

# KARAKTERISTIK LASTON MENGGUNAKAN BAHAN PENGISI ABU SAWIT

## Leo Sentosa

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Riau  
Gedung C lantai 2 Kampus Bina  
Widya, Panam Pekanbaru.  
email: leo@unri.ac.id.

## Agus Ika Putra

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Riau  
Gedung C lantai 2 Kampus Bina  
Widya, Panam Pekanbaru.

## Mufriadi

Lulusan Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Riau  
Gedung C lantai 2 Kampus Bina  
Widya, Panam Pekanbaru

## Abstrak

Campuran beraspal umumnya terdiri atas agregat, bahan pengisi (filler), dan aspal sebagai bahan pengikat. Material yang umum digunakan sebagai bahan pengisi adalah semen, pasir, kapur dan abu batu, yang persediaannya terbatas, relatif mahal, dan merupakan bahan yang tidak dapat diperbaharui. Alternatif lain adalah penggunaan abu sawit, yang merupakan limbah industri pengolahan kelapa sawit dan merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui. Campuran Laston yang baik adalah campuran yang memiliki stabilitas, fleksibilitas, skid resistance, kedap air, dan durabilitas yang cukup. Untuk mengetahui karakteristik Marshall dan durabilitas Laston dengan bahan pengisi abu sawit, dilakukan pengujian terhadap campuran tersebut dalam skala laboratorium. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian karakteristik standar Marshall dan durabilitas dengan metode perendaman modifikasi Marshall. Sebagai pembanding digunakan bahan pengisi semen portland dengan proporsi 100% abu sawit, 50% abu sawit – 50% semen, dan 100% semen. Pengujian berat jenis terhadap bahan pengisi menunjukkan bahwa berat jenis abu sawit (2,270) lebih kecil daripada berat jenis semen (3,027). Pengujian Marshall standar menghasilkan kadar aspal optimum laston dengan bahan pengisi 100% abu sawit (8,20%) lebih tinggi daripada kadar aspal optimum laston dengan bahan pengisi 50% abu sawit - 50% semen (7,55%), serta kadar aspal optimum laston dengan bahan pengisi 100% semen (6,25%). Stabilitas tertinggi berada pada komposisi bahan pengisi 100% semen, yaitu 1265,359 kg dan terendah berada pada bahan pengisi 100% abu sawit, yaitu 976,920 kg. Nilai kelelahan plastis (flow) pada kadar aspal optimum untuk variasi komposisi bahan pengisi 100% semen adalah 3,4 mm, untuk bahan pengisi 50% semen – 50% abu sawit adalah 2,8 mm, sedangkan untuk bahan pengisi 100% abu sawit sebesar 3,267 mm. Nilai VIM pada kadar aspal optimum pada komposisi bahan pengisi yaitu untuk bahan pengisi 100% semen sebesar 4,675%, untuk bahan pengisi 50% semen – 50% abu sawit adalah 4,082%, dan untuk bahan pengisi 100% abu sawit adalah 3,595%. Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa penggunaan abu sawit sebagai bahan pengisi pada campuran laston memberikan nilai-nilai parameter Marshall yang memenuhi nilai-nilai yang disyaratkan dalam spesifikasi yang dikeluarkan oleh Bina Marga (1989). Indeks keawetan dinyatakan dalam nilai IRS dan Indeks Keawetan Craus dkk. Pengujian laboratorium pada campuran laston dengan bahan pengisi abu sawit memberikan nilai IRS sebesar 88,31% pada perendaman selama 28 hari dan nilai Indeks Keawetan Pertama Craus dkk (r) sebesar 6,44% serta Indeks Keawetan Kedua Craus dkk (a) sebesar 20 %. Jika dibandingkan dengan syarat nilai IRS minimal untuk laston menurut Bina Marga, yaitu 75%, maka nilai IRS laston dengan bahan pengisi abu sawit memenuhi syarat.

**Kata-kata kunci:** Bahan pengisi, abu sawit, laston, parameter Marshall

## PENDAHULUAN

Lapis beton aspal (laston) adalah suatu lapisan permukaan (surface course) pada konstruksi perkerasan lentur. Beton aspal dapat berfungsi sebagai lapisan struktural dan lapisan non-struktural. Beton aspal yang berfungsi sebagai lapisan struktural adalah lapisan yang menahan dan menyebarkan beban roda. Sebagai lapisan non-struktural beton aspal berfungsi sebagai lapisan kedap air dan lapisan aus, atau lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem

kendaraan (wearing course). Jenis campuran ini merupakan campuran antara aspal dan agregat dengan gradasi menerus yang dicampur, dihampar lalu dipadatkan dalam keadaan panas. Campuran agregat tersebut terdiri atas agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi (filler).

Material yang umum digunakan sebagai bahan pengisi pada penyusunan campuran perkerasan lentur adalah semen, pasir, kapur, dan abu batu. Persediaan material-material inidi alam sangat terbatas, harganya relatif mahal, serta merupakan material yang tidak dapat diperbaharui. Oleh sebab itu perlu ditemukan alternatif pemanfaatan bahan-bahan lain yang lebih ekonomis dan banyak persediaannya. Alternatif pemanfaatan tersebut, antara lain, dengan menggunakan material yang berasal dari limbah industri yang persediaannya relatif banyak serta belum dikelola dengan baik. Sebagai contoh adalah penggunaan abu sawit, yang merupakan limbah industri pengolahan kelapa sawit.

