

## KARAKTERISTIK BETON ASPAL DENGAN SUBSTITUSI AGREGAT LIMBAH INDUSTRI PENGOLAHAN BIJI BESI (*STEEL SLAG*)

NUNUNG MARTINA<sup>1</sup>, RINAWATI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Jurusan teknik Sipil , Politeknik Negeri Jakarta  
*Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus Baru UI Depok*  
 email : nunung\_martina@yahoo.com

### ABSTRACT

*Hot mix asphalt concrete with substitution of waste metal processing ( steel slag ) aggregate is the result of residual waste processing or a crust of iron ore furnace , visually shaped as hard lumps and irregularly shaped rock , has a specific gravity > 2.9, steel slag considered as a heavy aggregate. According to the sii 0052-80, steel slag that had less than 27% destroyed sections through a 1.7 mm sieve when tested with los angeles engines, can be used as aggregate. A 50% substitution variation of steel slag aggregate provides characteristics of asphalt concrete mixtures that is eligible to the bina marga 1998 requirement, with the optimum value at the variation of 50 % steel slag to coarse aggregate, with the stability value of 1016.00 kgf, melting value ( flow ) has the lowest value of 3:32 mm , marshall quetion optimum at 306.30 , cavities in aggregate > 16 % , the cavity filled with asphalt > 65 % , the cavity in a mixture of 3 % - 5 % .*

*Keywords : steel slag , filler , marshall test , temperature , asphalt concrete*

### PENDAHULUAN

Beton aspal sebagai lapis permukaan jalan merupakan campuran antara agregat bergradasi rapat dan aspal dengan perbandingan tertentu. Dalam campuran beton aspal tersebut terdapat agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi (filler) serta aspal sebagai bahan ikat, yang dicampur dan dipadatkan pada suhu tertentu. Dalam pelaksanaannya kualitas campuran beton aspal sangat dipengaruhi oleh karakteristik agregat sebagai bahan penyusun dan aspal sebagai pengikat yang mempunyai sifat thermoplastik, sehingga karakteristik beton aspal tidak terlepas dari pengaruh suhu.

Ketersediaan bahan lapis keras yang mencukupi dan memenuhi spesifikasi dituntut mutlak keberadaannya dalam pembangunan prasarana jalan yang berkelanjutan. Kondisi seperti ini mengakibatkan usaha untuk pengadaan bahan yang memenuhi spesifikasi menjadi tidak mudah walaupun banyak bahan lokal yang mulai dikenal tapi

belum banyak dimanfaatkan secara maksimal.

Salah satu kendala yang sering dihadapi dalam pembuatan jalan khususnya beton aspal adalah sulitnya mendapatkan agregat dan memenuhi persyaratan sehingga perlu bahan alternatif lain sebagai bahan pengganti agregat dan filler guna memenuhi kebutuhan tersebut. Bahan alternative tersebut diupayakan da dapat meningkatkan produk aspal beton yang kuat, stabil, tahan terhadap suhu dan beban kendaraan juga ramah lingkungan.

Sebagai bahan susun beton aspal, agregat haruslah memenuhi spesifikasi tertentu. Dalam beberapa kondisi dijumpai penggunaan bahan lokal seperti bahan pengisi yang berasal dari sumber lain. Bahan tersebut mudah didapatkan dan ada kemungkinan memiliki berat jenis dan kualitas yang berbeda. Seperti halnya limbah hasil pengolahan biji logam (steel slag). Steel slag, merupakan limbah sisa hasil

pengolahan bijih besi atau berupa kerak tanur, secara visual berbentuk bongkahan-bongkahan yang keras dan tidak beraturan berbentuk batuan, memiliki berat jenis > 2,9, steel slag termasuk agregat berat. Menurut SII 0052-80 steel slag memiliki kadar bagian yang hancur tembus ayakan 1,7 mm setelah agregat diuji dengan mesin Los Angeles kurang dari 27 % maka steel slag dapat digunakan sebagai agregat. Totomihardjo (1993) menyatakan bahwa rancangan campuran agregat aspal untuk uji Marshall, apabila bahan susun agregat berasal dari sumber dan jenis yang berbeda, maka perlu ada koreksi atas perbandingan volume bahan berdasarkan berat jenisnya.

