

KUALITAS BETON ASPAL DENGAN FILLER LIMBAH DEBU SPONS PENGOLAHAN BIJIH BESI

AMALIA^{1*)} DAN SUPRIYAN D¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr GA. Siwabessy Kampus UI, Depok 16424

*) amaliaiva@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti sifat-sifat beton aspal yang menggunakan filler debu spons dibandingkan dengan beton aspal dengan filler semen portland. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) Pada campuran beton aspal dengan filler debu spons, diperlukan kadar aspal lebih banyak dibandingkan campuran dengan filler semen. (2) Campuran beton aspal dengan filler debu spons mempunyai keawetan lebih tinggi dibandingkan campuran dengan filler semen. (3) Campuran beton aspal dengan filler debu spons mempunyai nilai stabilitas dan kelelahan lebih rendah dibandingkan campuran dengan filler semen. (4) Dilihat dari nilai Marshall Quotientnya, campuran dengan filler debu spons mempunyai kekakuan lebih tinggi dibandingkan dengan campuran filler semen portland (5) Debu spons dapat digunakan sebagai filler pada campuran beton aspal dengan kinerja baik, yang memenuhi standar Bina Marga. (6) Penggunaan debu spons sebagai filler pada beton aspal, membutuhkan kadar aspal yang tidak jauh berbeda dengan filler semen portland untuk mencapai kadar aspal optimum.

Kata kunci : beton aspal, debu spons, filler, semen portland, stabilitas

ABSTRACT

This study aims to investigate the properties of asphalt concrete using filler dust sponge compared to asphalt concrete with portland cement filler . The results showed that (1) On the asphalt concrete mixture with a sponge dust filler , bitumen content required more than mix with cement filler . (2) asphalt concrete mixes with dust sponge filler has higher durability than mix with cement filler . (3) asphalt concrete mixes with dust sponge filler stability and melting has a value lower than the mixture with cement filler . (4) In terms of the value of Marshall Quotientnya , mix with dust sponge filler has a higher stiffness compared with a mixture of portland cement filler (5) Dust sponge can be used as a filler in asphalt concrete mixtures with good performance , which meets the standards of Highways . (6) The use of sponge dust as filler in asphalt concrete , asphalt content that does not require much different with portland cement filler to achieve the optimum bitumen content .

Keywords: asphalt concrete, dust sponge, filler, portland cement, stability

PENDAHULUAN

Beton aspal merupakan campuran antara aspal, agregat kasar, agregat halus dan filler yang digunakan sebagai konstruksi perkerasan lentur pada jalan. Material yang biasa digunakan sebagai filler adalah semen Portland, kapur, abu terbang dan abu batu. Material-material ini, terutama semen Portland harganya relatif mahal dan persediaannya terbatas.

Selain itu, peningkatan penggunaan semen juga akan meningkatkan pemanasan global. Hal ini terjadi karena industri semen merupakan salah satu industri yang menghasilkan karbondioksida cukup besar penyebab pemanasan global, dimana dalam 1 ton produksi semen akan dihasilkan \pm 1 ton karbondioksida yang dilepaskan ke udara. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengkajian penggunaan material baru

yang bersifat *renewable* pengganti semen. Material tersebut antara lain adalah limbah debu spons yang jumlahnya cukup banyak dan belum dikelola dengan baik.

Debu spons merupakan limbah debu yang berasal dari proses peleburan bijih besi, dimana bahan baku yang berupa bijih besi ditambah dengan batu kapur diolah di dapur tinggi dengan output berupa besi spons. Didalam proses tersebut selain menghasilkan besi spons juga menghasilkan debu spons. Debu spons yang berterbangan ini ditampung di tempat pembuangan limbah. Jumlah debu yang dibuang cukup besar yaitu 5 % dari total bahan baku. Saat ini, jumlah produksi baja PT. Krakatau Steel saja adalah 2,5 juta ton per tahun sehingga jumlah debu yang dihasilkan pertahun \pm 125 ton [1]. Sampai saat ini, debu ini belum dimanfaatkan secara optimal dan dibuang begitu saja. Jumlah limbah yang semakin banyak akan berdampak buruk bagi kesehatan terutama pernafasan dan membuat permasalahan tersendiri bagi perusahaan dalam pengelolaannya.

