

# Karakteristik Laston AC-WC Menggunakan Variasi Kadar *Filler* Limbah Balon Gas

Etty Rabihati, Rasiwan, & Rika Ryanti

Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Politeknik Negeri Pontianak  
Jalan Ahmad Yani Pontianak 78124  
E-mail: etty.rabihati@gmail.com

**Abstrak:** Transportasi merupakan salah satu elemen pendukung yang penting dalam pembangunan Negara dan salah satu sistem transportasi yang merupakan penghubung antar daerah adalah jalan. Oleh karena itu perlu adanya inovasi-inovasi dalam perancangan perkerasan jalan yang berkelanjutan agar tercipta kondisi jalan yang baik. Sebagaimana diketahui Laston (AC-WC) adalah merupakan bahan campuran aspal jenis perkerasan lentur yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambah. Susunan gradasi agregat menerus pada Laston ini menyebabkan banyak digunakan untuk perkerasan jalan dengan klasifikasi lalu-lintas berat serta diutamakan untuk digunakan pada daerah tropis sehingga banyak diterapkan di Indonesia. Untuk mendapatkan campuran aspal beton yang sesuai dengan susunan gradasi yang disyaratkan maka digunakanlah *filler* yang berfungsi sebagai bahan pengisi, misalnya semen, ataupun debu abu batu, dalam hal ini kesemua material tersebut adalah material yang tidak dapat diperbarui, untuk itu perlu inovasi-inovasi lebih lanjut untuk mencari material alternatif pengganti *filler*, dalam penelitian ini digunakan variasi *filler* limbah balon gas. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai stabilitas Laston WC dengan menggunakan Limbah Balon Gas lebih tinggi dibandingkan dengan Semen sebagai *Filler* kenaikan nilai stabilitas sebesar 14,98 %, walaupun nilai *flow* kecil namun nilai VIM, VMA dan VFB lebih kecil sedikit, namun semua nilai karakteristik tersebut masih sesuai dengan spesifikasi.

**Kata kunci:** Limbah balon gas, Laston AC-WC, karakteristik

Campuran beton aspal tersebut terdiri dari agregat kasar, agregat halus, *filler* dan menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Gradasi agregat merupakan salah satu sifat yang sangat menentukan kinerja perkerasan jalan. Setiap jenis perkerasan jalan mempunyai gradasi tertentu yang dapat dilihat di dalam spesifikasi material perkerasan jalan. Untuk memenuhi spesifikasi agregat yang telah ditentukan oleh campuran agregat untuk beton aspal maka diperlukan berbagai ukuran dominan dari kelompok agregat yang tersedia, agregat dapat dikelompokkan menjadi fraksi agregat kasar, fraksi agregat halus dan fraksi

agregat abu batu dan *filler* sebagai bahan pengisi.

*Filler* sebagai bahan pengisi dapat diperoleh dari hasil pemecahan batuan secara alami maupun buatan yang umum digunakan adalah jenis *filler* abu (debu abu batu). Disamping debu abu batu sebagai bahan *filler* adalah semen, ataupun kapur, dimana semua bahan *filler* tersebut adalah material yang tidak dapat diperbaharui, Untuk itu perlu adanya inovasi-inovasi baru dengan menggunakan alternatif bahan lain sehingga pembangunan infra struktur di bidang transportasi dapat berjalan dengan lancar dan ekonomis.

Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti *filler* adalah limbah balon gas. Dimana limbah balon gas ini banyak sekali didapat di industri kecil balon gas. Limbah balon gas yang merupakan sisa pengisian balon gas berupa serbuk yang mengandung Aluminium. Salah satu mineral pembentuk semen adalah Aluminium, sebagaimana diketahui bahwa semen adalah salah satu penelitian serbuk limbah balon gas sebagai alternatif bahan pengisi atau *filler*.

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana menggunakan serbuk hasil limbah balon gas untuk dijadikan bahan pengganti *filler* pada campuran aspal beton (Laston AC-WC).

Didalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh variasi kadar *filler* limbah balon gas terhadap karakteristik beton aspal. Disamping itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proporsi *filler* yang dapat menghasilkan kadar aspal optimum dengan Stabilitas Marshall sesuai dengan spesifikasi Bina Marga.

Sedangkan manfaat yang akan didapat dari hasil penelitian ini adalah sebagai informasi bagi masyarakat konstruksi tentang manfaat serbuk limbah balon gas sebagai pengganti *filler* untuk campuran aspal beton (Laston AC-WC).

Hasil dari penelitian ini akan dipublikasikan melalui jurnal baik itu lokal ataupun nasional, sehingga hasil penelitian ini dapat diketahui oleh banyak orang, dan dapat bermanfaat luas terutama untuk masyarakat di daerah Kalimantan Barat.

**Beton Aspal (AC-WC).** Beton Aspal merupakan salah satu jenis dari lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran merata antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu. Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan –lapisan yang diletakan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan.

Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya. Adapun susunan lapis konstruksi perkerasan lentur terdiri dari (Silvia Sukirman , 199): a. Lapis permukaan (*surface course*), b. Lapis pondasi atas (*base course*), c. Lapis pondasi bawah (*subbase course*), d. Lapisan tanah dasar (*subgrade*)

**Campuran Beton Aspal (AC-WC). Persyaratan Sifat Agregat.** Menurut Rancangan spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan ,Divisi VI untuk Campuran Beraspal Panas. Dep PU Edisi April 2007 memberikan persyaratan untuk agregat sebagai berikut: a. Agregat Kasar. Fraksi agregat kasar untuk rancangan adalah agregat yang tertahan saringan No. 8 (2,36 mm) dan haruslah bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan yang diberikan dalam tabel 1.

**Tabel 1. Ketentuan agregat Kasar Untuk Campuran Beton Aspal**

JENIS PEMERIKSAAN	STANDAR	SYARAT Maks/Min
Kekelan bentuk agregat terhadap larutan natrium dan magnesium Sulfat	SNI 03-3407-1994	Maks. 12%
Abrasi dengan Mesin Los Angeles	SNI 03-2417-1991	Maks 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-1991	Min.95 %
Angularitas	SNI 03-6877-2002	95/90 (*)
Partikel Pipih dan Lonjong(**)	RSNI T -01-2005	Maks.10 %
Material lolos Saringan No.200	SNI 03-4142-1996	Maks 1 %

Sumber: Rancangan Spesifikasi Umum bidang Jalan dan Jembatan Divisi VI Perkerasan Beraspal Dep.PU Edisi April 2007)

**Agregat Halus.** Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan No.8 (2,36 mm), yang harus memenuhi persyaratan agregat halus sebagai berikut: (1) agregat halus dari sumber bahan manapun harus terdiri dari pasir atau pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No.8 (2,36 mm) sesuai SNI 03-6819-2002; (2) Fraksi agregat halus

pecah mesin dan pasir harus ditumbuk terpisah dari agregat kasar; (3) Pasir boleh digunakan dalam campuran beraspal. Prosentase maksimum yang disyaratkan untuk beton aspal (AC) adalah 10%; (4) Agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Batu pecah halus harus diperoleh dari batu yang memenuhi ketentuan mutu. Agar dapat memenuhi persyaratan yang ditentukan batu pecah harus diproduksi dari batu bersih; (5) Agregat pecah halus dan pasir harus ditumpuk terpisah dan harus dipasak ke instalasi pencampuran aspal dengan menggunakan pemasok penampung dingin (*Cold bin feeds*) yang terpisah sedemikian rupa sehingga rasio agregat each halus dan pasir dapat dikontrol

**Tabel 2. Ketentuan Agregat Halus untuk Campuran Beton Aspal**

JENIS PEMERIKSAAN	STANDAR	SYARAT Maks/Min
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Maks.50%
Material lolos Saringan No.200	SNI 03-4142-1996	Maks 8%
Angularitas	SNI 03-6877-2002	Min 45%

*Sumber: Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Divisi Perkerasan Beraspal, Dep PU Edisi April 2007*

Bahan Pengisi (*filler*). Debu batu (*stonedust*) dan bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan penyaringan sesuai SNI 03-4142-1996 harus mengandung bahan yang lolos saringan NO.200 (75 micron) tidak kurang dari 75 % dari yang lolos saringan No. 30 (600 micron) dan mempunyai sifat non plastis serta harus memenuhi gradasi sesuai tabel 3.

#### Gradasi Campuran Beton Aspal.

Gradasi agregat merupakan salah satu sifat yang sangat menentukan kinerja/daya tahan jalan. Setiap jenis perkerasan jalan mempunyai gradasi agregat tertentu yang dapat dilihat didalam setiap spesifikasi material perkerasan jalan. Gradasi agregat gabungan untuk campuran beraspal panas ditunjukkan pada

**Tabel 3. Spesifikasi filler untuk campuran beton aspal**

SARINGAN	% LOLOS
0.600 (NO.30)	100
0.300 (No.50)	90 -100
0.075 (No.200)	75-100

*Sumber: Rancangan spesifikasi umum bidang Jalan dan Jembatan, Divisi VI Perkerasan Beraspal, DEP PU Edisi April 2007*

tabel 4. Gradasi agregat gabungan Laston harus berada didalam batas-batas titik control (*control point*) dan harus berada di luar daerah larangan dan sebagai mana ditunjukkan pada tabel 4.

**Tabel 4. Batas-batas Gradasi Camuran Beton Aspal**

UKURAN SARINGAN	ASTM (mm)	% Berat Yang Lolos				
		Lataston (HRS)		Laston (AC)		
		WC	Base	WC	BC	Base
1 1/2 "	37.5					100
1"	25				100	90-100
3/4"	19	100	100	100	90-100	Maks.90
1/2"	12.5	90-100	90-100	90-100	Maks.90	
3/8"	9.5	75-85	65-100	Maks.90		
No.4	4.75					
No. 8	2.36	50 -72	35-55	25-58	23-49	19-45
NO.16	1.18					
No.30	0.600	35-60	15-35			
No. 200	0.075	6-12	2-9	4-10	4-8	3-7
NO. 4	4.75			-	-	39.5
No.8	2.36			39.1	34.6	26.8-36.8
No.16	1.18			25.6-31.6	22,3-28.3	18.1-24.1
No.30	0.600			19.1-23.1	16.7-20.7	13.6-17.6
No.50	0.300			15.5	13.7	11.4

*Sumber: Rancangan Spesifikasi Umum bidang Jalan dan Jembatan Divisi VI, Perkerasan berasapal Dep PU, April 2007)*

#### Persyaratan Campuran Beton Aspal.

Campuran untuk lapis beton aspal pada dasarnya terdiri dari agregat kasa, agregat halus, bahan pengisi an aspal . Masing-masing fraksi agregat yterlebih dahulu harus diperikasa gradasinya dan selanjutnya igabungkan menurut perbandingan yang menghasilkan agregat campuran yang memenuhi spesifikasi gradasi. Spesifikasi umum dari campuran beton dapat dilihat pada tabel 5.

