

**PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH STEEL SLAG SEBAGAI  
PENGANTI AGREGAT KASAR 3/8” PADA CAMPURAN HRS-WC  
TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL<sup>1</sup>  
(variasi : 0%, 25%, 50%,75 dan 100%)**

---

Ambar Rianto<sup>2</sup>, Anita Rahmawati<sup>3</sup>, Emil Adly<sup>4</sup>

---

**INTISARI**

*Salah satu jenis perkerasan yang digunakan di Indonesia adalah perkerasan lentur. Karena dalam struktur perkerasan 90-95% terdiri dari agregat. Salah satu material yang banyak digunakan adalah kerikil atau agregat kasar. Penggunaan kerikil yang terus menerus dalam jumlah yang besar tentu akan menimbulkan masalah lingkungan di sekitar daerah penambangan tersebut. Untuk mengurangi penggunaan agregat baru dari alam yang dilakukan terus menerus, telah banyak dilakukan trobosan-trobosan baru dengan menggunakan bahan lain, terutama bahan dari limbah-limbah yang dapat digunakan kembali. Penggunaan bahan limbah ini juga menjadi salah satu solusi untuk mengatasi banyaknya limbah-limbah yang menjadi salah satu permasalahan lingkungan. Salah satu limbah yang digunakan sebagai pengganti agregat ialah steel slag. Pada penelitian ini digunakan steel slag dari PT. Karakatau Steel sebagai pengganti agregat yang tertahan pada saringan 3/8” untuk jenis campuran Hot Rolled Sheet-Wearing Course (HRS-WC) dengan kadar aspal optimum sebesar 7% dan steel slag yang digunakan adalah 25% ,50%, 75% dan 100%. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan steel slag dalam campuran HRS-WC terhadap parameter Marshall. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan kadar steel slag pada campuran perkerasan memberikan pengaruh yang signifikan pada karakteristik Marshall. Nilai stabilitas yang didapat dari penambahan kadar steel slag pada campuran aspal untuk kadar 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% sudah memenuhi spesifikasi Marshall dengan hasil berturut-turut sebesar 1639,19 kg, 1685,20 kg, 1845,47 kg, 1993,26 kg dan 2084,91 kg. Untuk nilai VITM, VFWA, VMA, Flow, dan MQ menunjukkan besaran yang memenuhi spesifikasi.*

**Kata kunci :** *Steel Slag, HRS-WC, karakteristik Marshall*

---

<sup>1</sup> Disampaikan pada seminar Tugas Akhir

<sup>2</sup> 20120110156 Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UMY

<sup>3</sup> Dosen Pembimbing I

<sup>4</sup> Dosen Pembimbing II

## **PENDAHULUAN**

Jalan raya sebagai penunjang kelancaran dari transportasi darat mempunyai peranan yang sangat penting bagi pertumbuhan suatu daerah. Sehingga dibutuhkan perkerasan jalan yang bagus supaya lalu lintas menjadi lancar, aman dan nyaman. Salah satu jenis perkerasan yang digunakan di Indonesia adalah perkerasan lentur. Salah satu jenis lapisan yang digunakan adalah Lapis Tipis Aspal Beton (LATASTON) atau juga disebut sebagai Hot Rolled Sheet (HRS).

Penggunaan agregat dalam struktur perkerasan mencapai 90-95%. Salah satu material yang banyak digunakan adalah kerikil atau agregat kasar. Penggunaan kerikil yang terus menerus dalam jumlah yang besar tentu akan menimbulkan masalah lingkungan di sekitar daerah penambangan tersebut. Untuk mengurangi penggunaan agregat baru dari alam yang dilakukan terus menerus, telah banyak dilakukan terobosan-terobosan baru dengan menggunakan bahan lain, terutama bahan dari limbah-limbah yang dapat digunakan kembali. Salah satu limbah yang digunakan sebagai pengganti agregat ialah *steel slag*.

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengevaluasi sifat-sifat fisik *Steel Slag* yang digunakan sebagai pengganti agregat pada perkerasan jalan.
2. Mengevaluasi campuran dengan menggunakan *Steel Slag* dan campuran normal (Lataston tanpa *Steel Slag*) terhadap karakteristik *marshall*.

