

## PENGARUH PENGGUNAAN SERBUK GENTENG SEBAGAI FILLER TERHADAP KINERJA CAMPURAN HRS WC<sup>1</sup>

Imam Darmawan<sup>2</sup>, Roeswan Soediro, Djoko Purwanto<sup>3</sup>

### ABSTRACT

*Hot Rolled Sheet (HRS) is one of the suitable mixture used in tropical region of Indonesia because of its high flexibility and hold of plastic melting. The main characteristic of HRS is its gap gradation. The most important of HRS are asphalt mixture, fine aggregate and filler, where few coarse aggregates inside. Some pavement construction industries prefer to use local material or materials that could be found easily is eeded as alternative material, either used separately or combined with other material.*

*Refer to this problem, it is necessary to examine the use of roof- tile dust as filler material concerning to performance of HRS WC. Mixed design used is HRS WC design with New Specification of Hotmix Asphalt Concrete, published by Department of Settlement and Regional Infrastructure (August 2001) .The objective of this research is to study the influence of roof tile dust as filler in HRS WC mixture concerning to Marshall characteristic, i.e. Void in the Mineral Aggregate (VMA), Void In the Mix (VIM), Void Filled with Asphalt (VFA), Stability, Flow, Marshall Quotient, Density and Index of Retained Strength (IRS).Filler variation planne the combination between rock dust filler and roof tile dust filler based on weight proportion respectively 100% rock dust, 75% rock dust + 25 % roof- tile dust, 50 % rock dust + 50% roof tile dust, 25% rock dust + 75% roof- tile dust and 100% roof- tile dust.*

*The result shows that all of HRS WC mixture with filler composition fulfills the terms of VIM, VMA, VFA, Stability, Flow, MQ, Density, and IRS which are established with New Specification of Hotmix Asphalt Concrete, published by Department of Settlement and Regional Infrastructure (August 2001).*

*The use of a part or a whole of roof tile dust filler in HRS WC mixture can increase the optimum asphalt content, if it compared with rock dust filler. That result shows that absorption of roof- tile dust is better than rock dust filler. The lowest stability value in mixture is use filler 100% of roof tile dust (988,79 kg) and the highest in mixture which use filler 100% (1204,35 kg). While the lowest flow value in mixture which use filler 100% of rock dust (3,025mm) and the highest in mixture which use filler 50% rock dust and 50% roof tile dust (4,4 mm). Mixture flow value in 7% asphalt content tends to increase too simultaneously with decreasing of rock dust filler and increasing roof tile dust filler gradually. That's all goes to prove that increasing of flow value was caused by decreasing rock dust filler and increasing roof tile dust gradually was caused by increasing asphalt content, too. Density value tends to decrease due to rock dust filler and increasing roof tile dust filler. The lowest density value of filler 100% of roof tile dusts (2,304 gr/cc) and the highest density value in mixture which use filler 100% rock dusts (2,350 gr/cc). Mixture density value with filler composition in 7% asphalt content tends to decrease with decreasing rock dust filler and increasing roof tile dust filler gradually too. These result show that besides decreasing of rock dust filler and increasing roof tile dust filler gradually, increasing of asphalt content, decreasing of density value, too. HRS WC mixture with*

---

<sup>1</sup> PILAR Volume 12, Nomor 1, April 2003 : halaman 17 - 24

<sup>2</sup> Mahasiswa Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang

<sup>3</sup> Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang

*various filler composition can hold damage causing by influencing of sensitivity to water (IRS $\geq$ 85%).*

*It is remended the HRS WC mixture which use roof tile dust filler should be used on highway with medium traffic volume. (> 0,5 million of ESA and < 1 million of ESA).*

## Latar Belakang

*Hot Rolled Sheet (HRS)* adalah salah satu campuran yang cocok digunakan di daerah tropis seperti Indonesia karena mempunyai kelenturan yang tinggi dan tahan terhadap kelelahan plastik (Rantetoding, 1984). Karakteristik utama HRS adalah mempunyai gradasi senjang. Yang terpenting pada HRS adalah campuran aspal, agregat halus dan *filler*, dimana didalamnya ditempatkan beberapa agregat kasar.

