

PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK BAN KARET PADA CAMPURAN LASTON UNTUK PERKERASAN JALAN RAYA

Charly Laos¹, Gedy Goestiawan², Paravita Sri Wulandari³, Harry Patmadjaja⁴

ABSTRAK : Pertumbuhan jumlah kendaraan berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) semakin meningkat dari tahun ke tahun. Dalam kurun satu tahun pertumbuhan kendaraan naik 10% atau sekitar 10 juta kendaraan dari tahun sebelumnya. Pertumbuhan jumlah kendaraan merupakan faktor utama kerusakan pada jalan, karena semakin meningkatnya jumlah kendaraan maka beban yang diterima oleh jalan akan melebihi beban rencana. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh nilai sifat-sifat *marshall* dari penambahan serbuk ban karet serta dapat mengurangi nilai *VMA* sehingga kerusakan pada jalan raya bisa berkurang. Penelitian ini memanfaatkan ban bekas dalam bentuk serbuk untuk dijadikan bahan tambah (aditif) dalam campuran laston dengan menggunakan aspal Pen. 60-70. Penelitian ini menggunakan variasi kadar aspal 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5% dengan variasi serbuk ban karet 1%, 2%, dan 3% dari berat aspal. Hasil penelitian menunjukkan nilai *Void Filled* semakin besar, sedangkan *Void in Mixture* (VIM) dan *Void Mineral Aggregate* (VMA) yang semakin kecil. Namun, untuk nilai *flow* dan *Marshall Quotient* (MQ) tidak memberikan hasil yang konstan. Penambahan serbuk ban karet juga dapat mengurangi penggunaan aspal dalam campuran laston.

KATA KUNCI : aditif, serbuk ban karet, laston.

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah kendaraan berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) semakin meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 2012, jumlah kendaraan yang tercatat BPS sejumlah 94.373.324 kendaraan dan pada tahun 2013 jumlah kendaraan yang tercatat sejumlah 104.118.969 kendaraan. Dalam kurun satu tahun pertumbuhan kendaraan naik 10 % atau sekitar 10 juta kendaraan dari tahun sebelumnya. (BPS, 2014). Pertumbuhan jumlah kendaraan merupakan faktor utama kerusakan pada jalan. Hal ini disebabkan karena perkerasan jalan raya yang didesain dengan beban tertentu menerima beban yang lebih besar dari yang direncanakan. Akibatnya, banyak ditemui kerusakan pada jalan sebelum umur rencananya tercapai. Ban karet berhubungan erat dengan roda kendaraan. Upaya mengurangi sampah ban kendaraan biasanya dilakukan dengan cara pembakaran ternyata menghasilkan dampak polusi yang berbahaya bagi lingkungan. Oleh karena itu, perlu dilakukan usaha yang serius untuk menangani dan mengolah limbah ban bekas agar dapat mengurangi limbah ban bekas yang ada di lingkungan dengan menggunakannya sebagai bahan perekat dalam campuran aspal.

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21411136@john.petra.ac.id

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21411182@john.petra.ac.id

³ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, paravita@petra.ac.id

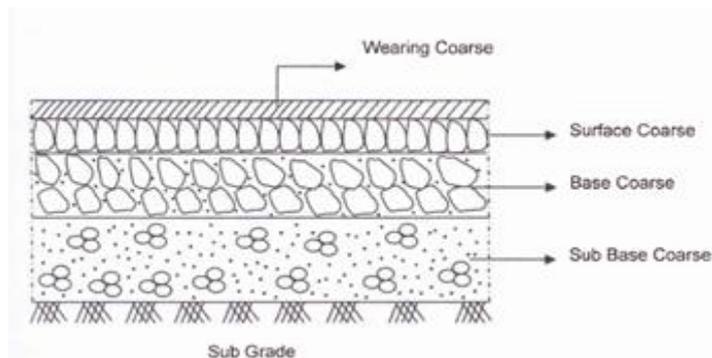
⁴ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, harryp@petra.ac.id