### **Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini, diharapkan dengan memanfaatkan limbah sebagai pengganti agregat dapat mengurangi jumlah pemakaian agregat alam, dan dapat mengurangi dampak

kerusakan lingkungan akibat penambangan batu yang digunakan sebagai agregat. Pemilihan ini diharapkan juga dapat dijadikan sebagai referensi bagi peneliti bidang perkerasan jalan, khususnya material jalan untuk mengkaji bahan-bahan alternatif perkerasan jalan.

### **Batasan Masalah**

Batasan masalah kegiatan penelitian ini adalah :

1. Pemeriksaan aspal (penetrasi, titik lembek, titik nyala, penurunan berat aspal, daktilitas, berat jenis aspal).
2. Pemeriksaan agregat (berat jenis, penyerapan air, dan abrasi dengan mesin *Los Angeles*).
3. Pengujian *Marshall* dengan komposisi *Steel Slag* 0%, 25%, 50%, 75% dan 100 % dari total agregat yang tertahan pada saringan 3/8".
4. Gradasi campuran yang digunakan berdasarkan pada Spesifikasi Umum Bina Marga Edisi 2010 (Revisi 3), yaitu gradasi campuran Lataston untuk lapis permukaan (HRS-WC).
5. Pengujian hanya dilakukan untuk skala laboratorium.
6. Kadar aspal yang digunakan adalah kadar aspal optimum.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### ***Hot Rolled Sheet (HRS)***

HRS adalah campuran aspal padat dengan gradasi tidak menerus untuk jalan yang lalulintasnya ringan, diletakkan sebagai lapis permukaan di atas dasar yang dipersiapkan dari permukaan perkerasan yang direkonstruksi. Campuran ini terdiri dari agregat bergradasi timpang, filler dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas. Tebal padat

2,5 cm atau 3,0 cm (Departemen PU Bina Marga No.12/PT/B/1983).

### Steel Slag

*Steel slag* adalah batuan kasar berbentuk kubikal tidak teratur. Batuan ini terbentuk dari mineral-mineral yang digunakan sebagai pemurnian baja dari dapur tinggi. Batuan *steel slag* mempunyai kekerasan yang tinggi dan digabung dengan permukaan yang kasar menyebabkan batuan ini menguntungkan bila dipergunakan sebagai tempat parker (Hartati, 2009).

### Studi penggunaan *steel slag* pada bidang Teknik Sipil

Hartati (2009) melakukan studi pengaruh *steel slag* sebagai pengganti agregat kasar pada campuran aspal beton terhadap workabilitas dan durabilitas. Dari penelitian yang dilakukan pada campuran beton aspal diketahui bahwa semakin tinggi kandungan *steel slag* sebagai agregat kasar dalam suatu campuran, akan semakin rendah workabilitasnya sedangkan nilai durabilitas akan naik dengan adanya penambahan kadar slag.

Eral Lidansyah (2015) melakukan studi pengaruh *Steel Slag* Sebagai Bahan Substitusi Pasir Pada Sebagian Sifat Beton Segar dan Beton Keras. Hasil penelitian menunjukkan bahwa slag 30% cenderung meningkatkan kebutuhan air pada beton. Setelah uji ketahanan kimia untuk, peningkatan kekuatan kompresi di 0,37% untuk beton umur 7 hari dan 0,26% untuk beton berusia 28 hari dibandingkan dengan beton normal.

## LANDASAN TEORI

### Karakteristik *Marshall*

Tabel 1. Persyaratan pengujian *Marshall* untuk campuran HRS-WC

No	Sifat-sifat campuran	Persyaratan		Satuan
		Min	Maks	
1.	Rongga dalam campuran (VIM)	4,0	6,0	%
2.	Rongga dalam agregat (VMA)	18	-	%
3.	Rongga terisi aspal (VFA)	68	-	%
4.	Stabilitas	800	-	Kg
5.	Kelelehan / <i>flow</i>	3	-	mm
6.	<i>Marshall Quotient</i>	250	-	Kg/mm

Sumber : Spesifikasi Bina Marga 2010 (Edisi 3)

### Perhitungan Campuran

Perhitungan untuk metode pengujian campuran beraspal panas dengan alat *Marshall* menggunakan RSNI M-01-2003.