Propinsi Riau merupakan salah satu propinsi yang banyak menghasilkan minyak kelapa sawit di Indonesia. Pada tahun 2000, luas areal perkebunan kelapa sawit Propinsi Riau, berdasarkan data BPS (2001) adalah 1.022.318 ha dengan total produksi sebesar 1.772.333 ton. Besarnya produksi kelapa sawit tersebut belum diikuti dengan pemanfaatan limbah abu sawit secara optimal. Penelitian-penelitian yang memanfaatkan abu sawit sebagai bahan pengisi, antara lain, dilakukan oleh Leo Sentosa (2001) untuk lapisan HRA dan Priyo Pratomo (2001) untuk Lataston. Penelitian-penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan bahwa abu sawit layak digunakan sebagai bahan pengisi. Oleh karena itu pada studi ini dicoba untuk menggunakan abu sawit sebagai bahan pengisi campuran beton aspal. Penelitian ini diharapkan menjadi langkah awal pemanfaatan abu sawit sebagai alternatif bahan pengisi untuk perkerasan jalan campuran beton aspal.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Campuran Beraspal**

Campuran yang mengandung aspal (bituminous mixture) merupakan suatu campuran antara agregat dan aspal yang diikat menjadi suatu campuran yang solid. Campuran ini biasanya digunakan pada konstruksi perkerasan jalan raya, khususnya pada jenis konstruksi perkerasan lentur. Ada beberapa jenis campuran beraspal yang biasa digunakan pada perkerasan lentur, yaitu campuran yang bergradasi senjang (gap graded), campuran bergradasi menerus (dense graded), dan campuran bergradasi terbuka (open graded). Tujuan pembuatan campuran beraspal adalah untuk mendapatkan suatu hasil akhir campuran yang ekonomis antara agregat dan aspal, dan diharapkan mempunyai jumlah aspal cukup untuk menjamin keawetan campuran, menghasilkan nilai stabilitas yang cukup untuk dapat memikul beban, memiliki kadar rongga yang cukup untuk menampung penambahan pepadatan, serta workabilitas yang cukup untuk memudahkan pengerjaan. (Siswosoebrotho, 1996).

### **Beton aspal**

Beton aspal adalah suatu campuran yang digunakan untuk membuat suatu lapisan yang terdapat pada konstruksi perkerasan jalan raya. Beton aspal tersebut merupakan campuran aspal keras dan agregat dengan gradasi menerus yang dicampur, lalu dihamparkan, dan dipadatkan dalam

kondisi panas pada suhu tertentu (Sukirman, 1993). Beton aspal biasa digunakan sebagai lapis permukaan, yang berfungsi sebagai lapisan konstruksi yang menahan dan menyebarkan beban roda, sebagai lapis kedap air, serta sebagai lapis aus (wearing course).

Persyaratan campuran beton aspal harus memenuhi spesifikasi yang ada, seperti yang ada pada Tabel 1 dan Tabel 2 (Bina Marga, 1989). Untuk itu campuran beton aspal harus diuji dengan menggunakan peralatan Marshall.

**Tabel 1** Persyaratan Campuran Beton Aspal

Sifat Campuran	L.L. Berat		L.L. Sedang		L.L. Ringan	
	(2x75 tumb)		(2x50 tumb)		(2x35 tumb)	
	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks
Stabilitas (kg)	550	-	450	-	350	-
Kelelahan (mm)	2	4	2	4,5	2	5
<i>Marshall Quotient</i> , (Stabilitas/Kelelahan) (kg/mm)	200	350	200	350	200	350
Rongga dalam campuran, <i>VIM</i> (%)	3	5	3	5	3	5
Rongga dalam agregat, <i>VMA</i> (%)	Lihat Tabel 2					
Indeks Perendaman (%)	75	-	75	-	75	-

Sumber: Bina Marga (1989)

**Tabel 2** Persentase Minimum Rongga Dalam Agregat

Ukuran Maksimum Nominal Agregat	Persentase Minimum Rongga Dalam Agregat	
No. 16	1,18 mm	23,5
No. 8	2,36 mm	21,0
No. 4	4,75 mm	18,0
3/8 inch	9,50 mm	16,0
1/2 inch	12,50 mm	15,0
3/4 inch	19,00 mm	14,0
1 inch	25,00 mm	13,0
1 1/2 inch	37,50 mm	12,0
2 inch	50,00 mm	11,5
2 1/2 inch	63,00 mm	11,0

Sumber: Bina Marga (1989)

Bina Marga (1989) menyatakan bahwa agregat campuran untuk beton aspal harus mempunyai gradasi yang menerus dari butiran yang kasar sampai yang halus. Spesifikasi gradasi agregat campuran beton aspal ditunjukkan pada Tabel.3.