Secara fisik, debu spons ini berbutiran halus dan mempunyai komposisi kimia mirip semen, yaitu: $\text{CaO} = 31,20\%$, $\text{SiO}_2 = 5,83\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 5,71\%$, $\text{FeO} = 50,98\%$ dan $\text{MgO} = 5,20\%$, dan berat isi = 1898 kg/m^3 dengan tingkat kehalusan 92,24 % lolos ayakan nomor 200. Hasil uji pendahuluan penggunaan debu spons sebagai pengganti semen pada mortar menunjukkan bahwa mortar yang menggunakan debu spons sebagai pengganti semen sampai kadar 50% menghasilkan mortar dengan kuat tekan memenuhi standar ASTM [2].

Dilihat dari kehalusan dan komposisi kimianya, debu spons berpotensi menggantikan semen sebagai filler pada beton aspal. Dari latar belakang di atas, maka limbah debu spons sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai filler pengganti semen pada beton aspal. Penelitian ini bertujuan untuk meneliti

kualitas beton aspal yang menggunakan filler debu spons.

METODE PENELITIAN

Bahan-Bahan Penelitian

Bahan-bahan penelitian yang digunakan terdiri dari: agregat kasar jenis batu pecah, agregat halus jenis pasir alami, filler jenis semen portland (PCC), filler debu spons PT. Krakatau Steel dan Aspal produksi Pertamina.

Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kadar aspal dan kadar filler pada campuran beton aspal. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah karakteristik beton aspal yang terdiri dari: Rongga dalam campuran (*Void In The Mix /VIM*), rongga terisi aspal (*Void Filled With Asphalt/VMA*), Stabilitas, kelelahan (*flow*) dan *Marshall Quotient*.

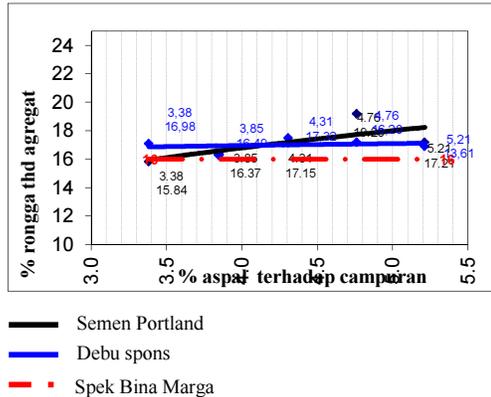
Penelitian ini dilakukan dengan cara membuat benda uji marshall. Benda uji dibuat 2 jenis, yaitu benda uji dengan filler limbah debu spons dan benda uji dengan filler semen portland. Variasi kadar aspal yang digunakan adalah 4,5 %, 5 %, 5,5 %, 6 % dan 6,5 %. Masing-masing variasi dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali, sehingga jumlah benda uji yang dibutuhkan adalah sebanyak 30 buah

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Rongga diantara Agregat (VMA)

Rongga diantara agregat merupakan volume rongga yang terdapat diantara butir-butir agregat suatu campuran beraspal yang dinyatakan dalam persen. Nilai rongga diantara agregat (VMA) perlu dibatasi untuk menyediakan rongga yang cukup untuk pengikatan agregat oleh aspal. Standar Bina Marga (1998) mensyaratkan nilai VMA minimum 16 %. Faktor yang sangat berpengaruh terhadap nilai VMA adalah gradasi

agregat. Hasil penelitian nilai rongga di antara agregat disajikan pada Gambar 2.