Rongga antara mineral agregat (VMA) adalah ruang/ volume pori di antara partikel agregat pada suatu perkerasan beraspal, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat).

$$VMA = 100 - \left[ (100 - P_b) \times \frac{G_{mb}}{G_{sb}} \right]$$

Rongga terisi aspal atau *Volume of voids Filled with Asphalt* (VFWA) adalah persen rongga yang terdapat di antara butir agregat (VMA) yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang terasorpsi oleh agregat.

$$VFWA = 100 \times \frac{(VMA - VITM)}{VMA}$$

Rongga udara dalam campuran ( $V_a$ ) atau VITM dalam campuran perkerasan beraspal terdiri dari atas ruang udara diantara partikel agregat yang terselimuti aspal.

$$VITM = 100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}}$$

Stabilitas adalah kemampuan lapis keras dalam menahan beban lintas tanpa terjadi perubahan bentuk yang permanen, dinyatakan dalam kg.

*Flow* adalah Parameter kelelahan diperlukan untuk mengetahui deformasi (perubahan bentuk) vertikal campuran pada saat dibebani hingga hancur (pada saat stabilitas maksimum), dinyatakan dalam mm.

*Marshall Quotient* adalah hasil bagi dari stabilitas dengan *flow* yang di pergunakan untuk pendekatan terhadap tingkat kekakuan atau kelenturan campuran dinyatakan dalam kg/mm.

$$MQ = \left[ \frac{MS}{MF} \right]$$

## METODE PENELITIAN

### Alat dan bahan yang digunakan

Alat-alat yang digunakan untuk pengujian agregat kasar, agregat halus, aspal dan *steel slag*, serta benda uji *Marshall* harus dalam kondisi bersih, baik dan terkalibrasi.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Aspal dengan penetrasi 60/70. Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian aspal.
- b. Agregat kasar dan halus yang berasal dari Clereng, Kulonprogo. Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian agregat kasar dan halus.
- c. *Steel Slag* berasal dari PT. Krakatau Steel (Persero). Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian sifat fisik *Steel slag*.

Tabel 2. Hasil pengujian aspal keras WC 60/70

No.	Jenis pengujian	Hasil	Metode	Persyaratan
1	Penetrasi, 25 <sup>0</sup> C, 100 gr, 5 detik; 0,1 mm	67,15	SNI 06-2456-1991	60 – 79
2	Titik lembek; <sup>0</sup> C	52,5	SNI 06-2434-1991	48-58
3	Titik Nyala; <sup>0</sup> C	320	SNI 06-2434-1991	Min. 200
4	Berat jenis	1,04	SNI 06-2488-1991	Min. 1,0
5	Kehilangan berat; berat	0,145	SNI 06-2441-1991	Max 0,4

Tabel 3. Hasil pengujian agregat kasar dan halus

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil	Spesifikasi Pengujian		Standar
				Minimal	Maksimal	
<b>I. Agregat Kasar</b>						
1	Berat Jenis <i>Bulk</i>	-	2,50	-	-	SNI 03-1969-1990
2	Berat jenis <i>Apparent</i>	-	2,67	2,5	-	SNI 03-1969-1990
3	Berat jenis efektif	-	2,59	-	-	SNI 03-1969-1990
4	Penyerapan	%	2.48	-	3	SNI 03-1969-1990
5	Penyerapan Abrasi	%		-	40	SNI 03-2417-1991
<b>II. Agregat Halus</b>						
1	Berat Jenis <i>Bulk</i>	-	2,52	-	-	SNI 03-1979-1990
2	Berat jenis <i>Apparent</i>	-	2,72	2,5	-	SNI 03-1979-1990
3	Berat jenis efektif	-	2,62	-	-	SNI 03-1979-1990
4	Penyerapan	%	3,00	-	3	SNI 03-1979-1990

Tabel 4. Hasil pengujian sifat fisik *steel slag*

No.	Jenis Pengujian	Standar	Hasil	Satuan
1	Berat Jenis <i>Bulk</i>	-	2,90	-
2	Berat jenis <i>Apparent</i>	-	3,05	-
3	<i>Abrasi Los Angeles</i>	≤ 40	20,45	%
4	Penyerapan	Mak. 3	1,675	%

**Bagan Alir Penelitian**

Pelaksanaan pengujian dalam penelitian ini meliputi beberapa tahap, yaitu pemeriksaan bahan seperti agregat maupun aspal, penentuan gradasi campuran, serta dilanjutkan dengan pengujian *Marshall*.