**Tabel 5. Persyaratan Campuran Lapis Beton Aspal**

SIFAT-SIFAT CAMPURAN	Laston		
	WC	BC	Base
Jumlah tumbukan perbidang	75	112	
Rongga dalam campuran (%)	Min 3.5 Max 5.5		
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min 15	14	13
Rongga terisi aspal (%)	Min 65	63	60
Stabilitas Marshall (kg)	Min 800 Max -		1500
Pelelehan (mm)	Min 3		5
Marshall Quotient (kg/mm)	Min 250		300
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah peredaman selama 24 jam, 60 ° pada VIM 7%	Min 80		
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan Membal (retusal)	Min 2.5		

Sumber: Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan jembatan, divisi VI Perkerasan Beraspal, Dep PU Edisi April 2007

### Karakteristik Campuran Beton Aspal.

Menurut Silvia Sukirman (2003) bahwa campuran dari aspal dan agregat yang direncanakan harus dapat memenuhi karakteristik tertentu agar dapat bertahan pada kondisi beban lalu lintas dan iklim sehingga dapat menghasilkan suatu perkerasan yang kuat, aman dan nyaman. Maka setiap campuran beton aspal (AC) harus memiliki karakteristik sebagai berikut.

**Pertama, Stabilitas.** Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang alur, dan *bleeding*. Kebutuhan akan stabilitas sebanding dengan fungsi jalan dan beban lalu lintas yang akan dilayani. Jalan yang melayani volume lalu lintas tinggi dan dominan terdiri dari kendaraan berat, membutuhkan perkerasan jalan dengan stabilitas tinggi. Sebaliknya perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk melayani lalu lintas kendaraan ringan tentu tidak perlu mempunyai nilai stabilitas yang tinggi.

**Kedua, Keawetan (*durabilitas*).** Keawetan atau durabilitas adalah kemampuan beton aspal menerima repetisi beban lalu lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh iklim,

seperti udara, air atau perubahan temperature. Durabilitas beton aspal dipengaruhi oleh tebalnya film atau selimut beton aspal, banyaknya pori dalam campuran kepadatan dan kedap airnya campuran.

### Ketiga, Kelenturan (*fleksibilitas*).

Kelenturan atau fleksibilitas adalah kemampuan beton aspal untuk menyesuaikan diri akibat penurunan (konsolidasi/sentelement) dan pergerakan dari pondasi atau tanah dasar, tanpa terjadi retak. Penurunan terjadi akibat sendiri tanah timbunan yang dibuat diatas tanah asli. Fleksibilitas dapat ditingkatkan dengan mempergunakan agregat bergradasi terbuka dengan kadar aspal yang tinggi.

**Keempat, Ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*).** Ketahanan terhadap kelelahan adalah kemampuan betonan aspal menerima lendutan berulang akibat repetisi beban, tanpa terjadinya kelelahan berupa laur dan retak. Hal ini dapat tercapai jika mempergunakan kadar aspal yang tinggi.

**Kelima, Kekesatan/tahanan geser (*skid resistance*).** Kekesatan / tahanan geser adalah kemampuan permukaan beton aspal terutama pada kondisi basah, memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir ataupun slip.

**Keenam, Kedap Air (*impermeabilitas*).** Kedap air adalah kemampuan beton aspal untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara ke dalam lapisan beton aspal. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan aspal, dan pengelupasan film/selimut aspal dari permukaan agregat. Jumlah pori yang tersisa setelah beton aspal dipadatkan aspal menjadi indikator kedap air campuran. Tingkat impermeabilitas beton aspal berbanding terbalik dengan tingkat durabilitasnya.

**Ketujuh, Kemudahan Pelaksanaan (*Workability*).** Mudah dilaksanakan adalah kemampuan campuran beton aspal untuk mudah dihamparkan dan dipadatkan. Tingkat kemu-

dahan dalam pelaksanaan, menentukan tingkat efisiensi pekerjaan.

**Limbah Pembuatan Balon Gas.** Pada pembuatan balon gas menggunakan Aluminium, sehingga balon dapat terbang. Limbah dari pembuatan balon gas mengandung Aluminium, yang merupakan satu dari unsur kimia. Aluminium adalah jenis logam berat, namun merupakan elemen peringkat ketiga berdasar jumlah yang paling melimpah di permukaan bumi. Aluminium terdapat dalam penggunaan aditif makanan, antasida, *buffered* aspirin, astringents, semperotan hidung, *antiperspirant*, air minum, knalot mobil, asap tembakau, penggunaan aluminium foil, peralatan masak, kaleng, keramik dan kembang api.