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat utamanya dan lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke dasar tanah. Struktur perkerasan lentur dapat dilihat pada **Gambar 1** tersusun atas dari 4 lapisan utama (Sukirman, 1999), yaitu :

1. Lapis pondasi bawah (*Sub Base Coarse*)
2. Lapis pondasi atas (*Base Coarse*)
3. Lapis permukaan (*Surface Coarse*)
4. Lapisan Aus (*Wearing Coarse*)



Gambar 1. Struktur Perkerasan Lentur Jalan

2.2. Campuran Lapis Aspal Beton (Laston)

Tabel 1. dan **Tabel 2.** menunjukkan karakteristik /sifat campuran Laston yang akan digunakan dalam penelitian yang akan digunakan dalam menentukan batas-batas spesifikasi dari hasil pengujian benda uji. Berikut ini adalah spesifikasi sifat-sifat campuran laston pada **Tabel 1** dan untuk spesifikasi sifat-sifat campuran laston modifikasi (AC Mod) pada **Tabel 2.**

Tabel 1. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston (AC)

Sifat-sifat Campuran	Laston					
	Lapis Aus		Lapis Antara		Pondasi	
	Halus	Kasar	Halus	Kasar	Halus	Kasar
Kadar Aspal efektif (%)	5.1	4.3	4.3	4.0	4.0	3.5
Penyerapan aspal (%)	Maks.	1.2				
Jumlah tumbukan per bidang	75			112		
Rongga dalam Campuran (%)	Min.	3.5				
	Maks.	5.0				
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	15	14	13		
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65	63	60		
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800			1800	
	Maks.	-			-	
Pelelehan (mm)	Min.	3			4.5	
Marshall Quotient (kg/mm)	Min.	250			300	

Sumber : Spesifikasi Umum 2010, Bina Marga

Tabel 2. Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston yang Dimodifikasi (AC Mod)

Sifat-sifat Campuran	Laston						
	Lapis Aus		Lapis Antara		Pondasi		
	Halus	Kasar	Halus	Kasar	Halus	Kasar	
Kadar Aspal efektif (%)		4.5		4.2		4.2	
Penyerapan aspal (%)	Maks.	1.2					
Jumlah tumbukan per bidang		75			112		
Rongga dalam Campuran (%)	Min.	3.0					
	Maks.	5.5					
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	15		14		13	
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65		63		60	
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	1000			2250		
	Maks.	-			-		
Pelelehan (mm)	Min.	3			4.5		
Marshall Quotient (kg/mm)	Min.	300			350		

Sumber : Spesifikasi Umum 2010, Bina Marga

3. METODE PENELITIAN

3.1. Metode Persiapan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat campuran laston adalah :

- Agregat Halus dan Kasar yang digunakan diperoleh dari Laboratorium Perkerasan Jalan UK. PETRA asal Pandaan
- Aspal Pen. 60-70 yang digunakan diperoleh dari Laboratorium Perkerasan Jalan UK. PETRA
- Serbuk ban karet diperoleh dari PURA RUBBER dari PT. PURA AGUNG (ukuran *mesh* 40)

3.2. Pemeriksaan Bahan Agregat

Agregat yang digunakan harus memenuhi standar pengujian agregat seperti terlihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Pemeriksaan Karakteristik Agregat

1. Agregat Kasar (<i>Coarse Aggregate</i>)			
No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Syarat
1	Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990	-
2	Berat Jenis	SNI 1969:2008	Min 2,5
3	Penyerapan Air	SNI 1969:2008	Maks. 3 %
4	Keausan Agregat	SNI 2417:2008	Maks. 40%
5	Indeks Kepipihan dan Kelonjongan	ASTM D - 4791	Maks. 10 %
6	Kelekatan Agregat terhadap Aspal	SNI 2439:2011	Min 95
2. Agregat Halus			
1	Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990	-
2	Berat Jenis	SNI 1970:2008	Min 2,5
3	Penyerapan Air	SNI 1970:2008	Maks. 3 %