Dalam penelitian ini ada 2 tahapan pembuatan benda uji, dimana yang pertama untuk mencari KAO, dan yang kedua untuk menganalisa campuran dengan *steel slag*. Jumlah benda uji dapat dilihat pada tabel 5 dan 6.

Tabel 5. Jumlah benda uji yang diperlukan untuk menentukan KAO

Variasi Kadar Aspal	HRS
6%	2
6,5%	2
7%	2
8%	2
<b>TOTAL</b>	<b>10 sample</b>

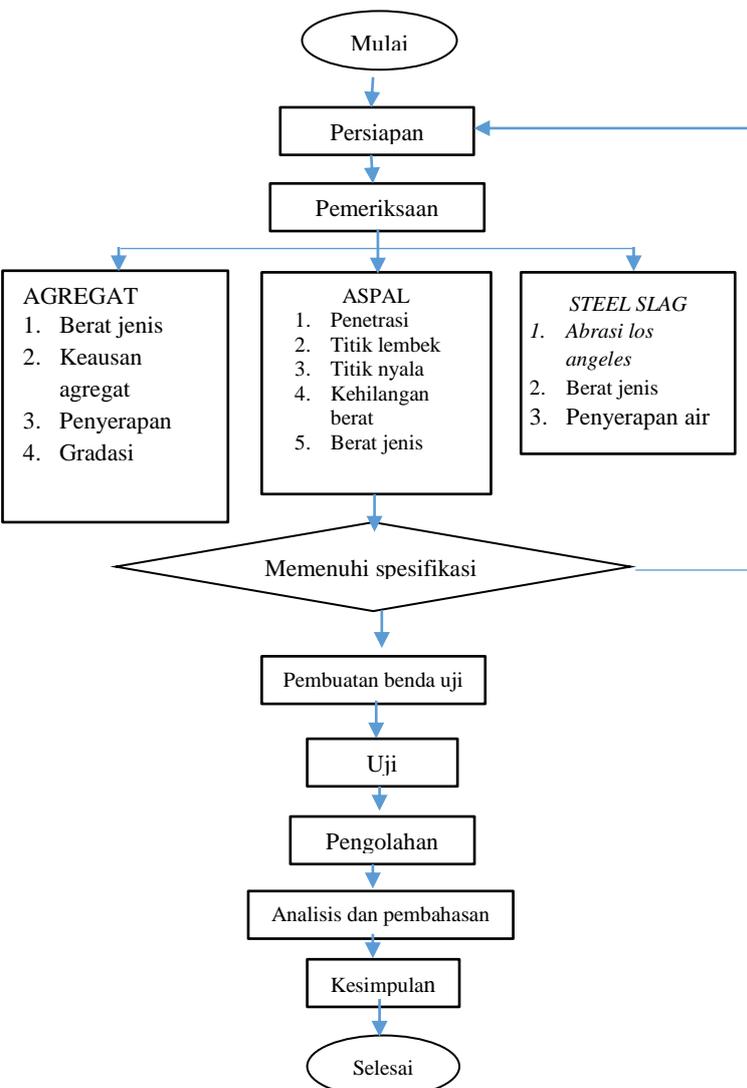
Tabel 6. Jumlah benda uji yang diperlukan untuk variasi kadar *steel slag*

Variasi Kadar Plastik	HRS
25%	2
50%	2
75%	2
100%	2
<b>TOTAL</b>	<b>8 sample</b>

Untuk pencampuran *steel slag* dilakukan dengan cara menimbang dahulu persen *steel slag* terhadap berat agregat 3/8". Kemudian setelah didapat berat *steel slag*, lalu dicampurkan dengan gradasi agregat yang lain untuk mencapai berat 1.200 gram.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pengujian *Marshall* untuk menentukan kadar aspal optimum ditunjukkan