**Tabel 3** Batas-Batas Gradasi Menerus Agregat Campuran

No. Campuran	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Gradasi/Tekstur	Kasar	Kasar	Rapat	Rapat	Rapat	Rapat	Rapat	Rapat	Rapat	Rapat	Rapat
Tebal padat (mm)	20 – 40	25 – 50	20 – 40	25 – 25	40 – 65	50 – 75	40 – 50	20 – 40	40 – 65	40 – 65	40 – 65
Ukuran saringan	% berat yang lolos saringan										
1 ½" (38.1 mm)	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-
1" (25.4 mm)	-	-	-	-	100	90 – 100	-	-	100	100	-
¾" (19.1 mm)	-	100	-	100	80 – 100	82 – 100	100	-	80 – 100	85 – 100	100
½" (12.7 mm)	100	75 – 100	100	80 – 100	-	72 – 90	80 – 100	100	-	-	-
3/8" (9.52 mm)	75 – 100	65 – 85	80 – 100	70 – 90	60 – 80	-	-	-	65 – 85	56 – 78	74 – 92
no. 4 (4.76 mm)	35 – 55	35 – 55	55 – 75	50 – 70	48 – 65	52 – 70	54 – 72	62 – 80	46 – 65	36 – 60	48 – 70
no. 8 (2.38 mm)	20 – 35	20 – 35	35 – 50	35 – 50	35 – 50	40 – 56	42 – 58	44 – 60	34 – 54	27 – 47	33 – 53
no. 30 (0.59 mm)	10 – 22	10 – 22	18 – 29	18 – 29	19 – 30	24 – 36	26 – 38	28 – 40	20 – 35	13 – 28	15 – 30
no. 50 (0.27 mm)	6 – 16	6 – 16	13 – 23	13 – 23	13 – 23	16 – 26	18 – 28	20 – 30	16 – 26	9 – 20	10 – 20
no. 100 (0.149 mm)	4 – 12	4 – 12	8 – 16	8 – 16	7 – 15	10 – 18	12 – 20	12 – 30	10 – 18	-	-
no. 200 (0.074 mm)	2 – 8	2 – 8	4 – 10	4 – 10	1 – 8	6 – 12	6 – 12	6 – 12	5 – 10	4 – 8	4 – 9

Sumber: Bina Marga (1989)

### Bahan Pengisi

Bahan pengisi (filler) adalah suatu bahan berbutir halus yang lolos saringan No. 30 dengan proporsi berat yang lolos saringan No. 200 minimal 65%. Bahan pengisi dapat berupa abu batu, kapur, semen, atau bahan non-plastis lain (Bina Marga, 1989). Menurut ASTM (1989) bahan pengisi harus terdiri atas material mineral yang dapat dibagi secara halus, seperti abu batu, terak, kapur, semen, abu terbang, atau material mineral lain yang sesuai. Pada saat pemakaian, bahan tersebut harus cukup kering untuk bergerak secara bebas dan bebas dari penggumpalan. Bahan pengisi berasal dari abu batu, terak, dan bahan yang serupa harus bebas dari bahan-bahan organik dan mempunyai nilai indeks plastisitas kurang dari 4. Bahan pengisi harus kering dan bebas dari bahan lain yang mengganggu, dan apabila dilakukan pengujian analisis saringan secara basah, harus memenuhi gradasi seperti pada Tabel 4.

**Tabel 4** Gradasi Bahan Pengisi

Ukuran Saringan	Persentase Berat yang lolos
No. 30 (0,590 mm)	100
No.50 (0,279 mm)	95 – 100
No. 100 (0,149 mm)	90 – 100
No. 200 (0,074 mm)	65 – 100

Sumber : Bina Marga (1989)

Menurut Shahrour and Saloukeh (1992), kualitas dan jumlah bahan pengisi yang digunakan dalam campuran beraspal panas sangat berpengaruh pada kinerja campuran beraspal panas tersebut. Bahan pengisi umumnya menambah kekakuan pada beton aspal.

## Abu Sawit

Abu sawit merupakan salah satu limbah hasil pengolahan kelapa sawit, yang merupakan sisa pembakaran cangkang dan serabut buah kelapa sawit, yang dibakar pada suhu 700°-800°C dalam dapur atau tungku pembakaran, yang disebut boiler. Unsur kimia yang dominan pada abu sawit adalah Silika (SiO), sebanyak 31,45%, dan CaO, sebanyak 15,2% (Priyo Pratomo, 2001).

Penelitian untuk memanfaatkan abu sawit dalam bidang rekayasa bahan konstruksi telah dilakukan, di mana abu sawit digunakan sebagai bahan tambah dalam desain beton mutu tinggi. Pada penelitian yang dilakukan di laboratorium, dengan mengganti sejumlah semen yang diperlukan dengan abu sawit diperoleh hasil bahwa nilai kuat tekan beton meningkat sebesar 20,92% dan kuat tarik beton meningkat sebesar 8,99%, pada kadar abu sawit 10%, untuk umur beton 56 hari. Penambahan abu sawit dalam desain campuran beton mutu tinggi juga menghasilkan nilai modulus elastisitas sebesar  $6,41013 \times 10^4$  MPa pada kadar abu sawit 10% (Irianti, 1999).

Penelitian menggunakan limbah kelapa sawit untuk konstruksi perkerasan juga pernah dilakukan Haryono (2000). Pada penelitian tersebut digunakan limbah pengolahan kelapa sawit yang berupa serat (serabut) dan dijadikan sebagai bahan tambah pada campuran beraspal. Panjang serat yang diselidiki adalah 0,25 cm dan 0,5 cm, dengan kadar serat 0,03% dan 0,05% terhadap berat total campuran. Hasil penelitian tersebut adalah bahwa terdapat sedikit nilai tambah yang diperoleh dari penambahan serat limbah kelapa sawit pada campuran HRA, atau dengan perkataan lain penggunaan serat sawit sebagai serat tambahan dalam campuran beraspal tidak berpengaruh banyak.