Tahapan untuk pembuatan aluminiumida dua kali, yaitu tahap permurnian bauksit dan juga tahap peleburan. Tahap pertama adalah tahap pemurnian bauksit sehingga akan diperoleh aluminium oksida yang murni atau disebut dengan alumina. Jika hal pertama ini sudah dikerjakan, maka selanjutnya akan masuk ke tahap kedua yaitu peleburan dari alumina tersebut. Pada tahap pertama yaitu tahap pemurnian dilakukan untuk menghilangkan hal yang membuat bauksit kotor.

**Tinjauan Penelitian Pendukung.** Penelitian yang pertama adalah penelitian tentang Penggunaan Batu Lintang (Kalsit) dan Abu Batu Sebagai *Filler* untuk Campuran Laston oleh Cecep Saputra dan Dicky Satriotomo Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai stabilitas, VIM dan Marshall Quotient untuk campuran yang menggunakan *filler* batu lintang (kalsit) lebih baik 0,3-3% dari nilai campuran yang menggunakan *filler* abu batu. Sedangkan untuk nilai density dan flow campuran dengan *filler* batu lintang masih dibawah 1,25-12% dari nilai dengan campuran abu batu. Oleh karena itu batu lintang dapat dijadikan alternatif pengganti untuk *filler* yang digunakan dalam campuran beton aspal

(Laston) karena dapat memenuhi spesifikasi karakteristik yang diisyaratkan oleh Bina Marga.

Dari hasil penelitian Zulkifli Lubis dan Agus Yulianto yang berjudul Kajian Penggunaan *Filler* Abu Sekam Padi untuk menguji durabilitas beton aspal menyatakan bahwa Dari pengujian laboratorium pada campuran Laston dengan *filler* abu sekam padi memberikan nilai IRS sebesar 87,64% pada perendaman selama 28 hari dan nilai Indeks Keawetan Pertama Craus dkk (r) sebesar 7.02% serta Indeks Keawetan Kedua Craus dkk (a) sebesar 25%. Jika dibandingkan syarat nilai IRS minimal dari Bina Marga untuk Laston, yaitu 70%, nilai IRS Laston dengan *filler* abu sekam padi memenuhi syarat.

Dari hasil penelitian Anas Tahir dengan judul penelitian Karakteristik Campuran Beton Aspal (AC-WC) dengan menggunakan Variasi Kadar *Filler* Abu Terbang Batu Bara bahwa Semakin banyak *filler* abu terbang batu bara yang digunakan, menyebabkan nilai stabilitas semakin meningkat. Pada kadar *filler* abu terbang batu bara 4% nilai stabilitas yang didapatkan sebesar 1518,124 Kg, pada saat kadar *filler* abu terbang batu bara ditambahkan sampai pada kadar 8%, nilai stabilitas meningkat menjadi 1640,499 Kg. Nilai fleksibilitas mengalami peningkatan seiring pertambahan kadar *filler* abu terbang batu bara. Dengan peningkatan rata-rata sebesar 14,87% dari kadar *filler* abu terbang batu bara 4 % sampai 8 % menunjukkan bahwa campuran lebih bersifat kaku. Durabilitas campuran mengalami peningkatan seiring pertambahan kadar *filler* abu terbang batu bara. Pada saat campuran menggunakan variasi kadar *filler* abu terbang batu bara sebesar 4%, memiliki nilai durabilitas sebesar 91,433%, setelah divariasikan dengan kadar *filler* abu terbang batu bara sampai pada 8%, nilai durabilitas meningkat menjadi 95,703%, dengan rata-rata peningkatan sebesar 2,02%.

## METODE

**Prosedur Pemeriksaan agregat dan aspal.** Untuk melakukan pemeriksaan gregat dan aspal harus mengikuti prosedur seperti terlihat pada tabel 6.

**Tabel 6. Prosedur Pemeriksaan agregat dan aspal**

NO PEMERIKSAAN	STANDAR PEMERIKSAAN	SATUAN
<b>A Agregat Kasar</b>		
1 Gradasi	SNI 03-1968-1990	%
2 Abrasi	SNI 03-2417-1991	%
3 Berat Jenis	SNI 03-1969-1990	
<b>B Agregat Halus</b>		
1 Gradasi	SNI 03-1968-1990	%
2 Berat Jenis	SNI 03-1970-1990	
<b>C Bahan Pengisi</b>		
1 Berat Jenis	SNI 03-2460-1990	
<b>D Aspal</b>		
1 Berat Jenis (25°C)	SNI 06-2441-1991	
2 Penetrasi (25°C)	SNI 06-2456-1991	0,1 mm
3 Titik lembek	SNI 06-2434-1991	°C

Sumber: Spesifikasi Umum bidang Jalan dan Jembatan Departemen PU, 2007

**Membuat Rancangan Campuran Beton Aspal.** Setelah membagi masing-masing fraksi agregat menjadi lima bagian ( $3/4''$ ,  $1/2''$ , pasir, spilt dan *filler* maka dilakukan penyaringan untuk pengujian analisa ayak sehingga dihasilkan berat lolos masing-masing fraksi. Dari hasil data persen lolos tersebut akan didapat tiga rumusan komposisi agregat yang memenuhi spesifikasi yang ditetapkan serta dibuat penentuan tiga komposisi agregat lewat gradasi agregat.