Sumber : Spesifikasi Umum 2010, Bina Marga

3.3. Pemeriksaan Bahan Aspal

Aspal yang digunakan harus memenuhi standar pengujian aspal seperti terlihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Ketentuan-Ketentuan untuk Aspal Keras

No	Pengujian	Metode Pengujian	Spesifikasi	
			Min	Maks
A.	Aspal Penetrasi 60/70			
1	Penetrasi pada 25 °C (mm)	SNI 06-2456-1991	60	70
2	Titik Lembek (°C)	SNI 06-2434-1991	48	54
3	Titik Nyala (°C)	SNI 06-2433-1991	232	-
4	Duktilitas pada 25 °C, (cm)	SNI 06-2432-1991	100	-
5	Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	1	-
B.	Aspal Modifikasi			
1	Penetrasi pada 25 °C (mm)	SNI 06-2456-1991	40	-
2	Titik Lembek (°C)	SNI 06-2434-1991	54	-
3	Titik Nyala (°C)	SNI 06-2433-1991	232	-
4	Duktilitas pada 25 °C, (cm)	SNI 06-2432-1991	100	-
5	Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	1	-

Sumber : Spesifikasi Umum 2010, Bina Marga

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pemeriksaan Agregat

Tabel 5. menunjukkan hasil pemeriksaan agregat, dimana agregat memenuhi syarat untuk dijadikan campuran aspal.

Tabel 5. Hasil Pengujian Pemeriksaan Agregat

No	Pengujian	Metode Pengujian	Spesifikasi	Hasil Uji
A.	Agregat Kasar			
1	Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990	-	Terlampir
2	Berat Jenis <i>bulk</i>	SNI 1969:2008	Min 2,5	2.772
3	Berat jenis semu	SNI 1969:2008	-	2.854
4	Berat jenis efektif	SNI 1969:2008	-	2.772
5	Penyerapan Air	SNI 1969:2008	Maks. 3 %	1.695
6	Keausan Agregat	SNI 2417:2008	Maks. 40%	28.76%
7	Indeks Kepipihan dan Kelonjongan	ASTM D - 4791	Maks. 10 %	9.29
8	Kelekatan Agregat terhadap Aspal	SNI 2439:2011	Min 95	>95
B.	Agregat Halus			
1	Berat Jenis <i>bulk</i>	SNI 1969:2008	Min 2,5	2.754
2	Berat Jenis semu	SNI 1969:2008	-	2.844
3	Penyerapan Air	SNI 1969:2008	Maks. 3 %	1.142

4.2. Hasil Pemeriksaan Aspal

Berikut hasil pemeriksaan aspal ditunjukkan pada **Tabel 6**. Pada pemeriksaan aspal ini dilakukan 2 kali, pertama untuk mengetahui karakteristik Aspal Pen. 60/70 dan kedua untuk mengetahui karakteristik Aspal Modifikasi (campuran serbuk ban karet). Hasil dari pemeriksaan aspal dengan spesifikasi dan hasil uji dapat dilihat dari **Tabel 6**.

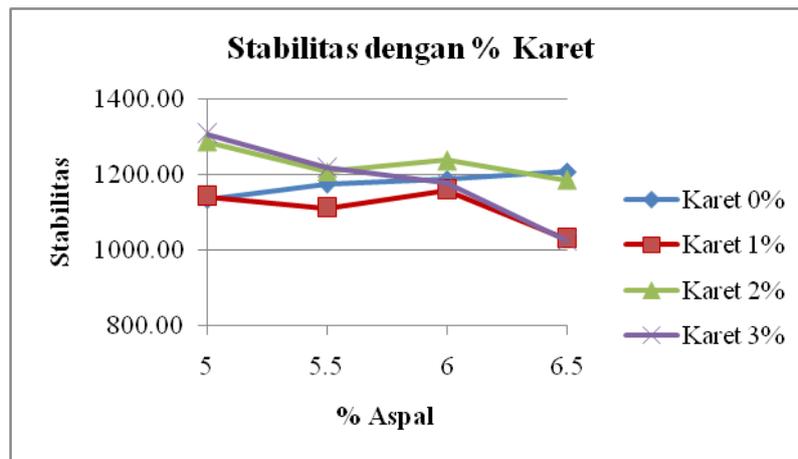
Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Aspal