Penelitian tentang penggunaan abu sawit dalam campuran beraspal untuk konstruksi jalan juga telah dilakukan oleh Sentosa (2001), untuk campuran beraspal jenis HRA. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa campuran HRA yang menggunakan abu sawit memerlukan kadar aspal cukup besar. Dengan kadar aspal optimum 8,37 % terhadap berat total campuran, HRA yang menggunakan abu sawit mempunyai nilai stabilitas Marshall sebesar 1293 kg dan Marshall Quotient sebesar 300,7 kg/mm.

## Indeks Keawetan (Durability Index) Campuran Beraspal

Metode praktis yang sering digunakan untuk mengevaluasi keawetan campuran beraspal adalah dengan melakukan perendaman benda uji dalam air, pada suhu tertentu dan waktu perendaman tertentu. Bina Marga (1989) mensyaratkan pengujian keawetan campuran beraspal dengan merendam benda uji dalam air selama 24 jam dengan suhu 60°C, kemudian stabilitas benda uji yang direndam dibandingkan dengan stabilitas benda uji yang tidak direndam. Keawetan benda uji dinyatakan dengan Indeks Penurunan Kuat Tekan Sisa (Retained Strength Index) campuran beraspal akibat pengaruh perendaman, yang dirumuskan sebagai berikut:

$$(IRS) = \frac{S_2}{S_1} \times 100 \% \quad (1)$$

dengan :

S1 = Rata-rata kuat tekan benda uji kelompok I

S2 = Rata-rata kuat tekan benda uji kelompok II

Beberapa peneliti melakukan penelitian tingkat keawetan dengan pengujian masa perendaman yang lebih lama. Craus dkk (1981) menyatakan bahwa kriteria perendaman satu hari tidak selalu mencerminkan sifat keawetan campuran setelah beberapa waktu masa perendaman. Pernyataan ini di buktikan oleh Siswosoebrotho dkk (1999), dengan melakukan perendaman selama 30 hari pada jenis campuran HRS Kelas A. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pada perendaman sampai 14 hari, nilai stabilitas campuran turun secara bertahap sampai mencapai 90%, dan setelah 14 hari stabilitas campuran turun drastis, hingga mencapai kurang dari 70% pada perendaman 30 hari.

Dalam penelitiannya Craus dkk (1981) memperkenalkan 2 macam indeks keawetan, yaitu:

- (a) Indeks keawetan pertama, yang didefinisikan sebagai jumlah kelandaian-kelandaian secara berurutan pada kurva keawetan. Indeks (r) dihitung berdasarkan rumus:

$$r = \sum_{i=0}^{n-1} (S_i - S_{i+1}) / (t_{i+1} - t_i) \quad (2)$$

- (b) Indeks keawetan kedua, yang didefinisikan sebagai daerah kehilangan kekuatan rata-rata, meliputi antara kurva keawetan dan garis  $S_0 = 100\%$ . Indeks (a) ini dinyatakan sebagai berikut:

$$a = \frac{1}{t_n} \sum (S_i - S_{i+1}) \cdot [2t_n (t_{i+1} + t_i)] \quad (3)$$

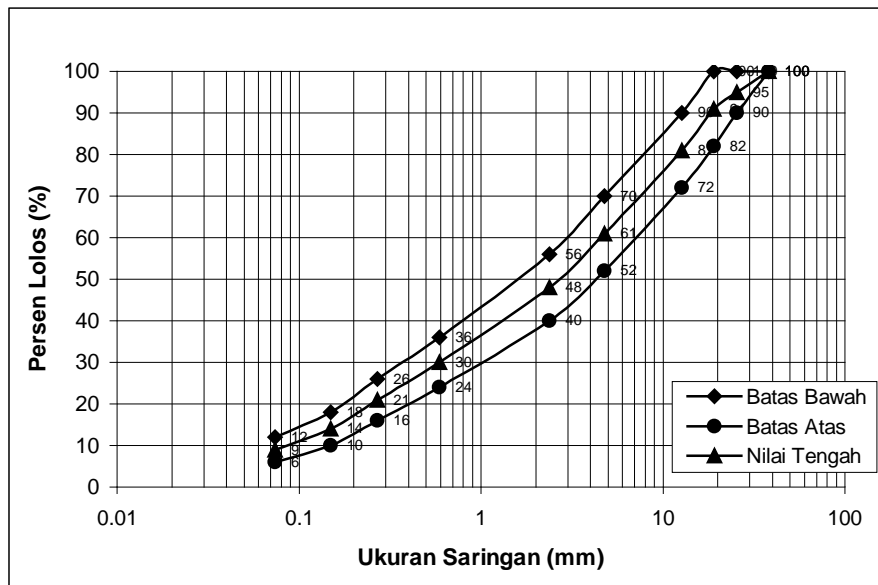
dengan:

- $S_i$  = persen kekuatan tertahan pada waktu  $t_i$   
 $S_{i+1}$  = persen kekuatan tertahan pada waktu  $t_{i+1}$   
 $t_i, t_{i+1}$  = periode perendaman  
 $t_n$  = total waktu perendaman

## METODOLOGI PENELITIAN

Pengujian yang dilakukan terhadap campuran adalah pengujian Marshall standar dan pengujian durabilitas campuran, yang menggunakan metode modifikasi pengujian durabilitas Marshall dengan cara menambah masa perendaman. Variasi masa perendaman adalah 1 hari, 4 hari, 7 hari, dan 28 hari dengan suhu perendaman  $60^\circ\text{C}$ . Jenis campuran beraspal yang digunakan adalah laston dengan agregat yang mempunyai gradasi tipe VI menurut Bina Marga.