Beberapa perusahaan yang bergerak dibidang proyek konstruksi jalan umumnya menghendaki bahan *filler* yang mudah didapatkan atau menggunakan bahan lokal. Hal ini diinginkan sebagai bahan alternatif, baik digunakan secara tersendiri atau digabungkan dengan bahan lain. Di kota Kebumen khususnya daerah Soka terdapat banyak pabrik pembuatan genteng dari tanah liat. Genteng yang cacat produksi atau pecah tidak dapat diolah kembali atau didaur ulang menjadi genteng baru. Pecahan-pecahan genteng tersebut semakin banyak dan menumpuk diperusahaan-perusahaan genteng menjadi limbah yang tidak terpakai.

Berawal dari masalah ini, dilakukan penelitian tentang penggunaan serbuk genteng dari tanah liat sebagai bahan *filler* terhadap karakteristik campuran beraspal panas. Desain campuran yang dipakai adalah campuran Lataston Lapis Aus atau yang dikenal dengan simbol HRS WC dengan mengacu pada Spesifikasi Baru Beton Aspal Campuran Panas Edisi Agustus 2001 (Terakhir) dari Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.

## Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian disimpulkan sebagai berikut:

1. Mempelajari perilaku campuran yang menggunakan *filler* serbuk genteng dan

membandingkannya dengan campuran yang menggunakan *filler* abu batu.

2. Membandingkan karakteristik *Marshall* pada campuran yang menggunakan serbuk genteng sebagai *filler* dengan syarat Spesifikasi Baru Beton Aspal Campuran Panas untuk campuran HRS WC.

Tujuan dari penelitian yang dikemukakan adalah mempelajari pengaruh penggunaan serbuk genteng sebagai *filler* pada campuran HRS WC terhadap karakteristik *Marshall*, yaitu *Void in the Mineral Aggregate (VMA)*, *Void In the Mix (VIM)*, *Void Filled with Asphalt (VFA)*, *Stabilitas*, *Flow*, *Marshall Quotient (MQ)*, *Density* dan *Index of Retained Strength (IRS)*.

## Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai pengaruh penggunaan serbuk genteng sebagai *filler* pada campuran HRS WC terhadap karakteristik *Marshall*, yaitu *Void in the Mineral Aggregate (VMA)*, *Void In the Mix (VIM)*, *Void Filled with Asphalt (VFA)*, *Stabilitas*, *Flow*, *Marshall Quotient (MQ)*, *Density* dan *Index of Retained Strength (IRS)*.

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi pemikiran atau menambah wawasan bagi perencana tentang manfaat serbuk genteng sebagai *filler* pada campuran HRS WC.

## Batasan Masalah

Batasan masalah atau ruang lingkup pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Perencanaan campuran menggunakan campuran untuk lapis permukaan HRS WC mengacu pada Spesifikasi Baru Beton Aspal Campuran Panas Edisi Agustus 2001 (Terakhir) dari Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.