No	Pengujian	Hasil Benda Uji			
		0%	1%	2%	3%
1	Penetrasi	64.33	41.33	44.00	45.00
2	Titik Lembek (°C)	52.15	54.06	57.96	58.10
3	Titik Nyala (°C)	340.00	334	345	330
4	Duktilitas pada 25 °C, (cm)	105.00	111	25	28
5	Berat Jenis	1.03	1.033	1.033	1.033

4.3. Hasil Pengujian Marshall

Setelah benda uji dilakukan pengetesan dengan metode Marshall kemudian didapatkan pembacaan stabilitas dan *flow*. Hasil dari pengetesan Marshall kemudian diolah untuk mendapatkan enam nilai dari parameter, yaitu :

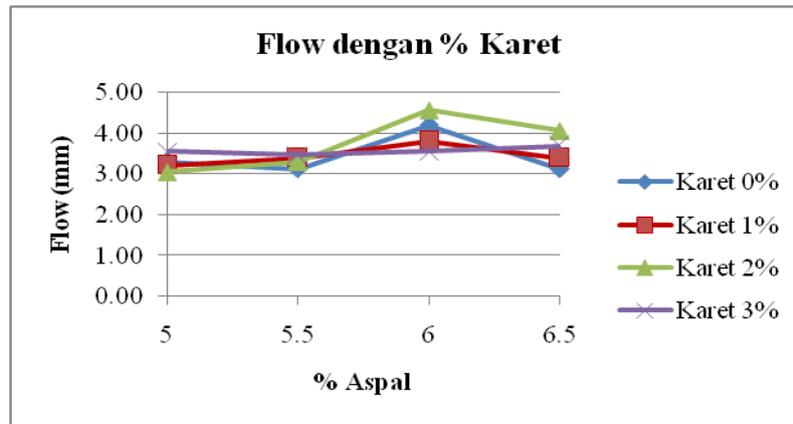
➤ Hubungan Penambahan Serbuk Ban Karet dengan Stabilitas



Gambar 2. Hubungan Stabilitas dengan Penambahan Kadar Karet

Dari hasil **Gambar 2**. yang telah digambarkan dapat dilihat bahwa dengan bertambahnya jumlah kadar aspal dalam suatu benda uji tidak membuat nilai stabilitasnya meningkat secara linear. **Gambar 2**. menunjukkan penambahan serbuk ban karet sebesar 2% dan 3% menambah nilai stabilitas pada kadar aspal 5,0%-5,7%.

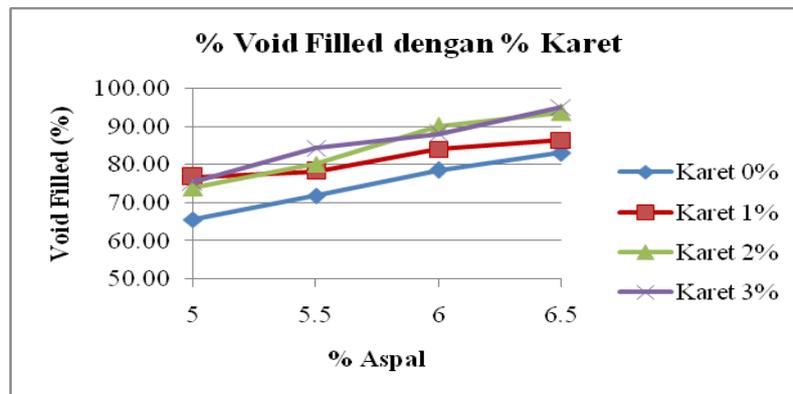
➤ *Flow*



Gambar 3. Hubungan *Flow* dengan Penambahan Kadar Karet

Dengan seiringnya penambahan serbuk ban karet, dapat dilihat pada **Gambar 3.** hasil pembacaan *flow* memberikan hasil yang tidak linear, ada yang nilainya lebih besar dibandingkan tanpa serbuk ban karet (karet 2%) dan hasilnya lebih banyak yang lebih rendah dibandingkan tanpa serbuk ban karet. Hal ini perlu menjadi perhatian dalam menggunakan material ini sebagai bahan pengikat mengingat nilai *flow* adalah fungsi dari kekakuan aspal dan kadar aspal dalam campuran. Semakin rendah nilai *flow* dapat mengakibatkan perkerasan jalan semakin kaku sehingga jalan semakin mudah untuk retak.

