

## PENGARUH PENGGUNAAN PS BALL PADA CAMPURAN BETON ASPAL

Tan Lie Ing<sup>1</sup>, Deni Setiawan<sup>2</sup>, Ronald Simatupang<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha

Jalan Suria Sumantri 65 Bandung, 40164

E-mail: lieing.tan@yahoo.com

### Abstrak

Dunia saat ini sedang berada dalam ancaman pemanasan global. Pemanasan global berpengaruh dalam perencanaan suatu konstruksi bangunan dan memiliki peran besar terhadap perubahan lingkungan di permukaan bumi ini, terutama bahan konstruksi dari pemanfaatan sumber daya alam yang jumlahnya semakin terbatas. Transportasi darat di Indonesia merupakan moda transportasi yang paling dominan dibandingkan moda transportasi lainnya. Kondisi transportasi darat moda jalan di Indonesia semakin mengkhawatirkan terutama kerusakan pada konstruksi perkerasan jalan, oleh karena itu, diperlukan adanya inovasi untuk dapat mengurangi efek pemanasan global yang terjadi dalam dunia konstruksi terutama dalam konstruksi perkerasan jalan sehingga dapat menghasilkan suatu bahan konstruksi perkerasan jalan yang ramah lingkungan dengan kualitas keawetan yang tinggi untuk mengurangi biaya pemeliharaan berlebih dan menghindari kerusakan pada perkerasan dalam umur yang singkat. Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi pengaruh penggunaan PS Ball pada campuran beton aspal. Kinerja beton aspal ditentukan melalui pengujian benda uji yang meliputi: penentuan berat volume benda uji, pengujian nilai stabilitas, pengujian kelelahan (flow), perhitungan Marshall Quotient, perhitungan berbagai jenis volume pori dalam beton aspal (VIM, VMA, dan VFA), dan perhitungan tebal selimut atau film aspal. Hasil analisis menunjukkan bahwa penambahan PS Ball berpengaruh pada campuran beton aspal dan semakin banyak persentase PS Ball dalam campuran beton aspal semakin menurunkan nilai stabilitas. Selain itu penambahan PS Ball dalam campuran beton aspal menyebabkan nilai VIM meningkat, sehingga menyebabkan campuran semakin bersifat keropos (porous).

**Kata kunci :** PS Ball; aspal; agregat; beton aspal; stabilitas; VIM

### Pendahuluan

Dunia saat ini sedang berada dalam ancaman pemanasan global. Pemanasan global melibatkan banyak faktor yang saling berhubungan, selain itu pemanasan global juga berpengaruh dalam perencanaan suatu konstruksi bangunan. Proyek konstruksi dianggap memiliki peran besar terhadap perubahan lingkungan di permukaan bumi ini, terutama bahan konstruksi dari pemanfaatan sumber daya alam yang jumlahnya semakin terbatas.

Di sisi lain, transportasi darat di Indonesia merupakan moda transportasi yang paling dominan dibandingkan moda transportasi lainnya, seperti transportasi udara dan transportasi laut. Transportasi darat moda jalan masih menjadi favorit bagi masyarakat. Namun, kondisi transportasi darat moda jalan di Indonesia semakin mengkhawatirkan terutama kerusakan pada konstruksi perkerasan jalan. Rusaknya konstruksi perkerasan jalan menjadi salah satu penyebab kemacetan lalu lintas bahkan tidak jarang menjadi penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas. Oleh karena itu, diperlukan adanya inovasi untuk dapat mengurangi efek pemanasan global yang terjadi dalam dunia konstruksi terutama dalam konstruksi perkerasan jalan sehingga dapat menghasilkan suatu bahan konstruksi perkerasan jalan yang ramah lingkungan dengan kualitas keawetan yang tinggi untuk mengurangi biaya pemeliharaan berlebih dan menghindari kerusakan pada perkerasan dalam umur yang singkat. Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi pengaruh penggunaan PS Ball pada campuran beton aspal.

### Studi Literatur

Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat, terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan bawahnya. Konstruksi perkerasan lentur terdiri atas lapisan permukaan (*surface course*), lapisan pondasi (*base course*), lapisan pondasi bawah (*subbase course*), dan lapisan tanah dasar (*subgrade*).