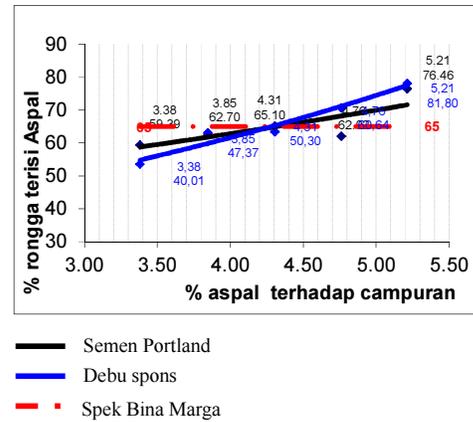


Gambar 2. Grafik Hubungan Antara %Aspal dengan % Rongga Terhadap Agregat

Dari gambar 2 terlihat bahwa dengan menggunakan *filler* debu spons, persentase rongga terhadap agregat lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan *filler* semen portland (PC) pada kadar aspal di atas 4,31%, sedangkan pada kadar aspal di bawah 4,31% beton aspal dengan *filler* debu spons memiliki persentase rongga terhadap agregat lebih tinggi. Hal ini terjadi karena debu spons memiliki tingkat kehalusan yang tinggi, volume rongga diantara butiran agregat menjadi lebih kecil dibandingkan dengan campuran yang menggunakan *filler* semen. Nilai VMA campuran aspal beton dengan *filler* debu spons memenuhi persyaratan sesuai standar Bina Marga (1998).

b. Rongga Terisi Aspal (VFB)

Rongga terisi aspal merupakan prosentase rongga diantara agregat yang terisi oleh aspal. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai VFB adalah gradasi agregat, kepadatan campuran dan kadar aspal. Hasil penelitian nilai rongga terisi aspal disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara %Aspal dengan % Rongga Terisi Aspal

Jumlah rongga yang diselimuti aspal sangat berpengaruh terhadap keawetan campuran aspal beton. Agregat yang diselimuti oleh lapisan aspal dengan tebal yang ditunjukkan oleh nilai VFB tinggi akan lebih awet karena proses penuaan akibat oksidasi dapat diminimalkan. Nilai VFB yang tinggi berarti jumlah rongga yang diselimuti aspal semakin banyak sehingga campuran lebih kedap terhadap air dan udara. Namun demikian, penggunaan aspal yang terlalu banyak (nilai VFB terlalu tinggi) dapat menyebabkan terjadinya *bleeding*, yaitu naiknya aspal ke permukaan akibat pengaruh temperatur tinggi dan akibat terjadinya pemadatan lalu lintas yang membuat rongga di dalam campuran berkurang. Sebaliknya nilai VFB yang rendah menyebabkan kekedapan campuran berkurang karena jumlah rongga yang diselimuti aspal sedikit. Hal ini menyebabkan air dan udara mudah masuk ke dalam campuran sehingga keawetannya menurun.

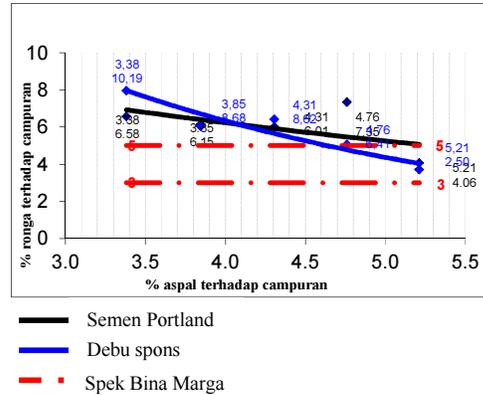
Pada Gambar 3, terlihat bahwa pada kadar aspal di bawah 4,31%, campuran aspal beton dengan *filler* debu spons memiliki nilai VFB lebih rendah dibandingkan dengan campuran dengan *filler* semen portland. Namun, pada kadar aspal di atas 4,31%, campuran aspal beton dengan *filler* debu spons memiliki nilai VFB lebih tinggi dibandingkan

dengan campuran dengan filler semen portland. Hal ini terjadi karena pada kadar aspal di bawah 4,31%, aspal banyak dipakai untuk menyelimuti filler debu spons sehingga aspal yang menyelimuti rongga diantara agregat menjadi lebih sedikit. Selain itu, jumlah rongga diantara agregat (VMA) pada campuran dengan filler debu spons lebih tinggi dibandingkan dengan VMA pada filler semen sehingga dengan kadar aspal yang sama jumlah rongga yang tidak diselimuti aspal pada filler debu spons menjadi lebih banyak, akibatnya nilai VFB menjadi rendah.