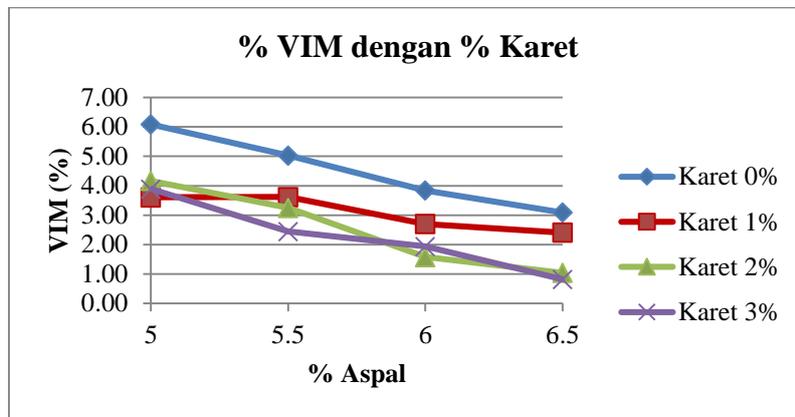
➤ *Void Filled*



Gambar 4. Hubungan *Void Filled* dengan Penambahan Kadar Karet

Void filled memiliki hubungan yang terbalik dari besaran *VIM*. Dengan semakin meningkatnya nilai *void filled*, berarti semakin kecil nilai dari *VIM* dalam suatu benda uji. Dari **Gambar 4.** dapat dilihat bahwa semakin tinggi kadar aspalnya maka semakin tinggi juga nilai persentase *void filled* yang didapatkan. Penambahan serbuk karet kedalam campuran juga ikut meningkatkan nilai *void filled* dalam campuran.

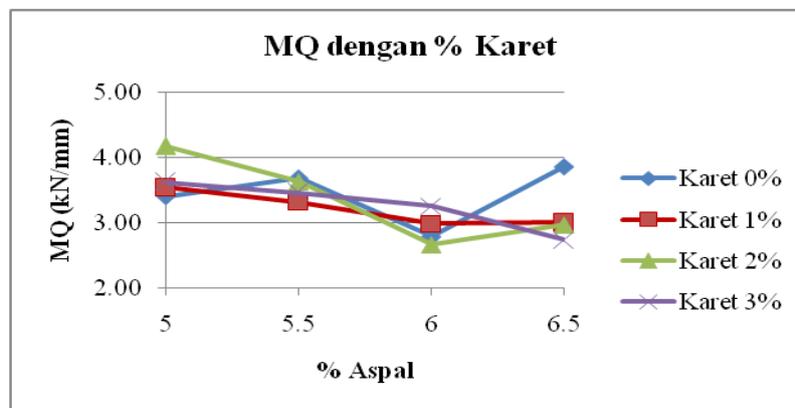
➤ **VIM**



Gambar 5. Hubungan VIM dengan Penambahan Kadar Karet

Pada **Gambar 5.** menunjukkan VIM menjadi semakin kecil seiring dengan penambahan serbuk ban karet. Pada sampel 6,5% dengan serbuk ban karet 3% yang paling menunjukkan perubahan yang signifikan dimana nilai VIM kurang dari 1%. Perlu diperhatikan juga bahwa penggunaan serbuk ban karet membuat benda uji dengan campuran serbuk ban tidak memenuhi spesifikasi VIM, karena batas maksimum (5,5%) dan minimum (3%). Nilai VIM yang didapatkan dari hasil pengujian benda uji menjadi hal yang sangat penting. Nilai VIM dalam suatu campuran perkerasan sangat berkaitan dengan stabilitas, ketahanan (*durability*) dan kedekatan terhadap air (*permeability*) suatu lapisan perkerasan jalan.