**Membuat benda uji.** Selajutnya adalah membuat benda uji dengan menggunakan tiga rumusan agregat tersebut dengan menggunakan hasil perhitungan kadar aspal optimum ( $\pm 0,5\%$ ). Setelah mendapatkan rumusan benda uji maka dibuatlah benda uji dengan komposisi sebagai berikut: Agregat Kasar, Agregat halus, Abu batu dan *Filler* dimana *filler* berasal dari serbuk limbah balon grasi dengan variasi serbuk limbah balon gas, 4%, 5%, 6%, 7% dan 8%.

## Pemeriksaan Karakteristik Aspal.

Setelah membuat benda uji dengan 3 rumusan serta menggunakan kadar aspal optimum langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian Marshal tes. Sehingga mendapatkan nilai karakteristik aspal.

**Hasil dan Pembahasan.** Selanjutnya dari hasil yang diperoleh nilai karakteristik tersebut diatas dilakukan analisa serta pembahasan guna mendapatkan hasil yang sesuai dengan persyaratan karakteristik campuran Aspal Beton (AC-WC).

## HASIL

### Hasil Pengujian Campuran

**Tabel 7. Hasil Pengujian campuran dengan PC (semen)**

Kadar aspal	Stabi-litas	Flow	Density	VMA	VIM	VFB	MQ	Kadar aspal optimum
%	kg	mm	gram/cm	%	%	%	kg/mm	%
4	1202,3	3,13	2,25	16,42	8,14	40,3	384,121	
4,5	1292	3,38	2,27	15,49	6,02	49,4	382,249	
5	1362	3,55	2,29	15,27	4,67	64	383,662	5
5,5	1356,1	3,56	2,28	15,43	3,74	74,9	380,927	
6	1312,6	3,67	2,25	15,95	3,24	84,9	357,657	

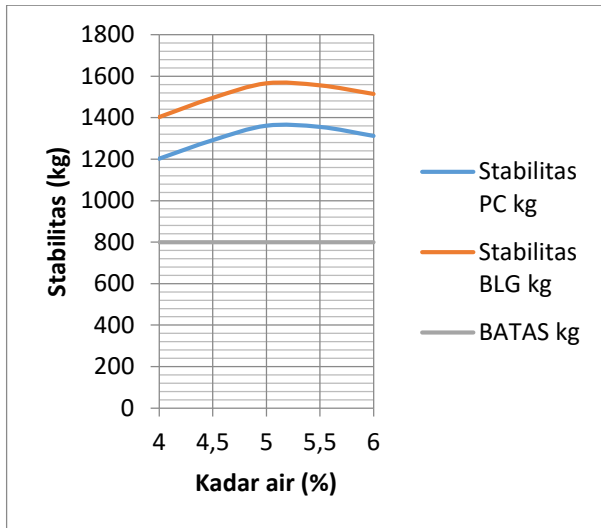
**Tabel 8. Hasil Pengujian Campuran dengan limbah gas**

Kadar aspal	Stabi-litas	Flow	Density	VMA	VIM	VFB	MQ	Kadar udara optimum
%	kg	mm	gram/cm	%	%	%	kg/mm	%
4	1402,5	2,4	2,25	16,68	9,15	13,2	584,375	
4,5	1495,5	2,45	2,27	15,39	7,03	23,84	610,408	
5	1566	2,57	2,29	15,28	5,42	40,09	609,339	5
5,5	1556,2	2,68	2,28	15,48	3,99	54,53	580,672	
6	1514,6	2,75	2,38	15,65	2,81	76,42	550,764	

## PEMBAHASAN

**Stabilitas.** Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan dalam menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk. Berikut

ini adalah grafik yang menggambarkan nilai stabilitas terhadap kadar aspal

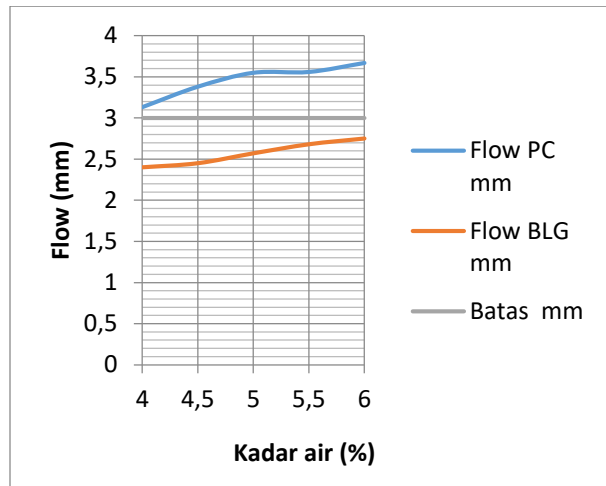


Gambar 1. Grafik Hubungan antara nilai Stabiitas dengan kadar aspal

Nilai stabilitas yang terjadi baik dengan menggunakan *filler* dengan PC maupun dengan Limbah Balon Gas > 800kg sehingga memenuhi syarat spesifikasi. Dari grafik diatas terlihat bahwa nilai stabilitas dengan menggunakan *filler* Balon Gas lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan semen sebagai *Filler*, hal ini dapat dilihat pada kadar aspal 5% untuk Stabilitas dengan Balon Gas nilainya 1566 kg , sedangkan dengan PC 1362 kg , sehingga kenaikan sebesar 14,98 %.