Nilai VFB pada campuran dengan filler debu spons yang memenuhi standar Bina Marga (1998) adalah pada campuran dengan kadar aspal di atas 4,31%, sedangkan campuran dengan filler semen diperoleh pada kadar aspal di atas 4,4 %. Dilihat dari nilai VFBnya ternyata campuran dengan filler debu spons memiliki tingkat keawetan lebih tinggi dibandingkan dengan campuran menggunakan filler semen.

c. Rongga dalam Campuran (VIM)

Rongga dalam campuran merupakan prosentase rongga udara di antara agregat terhadap volume padat suatu campuran. Rongga dalam campuran menunjukkan porositas suatu campuran, dimana nilainya tergantung pada prosentase rongga yang terisi aspal. Faktor-faktor yang mempengaruhi rongga dalam campuran adalah gradasi agregat, kadar aspal, kepadatan campuran, suhu pemadatan dan energi pemadatan. Hasil penelitian persentase nilai rongga terhadap campuran disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara %Aspal dengan % Rongga Terhadap Campuran

Nilai VIM yang terlalu tinggi mengakibatkan keawetan campuran aspal beton rendah karena jumlah rongganya besar sehingga udara mengoksidasi aspal menyebabkan kohesi aspal berkurang, daya lekat aspal dan agregat berkurang. Kondisi ini menyebabkan terjadinya pelepasan butiran (*ravelling*). Sebaliknya nilai VIM yang rendah menyebabkan terjadinya bleeding. Selain itu nilai VIM yang rendah menyebabkan campuran menjadi kaku sehingga mudah terjadi retak bila menerima beban lalu lintas karena tidak cukup lentur dan ruang untuk menahan deformasi.

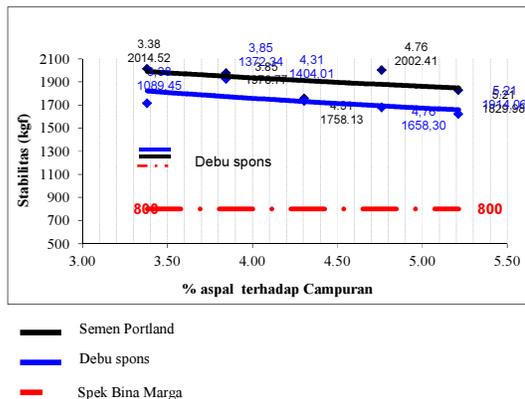
Pada Gambar 4, terlihat bahwa nilai VIM campuran dengan filler debu spons lebih tinggi dibandingkan dengan VIM filler semen pada kadar aspal di bawah 4,31%, namun pada kadar aspal di atas 4,31% nilai VIM dengan filler debu spons lebih rendah dibandingkan dengan filler semen portland. Hal ini terjadi karena kadar aspal yang menyelimuti rongga pada filler debu spons lebih kecil sedangkan rongga diantara agregat besar, sehingga menyebabkan prosentase rongga di dalam campuran juga menjadi besar. Nilai VIM pada campuran dengan filler semen portland lebih besar dibandingkan nilai yang dipersyaratkan standar Bina Marga (1998). Pada kadar aspal 4,6% sampai 6,1% filler debu spons, nilai VIM memenuhi standar Bina Marga. Kondisi

ini kemungkinan disebabkan pada saat pemadatan benda uji, alat yang digunakan manual dan suhu pemadatan tidak selalu dikontrol sehingga kepadatannya rendah.

Parameter yang digunakan untuk menguji tingkat keawetan suatu campuran aspal beton adalah VMA, VFB dan VIM. Apabila dilihat dari nilai VMA, VFB dan VIM-nya maka campuran yang menggunakan filler debu spons mempunyai tingkat keawetan lebih tinggi dibandingkan dengan campuran yang menggunakan filler semen portland.

d. Stabilitas

Stabilitas merupakan kemampuan suatu campuran aspal beton dalam menahan beban sampai runtuh. Nilai stabilitas menunjukkan kemampuan aspal beton dalam menahan deformasi akibat beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk seperti alur dan gelombang. Stabilitas campuran terjadi bila adanya penguncian antara partikel agregat, geseran antar agregat dan daya lekat yang baik antara aspal dan agregat. Hasil penelitian nilai stabilitas beton aspal disajikan pada Gambar 5.



