

PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK BAN BEKAS PADA CAMPURAN ASPAL EMULSI DINGIN UNTUK PERKERASAN JALAN RAYA

Levina Horas¹, Glenys Devina², Paravita Sri Wulandari³, Harry Patmadjaja⁴

ABSTRAK : Penelitian ini menggunakan Campuran Aspal Emulsi Dingin (CAED), agregat bergradasi rapat dan serbuk ban bekas sebagai aditif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk ban bekas terhadap karakteristik campuran aspal emulsi dingin. Penelitian ini menggunakan kadar aspal 8% dari berat agregat dengan variasi serbuk ban bekas 2%, 4%, dan 6% dari berat total campuran. Dari hasil pengujian ini didapatkan nilai VIM yang semakin meningkat seiring dengan penambahan serbuk ban bekas namun masih pada batas standar spesifikasi.

KATA KUNCI : campuran aspal emulsi dingin, serbuk ban bekas, aditif, VIM

1. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur jalan di negara berkembang khususnya di Indonesia memiliki peranan penting dalam menunjang kelancaran sosial, ekonomi, pertahanan dan keamanan. Pembangunan infrastruktur jalan di Indonesia yang tidak sebanding dengan peningkatan jumlah kendaraan menjadi faktor utama tidak tercapainya umur rencana jalan Penggunaan Campuran Aspal Emulsi Dingin (CAED) di Indonesia masih jarang digunakan sebagai lapis permukaan. Jenis aspal emulsi untuk pekerjaan jalan di Indonesia mulai digunakan sekitar tahun 1990-an. (MPW-RI, 1990, as cited in Muliawan, 2011). Penelitian yang dilakukan oleh *US Department of Transportation Federal Highway Administration di Amerika* sejak 1986 menggunakan ban bekas sebagai bahan tambahan campuran aspal. Ban bekas sebagai tambahan campuran aspal mampu mereduksi kerusakan pada perkerasan lentur yang diakibatkan oleh faktor cuaca dan lalu lintas (AASHTO, 1982). Seiring dengan meningkatnya jumlah kendaraan, limbah ban bekas juga mengalami peningkatan. Oleh karena itu, perlu dilakukan usaha untuk menangani dan mengolah limbah ban bekas yang dapat mencemari lingkungan. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk ban bekas terhadap karakteristik CAED. Penelitian ini menggunakan agregat halus dan kasar yang berasal dari Banyuwangi, aspal emulsi tipe CSS-1h, dan serbuk ban bekas mesh 80 dengan kadar 0%, 2%, 4%, dan 6%.

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21412111@john.petra.ac.id

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, m21412193@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. LANDASAN TEORI

2.1. Bahan Penyusun Campuran Aspal Emulsi Dingin

Agregat dan aspal adalah bahan dari campuran beraspal. Kualitas campuran beraspal sangat ditentukan oleh mutu agregat dan mutu aspal yang akan digunakan dalam penelitian.

2.1.1. Agregat

Menurut Sukirman (1999) mengategorikan jenis gradasi agregat menjadi gradasi seragam (*uniform graded*), gradasi rapat (*dense graded*), dan gradasi senjang (*gap graded*). (MPW-RI, 1990, as cited in Muliawan, 2011) terdapat dua tipe gradasi untuk CAED yaitu *Open Graded Emulsion Mixtures* (OGEM) dan *Dense Graded Emulsion Mixtures* (DGEM). DGEM merupakan campuran antara agregat bergradasi tertutup dan aspal emulsi sebagai bahan pengikat, yang dicampur tanpa proses pemanasan. Spesifikasi analisis ayakan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Spesifikasi Analisis Ayakan

Ukuran Ayakan		Tipe DGEM					
No	mm	I	II	III	IV	V	VI
2"	50	100					
1 1/2"	37,5	90-100	100				
1"	25		90-100	100			
3/4"	19	60-80		90-100	100		
1/2"	12,5		60-80		90-100	100	100
3/8"	9,5			60-80		90-100	
No.4	4,75	20-55	25-60		45-70	60-80	75-100
No.8	2,36	10-40	15-45	35-65	25-55	35-65	
No.16	1,18			20-50			
No.30	0,6						
No.50	0,3	2-16	3-13	3-20	5-20	6-25	15-30
No.100	0,15						
No.200	0,075	0-5	1-7	2-8	2-9	2-10	5-12
Sand Equivalent		35 min	35 min	35 min	35 min	35 min	35 min
Los Angeles Test @ 500 putaran			40 max	40 max	40 max	40 max	40 max
Bidang pecah (%)			65 min	65 min	65 min	65 min	65 min