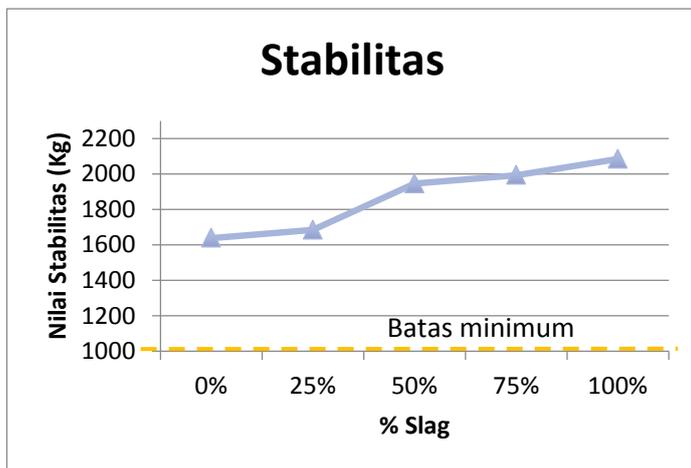
Gambar 1. Bagan alir penelitian

dalam Tabel 7, persyaratan dari sifat campuran Marshall dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil pengujian Marshall untuk menentukan KAO

No	Karakteristik	Syarat	Kadar Aspal (%)				
			6%	6,5%	7%	7,5%	8%
1	Density (gr/cc)	-	2.225	2.227	2.228	2.228	2.230
2	VITM (%)	4-6	6.03	5.23	4.45	3.69	2.86
3	VFWA (%)	≥ 68	69.37	73.99	78.40	82.51	86.70
4	VMA (%)	18	19.68	20.11	20.58	21.06	21.49
5	Stabilitas (kg)	≥ 800	1168.74	1263.27	1640.54	1473.84	1381.18
6	Flow (mm)	≥ 3	2.10	2.35	3.18	3.45	4.60
7	MQ (kg/mm)	≥ 250	554.80	537.55	527.25	444.27	300.27

### Stabilitas



Gambar 2. Hubungan Stabilitas terhadap campuran kadar steel slag

Berdasarkan tabel dan grafik di atas, nilai stabilitas yang didapat dari campuran dengan penambahan bahan slag terus meningkat seiring dengan bertambahnya kadar slag yang digunakan. Nilai optimum stabilitas ialah pada penambahan kadar slag sebesar 100% pada campuran, yaitu sebesar 2084,908 Kg. Nilai stabilitas yang didapat pada campuran slag 100% dibanding dengan nilai stabilitas pada campuran tanpa menggunakan slag (0%) memiliki perbedaan yang cukup jauh yaitu berkisar 445 Kg. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan kadar slag dalam campuran sangat berpengaruh terhadap nilai stabilitas. Kenaikan nilai stabilitas ini dikarenakan sifat fisis slag yang berongga dan berbentuk tidak beraturan sehingga

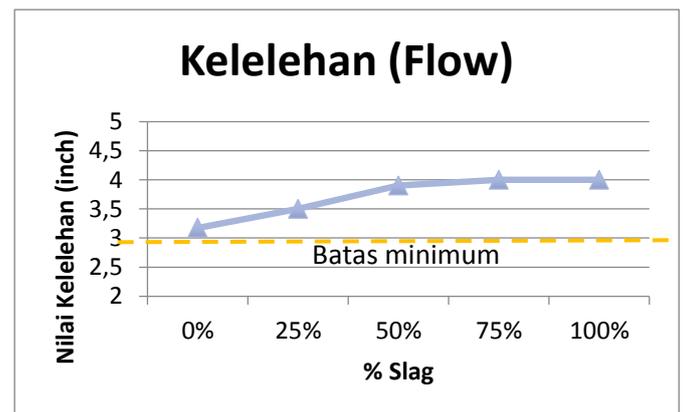
memungkinkan terjadinya ikatan yang lebih kuat diantara agregat, dimana dalam campuran ini lebih banyak agregat halus yang nantinya akan masuk dalam rongga tersebut. Kenaikan nilai tersebut akan mengakibatkan campuran yang memiliki kadar slag yang lebih tinggi akan lebih mampu menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya, tanpa mengalami perubahan bentuk.

Berdasarkan Bina Marga, persyaratan untuk nilai stabilitas yaitu minimal 1000 kg, sehingga dari campuran-campuran tersebut memenuhi syarat minimal untuk stabilitas.

### Kelelahan

Nilai kelelahan tertinggi terjadi pada campuran HRS-WC menggunakan 100% steel slag sebagai pengganti agregat 3/8", yakni sebesar 4,00 mm, sedangkan nilai kelelahan terendah terjadi pada campuran menggunakan 0% steel slag yakni sebesar 3,17 mm.