Memperhatikan hal tersebut diatas, maka perlu dilakukan penelitian pada beton aspal dengan menggunakan Substitusi Agregat Limbah Industri Pengolahan Biji Besi (Steel Slag) Dan Variasi Filler dengan memperhatikan pengaruh temperatur Sebagai bentuk pengembangan produk beton aspal.

## METODE PENELITIAN

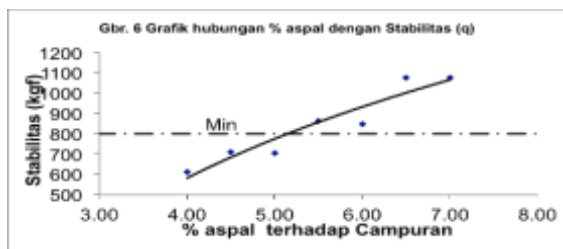
Rincian detail kegiatan tahun 2013 yang dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

1. Persiapan bahan pengujian (Agregat kasar, Agregat halus, Steel slag dan Aspal)
2. Pengujian bahan agar memenuhi spesifikasi bahan dan memenuhi gradasi agregat campuran yang akan digunakan untuk pengujian marshall.
3. Rincian proporsi agregat kasar dan halus untuk menentukan kadar aspal rencana.
4. Pembuatan benda uji marshall tanpa menggunakan steel slag.
5. Pengujian marshal dengan menggunakan agregat kasar dan halus tanpa steel slag.
6. Perhitungan parameter marshall yang terdiri dari :
  - a. Rongga dalam agregat
  - b. Rongga dalam aspal
  - c. Rongga dalam campuran
  - d. Stabilitas
  - e. Kelelahan (flow)
  - f. Hasil bagi marshall
  - g. Refusal density
7. Penentuan aspal optimum, sebagai dasar untuk rancanagn uji marshal dengan substitusi agregat kasar sebagian atau seluruhnya dengan menggunakan steel slag.
8. Pembuatan benda uji marshall dengan menggunakan aspal optimum dengan variasi steel slag sebagai substitusi agregat sebagian atau seluruhnya dengan variasi sebagai berikut yaitu : 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% terhadap agregat kasar.
9. Perhitungan parameter marshall dengan variasi steel slag yang terdiri dari :
  - a. Rongga dalam agregat
  - b. Rongga dalam aspal
  - c. Rongga dalam campuran
  - d. Stabilitas
  - e. Kelelahan (flow)
  - f. Hasil bagi marshall
  - g. Refusal density
10. Uji Whell Tracking Machine (WTM) dengan variasi steel slag untuk pengujian dengan hasil bagi marshall optimum dan hasilnya dibandingkan dengan WTM dengan pengujian tanpa steel slag
11. Kesimpulan hasil penelitian dan rencana penelitian berikutnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

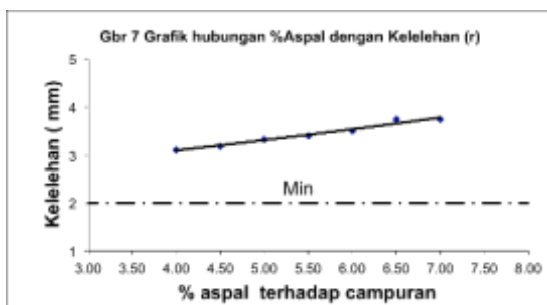
### Menghitung Parameter Marshall dan Aspal Optimum

Parameter Marshall yang dihitung adalah stabilitas, kelelehan (*flow*), rongga dalam agregat, rongga terisi aspal dan rongga dalam campuran, dari variasi aspal yang dibuat dan memenuhi standar. Seperti terlihat pada tabel percobaan Marshall berikut.