- b. Aspal yang digunakan adalah aspal minyak penetrasi 60/70 produksi Pertamina.
- c. Agregat dan *filler* abu batu yang digunakan berasal dari kali Kuto, Batang.
- d. *Filler* serbuk genteng dari limbah genteng tanah liat berasal dari daerah Soka, Kebumen.
- e. Variasi kadar aspal untuk mencari kadar aspal optimum pada campuran HRS WC adalah 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, dan 8% dari berat campuran.
- f. Persentase lolos *filler* (saringan no.200) sebesar 7%.
- g. Variasi *filler* yang direncanakan adalah penggabungan antara *filler* abu batu dan *filler* serbuk genteng berdasarkan proporsi dengan ukuran berat masing-masing, yaitu: 100% abu batu, 75% abu batu + 25 % serbuk genteng, 50% abu batu + 50% serbuk genteng, 25% abu batu + 75% serbuk genteng, 100% serbuk genteng.
- h. Spesifikasi yang digunakan untuk jalan dengan volume lalu lintas berat (> 1 juta ESA). Karakteristik yang digunakan, yaitu: VMA ( $\geq 18\%$ ), VIM (3-6%), VFA ( $\geq 65\%$ ), stabilitas ( $\geq 800$  kg), *flow* ( $\geq 2$  mm), *Marshall Quotient* ( $\geq 200$  kg/mm), *density* dan IRS ( $\geq 85\%$ ).
- i. Uji yang dilakukan adalah Uji *Marshall*.
- j. Tidak dilakukan pengujian untuk mendapatkan nilai rongga dalam campuran pada kepadatan membal (*refusal*).

### Hipotesa

Hipotesa dalam penelitian ini bahwa campuran aspal panas dengan menggunakan serbuk genteng sebagai *filler* masih dapat memenuhi syarat HRS WC yang mengacu pada Spesifikasi Baru Beton Aspal Campuran Panas,

Edisi Agustus 2001 (Terakhir), Departemen Perhubungan dan Prasarana Wilayah. Penelitian ini menggunakan spesifikasi untuk jalan dengan volume lalu lintas berat (> 1 juta ESA).

Karakteristik yang digunakan, yaitu: VMA ( $\geq 18\%$ ), VIM (3-6%), VFA ( $\geq 65\%$ ), stabilitas ( $\geq 800$  kg), *flow* ( $\geq 2$  mm), *Marshall Quotient* ( $\geq 200$  kg/mm), *density* dan IRS ( $\geq 85\%$ ).

### Tahapan Penelitian

Sebelum melakukan suatu penelitian, maka perlu adanya perencanaan terhadap cara atau tahap-tahap dalam penelitian. Perencanaan tersebut penting sebab dapat dijadikan suatu dasar atau acuan dalam menentukan langkah penelitian ini. Selain itu perencanaan ini penting agar ketelitian dalam mencari data dan menguji sampel di laboratorium dapat terjaga atau dalam kata lain hasil penelitian yang dicapai dapat akurat. Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap, sesuai dengan Gambar 1.