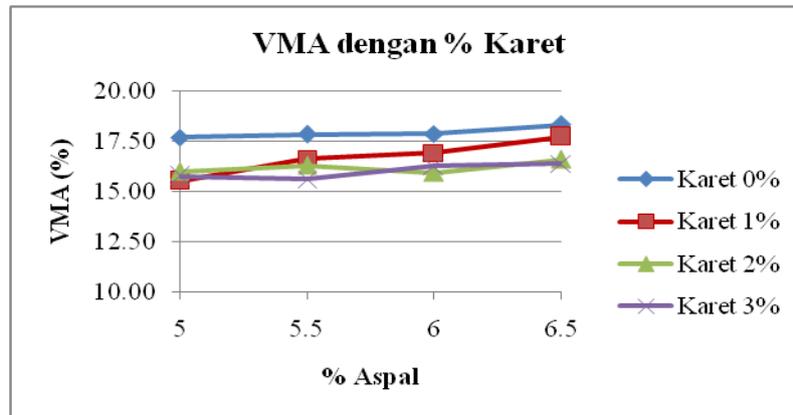
➤ **MQ**



Gambar 6. Hubungan MQ dengan Penambahan Kadar Karet

Hubungan MQ dengan penambahan kadar aspal dan serbuk ban karet dapat dilihat dari **Gambar 6.**, dimana dapat disimpulkan semakin bertambahnya kadar karet maka nilai MQ tidak memberikan hasil yang konstan, bertambah besar dalam range 5,0%-6,0% dan selebihnya lebih kecil dibandingkan tanpa karet. MQ yang rendah mengindikasikan bahwa campuran akan semakin mudah mengalami keretakan.

➤ VMA



Gambar 7. Hubungan VMA dengan Penambahan Kadar Karet

Dari grafik pada **Gambar 7**, dapat dilihat bahwa semakin bertambahnya kadar karet maka nilai VMA juga semakin menurun. Hasil yang didapatkan dari setiap penambahan serbuk ban karet meskipun memiliki nilai yang lebih rendah jika dibandingkan dengan campuran tanpa karet namun masih diatas batas spesifikasi minimum, sehingga masih dapat digunakan sebagai campuran lapisan perkerasan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dan evaluasi yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan serbuk ban karet pada aspal minyak dalam campuran laston menunjukkan bertambahnya nilai stabilitas dari kadar aspal 5,0% – 5,5% dengan tambahan serbuk ban karet 2% dan 3% dibandingkan tanpa serbuk ban. Didapatkan juga nilai *Void Filled* semakin besar, sedangkan nilai *VIM* dan *VMA* semakin kecil. Namun, untuk nilai *flow* dan *MQ* tidak memberikan hasil yang konstan.
2. Kadar Aspal Optimum untuk tiap kadar karet : 0%, 1%, 2% dan 3% berurutan sebagai berikut 6,0%, 5,45%, 5,3%, dan 5,2%.
3. Dengan menggunakan serbuk ban karet dalam campuran laston dapat mengurangi penggunaan aspal dengan mendapatkan nilai stabilitas yang sama bahkan bisa lebih baik.

Berdasarkan hasil penelitian ini diusulkan beberapa saran sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh ukuran serbuk ban karet jika digunakan dalam campuran aspal. Penggunaan serbuk ban bekas dengan *mesh* 80 dilakukan untuk mencari apakah memberikan hasil yang sama dari penelitian *mesh* 40.
2. Mengetahui cara untuk melelehkan serbuk ban karet agar lebih homogen

6. DAFTAR REFERENSI

- Badan Pusat Statistik. (2014). *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor menurut Jenis Tahun 1987-2013*. Retrieved January 21, 2015, from http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabel=1&id_subyek=17¬ab=12.
- Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum (2010), *Lapis Resap Pengikat dan Lapis Perekat*, Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Sukirman, S. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova, Bandung.