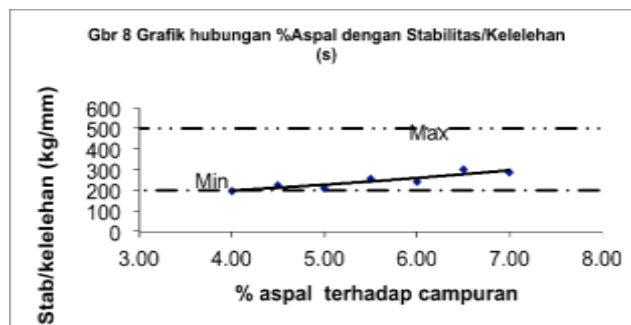
Gambar 6: Grafik hubungan % aspal dengan stabilitas

Dari Gbr 6. hubungan Stabilitas dengan persen aspal terhadap campuran variasi berat aspal yang memenuhi standar bina marga untuk lalulintas berat yaitu >800 Kg adalah mulai dari 5,3% sampai dengan 7 %



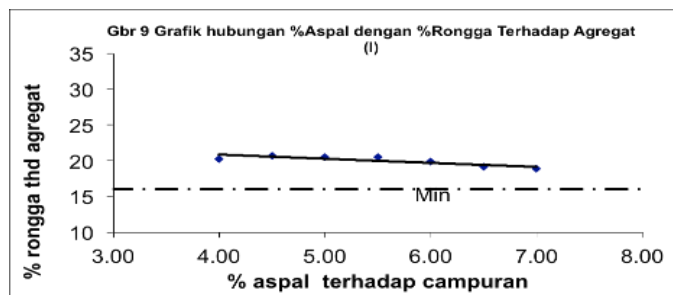
Gambar 7: Grafik hubungan % aspal dengan kelelehan.

Kelelehan (*flow*) dengan persen aspal terhadap campuran variasi berat aspal yang memenuhi standar bina marga untuk lalulintas berat yaitu  $\geq 2$  mm semua variasi kadar aspal memenuhi.



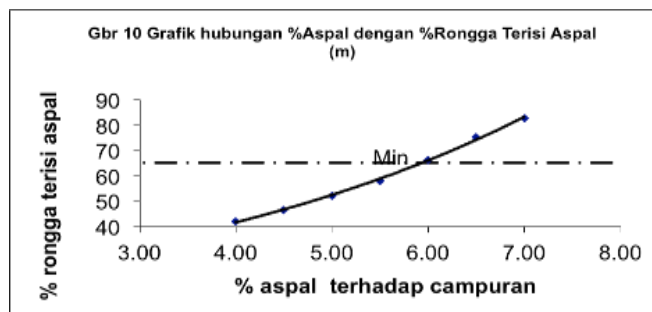
Gambar 8: Grafik hubungan % aspal dengan stabilitas/kelelehan

Dari Gbr.8 hubungan Stabilitas dibagi kelelehan (*flow*) dengan persen aspal terhadap campuran variasi berat aspal yang memenuhi standar bina marga untuk lalulintas berat yaitu 200 – 500 Kg/mm semua variasi kadar aspal memenuhi.



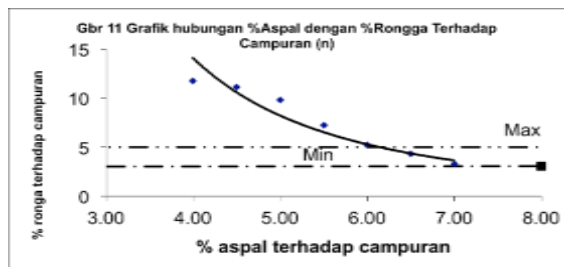
Gambar 9: Grafik hubungan % aspal dengan % rongga terhadap agregat

Menurut Standar bina marga untuk lalulintas berat rongga dalam agregat harus  $\geq 16\%$  sedangkan dari Gbr.9 hubungan antara rongga dalam agregat dengan kadar aspal dalam campuran semuanya memenuhi.



Gambar 10: Grafik hubungan % aspal dengan % rongga terisi aspal

Hubungan antara rongga terisi aspal dengan kadar aspal menurut standar Bina Marga adalah  $\geq 65\%$ , dari Gbr.10 yang memenuhi standar tersebut ialah 5,85% sampai dengan 7%.



Gambar 11: Grafik hubungan % aspal dengan rongga terhadap campuran

Kadar rongga dalam campuran yang memenuhi adalah antara kadar aspal 6,15 % sampai dengan 7% sebab menurut standar bina marga rongga dalam campuran yang memenuhi syarat adalah antara 3% – 5%.