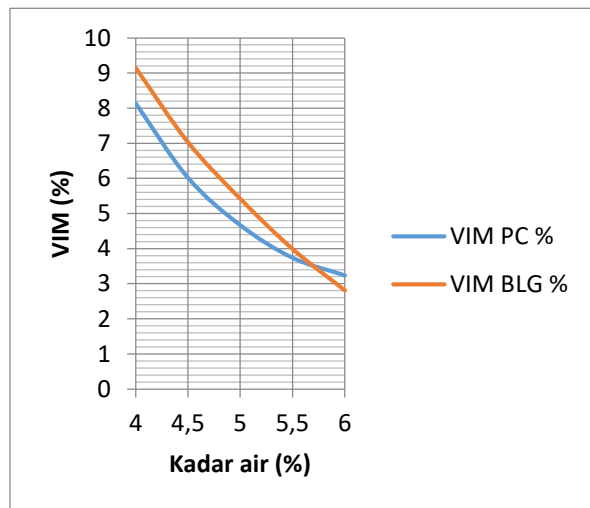
**Kelelahan (*flow*).** Nilai *flow* menyatakan besarnya deformasi yang terjadi pada suatu lapis perkerasan akibat beban lalu lintas. Suatu campuran dengan nilai *flow* tinggi akan cenderung lembek, sehingga mudah berubah bentuk jika menerima beban. Sebaliknya jika *flow* rendah maka campuran menjadi kaku dan mudah retak jika mennerima beban yang melampaui daya dukungnya.

Dari tabel 7 dan gambar 2. terlihat untuk nilai *flow* berada di bawah batas minimal persyatan untuk nilai *flow* yaitu 3 mm, sehingga dapat dikatakan bahwa lapir perkerasan dengan menggunakan limbah balon gas campurannya kaku dan mudah retak.



Gambar 2. Grafik Hubungan antara nilai *flow* dengan kadar aspal

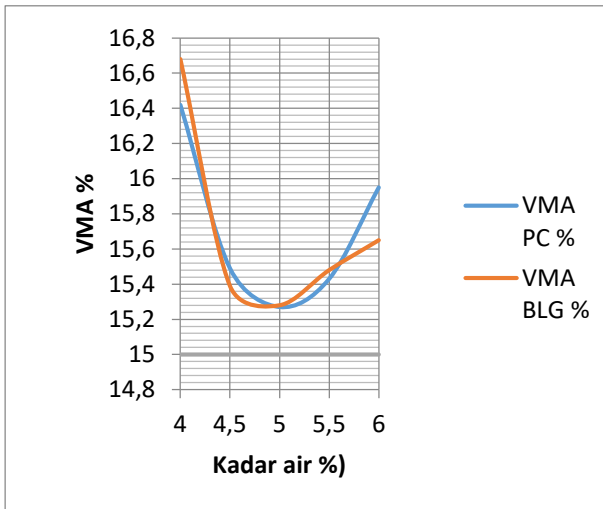
**VIM (*Void in Mixture*).** *Void in Mixture* (*VIM*) adalah parameter yang menunjukkan volume rongga yang terisi udara dalam campuran aspal yang dinyatakan dalam % volume.



Gambar 3. Grafik Hubungan antara nilai VIM dengan kadar aspal

Dari tabel 8. dan grafik 3. terlihat nilai VIM akan menurun dengan meningkatnya kadar aspal, dengan demikian semakin rendahnya nilai VIM , maka semakin kecil pula rongga dalam campuran yang artinya campuran semakin baik. Hampir semua campuran Laston baik yang menggunakan *filler* PC (Semen) maupun menggunakan *filler* limbah Balon Gas memenuhi spesifikasi.

**VMA (Void in Mineral Aggregate).** *Void in Mineral Aggregate (VMA)* adalah volume rongga yang terdapat diantara butir-butir agregat dari suatu campuran beraspal yang telah dipadatkan, termasuk didalamnya rongga udara dan rongga yang berisi aspal efektif, dinyatakan dalam % volume.



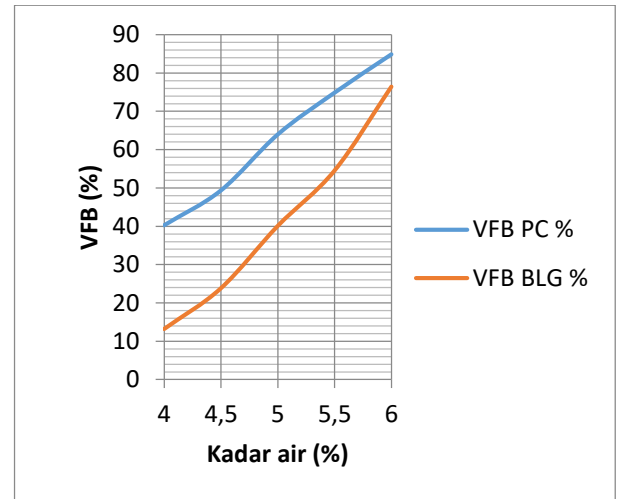
Gambar 4. Grafik Hubungan antara nilai VMA dengan kadar aspal

Dari tabel 7. dan gambar 4. terlihat nilai VMA untuk Laston dengan menggunakan limbah balon gas maupun dengan PC sebagai *filler* menurun sejalan dengan meningkatnya kadar aspal dan terlihat minimum 15,28 mm pada kadar aspal 5% selanjutnya naik seiring bertambahnya kadar aspal namun masih di batas minimal yaitu 15 mm.