Abu sawit yang digunakan sebagai bahan pengisi berasal dari Pabrik Kelapa Sawit (PKS) PT Perkebunan Nusantara V, yang berkedudukan di Sei Galuh, Kabupaten Kampar. Sebelum digunakan, abu sawit disaring untuk mendapatkan bagian yang lolos saringan No. 200 yang akan digunakan sebagai bahan pengisi. Sebagai pembanding digunakan bahan pengisi semen Portland tipe I, produksi PT Semen Padang. Variasi proporsi bahan pengisi yang digunakan adalah 100% abu sawit, 50% abu sawit-50% semen, dan 100% semen. Agregat yang digunakan berasal dari Sungai Kampar, Bangkinang, Kabupaten Kampar. Aspal yang digunakan adalah aspal penetrasi 60/70 produksi British Petroleum, yang diperoleh dari PT Pech-Tech, yang berkedudukan di Pangkalan Kerinci, Kabupaten Pelalawan. Pengujian terhadap benda uji dilakukan di Laboratorium Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Riau.



**Gambar 1** Gradasi Agregat yang Digunakan dalam Campuran Beton Aspal

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pengujian Aspal

Pengujian terhadap aspal dilakukan sesuai dengan standar Bina Marga, dan aspal yang digunakan harus memenuhi persyaratan yang diberikan oleh Bina Marga tersebut Hasil pengujian terhadap sifat-sifat fisik aspal yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5. Dari hasil pengujian tersebut diketahui bahwa aspal yang digunakan memenuhi syarat Bina Marga untuk campuran beton aspal.

**Tabel 5** Hasil Pengujian Aspal

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Spesifikasi Bina Marga		Satuan	Hasil Pengujian
			Min	Maks		
1.	Penetrasi (25 <sup>0</sup> C, 5 detik, 100 gr)	PA – 0301 – 76	60	79	0,1 mm	71,75
2.	Titik Lembek Aspal	PA – 0302 – 76	48	58	<sup>0</sup> C	53
3.	Kehilangan Berat (163 <sup>0</sup> C, 5 jam)	PA – 0304 – 76	-	0,8	%	0,01761
4.	Daktilitas (25 <sup>0</sup> C, 5 cm/menit)	PA – 0306 – 76	100	-	cm	>114
5.	Berat Jenis (25 <sup>0</sup> C)	PA – 0307 – 76	1	-	-	1,0374
6.	Penetrasi setelah kehilangan berat	PA – 0301 – 76	54	-	% semula	73,57
7.	Daktilitas setelah kehilangan berat	PA – 0306 – 76	50	-	cm	>105

## Hasil Pengujian Agregat

Hasil-hasil pengujian fisik terhadap agregat kasar dan agregat halus yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 6. Hasil pengujian tersebut juga menunjukkan bahwa agregat yang digunakan memenuhi spesifikasi yang ada.

**Tabel 6** Hasil Pengujian Agregat Kasar dan Agregat Halus

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Spesifikasi		Satuan	Hasil Pengujian
			Min	Maks		
1.	Berat Jenis Agregat Kasar	PB – 0202 – 76				
	- Berat jenis <i>bulk</i>		2,5	-	-	2,692
	- Berat jenis SSD		-	-	-	2,613
	- Berat jenis <i>apparent</i>		-	-	-	2,749
	- Berat jenis efektif		-	-	-	2,620
	- Penyerapan		-	3	%	0,833
2.	Pengujian Abrasi <i>Los Angeles</i>	PB – 0206 – 76	-	40	%	31,55
3.	<i>Aggregate Impact Value (AIV)</i>	BS 812: Part 3: 1975	-	<30	%	18,93
4.	Berat Jenis Agregat Halus	PB – 0203 – 76				
	- Berat jenis <i>bulk</i>		2,5	-	-	2,681
	- Berat jenis SSD		-	-	-	2,644
	- Berat jenis <i>apparent</i>		-	-	-	2,756
	- Berat jenis efektif		-	-	-	2,668
	- Penyerapan		-	3	%	2,459

## Hasil Pengujian Bahan pengisi

Bina Marga menyatakan bahwa bahan pengisi adalah bahan berbutir halus yang lolos saringan No. 30, dengan proporsi berat material yang lolos saringan No. 200 minimal 65%. Hasil-hasil pengujian terhadap bahan pengisi disajikan pada Tabel 7.