Agregat/batuan didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan penyal (*solid*). Agregat/batuan merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90-95% agregat berdasarkan persentase berat atau 75-85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian daya dukung, keawetan, dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

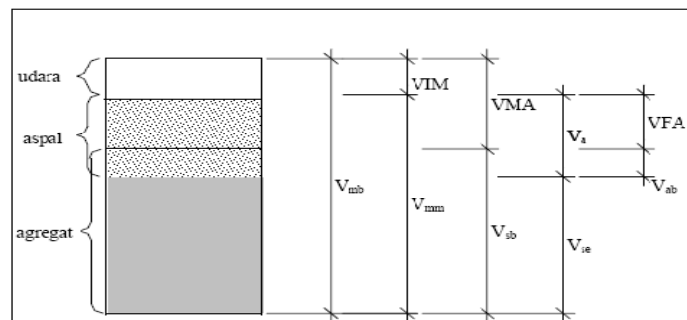
Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu, aspal dapat menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan beton aspal atau dapat masuk kedalam pori-pori yang ada pada penyemprotan/penyiraman pada perkerasan Macadam ataupun pelaburan. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya.

Beton aspal adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Jika digunakan semen aspal, maka suhu pencampuran umumnya antara 145°C–155°C, sehingga disebut beton aspal campuran panas/*hotmix*. Beton aspal yang menggunakan aspal cair dapat dicampur pada suhu ruang, sehingga dinamakan *coldmix*.

VIM adalah volume pori yang masih tersisa setelah campuran beton aspal dipadatkan. VIM yang terlalu besar akan mengakibatkan beton aspal padat berkurang kedekatan airnya, sehingga berakibat meningkatnya proses oksidasi aspal yang dapat mempercepat penuaan aspal dan menurunkan sifat durabilitas beton aspal. VIM yang terlalu kecil akan mengakibatkan perkerasan mengalami *bleeding* jika temperatur meningkat,

VMA adalah volume pori di dalam beton aspal padat jika seluruh selimut aspal diabaikan. Tidak termasuk di dalam VMA volume pori di dalam masing-masing butir agregat. VMA akan meningkat jika selimut aspal lebih tebal, atau agregat yang digunakan bergradasi terbuka.

VFA adalah volume pori beton aspal padat yang terisi oleh aspal, atau volume film/selimut beton. Secara skematis berbagai jenis volume yang terdapat di dalam campuran beton aspal padat ditunjukkan pada Gambar 1.

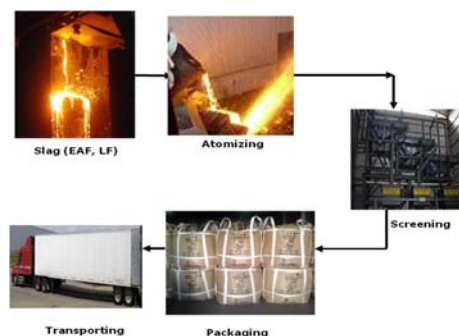


Sumber : Sukirman, S., 2010

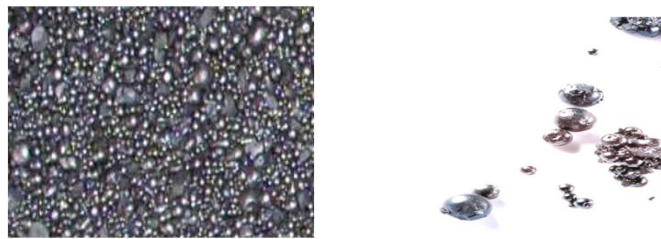
Gambar 1 Skematis Berbagai Jenis Volume Beton Aspal

Kinerja beton aspal padat ditentukan melalui pengujian benda uji yang meliputi: penentuan berat volume benda uji, pengujian nilai stabilitas, pengujian kelelahan (*flow*), perhitungan *Marshall Quotient*, perhitungan berbagai jenis volume pori dalam beton aspal padat (VIM, VMA, dan VFA), dan perhitungan tebal selimut atau film aspal. Prosedur pengujian Marshall mengikuti SNI 06-2489-1991, atau ASTM D 1559-76.