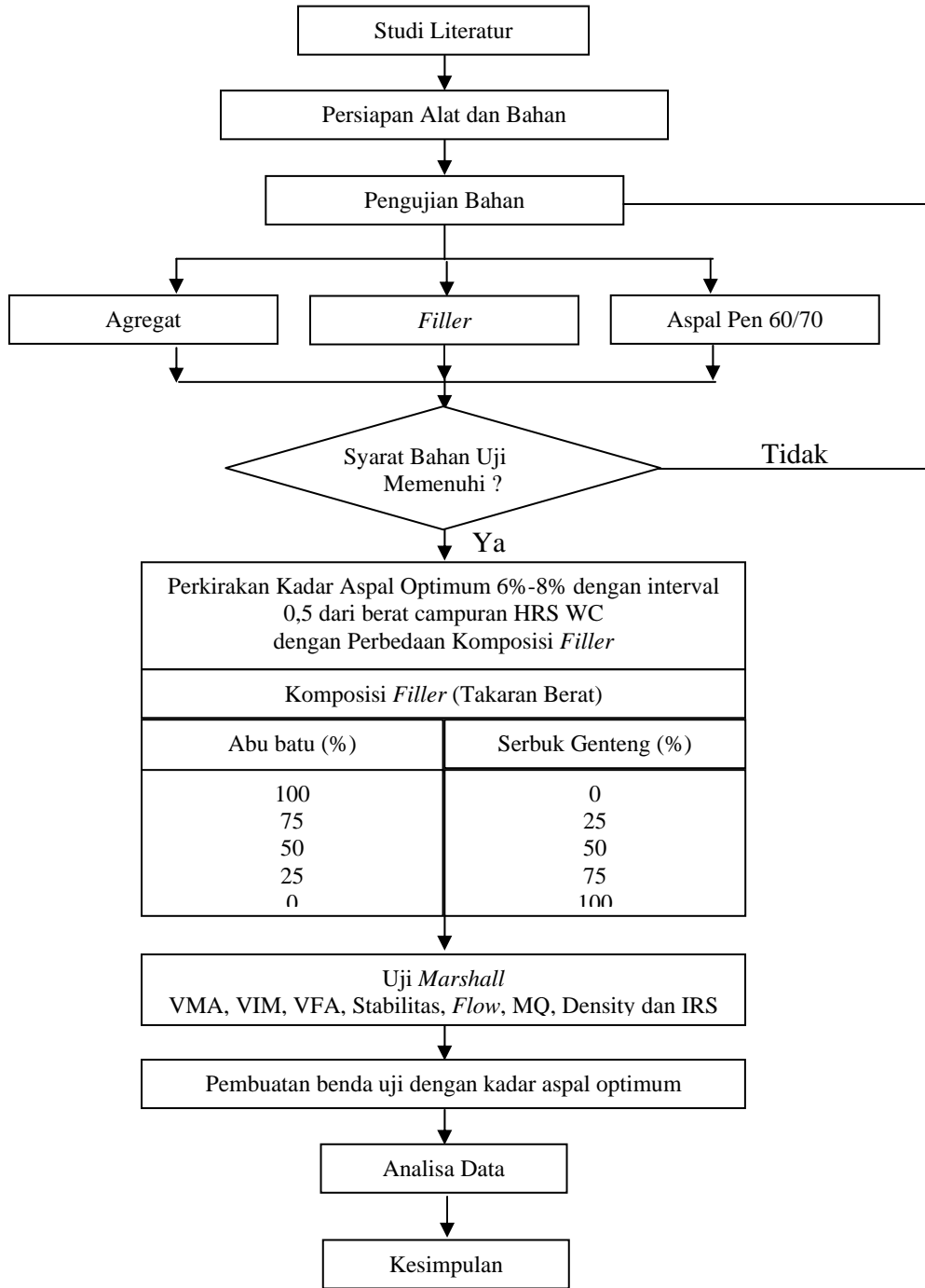
### Perencanaan Campuran HRS WC

Jenis campuran yang digunakan untuk pembuatan benda uji adalah campuran HRS WC yang mengikuti Spesifikasi Baru Beton Aspal Campuran Panas 2001. Proporsi bahan susun campuran menggunakan perbandingan berat. Berdasarkan hasil analisis saringan maka ditentukan berat masing-masing ukuran agregat dengan persentase yang telah ditetapkan terlebih dahulu dalam target gradasi. Setiap benda uji memerlukan berat agregat 1200 gram. Syarat untuk HRS WC yaitu paling sedikit 80% agregat lolos ayakan No.8 (2,36 mm) harus juga lolos ayakan No.30 (0,600mm). Target gradasi dapat dilihat pada Tabel 1. dan Gambar 2.