**Tabel 7** Hasil Pengujian Bahan pengisi

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Spesifikasi		Satuan	Hasil Pengujian
			Min	Maks		
1.	Berat jenis Semen	SNI 15 – 2531 – 1991	-	-	-	3,027
2.	Berat jenis Abu Sawit	SNI 15 – 2531 – 1991	-	-	-	2,270

## Hasil Pengujian Marshall Campuran Laston

Kadar aspal optimum campuran ditentukan berdasarkan standar Bina Marga, dengan menggunakan metode pita yang menggunakan 5 parameter Marshall, yaitu stabilitas, kelelahan (flow), VIM, VMA, dan Marshall Quotient (MQ). Kadar aspal optimum tertinggi terjadi pada benda uji dengan komposisi bahan pengisi 100% abu sawit, dan terendah pada benda uji dengan komposisi bahan pengisi 100% semen. Kadar aspal optimum meningkat seiring dengan meningkatnya kadar bahan pengisi abu sawit dalam campuran. Hal ini disebabkan karena berat jenis abu sawit lebih kecil dibandingkan dengan berat jenis semen, sehingga secara volumetrik

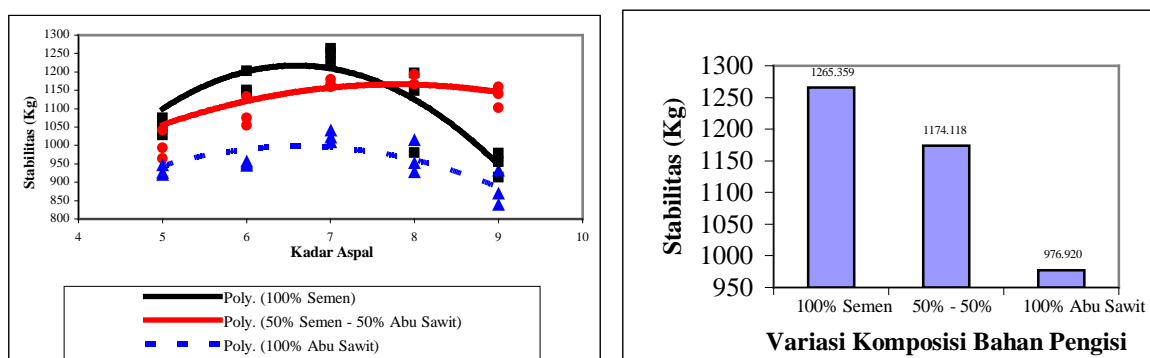


dengan berat yang sama, bahan pengisi abu sawit lebih banyak dibandingkan dengan bahan pengisi semen. Dengan demikian dibutuhkan lebih banyak aspal untuk menyelimuti permukaan bahan pengisi abu sawit. Hasil pengujian Marshall terhadap benda-benda uji yang ada ditampilkan pada Tabel 8.

**Tabel 8** Hasil Pengujian Marshall

Sifat Campuran	Beton Aspal dengan Bahan Pengisi 100% Semen	Beton Aspal dengan Bahan Pengisi 50% Semen-50% Abu Sawit	Beton Aspal dengan Bahan Pengisi 100% Abu Sawit	Syarat Bina Marga untuk Lalu Intas Berat
Kadar Aspal Optimum (%)	6,25	7,55	8,20	-
Stabilitas (kg)	1265,359	1174,118	976,92	Min 550
Kelelahan (mm)	3,4	2,8	3,267	4-Feb
Marshall Quotient, (Stabilitas/Kelelahan) (kg/mm)	372,426	419,775	299,079	200-350
Rongga dalam campuran, VIM (%)	4,675	4,082	3,595	3-5
Rongga dalam agregat, VMA (%)	18,072	20,074	20,783	Min 13
Rongga Terisi Aspal (%)	74,154	79,671	82,71	-

Nilai stabilitas akan cenderung naik dengan bertambahnya kadar aspal, sehingga mencapai puncak pada kadar aspal tertentu, kemudian akan turun kembali dengan meningkatnya kadar aspal. Bina Marga memberi batasan stabilitas minimum untuk campuran beton aspal yang dimaksudkan bagi lalu lintas berat sebesar 550 kg. Stabilitas benda uji dengan berbagai kadar aspal optimum dengan masing-masing variasi komposisi bahan pengisi dapat dilihat pada Gambar 2. Stabilitas tertinggi dicapai oleh benda uji dengan komposisi bahan pengisi 100% semen, yaitu 1265,359 kg dan stabilitas terendah diberikan oleh benda uji dengan bahan pengisi 100% abu sawit, yaitu 976,920 kg.