Kelelahan menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan. Sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan Bina Marga, maka nilai kelelahan tidak boleh lebih kecil dari 3 mm, sehingga hasil pengujian kelelahan pada campuran aspal tersebut memenuhi untuk syarat. Untuk hasil masing-masing campuran dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan kelelahan (Flow) terhadap campuran kadar steel slag

Berdasarkan grafik flow dari pengujian marshall di atas nilai kelelahan campuran normal/ tanpa menggunakan slag terus meningkat hingga penambahan slag pada kadar 75%, namun setelah penambahan kadar slag

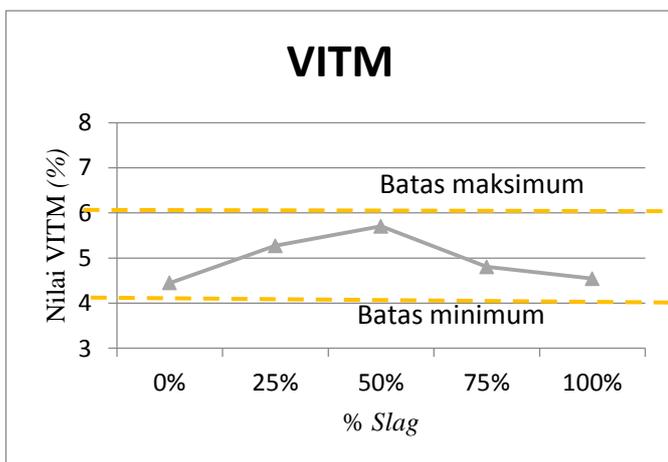
sebesar 100% nilai *flow* yang didapat konstan, tidak ada penambahan atau pengurangan nilai *flow* dari penambahan *slag* pada kadar 75%. Nilai pelelehan terbesar didapat pada penambahan *slag* pada kadar 75% yaitu sebesar 4 *inch*. Meningkatnya nilai *flow* disebabkan karena kadar aspal yang digunakan besar dan juga gradasi yang senjang sehingga membuat perkerasan menjadi lebih lentur.

### Rongga di dalam campuran (VITM)

Nilai VITM tertinggi terjadi pada campuran menggunakan 50% *steel slag* dari berat agregat 3/8" sebesar 5,703%. Sedangkan nilai VITM terendah terjadi pada campuran *steel slag* 0% sebesar 4,54%.

VITM atau rongga dalam campuran adalah parameter yang biasanya berkaitan dengan durabilitas dan kekuatan dari campuran. Semakin kecil nilai VITM, maka campuran akan bersifat lebih kedap air, namun nilai VITM yang terlalu kecil dapat mengakibatkan keluarnya aspal ke permukaan atau *bleeding*.

Persyaratan nilai VITM berdasarkan spesifikasi Bina Marga edisi 2010 (revisi 3) berkisar antara 4-6%. Untuk hasil masing-masing campuran dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hubungan VITM terhadap campuran kadar *steel slag*

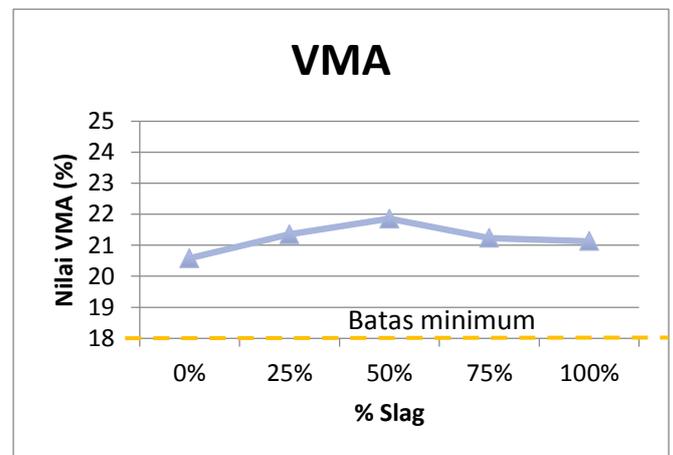
Dari grafik di atas dapat disimpulkan bahwa pengaruh penambahan *slag* terhadap campuran Lataston cenderung mengalami fluktuasi. Pada campuran 0% hingga campuran dengan penambahan *slag* pada kadar 50%

nilai VITM terus meningkat sampai lebih dari 1 %, namun dari kadar *slag* hingga ke kadar *slag* 100% nilai VITM yang didapatkan terus menurun sampai mendekati nilai VITM pada campuran normal. Kenaikan nilai VITM tersebut kemungkinan dikarenakan karakteristik dari *steel slag* nya sendiri yang bersifat *porous* sehingga membuat volume rongga dalam campuran lebih banyak.