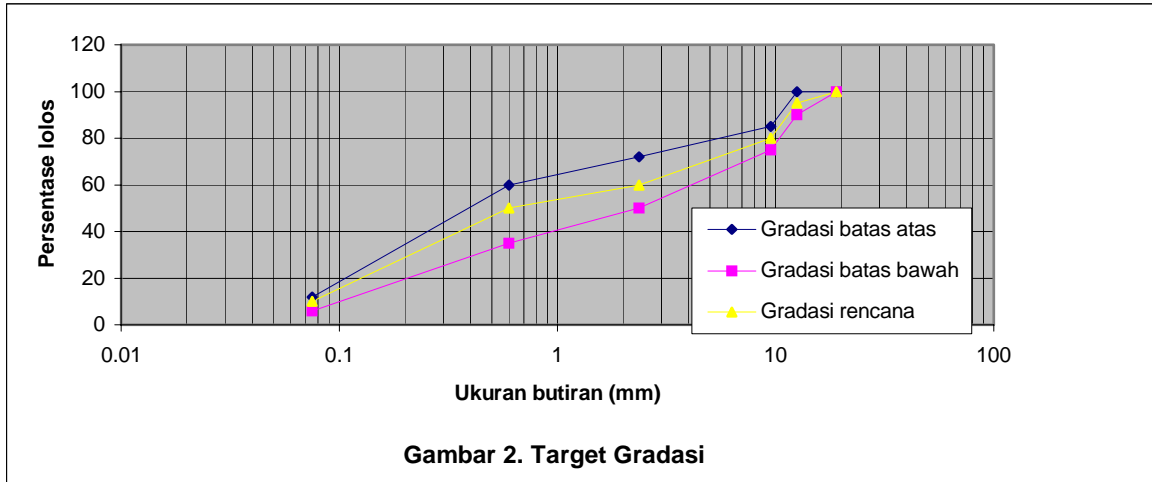
Tabel. 1 Target gradasi dan perhitungan berat Campuran HRS WC

Ukuran Ayakan		Persentase Lolos	Hasil Hitungan (%)		Berat (gram)
ASTM	mm		Target Gradasi	Yang Tertahan	
¾"	19	100	100	0	-
½"	12.5	90 – 100	95	5	60
3/8"	9.5	75 – 85	80	15	180

Ukuran Ayakan		Persentase Lolos	Hasil Hitungan (%)		Berat (gram)
ASTM	mm		Target Gradasi	Yang Tertahan	
No.8	2.36	50 – 72	60	20	240
No.30	0.600	35 – 60	48	12	144
No.200	0.075	6 – 12	7	41	492
		P a n		7	84
Berat total agregat (gram)					1200



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian Secara Keseluruhan



## Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada campuran HRS WC dengan berbagai komposisi *filler*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Semua campuran HRS WC dengan berbagai komposisi *filler* memenuhi syarat VMA, VIM, VFA, Stabilitas, *Flow*, *Marshall Quotient* dan *Index of Retained Strength (IRS)* yang ditentukan oleh Spesifikasi Baru Beton Aspal Campuran Panas, Edisi Agustus 2001 (Terakhir) dari Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.

2. Nilai VMA, VFA dan *Flow* cenderung semakin tinggi seiring berkurangnya *filler* abu batu atau bertambahnya *filler* serbuk genteng.

a. Nilai VMA terendah pada campuran yang menggunakan *filler* 100% abu batu (18,226%) dan tertinggi pada campuran yang menggunakan *filler* 100% serbuk genteng (20,45%). Begitu juga nilai VMA campuran berbagai komposisi *filler* pada kadar aspal 7%, nilai VMA semakin besar seiring berkurangnya *filler* abu batu dan bertambahnya *filler* serbuk genteng secara bertahap. Nilai VMA terendah pada campuran yang menggunakan *filler* 100% abu batu (18,226%) dan tertinggi pada campuran yang menggunakan *filler* 100% serbuk genteng (20,144%). Hal ini membuktikan bahwa peningkatan nilai VMA terjadi karena berkurangnya *filler* abu

batu dan bertambahnya *filler* serbuk genteng, bukan karena bertambahnya kadar aspal. Aspal yang mengisi rongga dalam mineral agregat terserap oleh *filler* serbuk genteng, sehingga rongga dalam mineral agregat semakin besar.

