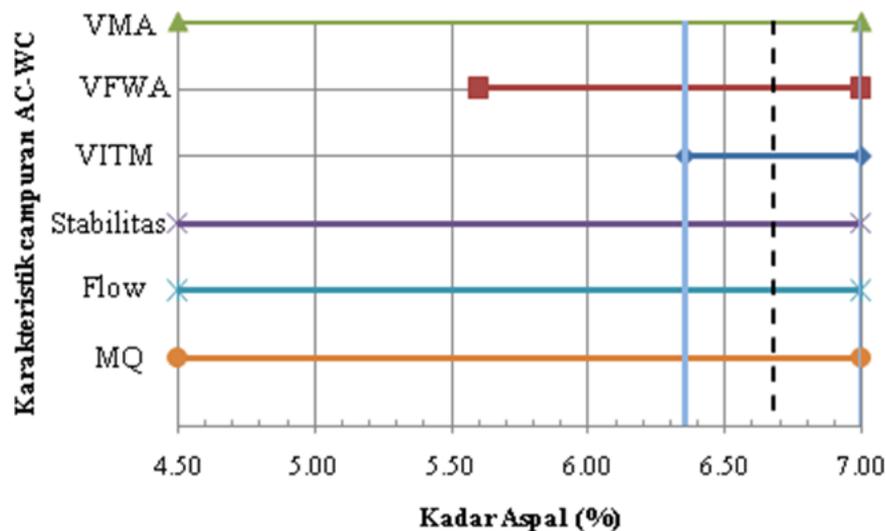
Tabel 4. Hasil pengujian aspal (sumber: hasil penelitian dan Bina Marga 2010)

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Penetrasi	64	60-70	memenuhi
2.	Titik lembek	50,5°C	≥ 48°C	memenuhi
3.	Titik nyala & titik bakar	278°C	≥ 232°C	memenuhi
4.	Daktalitas	150 cm	≥ 100cm	memenuhi
5.	Berat Jenis	1,03	≥ 1,0	memenuhi

## Hasil pengujian marshall

Tabel 5. Hasil pengujian karakteristik marshall campuran ACWC (sumber: hasil penelitian dan Bina Marga 2010)

Sifat marshall AC-WC	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 ACWC

Dalam penelitian ini diperoleh kadar aspal optimum sebesar 6.68%.

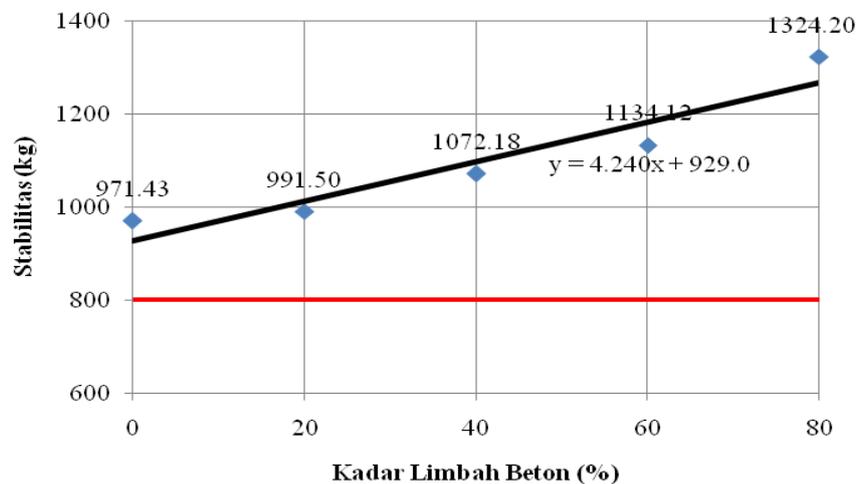
## Hasil pengujian AC-WC dengan limbah beton sebagai pengganti sebagian agregat kasar

Tabel 6. Hasil pengujian marshall campuran AC-WC dengan limbah beton (sumber: hasil penelitian dan Bina Marga 2010)

Sifat marshall AC-WC	Spec	Variasi Limbah Beton (%)				
		0	20	40	60	80
Stabilitas (kg)	≥ 800	971.43	991.50	1072.18	1134.12	1324.20
Flow (mm)	≥ 3	3.84	3.82	3.63	3.63	3.24
Marshall Quotients(kg/mm)	≥ 250	253.30	259.44	297.45	313.27	410.19
VMA (%)	≥ 15	19.15	19.95	19.98	21.70	21.36
VIM (%)	3-5	4.98	6.15	6.41	8.64	8.44
VFWA (%)	≥ 65	72.24	69.26	68.05	60.34	60.72

### Hubungan variasi kadar limbah beton dengan nilai stabilitas

Stabilitas merupakan kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti, gelombang dan alur. Semakin besar nilai kadar aspal yang digunakan maka stabilitas akan semakin stabil hingga mencapai nilai optimum. Tetapi jika kadar aspal yang diberikan melebihi nilai optimum maka stabilitasnya akan turun. Pada spesifikasi bina marga 2010 untuk campuran AC-WC bergradasi kasar, terdapat syarat minimum yang harus dicapai yaitu lebih dari 800kg.



Gambar 3. Hubungan kadar limbah beton dengan stabilitas

Berdasarkan Gambar 3 gambar tersebut dapat diketahui bahwa nilai stabilitas cenderung bertambah pada kadar limbah beton yang lebih besar. Penyerapan limbah beton yang lebih besar dari pada agregat baru mengakibatkan aspal yang terserap agregat semakin banyak. Jika dilihat pada hasil penelitian kadar aspal optimum nilai stabilitas sudah mengalami penurunan pada kadar aspal 6%, sehingga pada kadar aspal 6,5% stabilitas tidak berada pada kondisi maksimum. Sehingga pada saat sebagian agregat kasar diganti dengan limbah beton yang memiliki penyerapan lebih besar maka akan meningkatkan stabilitas campuran.

### Kesimpulan

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

1. Dari hasil pengujian limbah beton diperoleh: Keausan limbah beton 29,60%., Berat jenis bulk, berat jenis SSD, berat jenis semu dan penyerapan limbah beton berturut-turut 2,30; 2,43; 2,66 dan 5,99%, Kelekatan aspal terhadap limbah beton 99%
2. Hasil pengujian lapis aus, yaitu campuran AC-WC gradasi kasar dengan menggunakan limbah beton sebagai pengganti sebagian agregat kasar menunjukkan bahwa nilai stabilitas mengalami kenaikan yang tidak terlalu besar

### Daftar Pustaka

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, S., "2003", "Beton Aspal Campuran Panas", Jakarta: Granit.

Tjokrodimuljo, K., (1996), "Teknologi Beton. Jurusan Teknik Sipil", Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.