Slag EAF merupakan produk samping dengan volume besar yang terbentuk dalam proses pembuatan baja dan masih mengandung sisa-sisa metal. Material hasil dari proses SAT berbentuk bola dengan diameter dan ukuran yang berbeda-beda, dan disebut PS (*Precious Slag*) Ball. PS Ball produk ramah lingkungan hasil olahan limbah B3 yang dapat digunakan untuk material blasting sebagai pengganti pasir kuarsa. Pada Gambar 2 dapat dilihat proses produksi dari PS Ball sedangkan bentuk PS Ball dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2 Proses Produksi PS Ball



Gambar 3 Butiran PS Ball

Analisis Data dan Pembahasan

Hasil analisis data dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian Campuran Aspal dengan Variasi Persentase PS Ball

No. Benda Uji	Kadar aspal		Gmm	Gse	Berat benda uji, gram				Volume bulk cm <sup>3</sup>	Berat jenis bulk G/cm <sup>3</sup>	% Volume		% pori			Stabilitas			Flow mm	Marshall Quotient	Persentase PS Ball	
	% berat thd total agregat	% berat thd total campuran			Di udara	Dlm air	kering permukaan ssd	J			aspal thd campuran	agregat efektif thd campuran	VMA	VIM	VFA	Bacaan dial	Justifikasi kg	Stabilitas Mashall				
																						A
Berat jenis bulk agregat, Gsb: 2.69		Berat jenis aspal: 1.03																				
1	4.898	5.15	2.447	2.644	1236.2	699	1243.5	544.5	2.27	10.80	81.45	19.9	7.2	63.9	252	2957.943	2750.887	3.4	809.084	0%		
2	4.898	5.15	2.447	2.644	1237.1	710	1242.1	532.1	2.32	11.06	83.40	18.0	5.0	72.4	245	2875.778	2674.474	3.7	722.831			
3	4.898	5.15	2.447	2.644	1236.2	704	1241.2	537.2	2.30	10.94	82.55	18.9	5.9	68.5	248	2910.992	2707.222	3.6	752.006			
4	4.898	5.15	2.447	2.644	1235.8	699	1252.4	553.4	2.23	10.62	80.11	21.3	8.7	59.0	240	2817.089	2619.893	3.6	727.748			
5	4.898	5.15	2.447	2.644	1235.9	698	1246.2	548.2	2.25	10.72	80.88	20.5	7.9	61.7	242	2840.565	2641.725	3.8	695.191			
6	4.898	5.15	2.447	2.644	1237.2	701	1243.8	542.8	2.28	10.84	81.77	19.6	6.8	65.2	245	2875.778	2674.474	3.4	786.610			
1	4.898	5.15	2.447	2.644	1252.1	681	1253.2	572.2	2.19	10.41	78.50	22.8	10.6	53.8	158	1854.583	1724.763	4.2	410.658	25%		
2	4.898	5.15	2.447	2.644	1244.4	679	1244.5	565.5	2.20	10.46	78.94	22.4	10.1	55.1	172	2018.9136	1877.59	4.25	441.786			
3	4.898	5.15	2.447	2.644	1245.2	683	1246.0	563.0	2.21	10.52	79.34	22.0	9.6	56.4	188	2206.7196	2052.249	4.2	488.631			
4	4.898	5.15	2.447	2.644	1252.5	683	1253.5	570.5	2.20	10.44	78.76	22.6	10.3	54.6	165	1936.7486	1801.176	4	450.294			
5	4.898	5.15	2.447	2.644	1244.5	678	1244.8	566.8	2.20	10.44	78.77	22.6	10.3	54.6	170	1995.4379	1855.767	4.5	412.390			
6	4.898	5.15	2.447	2.644	1245.4	683	1246.5	563.5	2.21	10.51	79.28	22.1	9.7	56.2	185	2171.506	2019.501	4	504.875			