b. Nilai VFA terendah pada campuran yang menggunakan *filler* 100% abu batu (70,436%) dan tertinggi pada campuran yang menggunakan *filler* 25% abu batu + 75% serbuk genteng (75,454%). Nilai VFA campuran berbagai komposisi *filler* pada kadar aspal 7% tidak mempunyai kecenderungan semakin besar atau semakin kecil. Nilai VFA terendah pada campuran yang menggunakan *filler* 25% abu batu + 75% serbuk genteng (68,303%) dan tertinggi pada campuran yang menggunakan *filler* 50% abu batu + 50% serbuk genteng (73,758%). Hal ini disebabkan kadar aspal optimum yang meningkat semakin besar seiring berkurangnya *filler* abu batu dan bertambahnya *filler* serbuk genteng secara bertahap. Sehingga pada campuran dengan *filler* 100% serbuk genteng mempunyai nilai VFA tertinggi karena kadar aspal yang digunakan terbesar (7,8%) dan pada campuran dengan *filler* 100% abu batu mempunyai nilai VFA terendah karena mempunyai kadar aspal optimum terendah (7%).

c. Nilai *flow* campuran pada kadar aspal 7% juga mempunyai kecenderungan semakin

besar seiring berkurangnya *filler* abu batu dan bertambahnya *filler* serbuk genteng secara bertahap. Nilai *flow* terendah pada campuran yang menggunakan *filler* 50% abu batu + 50% ( 2,300 mm) serbuk genteng dan tertinggi pada campuran yang menggunakan *filler* 100% serbuk genteng (3,615 mm). Hal ini membuktikan bahwa kenaikan nilai *flow* disebabkan oleh berkurangnya *filler* abu batu dan bertambahnya *filler* serbuk genteng secara bertahap, juga disebabkan oleh bertambahnya kadar aspal. Nilai *Flow* campuran yang direndam dengan temperatur 60°C selama 24 jam lebih besar daripada yang direndam dengan temperatur 60°C selama 30 menit. Kenaikan terbesar pada campuran yang menggunakan *filler* 25% abu batu + 75% serbuk genteng (34,6%), sedangkan kenaikan terendah pada campuran yang menggunakan *filler* 50% abu batu + 50% serbuk genteng (7,4%). Pada campuran yang menggunakan *filler* 100% abu batu terjadi kenaikan (25,6%). Hal ini disebabkan karena campuran yang mengalami perendaman lebih lama menjadi lebih lembek, ikatan antar batuan melemah yang mengakibatkan deformasi menjadi lebih besar.

3. Nilai VIM, Stabilitas, *Marshall Quotient* dan *Density* cenderung semakin rendah dengan berkurangnya *filler* abu batu atau bertambahnya *filler* serbuk genteng.

a. Nilai VIM terendah pada campuran yang menggunakan *filler* 75% abu batu + 25% serbuk genteng (4,827%) dan tertinggi pada campuran yang menggunakan *filler* 50% abu batu + 50% serbuk genteng (5,459%). Nilai VIM pada campuran berbagai komposisi *filler* pada kadar aspal 7% cenderung semakin tinggi dengan berkurangnya *filler* abu batu dan bertambahnya *filler* serbuk genteng. Tetapi peningkatannya tidak signifikan. Nilai VIM terendah pada campuran yang menggunakan *filler* 100% abu batu (5,407%) dan tertinggi pada campuran yang menggunakan *filler* 25% abu batu + 75% serbuk genteng (6,237%). Hal ini

membuktikan bahwa bertambahnya nilai VIM campuran pada kadar aspal 7% terjadi karena bertambahnya pula *filler* serbuk genteng. Sedangkan berkurangnya nilai VIM campuran pada kadar aspal optimum disebabkan oleh semakin banyaknya kadar aspal yang digunakan, sehingga rongga dalam campuran semakin kecil.