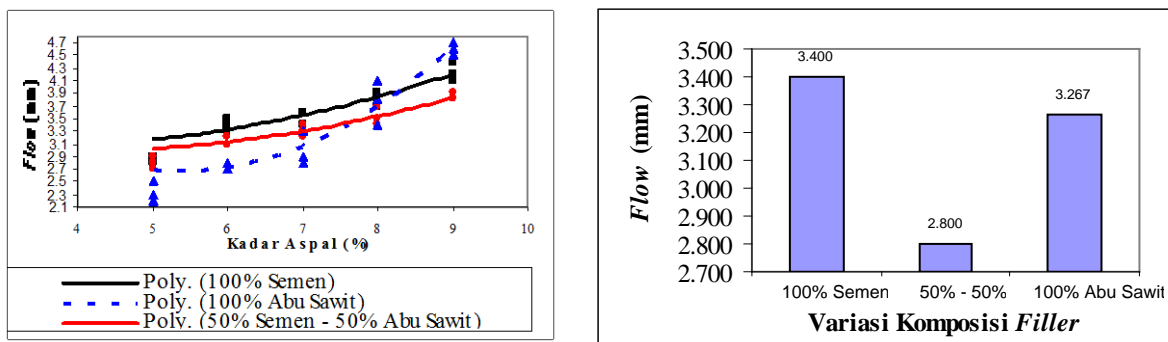


**Gambar 2** Hubungan Stabilitas dengan Kadar aspal untuk berbagai Variasi Bahan Pengisi

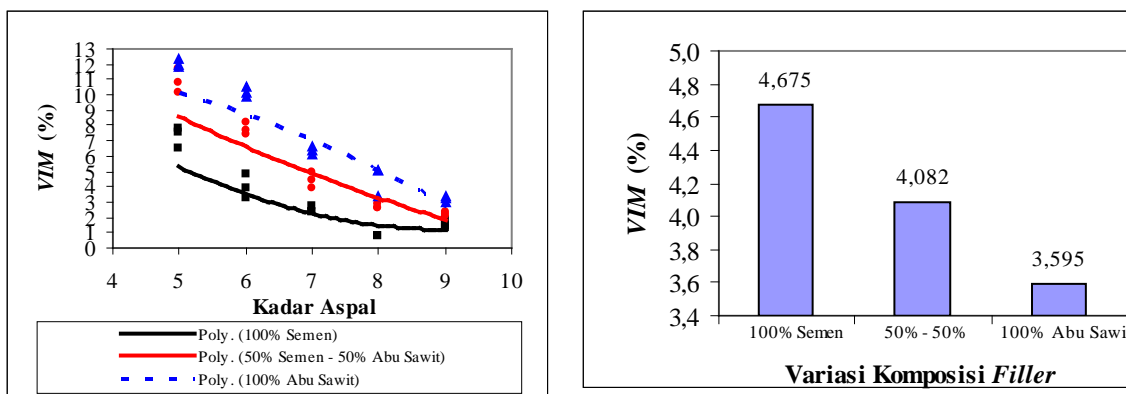
Kelelahan plastis (flow) umumnya cenderung turun dan kemudian naik kembali dengan pertambahan kadar aspal dalam campuran. Nilai kelelahan plastis benda uji pada kadar aspal optimum untuk berbagai komposisi bahan pengisi adalah 3,4 mm untuk bahan pengisi 100% adalah

3,4 mm, 2,8 mm untuk bahan pengisi 50% semen-50% abu sawit, dan 3,267 mm untuk bahan pengisi 100% abu sawit, seperti yang terlihat pada Gambar 3.

Rongga dalam campuran (VIM) adalah rongga udara di antara partikel agregat yang diselubungi oleh aspal dalam campuran yang dipadatkan. Bina Marga mensyaratkan campuran beton aspal mempunyai VIM minimum sebesar 3% dan VIM maksimum sebesar 5%. Nilai VIM pada kadar aspal optimum dengan berbagai komposisi bahan pengisi adalah 4,675% benda uji dengan bahan pengisi 100% semen, 4,082% untuk benda uji dengan bahan pengisi 50% semen-50% abu sawit, serta 3,595% untuk benda uji dengan bahan pengisi 100% abu sawit, seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Nilai VIM pada beton aspal dengan bahan pengisi abu sawit lebih kecil daripada nilai VIM beton aspal dengan jenis bahan pengisi semen. Hal ini disebabkan karena bahan pengisi abu sawit mempunyai berat jenis yang rendah, sehingga secara volumetrik dengan berat yang sama mempunyai volume lebih banyak dibandingkan dengan bahan pengisi semen, sehingga abu sawit lebih banyak mengisi rongga-rongga dalam campuran.



**Gambar 3** Hubungan Nilai Flow dengan Kadar Aspal dan Variasi Bahan Pengisi



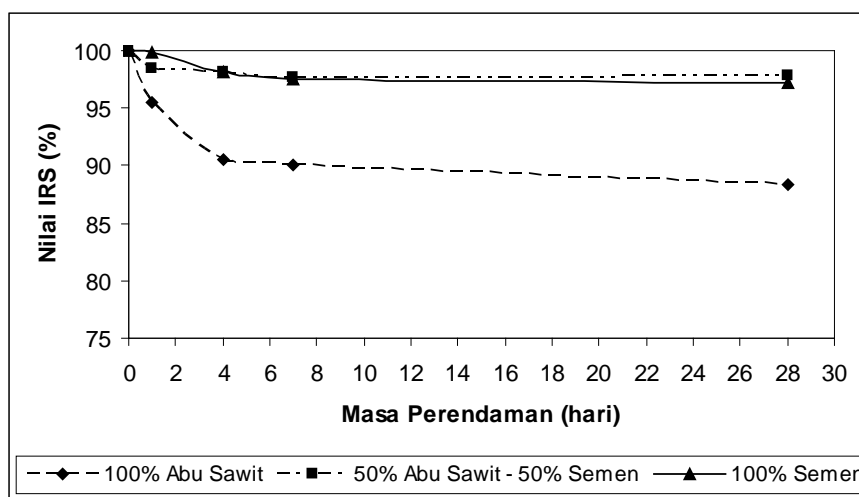
**Gambar 4** Hubungan Nilai VIM dengan Kadar Aspal dan Variasi Bahan Pengisi

Hasil Pengujian yang disajikan pada Tabel 7 memperlihatkan bahwa penggunaan abu sawit sebagai bahan pengisi pada campuran laston memberikan nilai-nilai parameter Marshall yang memenuhi nilai-nilai yang telah ada dalam spesifikasi yang dikeluarkan Bina Marga (1989).