Tabel 25. Syarat Campuran Aspal Beton Menurut Bina Marga (1998) (Untuk Lalu Lintas Berat)

Stabilitas	(Q)	>800	Kg
Kelelahan (Flow)	(R)	$\geq 2$	Mm
Hasil Bagi Marshall	(S)	200-500	Kg/Mm <sup>2</sup>
Rongga Dalam Agregat	(L)	$\geq 16$	%
Rongga Terisi Aspal	(M)	$\geq 65$	%
Rongga Dalam Campuran	(N)	3-5	%

Dari semua Gambar 12 tersebut maka kadar aspal yang memenuhi semua parameter aspal adalah kadar aspal 6,15% hingga 7 %. Kadar aspal optimum diambil 6,375 % terhadap campuran.

**Pengujian Marshall dengan substitusi agregat steel slag terhadap menggunakan kadar aspal optimum**

1. Penentuan Jumlah kebutuhan bahan

Tabel 26. Kebutuhan bahan

Bahan	%Berat	Berat gr	Banyak Benda Uji	Total
Agg. Kasar	56.2%	327,69		2471,7
Agg. Halus	33.8%	580,48	12	6965,7
Filler	3.7%	28,08		337,05
Aspal (optimum)	6,375%*	63,75		765
Jumlah		1000		

2. Variasi steel slag sebagai substitusi agregat kasar

Tabel 27. Kebutuhan steel slag untuk setiap variasi

VARIASI STEEL SLAG	Agregat kasar gr	Steel slag gr
0%	327,69	0
25%	245,77	81,92
50%	163,85	163,85
75%	81,92	245,77
100%	0	327,69

3. Menghitung Parameter marshall terhadap variasi steel slag

Parameter Marshall yang dihitung adalah stabilitas, kelelahan (flow), rongga dalam agregat, rongga terisi aspal dan rongga dalam campuran, dari variasi aspal yang dibuat dan memenuhi standar. Seperti terlihat pada tabel percobaan Marshall berikut

Tabel 28. Parameter marshall terhadap variasi steel slag

Parameter Marshall	Variasi steel slag				
	0.00	25.00	50.00	75.00	100.00
%rongga dalam agregat	21.55	20.12	19.34	18.00	16.80
%rongga dalam campuran	7.91	6.23	4.14	3.74	2.33
%rongga terisi aspal	63.34	69.05	72.74	79.40	86.47
Stabilitas	844.01	907.00	1016.00	1002.00	997.00
Kelelahan	3.60	3.57	3.32	3.40	3.50
Stabilitas/kelelahan	241.00	253.90	306.30	294.80	284.90

Stabilitas dengan kandunga Steel slag 50% terhadap agregat kasar mempunyai nilai optimum sebesar 1016.00 kgf dan memenuhi standar bina marga untuk lalulintas berat yaitu >800 Kg dan semua variasi memenuhi syarat.

- a. Nilai kelelahan (flow) dengan kandunga Steel slag 50% terhadap agregat kasar mempunyai nilai terendah sebesar 3.32 mm

- memenuhi standar bina marga untuk lalulintas berat yaitu  $\geq 2$  mm dan semua variasi memenuhi syarat.
- b. Satabilitas dibagi kelelehan (*flow*) kandungan Steel slag 50% terhadap agregat kasar mempunyai nilai optimum sebesar 306.30 memenuhi standar bina marga untuk lalulintas berat yaitu 200 – 500 Kg/mm dan semua variasi memenuhi syarat.
  - c. Menurut Standar bina marga untuk lalulintas berat rongga dalam agregat harus  $\geq 16\%$ , untuk semua variasi steel slag memenuhi syarat.
  - d. Menurut standar Bina Marga untuk rralu lintas berat rongga terisi aspal harus  $\geq 65\%$ , untuk semua variasi memenuhi syarat.
  - e. Kadar rongga dalam campuran yang memenuhi adalah variasi steel slag 50 % sampai dengan 100% sebab menurut standar bina marga rongga dalam campuran yang memenuhi syarat adalah antara 3% – 5%.
  - f. Dari hasil pengujian diatas penggunaan steel slag pada variasi 50% menunjukkan parameter marshall yang ideal dengan stabilitas optimum dan dan memiliki nilai bagi stabilitas terhadap kelelehan yang memenuhi syarat bina marga.