1	4.898	5.15	2.447	2.644	1248.5	685	1246.2	561.2	2.22	10.58	79.81	21.6	9.1	57.9	140	1643.3018	1528.271	7	218.324	50%		
2	4.898	5.15	2.447	2.644	1241.2	684	1238.5	554.5	2.24	10.64	80.30	21.1	8.5	59.6	152	1784.1562	1659.265	5.5	301.685			
3	4.898	5.15	2.447	2.644	1241.1	683	1242	559.0	2.22	10.56	79.65	21.7	9.3	57.4	155	1819.3699	1692.014	6.5	260.310			
4	4.898	5.15	2.447	2.644	1248.7	685	1246.2	561.2	2.23	10.58	79.82	21.5	9.1	58.0	160	1878.0592	1746.596	7	249.514			
5	4.898	5.15	2.447	2.644	1241.3	687	1238.5	551.5	2.25	10.70	80.74	20.6	8.0	61.2	142	1666.7775	1550.103	6.5	238.477			
6	4.898	5.15	2.447	2.644	1241.5	685	1242.2	557.2	2.23	10.59	79.93	21.4	8.9	58.3	167	1960.2243	1823.009	6.5	280.463			
1	4.898	5.15	2.447	2.644	1242.2	684	1248.2	564.2	2.20	10.47	78.98	22.4	10.0	55.3	142	1666.7775	1550.103	2.75	563.674	75%		
2	4.898	5.15	2.447	2.644	1254.3	687	1257.0	570.0	2.20	10.46	78.94	22.4	10.1	55.1	157	1842.846	1713.846	2.75	623.217			
3	4.898	5.15	2.447	2.644	1219.4	681	1222.5	541.5	2.25	10.71	80.78	20.6	8.0	61.4	125	1467.2338	1364.527	2.7	505.381			
4	4.898	5.15	2.447	2.644	1242.5	685	1248.2	563.2	2.21	10.49	79.14	22.2	9.8	55.8	136	1596.3503	1484.606	2.5	593.842			
5	4.898	5.15	2.447	2.644	1254.1	688	1257.8	569.8	2.20	10.47	78.96	22.4	10.0	55.2	130	1525.9231	1419.108	2.75	516.039			
6	4.898	5.15	2.447	2.644	1219.3	685	1222.0	537.0	2.27	10.80	81.45	19.9	7.2	63.9	122	1432.0201	1331.779	2.5	532.711			
1	4.898	5.15	2.447	2.644	1258.2	444	1258.0	814.0	1.55	7.35	55.45	45.5	36.8	19.1	121	1420.2823	1320.863	2.3	574.288	100%		
2	4.898	5.15	2.447	2.644	1262.1	450	1265.2	815.2	1.55	7.36	55.54	45.4	36.7	19.1	118	1385.069	1288.114	2.5	515.246			
3	4.898	5.15	2.447	2.644	1246.4	447	1259.2	812.2	1.53	7.30	55.05	45.9	37.3	18.8	128	1467.2338	1364.527	2.4	568.553			
4	4.898	5.15	2.447	2.644	1258.5	451	1258.4	807.4	1.56	7.41	55.92	45.0	36.3	19.4	122	1432.0201	1331.779	2.75	484.283			
5	4.898	5.15	2.447	2.644	1262.0	445	1265.2	820.2	1.54	7.32	55.20	45.7	37.1	18.9	132	1549.3988	1440.941	2	720.470			
6	4.898	5.15	2.447	2.644	1246.2	447	1259.0	812.0	1.53	7.30	55.06	45.9	37.3	18.8	140	1643.3018	1528.271	2.5	611.308			

Berdasarkan pengujian-pengujian yang telah dilakukan pada material yang digunakan, dapat disimpulkan bahwa material yang digunakan memenuhi persyaratan yang ditentukan. Berdasarkan Tabel 3.1 dapat disimpulkan bahwa penambahan PS Ball dalam campuran beton aspal menyebabkan penurunan nilai stabilitas. Semakin besar penambahan persentase PS Ball semakin menurunkan nilai stabilitas dari campuran beton aspal, dengan demikian penggantian sebagian/seluruh filler dalam campuran beton aspal tidak dapat dipergunakan.