### Rongga di antara mineral agregat (VMA)

Nilai VMA tertinggi terjadi pada campuran menggunakan 50% *steel slag* sebesar 21,85%. Sedangkan nilai VMA terendah terjadi pada campuran *steel slag* 0% sebesar 20,57%.

VMA adalah volume rongga yang terdapat di antara partikel agregat yang pengaruhnya terhadap ketahanan dari campuran aspal. Persyaratan nilai VMA berdasarkan spesifikasi Bina Marga edisi 2010 (revisi 3) berkisar antara  $\geq 18\%$ . Untuk hasil masing-masing campuran dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan VMA terhadap campuran kadar *steel slag*

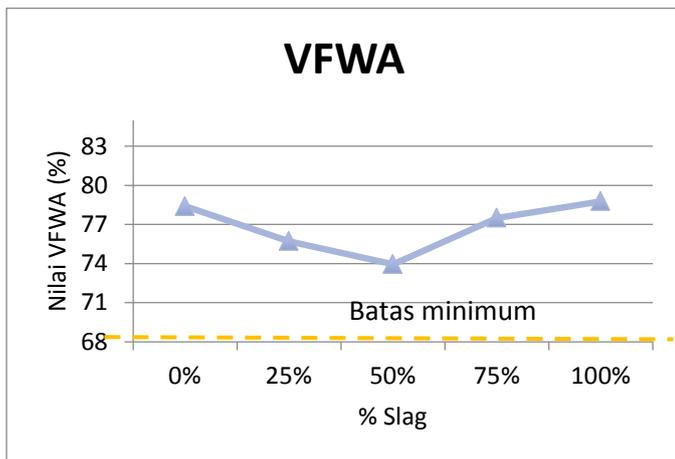
Sama halnya seperti VITM nilai VMA juga dipengaruhi oleh sipat fisis bahan *Steel slag* yang *porous* sehingga menambah jumlah volume rongga yang ada diantara partikel agregat dalam campuran ini sendiri. Bertambahnya nilai VMA ini menunjukkan bahwa bertambahnya kadar *slag* memberikan pengaruh terhadap berat isi campuran yang nilainya cenderung menurun dan

mengakibatkan kenaikan nilai VMA, begitu juga sebaliknya.

### Rongga terisi aspal (VFWA)

Rongga dalam campuran terjadi akibat adanya ruang sisa antar butiran penyusun campuran. Rongga ini dalam kondisi kering akan diisi oleh udara dan dalam kondisi basah akan diisi oleh air. Nilai VFWA tertinggi terjadi pada campuran *steel slag* 100% sebesar 78,78%, sedangkan nilai VFWA terendah terjadi pada campuran menggunakan 50% *steel slag* sebesar 73.95%.

Persyaratan nilai VFWA berdasarkan spesifikasi Bina Marga edisi 2010 (revisi 3) berkisar antara  $\geq 68\%$ . Untuk hasil masing-masing campuran dapat dilihat pada Gambar 6.

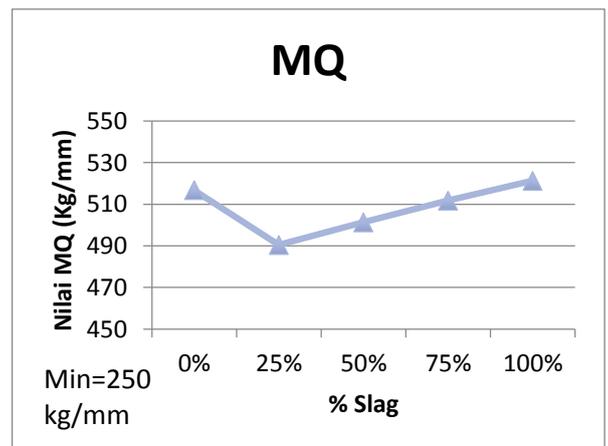


Gambar 6. Hubungan VFWA terhadap campuran kadar *steel slag*

Dari perhitungan di atas, semakin bertambahnya kadar *slag* yang digunakan semakin rendah nilai VFWA yang diperoleh hingga kadar *slag* tertentu, dan akan mengalami peningkatan setelahnya. Nilai VFWA yang menurun dikarenakan rongga antara *slag* dan agregat yang terisi oleh partikel agregat yang lebih kecil, juga dikarenakan sifat *slag* yang cepat menyerap panas sehingga aspal dalam campuran suhunya menurun dan tidak maksimal mengisi rongga. Kenaikan nilai tersebut dapat diakibatkan karena proses penusukan pada saat sebelum pemadatan yang baik.