## Pengujian Durabilitas Campuran Dengan Metode Perendaman Modifikasi Marshall

Ukuran keawetan (durabilitas) pada penelitian ini dinyatakan dengan menggunakan indeks keawetan berdasarkan nilai IRS, yaitu menggunakan persamaan 1, dan indeks keawetan yang dikemukakan oleh Craus dkk (1981), yaitu menggunakan persamaan 2 dan persamaan 3. Indeks Keawetan yang dinyatakan dengan IRS merupakan perbandingan antara nilai stabilitas setelah direndam dengan nilai stabilitas sebelum direndam, dan dinyatakan dalam persen. Pengujian IRS menghasilkan nilai yang terus menurun dengan bertambahnya waktu perendaman, seperti yang terlihat pada Gambar 5.

Indeks keawetan yang dinyatakan dengan IRS memberikan hasil nilai IRS campuran laston dengan bahan pengisi abu sawit memiliki kecenderungan yang sama dengan IRS campuran laston dengan bahan pengisi semen. Pada pengujian dengan perendaman sampai dengan 4 hari, IRS cenderung mengalami penurunan yang cukup tajam dan setelah 4 hari penurunan IRS mulai tidak signifikan.



**Gambar 2** Hubungan Nilai IRS dengan Masa Perendaman

Keawetan yang diukur dengan menggunakan nilai Indeks Keawetan Craus dkk disajikan pada Tabel 3. Pengujian perendaman sampai dengan 28 hari menunjukkan nilai IRS masih di atas batas minimal yang ditetapkan oleh Bina Marga (1989), yaitu sebesar 75%. Dengan kata lain, hasil pengujian laboratorium ini menunjukkan bahwa keawetan laston dengan bahan pengisi abu sawit masih memenuhi syarat.

**Tabel 3** Hasil Perhitungan Indeks Keawetan Craus dkk

Variasi Campuran	Indeks Keawetan Pertama (r,%)	Indeks Keawetan Kedua (a,%)
100% Abu Sawit	6,44	20,00
50% Abu Sawit-50% Semen	1,79	4,23
100% Semen	0,91	4,69

## KESIMPULAN

Pada studi ini dilakukan penelitian terhadap campuran beton aspal yang menggunakan abu sawit sebagai bahan pengisi. Dari studi ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- (1) Beton aspal dengan bahan pengisi abu sawit memerlukan kadar aspal yang lebih tinggi daripada beton aspal yang menggunakan bahan pengisi semen
- (2) Nilai-nilai stabilitas, kelelahan, VIM, dan MQ campuran laston dengan bahan pengisi abu sawit lebih rendah daripada nilai-nilai stabilitas, kelelahan, VIM, dan MQ campuran laston yang menggunakan bahan pengisi semen. Walaupun demikian, campuran laston yang menggunakan bahan pengisi abu sawit secara umum masih memenuhi spesifikasi parameter Marshall menurut standar Bina Marga.
- (3) Durabilitas campuran beton aspal dengan bahan pengisi abu sawit lebih rendah daripada durabilitas campuran beton aspal dengan bahan pengisi semen, tetapi durabilitas tersebut masih di atas nilai minimum yang disyaratkan oleh Bina Marga.

## DAFTAR PUSTAKA

- Siswosoebrotho, B. I. 1994. *Peran Filler pada Sifat-sifat Teknik Campuran Hot Rolled Asphalt*. Makalah yang disampaikan pada Konferensi Tahunan Teknik Jalan ke-5. Bandung.
- Siswosoebrotho B. I, Oktarizal, B, dan Syukri. 1999. *Pengaruh Air Asin Terhadap Durabilitas Campuran Aspal Beton*. Prosiding Simposium ke-2 FSTPT, Surabaya.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1989. *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) untuk Jalan Raya*. SNI No. 1737-1989-F, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- British Standard Institution. 1985. *Specifications for Constituent Material and Asphalt Mixture*. Hot Rolled Asphalt for Roads and Other Paved Areas, BS 594, London.
- British Standard Institution. 1975. *Method for Sampling and Testing of Mineral Aggregates, Sands, and Filler*. BS 812, London.
- Craus, J, Ishai, I, and Sides, A. 1981. *Durability of Bituminous Paving Mixtures as Related to Filler Type and Properties*. Proceedings of Association of Asphalt Paving Technologists, Technical Sessions, Volume 50, San Diego, CA.
- Haryono E. 1999. *Serat Sawit Sebagai Bahan Tambahan pada Campuran Beraspal Bergradasi Senjang*. Tesis Magister STJR-ITB, Bandung.
- Hatherlay, L.W. And Leaver, P.C. 1967. *Asphaltic Road Materials*. Edward Arnold (Publisher) LTD, London.
- Irianti, L. 1999. *Pengaruh Abu Sawit Sebagai Bahan Tambahan Dalam Desain Beton Mutu Tinggi*. Jurnal Penelitian Rekayasa Sipil dan Perencanaan, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Sentosa Leo. 2001. *Kinerja Laboratorium Campuran Hot Rolled Asphalt dengan Abu Sawit Sebagai Filler*, Prosiding Simposium ke4 FSTPT, Denpasar.
- Pratomo, P. 2001. *Penggunaan Limbah Abu (Marmer, Terbang, Sawit) Sebagai Bahan Pengisi Pada Campuran Laston*. Prosiding Simposium ke-4 FSTPT, Denpasar.
- Frazila, R.B. 2000. *Pemanfaatan Limbah Sebagai Komponen dan Material Aditif Campuran Beraspal*. Prosiding Simposium ke-3 FSTPT, Yogyakarta.