Nilai kelelahan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: gradasi, kadar aspal, bentuk, dan permukaan agregat. Nilai kelelahan yang ditunjukkan oleh arloji kelelahan merupakan nilai yang menyatakan besarnya deformasi vertikal benda uji. Peningkatan nilai kelelahan terjadi hingga penambahan 50% PS Ball, namun pada penambahan selanjutnya mengalami penurunan nilai kelelahan.

Nilai VIM menunjukkan persentase rongga terhadap volume total campuran setelah dipadatkan. Nilai tersebut dipergunakan untuk mengetahui besarnya rongga campuran. Nilai VIM yang terlalu kecil menimbulkan bleeding sedangkan nilai VIM yang terlalu besar akan menimbulkan oksidasi pada aspal. Nilai VIM mengalami peningkatan hingga penambahan 25% PS Ball, menurun pada saat penambahan 50% PS Ball, dan meningkat kembali pada penambahan 75% dan 100% PS Ball. Nilai VIM berpengaruh terhadap durabilitas campuran beton aspal, sehingga semakin tinggi nilai VIM maka campuran beton aspal akan semakin bersifat keropos (porous).

Nilai VMA sangat penting untuk membuat ruang yang cukup bagi aspal sehingga campuran beton aspal memiliki durabilitas yang baik. Nilai VMA menunjukkan banyaknya aspal dari rongga yang terisi aspal dalam persen. Nilai minimum VMA untuk menghindari banyaknya rongga udara yang mengakibatkan material menjadi berpori. Nilai VMA mengalami peningkatan sampai dengan penambahan 25% PS Ball, namun menurun pada saat penambahan 50% PS Ball, dan mengalami peningkatan kembali pada penambahan 75% PS Ball dan 100% PS Ball.

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, maka diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. Penambahan *PS Ball* berpengaruh pada campuran beton aspal.
2. Semakin banyak persentase *PS Ball* dalam campuran beton aspal semakin menurunkan nilai stabilitas.
3. Penambahan *PS Ball* dalam campuran beton aspal menyebabkan nilai VIM meningkat, maka campuran semakin bersifat keropos (porous).

## Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih kepada DIKTI karena telah memberikan dukungan finansial Hibah Bersaing DP2M-DIKTI Tahun Anggaran 2013 dalam penelitian ini dengan judul Pengaruh Penggunaan *PS Ball* pada Campuran Beton Aspal.

## Daftar Pustaka

- AASHTO, (1990), *Standard Specifications For Transportation Material And Methods of Sampling and Testing*, Part II, "Test", Fifteenth Edition, Washington, D.C.
- Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Campuran Aspal Dengan Alat Marshall*, SNI 06-2489-1991; SK SNI M-578-1990-03.
- Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Padat*, SNI 06-2441-1991; SK SNI M-30-1990-F.
- Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*, SNI 03-1970-1990; SK SNI M-10-1989-F.
- Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*, SNI 03-1969-1990; SK SNI M-09-1989-F.
- Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Daktilitas Bahan-bahan Aspal*, SNI 06-2432-1991; SK SNI M-18-1990-F.
- Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angeles*, SNI 03-2417-1991; SK SNI M-02-1990-F.
- Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar*, SNI 03-1968-1990; SK SNI M-08-1989-F.
- Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Penetrasi Bahan-bahan Bitumen*, SNI 06-2456-1991; SK SNI M-21-1990-F.
- Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Titik Lembek Aspal Dan Ter*, SNI 06-2434-1991; SK SNI M-20-1990-F.
- Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, *Metode Pengujian Titik Nyala Dan Titik Bakar Dengan Cleveland Open Cup*, SNI 06-2433-1991; SK SNI M-19-1990-F.
- Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Jalan, Kumpulan Makalah Teknologi Bahan, Tjitjik, W.S., (1994), *Pengalaman Melakukan Pengujian Mutu Aspal Keras di Laboratorium*.
- Sukirman, S., (2003), *Beton Aspal Campuran Panas*, Granit, Jakarta.
- Sukirman, S., (1992), *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, NOVA, Bandung.
- Sukirman, S., (2010), *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*, NOVA, Bandung.