## KESIMPULAN

Penggunaan Steel slag sebanyak 50% menghasilkan karakteristik campuran beton aspal yang memenuhi syarat Bina Marga Tahun 1998, dengan nilai optimum dengan nilai Stabilitas sebesar 1016.00 kgf, nilai kelelehan (*flow*) mempunyai nilai terendah sebesar 3.32 mm, Marshall Quetion optimum sebesar 306.30, rongga dalam agregat  $> 16\%$ , rongga terisi aspal  $> 65\%$ , rongga dalam campuran 3% – 5%.

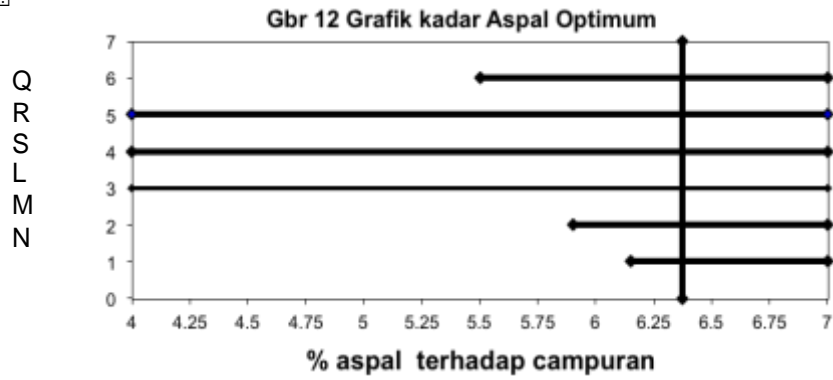
## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amalia, Nunung Martina, (2004), Laporan Amalia, Nunung Martina, 2004, Laporan Penelitian DIK-S Tinjauan Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Limbah PT Krakatau Steel (Steel slag), Jakarta
- [2] ASTM C- 29-97, Pengujian Berat Isi Agregat Kasar dan Agregat Halus.
- [3] Balai Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, 2005, Draft Akhir Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Edisi April 2005, Bandung
- [4] Balai Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, 2005, Laporan Hasil Pengujian Agregat, Bandung
- [5] Departemen Pekerjaan Umum, 1986, Pedoman Pengujian Bahan, PEDC, Bandung
- [6] Departemen Pekerjaan Umum, 2000, Laporan Penelitian dan Dissiminasi Spesifikasi Baru, Bandung
- [7] Direktorat Jenderal Bina Marga, 1976, "Manual Pemeriksaan Bahan Jalan (No.01/MN/BM/1976)". Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- [8] Hartati, Fristin Yohana, 2009, Jurnal Studi pengaruh steel slag sebagai pengganti agregat kasar pada campuran beton aspal terhadap Workabilitas Dan Durabilitas, Padang
- [9] Nunung Martina, Ichsan, Kuniawan, 2005, Laporan Penelitian Tinjauan Sifat Fisik Dan Sifat Mekanis Beton Dengan Bahan Tambah Pengganti Agregat Kasar Dari Limbah Industri Pengolahan Logam (Steel Slag) PT.Krakatau Steel, Jakarta
- [10] Nunung Martina, Eka Sasmita Mulya, 2008, Laporan Penelitian Unggulan Pengaruh Pemakaian Polimer Pada Kapasitas Kuat Tekan Cement Treated Base (CTB) Pada Lapis Perkerasan Jalan Komposit, Jakarta

[11] Nunung Martina, Eka Sasmita Mulya, 2012, Laporan Peningkatan Mutu Produk Cement Treated Base (CTB) Agregat Limbah Industri Logam (Steel Slag) Pada Lapis

Perkerasan Jalan Komposit Dengan Polimer Flexon Dan Styrene Butadiene Rubber (SBR) , Jakarta  
[12] Sukirman Silvia, 2003, Beton Aspal Campuran Panas, Granit, Jakarta.

?



]

?