### Marshall Question (MQ)

*Marshall Quotient* dihitung sebagai rasio dari stabilitas terhadap kelelahan yang digunakan sebagai indikator kekakuan campuran. Semakin tinggi nilai MQ suatu campuran, maka semakin kaku campuran tersebut. Nilai MQ tertinggi terjadi pada campuran menggunakan 100% *steel slag* sebesar 521,23 kg/mm, sedangkan nilai MQ terendah terjadi pada 25% *steel slag* sebesar 490,41 kg/mm.



Gambar 7. Hubungan MQ terhadap campuran kadar *steel slag*

MQ merupakan hasil bagi antara nilai stabilitas dan kelelahan sehingga dapat disimpulkan bahwa perbandingan terendah antara dua parameter tersebut belada pada kadar *slag* 25%. Rendahnya nilai MQ ini menggambarkan bahwa selisih nilai antar nilai stabilitas dan kelelahan yang sedikit, begitu juga sebaliknya.

Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) tentang ketentuan sifat-sifat campuran laston nilai MQ campuran ditetapkan dengan nilai minimum 250 Kg/mm, maka semua campuran yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi standart spesifikasi.

### KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah, penambahan kadar *steel slag* mempengaruhi hasil dari pengujian *Marshall*. Hasil yang didapat :

1. Sifat fisik *Steel slag* yang diperoleh dari pengujian didapatkan hasil bahwa berat jenis curah kering 2,9, berat jenis semu sebesar 3,05, dengan penyerapan air sebesar 1,675 % dan nilai abrasi sebesar 20,45%.
2. Semakin banyak *Steel Slag* yang digunakan dalam campuran perkerasan dapat meningkatkan nilai stabilitas. Meningkatkan stabilitas campuran yaitu meningkatkan kemampuan campuran Lataston-WC untuk memikul beban lalu lintas sampai terjadi kelelahan plastis.
3. Semakin banyak *Steel Slag* yang digunakan dalam campuran Lataston cenderung menaikkan nilai kelelahan.
4. Penggunaan *Steel Slag* sebagai campuran pada aspal cenderung menaikkan nilai VITM dari campuran normal.
5. Semakin banyak *Steel Slag* sebagai campuran pada aspal cenderung menaikkan nilai VMA dari campuran normal.
6. Penambahan *Steel Slag* pada campuran aspal Lataston cenderung menurunkan nilai VFWA, sehingga menurunkan kadar aspal efektif yang akan menyelimuti material dan menentukan kinerja campuran dalam suatu konstruksi.
7. Penggunaan *Steel Slag* cenderung menurunkan nilai MQ dari campuran normal.
8. *Steel Slag* dapat digunakan sebagai pengganti agregat pada perkerasan Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston).
3. Pengujian dengan menggunakan *steel slag* sebagai pengganti penuh agregat kasar atau punhalus tidak hanya terbatas pada satu ukuran, sehingga dapat terlihat jelas pengaruhnya.
4. Membandingkan dengan *steel slag* yang berbeda.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Departemen Pekerjaan Umum. 2010. *Spesifikasi Umum Divisi VI (Revisi 3)*. Yogyakarta.
- Hartati, Yohana M. Fristin. 2009. *Studi pengaruh Steel Slag Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Aspal Beton Terhadap Workabilitas dan Durabilitas*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Padang.
- Lidansyah ,Eral, dkk. 2015. *Pengaruh Steel Slag Sebagai Bahan Substitusi Pasir Pada Sebagian Sifat Beton Segar dan Beton Keras*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau.

#### **SARAN**

1. Pada penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan pengujian yang lebih tentang sifat fisis *steel slag*, seperti penyerapan suhu.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan jenis aspal dan campuran lain sebagainya untuk variasi terhadap temperatur.

*Seminar Tugas Akhir*  
*Program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*