- b. Nilai stabilitas terendah pada campuran yang menggunakan *filler* 100% serbuk genteng (988,79 kg) dan tertinggi pada campuran yang menggunakan *filler* 100% abu batu (1204,35 kg). Nilai stabilitas tertinggi (1216,495 kg) campuran dengan kadar aspal 7% diperoleh pada campuran yang menggunakan *filler* 75% abu batu + 25% serbuk genteng sedangkan yang terendah (1133,860 kg) pada campuran yang menggunakan *filler* 25% Abu batu + 75% serbuk genteng. Nilai Stabilitas campuran berbagai komposisi *filler* pada kadar aspal 7% memenuhi syarat stabilitas ( $\geq 800$  kg). Nilai stabilitas cenderung semakin rendah disebabkan berkurangnya *filler* abu batu dan bertambahnya *filler* serbuk genteng secara bertahap.
- c. Nilai *Marshall Quotient* terendah pada campuran yang menggunakan *filler* 100% serbuk genteng (238,529 kg/mm) dan tertinggi pada campuran yang menggunakan *filler* 100% abu batu (404,887 kg/mm). Nilai *Marshall Quotient* campuran berbagai komposisi *filler* pada kadar aspal 7% juga cenderung semakin rendah dengan berkurangnya *filler* abu batu dan bertambahnya *filler* serbuk genteng secara bertahap. Nilai *Marshall Quotient* terendah pada campuran yang menggunakan *filler* 100% serbuk genteng (328,138 kg/mm) dan tertinggi pada campuran yang menggunakan *filler* 50% abu batu + 50% serbuk genteng (508,478 kg/mm). Hal ini menunjukkan bahwa selain berkurangnya *filler* abu batu dan bertambahnya *filler* serbuk genteng secara bertahap, bertambahnya kadar aspal juga menurunkan nilai *Marshall Quotient*.
- d. Nilai *density* terendah pada campuran yang menggunakan *filler* 100% serbuk genteng

(2,304 gr/cc) dan tertinggi pada campuran yang menggunakan *filler* 100% abu batu (2,350 gr/cc). Nilai *density* campuran berbagai komposisi *filler* pada kadar aspal 7% juga cenderung semakin rendah dengan berkurangnya *filler* abu batu dan bertambahnya *filler* serbuk genteng secara bertahap. Nilai *density* terendah pada campuran yang menggunakan *filler* 100% serbuk genteng (2,287 gr/cc) dan tertinggi pada campuran yang menggunakan *filler* 100% abu batu (2,350 gr/cc). Nilai *density* pada campuran yang menggunakan *filler* 75% abu batu + 25% serbuk genteng (2,341 gr/cc), 50% abu batu + 50% serbuk genteng (2,348 gr/cc) dan 25% abu batu + 75% serbuk genteng (2,311 gr/cc). Hal ini menunjukkan bahwa selain berkurangnya *filler* abu batu dan bertambahnya *filler* serbuk genteng secara bertahap, bertambahnya kadar aspal juga menurunkan nilai *density*.

4. Campuran HRS WC dengan berbagai komposisi *filler* mampu menahan kerusakan yang diakibatkan oleh pengaruh kerentanan terhadap air (nilai IRS  $\geq$  85%). Nilai IRS terendah pada campuran 100% abu batu (86,371%) dan tertinggi pada campuran 50% abu batu + 50% serbuk genteng (98,7%). Campuran berbagai komposisi *filler* pada kadar aspal 7% juga memenuhi syarat IRS ( $\geq$  85%). Nilai IRS terendah pada campuran yang menggunakan *filler* 100% abu batu (86,371%) dan tertinggi pada campuran yang menggunakan *filler* 25% abu batu + 75% serbuk genteng (94,718%).

5. Penggunaan *filler* serbuk genteng baik sebagian maupun keseluruhan pada campuran HRS WC menyebabkan peningkatan kadar aspal optimum, bila dibandingkan dengan campuran HRS WC yang menggunakan *filler* abu batu saja. Hal ini menandakan penyerapan *filler* serbuk genteng lebih besar daripada *filler* abu batu. Peningkatan ini membuat campuran HRS WC yang menggunakan *filler* serbuk genteng tidak mempunyai nilai ekonomis.

## Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut ini :

1. Campuran HRS WC yang menggunakan *filler* serbuk genteng baik sebagian maupun keseluruhan sebaiknya digunakan pada jalan dengan volume lalu lintas sedang ( $>$  0,5 juta ESA dan  $<$  1 juta ESA).
2. Dilakukan penelitian kelanjutan dengan variasi persentase lolos *filler* serbuk genteng.
3. Dilakukan penelitian kelanjutan untuk mengetahui parameter-parameter lain pada campuran, antara lain :
  - a. Uji Kepadatan Membal (*Refusal Density*), yaitu uji untuk mengetahui nilai rongga dalam campuran pada kepadatan membal (*refusal*).
  - b. Uji Permeabilitas, yaitu uji untuk mengetahui seberapa besar campuran dapat dilalui oleh zat cair melalui rongga – rongga didalam perkerasan.
  - c. Uji *Wheel Tracking*, yaitu uji simulasi kondisi beban dilapangan untuk mengetahui katahanan dari campuran untuk menahan deformasi permanen.
  - d. Uji Durabilitas, yaitu uji untuk mengetahui kemampuan campuran menahan keausan atau kerusakan akibat pengaruh air dan perubahan temperatur.

## DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO, (1990), *Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing, Part I Specification*, 15<sup>th</sup> Edition, AASHTO Publication, Washington.
- AASHTO, (1990), *Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing, Part II Specification*, 15<sup>th</sup> Edition, AASHTO Publication, Washington.
- Bagus Priyatno, (2001), *Perkembangan Teknologi Perkerasan Jalan*, Pusat Pengembangan Perguruan Tinggi Swasta Kopertis Wilayah VI Jawa tengah.

- British Standard Institution, (1989), *BS 3690 Part 12*, Hot Rolled Asphalt for Roads and Other Paved Areas, London.
- British Standard Institution, (1992), *BS 594 Part 1 & 2*, Hot Rolled Asphalt for Roads and Other Paved Areas, London.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, (2001), *Spesifikasi Baru Beton Aspal Campuran Panas*, Edisi Agustus (Terakhir), Pusat Penelitian dan Pengembangan Prasarana Transportasi, Bandung.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, (1999), *Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Panas Dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Prasarana Transportasi, Bandung.
- Krebs, R.D and Walker, R.D, (1971), *Highway Materials*, McGraw-Hill, New York.
- M. Sjahdanulirwan, (1996), *Analisa Spesifikasi dan Penyusunan Spesifikasi Baru Untuk Campuran Aspal Panas*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan, Bandung.
- Mulyono, (1996), *Pengaruh Variansi Jenis Dan Kadar Filler Terhadap Stabilitas, Fleksibilitas Dan Tingkat Durabilitas HRS (Hot Rolled Sheet) Kelas B*, Media Teknik No. 3 Tahun XVIII, Edisi November, Yogyakarta.
- Rantetoding, P, (1984), “*Mix Design Untuk Indonesia*”, Prosiding I, Konferensi Tahunan Teknik Jalan Ke-2, Bandung.
- Shell Bitumen , (1990), *Shell Bitumen Handbook*, Published By Shell Bitumen, U.K.
- Wenan, A.H., (1994), “*Pengaruh Berbagai Jenis Filler Pada Campuran HRA*”, Tesis Magister, STJR ITB, Bandung.
- Yasruddin, (2000), “*Kinerja Laboratorium Pada Hot Rolled Asphalt Dengan Kandungan Batu Bata Yang Dihaluskan Sebagai Filler*”, Tesis Magister STJR ITB, Bandung.
- Yoder, E.J. and Witczak, M.W., (1975), *Principles of Pavement Design, 2<sup>nd</sup> Edition*, John Wiley & Son, New York.