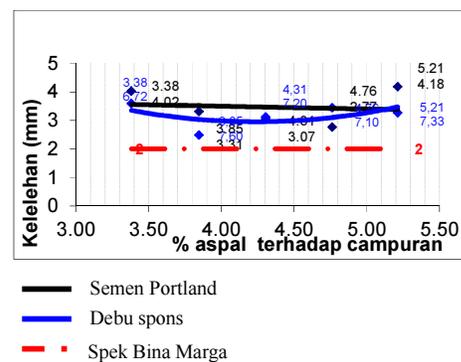
Gambar 5. Grafik Hubungan Antara %Aspal dengan Stabilitas

Pada Gambar 5, terlihat bahwa campuran dengan filler debu spons mempunyai nilai stabilitas lebih rendah dibandingkan campuran dengan filler semen. Hal ini terjadi karena campuran dengan filler debu spons mempunyai rongga di dalam campuran lebih besar dibandingkan filler

semen sehingga *interlocking* antar agregat tidak berjalan baik. Kondisi ini yang menyebabkan stabilitas campuran dengan filler debu spons nilainya lebih rendah dibandingkan dengan campuran filler semen. Dilihat dari nilai stabilitasnya, beton aspal dengan filler debu spons maupun semen portland memenuhi standar Bina Marga.

e. Kelelahan (Flow)

Kelelahan (*flow*) menunjukkan besarnya deformasi campuran aspal beton akibat adanya beban yang bekerja sampai batas runtuh. Nilai *flow* tinggi mengindikasikan bahwa suatu campuran mempunyai fleksibilitas tinggi yang akan mengalami deformasi permanen akibat beban yang bekerja. Sebaliknya nilai *flow* rendah mengindikasikan suatu campuran yang kaku sehingga kadar aspal tidak cukup kuat untuk menahan adanya retak awal. Hasil penelitian nilai kelelahan beton aspal disajikan pada Gambar 6.



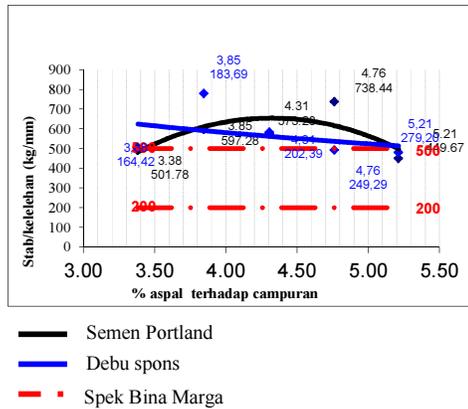
Gambar 6. Grafik Hubungan Antara %Aspal dengan Nilai Flow

Pada Gambar 6, terlihat campuran yang menggunakan filler debu spons mempunyai nilai *flow* lebih rendah dibandingkan campuran dengan filler semen. Hal ini terjadi karena filler debu spons mengisi diantara rongga agregat dengan baik sehingga campuran menjadi lebih padat. Campuran yang padat bila menerima beban maka deformasi yang terjadi menjadi lebih kecil. Dari nilai kelelehannya dapat terlihat bahwa campuran dengan filler debu spons

maupun semen portland memenuhi standar Bina Marga.

f. Marshall Quotient (MQ)

Marshall Quotient merupakan hasil bagi antara stabilitas dan kekelehan. Nilai Marshall Quotient menunjukkan fleksibilitas suatu campuran aspal beton. Campuran yang mempunyai nilai MQ tinggi berarti campuran tersebut kaku dan fleksibilitasnya rendah. Sebaliknya campuran dengan MQ rendah berarti campuran tersebut fleksibilitasnya tinggi dan mudah berdeformasi bila menerima beban lalu lintas. Campuran aspal beton yang kaku apabila tidak didukung oleh ketebalan dan daya dukung lapisan di bawahnya yang memadai akan menyebabkan lapisan mudah retak. Hasil penelitian nilai marshall quotient beton aspal disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hubungan Antara %Aspal dengan Nilai Marshall quotient

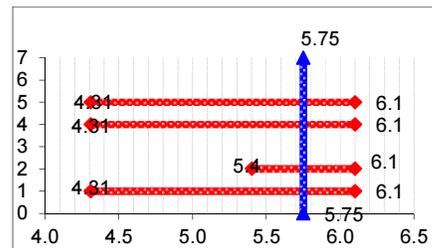
Dari Gambar 7, terlihat bahwa pada kadar aspal di bawah 3,85% campuran dengan filler debu spons mempunyai nilai MQ lebih tinggi dibandingkan dengan filler semen portland. Sebaliknya, pada kadar aspal di atas 3,85%, nilai MQ campuran dengan filler debu spons lebih rendah dibandingkan dengan filler semen portland. Dilihat dari nilai MQnya, campuran dengan filler debu spons mempunyai kekakuan lebih tinggi dibandingkan dengan campuran filler semen portland. Pada kadar aspal di atas 3,85%, campuran dengan filler debu