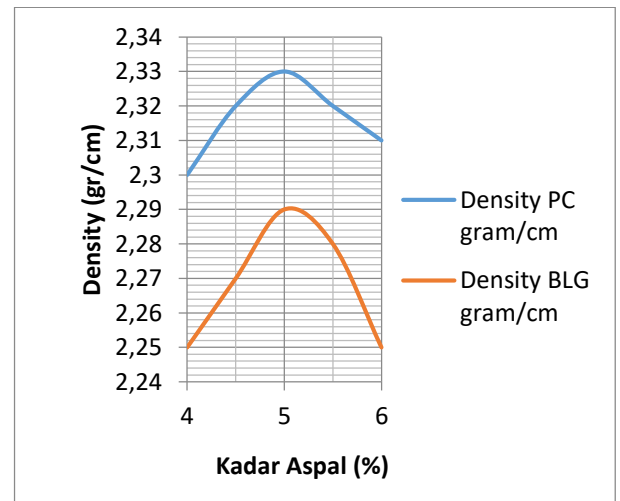
**VFB (Void Filled With Bitument).** *Void Filled With Bitument* adalah rongga terisi aspal ,bagian dari volume rongga di dalam agregat yang terisi aspal efektif yang dinyatakan dalam %.

Dari nilai VFB akan bertambah sejalan dengan meningkatnya kadar aspal sehingga dari gambar 5. terlihat bahwa nilai VFB dengan menggunakan Limbah Balon Gas lebih terlihat kecil dibandingkan dengan menggunakan PC dengan demikian Laston WC dengan Limbah balon gas terlihat mempunyai lebih sedikit

rongga terisi aspal dibandingkan dengan menggunakan PC.



Gambar 5. Grafik Hubungan antara nilai VFB dengan kadar aspal



Gambar 6. Grafik Hubungan antara nilai density dengan kadar aspal

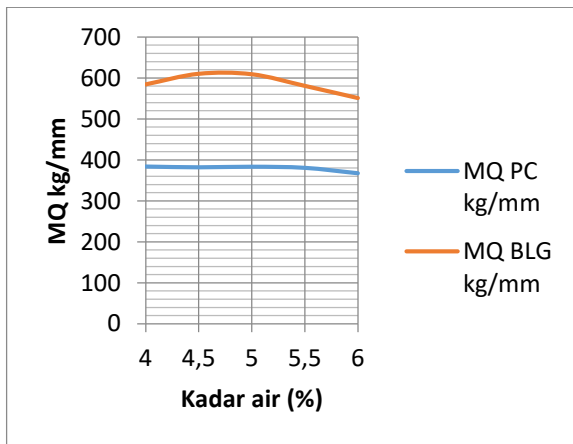
**Kepadatan (Density).** *Density* adalah nilai kepadatan yaitu rasio antara berat benda uji kering dengan volume benda uji yang dipengaruhi oleh temperatur, komposisi , kadar bahan tambah, pemadatan dan kadar aspal.

Nilai *Density* yang diperoleh mengalami peningkatan seiring dengan penambahan kadar aspal, nilai kepadatan maksimal didapat kadar aspal 5% yaitu 2,33, gram/cm untuk Laston dengan PC dan 2,29 gram/cm untuk limbah balon gas, berarti ada penurunan sebesar 1,75%. Sehingga dapat dikatakan Laston WC dengan menggunakan Limbah balon gas



mempunyai nilai kepadatan lebih kecil dibandingkan Laston dengan PC.

**Marshall Quotient.** *Marshall Quotient* adalah nilai perbandingan yang menunjukkan nilai kekuatan suatu campuran beraspal dalam menerima beban dalam kg/mm. Nilai MQ diperoleh dari perbandingan antara nilai stabilitas yang dikoreksi terhadap nilai kelelahan (*flow*).



**Gambar 7. Grafik Hubungan antara nilai dengan kadar aspal**

Dari tabel dan grafik terlihat bahwa dengan penambahan kadar aspal maka nilai MQ baik yang menggunakan PC maupun Limbah Balon Gas akan semakin meningkat, tetapi nilai MQ dengan limbah balon gas terlihat lebih tinggi dibandingkan dengan PC hal ini disebabkan nilai stabilitas Laston WC dengan Limbah balon gas lebih tinggi dibandingkan dengan Laston dengan menggunakan PC sebagai *filler*.

**Nilai kadar aspal optimum.** Dari gambar diatas terlihat bahwa kadar aspal optimum yang dapat digunakan dalam campuran Laston WC menggunakan PC ataupun menggunakan Limbah Balon Gas sebagai *filler* mempunyai kadar aspal optimum yang sama yaitu 5%.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Nilai stabilitas dengan menggunakan *filler* Balon Gas lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan semen sebagai *Filler*, hal

ini dapat dilihat pada kadar aspal 5% untuk Stabilitas dengan Balon Gas nilainya 1566 kg, sedangkan dengan PC 1362 kg, sehingga kenaikan nilai stabilitas sebesar 14,98%

Nilai *flow* berada dibawah batas minimal persyatan untuk nilai *flow* yaitu 3 mm, sehingga dapat dikatakan bahwa lapis perkerasan dengan menggunakan limbah balon gas campurannya kaku dan mudah retak.