spons mempunyai kekakuan lebih rendah dibandingkan dengan campuran dengan filler semen portland. Hal ini terjadi karena pada kadar aspal di bawah 3,85 % nilai stabilitas dan flow pada campuran filler debu spons lebih rendah dibandingkan dengan campuran filler semen, tetapi pada kadar aspal di atas 3,85% nilai stabilitas campuran filler debu spons lebih tinggi dan flownya rendah sehingga kekakuan campuran lebih tinggi dibandingkan campuran filler semen.

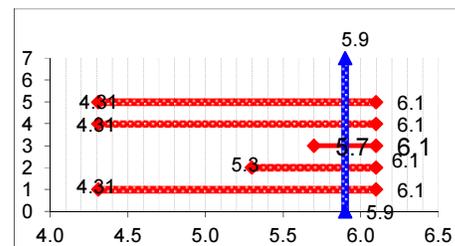
Dilihat dari nilai MQnya, baik campuran dengan filler debu spons maupun filler semen portland nilainya lebih tinggi dibandingkan dengan standar Bina Marga. Hal ini berarti, kedua jenis campuran mempunyai kekakuan yang tinggi dan fleksibilitas rendah.

g. Kadar Aspal Optimum

Kadar aspal optimum dihitung dengan menggunakan bantuan Gambar 2 sampai dengan 7. Adapun data hasil perhitungan kadar aspal optimum disajikan pada Gambar 8 dan 9.



Gambar 8. Grafik Kadar Aspal Optimum Beton Aspal Filler Semen Portland



Gambar 9. Grafik Kadar Aspal Optimum Beton Aspal Filler Debu Spons

Keterangan :

1. Persentase rongga diantara agregat.
2. Persentase rongga terisi aspal
3. Persentase rongga dalam campuran
4. Stabilitas (kg)
5. Kelelahan (mm)
6. Marshall quotient (kgf/mm)

Dari Gambar 8 dan 9 terlihat bahwa kadar aspal optimum untuk campuran dengan filler debu spons sebesar 5,9 %, sedangkan untuk campuran dengan filler semen portland sebesar 5,7 %. Kadar aspal optimum pada filler debu spons nilainya lebih besar 0,2 % dibandingkan dengan filler semen portland. Hal ini terjadi karena volume rongga pada campuran dengan filler debu spons lebih besar dibandingkan dengan filler semen portland sehingga dibutuhkan lebih banyak aspal untuk mengisi rongga diantara agregat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan di atas, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada campuran beton aspal dengan filler debu spons, diperlukan kadar aspal lebih banyak dibandingkan campuran dengan filler semen. Hal ini terlihat dari nilai kadar aspal optimum campuran dengan filler debu spons yang lebih tinggi 0,15 % dari campuran dengan filler semen.
2. Campuran beton aspal dengan filler debu spons mempunyai keawetan lebih tinggi dibandingkan campuran dengan filler semen.
3. Campuran beton aspal dengan filler debu spons mempunyai nilai stabilitas dan nilai *flow* lebih rendah dibandingkan campuran dengan filler semen.
4. Dilihat dari nilai *Marshall Quotientnya*, campuran dengan filler debu spons mempunyai kekakuan

lebih tinggi dibandingkan dengan campuran filler semen portland.

5. Debu spons dapat digunakan sebagai filler pada campuran beton aspal dengan kinerja baik, yang memenuhi standar Bina Marga.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada UP2M PNJ yang telah memberikan bantuan dana dalam melaksanakan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amalia, Broto AB. 2011. *Pemanfaatan Limbah Debu Peleburan Bijih Besi (Debu Spons) Sebagai Pengganti Sebagian Semen Pada Mortar*. Laporan Penelitian. Jakarta : Politeknik Negeri Jakarta.
- [2] Attalicious. 2010. *Krakatau Steel: Cetak Rp1,9 M Lewat Konsep Green Company*. <http://attalicious.wordpress.com/2010/08/19/krakatau-steel-cetak-rp19-m-lewat-konsep-green-company> (Akses tanggal 16 Januari 2011).