Nilai VMA untuk Laston dengan menggunakan limbah balon gas maupun dengan PC sebagai *filler* menurun sejalan dengan meningkatnya kadar aspal dan terlihat minimum 15,28 mm pada kadar aspal 5% selanjutnya naik seiring bertambahnya kadar aspal namun masih di batas minimal yaitu 15 mm

Nilai kepadatan maksimal didapat kadar aspal 5% yaitu 2,33 gram/cm untuk Laston dengan PC dan 2,29 gram/cm untuk limbah balon gas, berarti ada penurunan sebesar 1,75%. Sehingga dapat dikatakan Laston WC dengan menggunakan Limbah balon gas mempunyai nilai kepadatan lebih kecil dibandingkan Laston dengan PC.

Kadar aspal optimum yang dapat digunakan dalam campuran Laston WC menggunakan PC ataupun menggunakan Limbah Balon Gas sebagai *filler* mempunyai kadar aspal optimum yang sama yaitu 5%

### Saran

Dapat dilakukan penelitian lanjutan untuk meneliti pemanfaatan Limbah Balon Gas sebagai *filler* dengan menggunakan prosentase agregat yang berbeda dengan rancangan campuran yang berbeda pula.

1. Penelitian ini diharapkan dapat lebih dikembangkan untuk penelitian selanjutnya dengan menggunakan bahan kimia yang dapat memberikan daya rekat aspal yang lebih kuat.
2. Penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi bagi pihak yang terkait khususnya di bidang perkerasan jalan

**DAFTAR PUSTAKA**

Atkins, Harold N. (2003). *Highway Materials, Soils, and Concrete fourth edition*, Pearson Education, Inc, Upper Saddle River, New Jersey.

Departemen Pekerjaan Umum. (2007). *Rancangan Spesifikasi umum Bidang Jalan Jalan dan Jembatan divisi VI Perkerasan Beraspal*, Edisi April 2007, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum. (2010). *Spesifikasi Umum bidang Jalan dan Jembatan* ,Badan Penelitisan dan Pengembangan PU, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Hunter, R.N. (1994). *Bituminous Mixtures in Road Construction*, Thomas Telford, London.

Nemas, Dian. (2014). *Teknologi Bahan Bangunan Agregat*, Jurnal.

Saodang, Hamirhan. (2005). *Perancangan Perkerasan Jalan Raya*, Bandung: Nova.

Sukirman, Silvia. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.

Sukirman, Silvia. (2003). *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta: Granit.

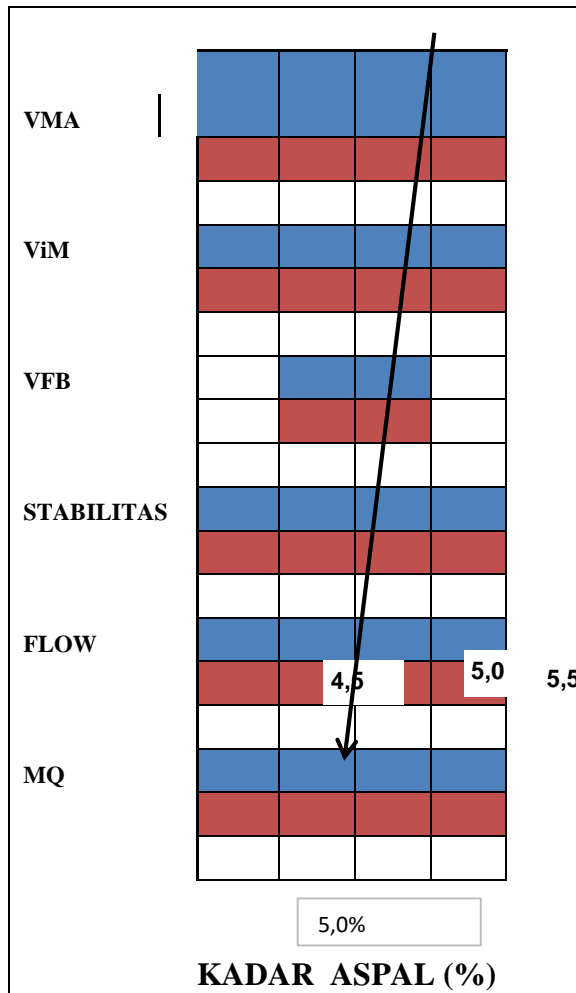
Sukirman, Silvia. (2002). *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*. Bandung: Nova,.

[eprints.undip.ac.id/view/person/SATRIOTOMO=3ADICKY\\_=3A=3A.html](http://eprints.undip.ac.id/view/person/SATRIOTOMO=3ADICKY_=3A=3A.html)

[risbang.ristekdikti.go.id/datariset1/datarisetbidangfokusviewta.php?select2...dan...](http://risbang.ristekdikti.go.id/datariset1/datarisetbidangfokusviewta.php?select2...dan...)

<https://es.scribd.com/.../Jurnal-Karakteristik-Campuran-Beton-Aspal-AC-...>

[eprints.undip.ac.id/34219/3/1756](http://eprints.undip.ac.id/34219/3/1756)



**Gambar 8. Grafik Hubungan antara nilai Marshall dengan kadar aspal optimum**