Sumber : Bina Marga Spesifikasi Khusus (1991)

2.1.2. Aspal Emulsi Dingin

Menurut SNI 4798:2011, aspal emulsi adalah aspal berbentuk cair yang dihasilkan dengan cara mendispersikan aspal keras ke dalam air atau sebaliknya dengan bantuan bahan pengemulsi sehingga diperoleh partikel aspal yang bermuatan listrik positif (kationik) atau negatif (anionik) atau tidak bermuatan listrik (nonionik). Persyaratan karakteristik campuran aspal emulsi dingin yang digunakan adalah tipe IV sebagai acuan terdapat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Persyaratan Karakteristik Campuran Aspal Emulsi Dingin DGEM

Sifat Campuran		I	II	III	IV	V	VI	CRS-A	CRS-B	CATB
Kadar Bitumen Efektif	Minimum	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	7,5	7	6,4	5,7
Kadar Bitumen Terserap	Maksimum	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Kadar Bitumen Total										
Minimum Sesungguhnya (% berat total campuran)	Minimum	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	8,0	7,5	6,9	6,2
Stabilitas Rendaman (kg)	Minimum	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Stabilitas Sisa (% Stabilitas kering semula sesudah 48 jam pada suhu ruang)	Minimum	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Kadar rongga	Minimum	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Potensial (% berat total campuran padat)	Maksimum	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Penyerapan air (% berat total campuran padat)	Maksimum	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Tebal film bitumen (mikron)	Minimum	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Tingkat penyelimutan (% total permukaan agregat)	Minimum	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Tebal lapisan yang diisyaratkan (mm)	Minimum	80	50	40	30	25	25	30	30	30
	Maksimum	150	100	100	75	75	75	75	75	75

Sumber : DPU Binamarga Jatim (2010)

2.2. Bahan Aditif (serbuk Ban Bekas)

Menurut Sugiyanto (2008) penggunaan serbuk ban bekas mampu menahan ketahanan campuran aspal terhadap air, sehingga dapat mengurangi kerusakan jalan. Spesifikasi serbuk ban bekas yang digunakan terdapat Pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Spesifikasi Serbuk Ban Bekas

Raw Material	Crumb for Tyre
Color	Black Homogeneous Granules & Powder
Sieving Rate	Min. 90
Water Content	Max. 0.6
Fiber Content	Max. 0.2
Metal Content	Max. 0.03
Package (Kg/Bag)	25

Sumber : PT. Pura Agung

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data dalam penelitian ini menggunakan dua jenis metode pengumpulan data, yaitu:

1. Studi Pustaka, untuk mengkaji penelitian – penelitian terdahulu yang sudah pernah dilakukan dan dijadikan sebagai landasan teori dalam penelitian ini.
2. Pada penelitian ini dilakukan pengujian *Marshall*.

3.2. Persiapan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat campuran aspal emulsi adalah:

- Agregat Halus dan Kasar yang digunakan diperoleh dari Laboratorium Perkerasan dan Bahan Jalan UK. PETRA asal Banyuwangi
- Aspal emulsi tipe CSS-1H
- Serbuk ban bekas diperoleh dari PURA RUBBER dari PT. PURA AGUNG (ukuran *mesh* 80)

3.3. Metode Pembuatan Benda Uji

3.3.1. Penentuan Jumlah Benda Uji

Dalam percobaan ini akan digunakan 3 benda uji untuk setiap kadar aspal yang akan didapatkan untuk menentukan Kadar Aspal Residu Optimum (KARO). Setelah mendapatkan KARO, benda uji dengan campuran kadar aspal residu optimum dimodifikasi dengan penambahan serbuk ban bekas sebesar 0%, 2%, 4% dan 6% dari total campuran.

3.3.2. Pengujian CAED Tanpa dan Dengan Serbuk Bekas

Penelitian dilakukan di Laboratorium Perkerasan dan Bahan Jalan Universitas Kristen Petra, berikut adalah cara kerja pembuatan benda uji tanpa campuran serbuk ban bekas.

1. Agregat diproporsikan dengan aspal emulsi sesuai %kadar aspal emulsi awal 7% -9%.
2. Mencampurkan agregat dengan aspal sesuai %kadar aspal emulsi awal secara merata.
3. Campuran aspal yang telah dioven dengan suhu 60°C selama 2 jam kemudian dipadatkan sesuai jumlah tumbukan enersi pemadatan ke dalam *mold*.
4. Sampel didiamkan selama 48 jam di dalam oven dengan suhu 60°C kemudian dites dengan menggunakan metode *marshall* untuk mendapatkan bacaan stabilitas dan *flow*, agar dapat menentukan %KARO.
5. Untuk CAED dengan %KARO selanjutnya campuran diberikan serbuk ban bekas sebagai bahan aditif sebesar 0%, 2%, 4% dan 6%.

4. HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS

4.1. Pemeriksaan Material

Sebelum membuat benda uji diperlukan pemeriksaan terhadap material yang akan digunakan. Pemeriksaan terhadap material ini dengan tujuan mengetahui spesifikasi agregat apakah dapat digunakan sebagai bahan campuran untuk membuat benda uji. Untuk pengujian agregat dilakukan pengujian analisa saringan, berat jenis agregat, keausan agregat. Sedangkan untuk aspal emulsi tipe CSS-1h yang digunakan tidak dilakukan pengetesan dikarenakan terdapat data sekunder tentang karakteristik aspal emulsi.

4.1.1. Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan terhadap agregat dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah agregat yang dipakai sudah memenuhi spesifikasi yang sudah ditentukan atau tidak. Hasil dari pemeriksaan agregat dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Pemeriksaan Karakteristik Agregat

No	Pengujian	Satuan	Metode Pengujian	Spesifikasi	Keterangan
A. Agregat Kasar (5-10mm, 10-15mm)					
1	Berat jenis <i>bulk</i>	-	SNI 1969:2008	-	2,54
2	Berat jenis semu	-	SNI 1969:2008	-	2,67
3	Penyerapan Air	%	SNI 1969:2008	-	1,82%
4	Keausan Agregat	%	SNI 2417:2008	Maks 40 %	37,74%
5	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal	%	SNI 03-2439-1991	Min. 95 %	> 95%
6	Partikel Lolos Ayakan No.200	%	SNI 03-4428-1997	≤ 1 %	< 1%
7	Agregat yang tertahan Ayakan 4.75 mm	%	SNI 03-1975-1990	≥ 65 %	> 65 %
B. Agregat Halus (0-5 mm)					
1	Berat jenis <i>bulk</i>	-	SNI 1969:2008	-	2,5
2	Berat jenis semu	-	SNI 1969:2008	-	2,6
3	Penyerapan Air	%	SNI 1969:2008	-	1,50%
4	Partikel Lolos Ayakan No.200	%	SNI 03-4428-1997	≤ 8 %	< 8 %

Sumber: Spesifikasi Umum Seksi 6.8 Direktorat Bina Marga

4.1.2. Pemeriksaan Aspal

Hasil pemeriksaan aspal didapatkan berupa data sekunder. Aspal yang digunakan adalah aspal emulsi tipe CSS - 1h. Pemeriksaan terhadap aspal dilakukan untuk mengetahui apakah aspal yang dipakai sudah memenuhi spesifikasi yang sudah ditentukan . Hasil pemeriksaan terdapat pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Aspal Emulsi CSS – 1h

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi
1	Kadar Residu	SNI 03-6829-2002	58.34%	Min. 57%
2	Penetrasi 25° 100 gr. 5 detik	SNI 06-2456-1991	89.67%	40 - 90
3	Daktilitas	SNI 06-2432-1991	>110 Cm	Min. 40 Cm
4	Kelarutan dalam Trichlor Etylen	SNI 06-2468-1991	98.15%	Min. 97,5%
5	Viscositas	SNI 03-6721-2002	24.3 Detik	20 – 100 Detik
6	Tertahan Saringan No. 20	SNI 03-3643-1994	0.00%	Max. 0.10%
7	Pengendapan 1 Hari	SNI 03-6828-1994	0.61%	Max. 1%
8	Pengendapan 5 Hari		-	Max. 5%
9	Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	-	
10	Muatan Partikel Listrik	SNI 03-3644-1994	Positif	(+)

Sumber: Laboratorium Perkerasan dan Bahan Jalan Universitas Kristen Petra

4.1.3. Estimasi Kadar Aspal Emulsi

Perhitungan kadar aspal residu awal perkiraan yang nantinya digunakan sebagai acuan dalam menentukan variasi kadar aspal residu dilakukan dengan rumus (Asphalt Institute, MS 14, 1989, as cited in Muliawan, 2011). Adapun perhitungannya sebagai berikut:

$$P = (0.05A + 0.1B + 0.5C) \times (0.7) \quad (1)$$

dimana:

P = % Kadar aspal residu awal

A = % Tertahan di atas ayakan 2,36 mm

B = % Lolos 2,36 mm tertahan 0,075 mm

C = % Lolos ayakan 0,075 mm

Kemudian diestimasi kadar aspal emulsi awal terhadap berat total campuran:

$$\text{KAE awal} = (P/X)\% \quad (2)$$

dimana:

P = % Kadar aspal residu awal

X = % Kadar residu dari aspal emulsi

Kadar Aspal Residu Awal

$$(P) = [0,05 (A) + 0,1 (B) + 0,5 (C)] \times 0,7$$

$$= (0,05 \times 15,075) + (0,1 \times 29,375) + (0,5 \times 5,408) \times 0,7$$

$$P = 4,475\% \approx 4,5 \%$$

Dengan kadar aspal residu awal 4,5%. Berdasarkan kadar aspal residu awal diestimasi Kadar Aspal Emulsi. KAE awal terhadap berat total campuran = $(P/X) \%$. Aspal Emulsi yang dipergunakan adalah Aspal Emulsi *Cationic Slow Setting - 1 Hard (CSS-1H)*, dimana kadar residunya sebesar 58.34 %. Dengan demikian Kadar Aspal Emulsi awal dalam campuran adalah : $(0,45/0,5834) \times 100 \% = 7,7\% \approx 8\%$ terhadap total campuran.

4.2. Pengujian Marshall

4.2.1. Campuran Aspal Emulsi Dingin Tanpa Serbuk Ban Bekas

Berdasarkan pada **Tabel 7** dapat dilihat spesifikasi untuk masing-masing variasi kadar aspal campuran aspal emulsi memenuhi dari 7% - 9%. Untuk menentukan Kadar Aspal Residu Optimum (KARO) dicari dengan $(7\% + 9\%)/2 = 8\%$. Jadi, kadar aspal yang dipakai pada campuran adalah 8%.

Tabel 7. Presentase Aspal Dan Kadar Aspal Yang Memenuhi Standar Spesifikasi

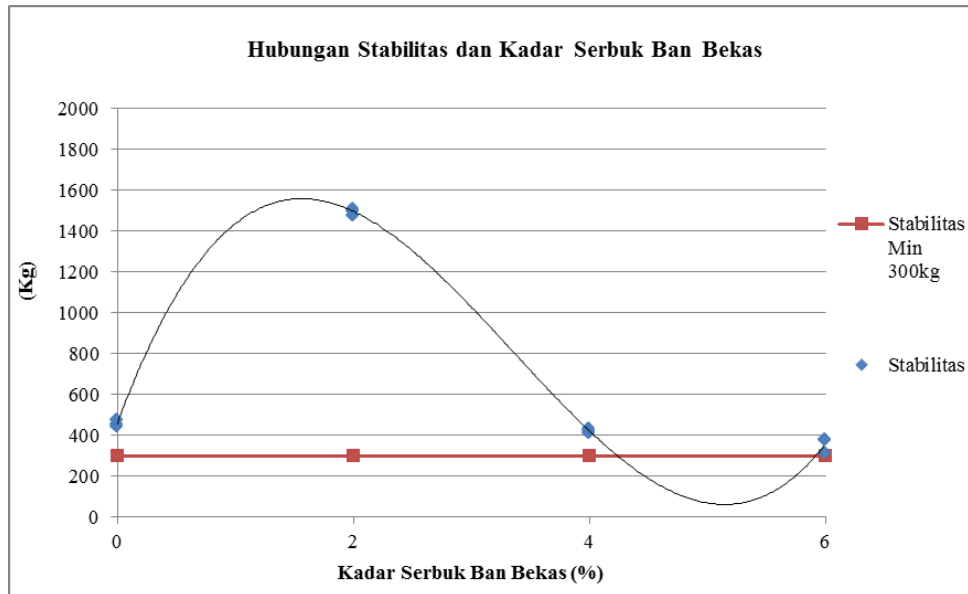
No	Parameter	Satuan	Standar Spesifikasi		7%		7,50%		8%		8,50%		9%	
			Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
1	Kadar Bitumen Efektif	-	5,5		v		v		v		v		v	
2	Kadar Bitumen Terserap	-		1,7		v		v		v		v		v
3	Stabilitas Rendaman	Kg	300		v		v		v		v		v	
4	Stabilitas Sisa	Kg	50		v		v		v		v		v	
5	Kadar Rongga	%	5	10	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
6	Penyerapan Air	%	4		v		v		v		v		v	
7	Tebal Film Bitumen	Mikron	8		v		v		v		v		v	
8	Tingkat Penyelimutan	%	75		v		v		v		v		v	

4.3 Hasil Pengujian Marshall

Setelah benda uji dilakukan pengetesan dengan metode *Marshall* kemudian dibandingkan terhadap spesifikasi stabilitas dan VIM, yaitu :

➤ Hubungan Stabilitas dan Kadar Serbuk Ban Bekas

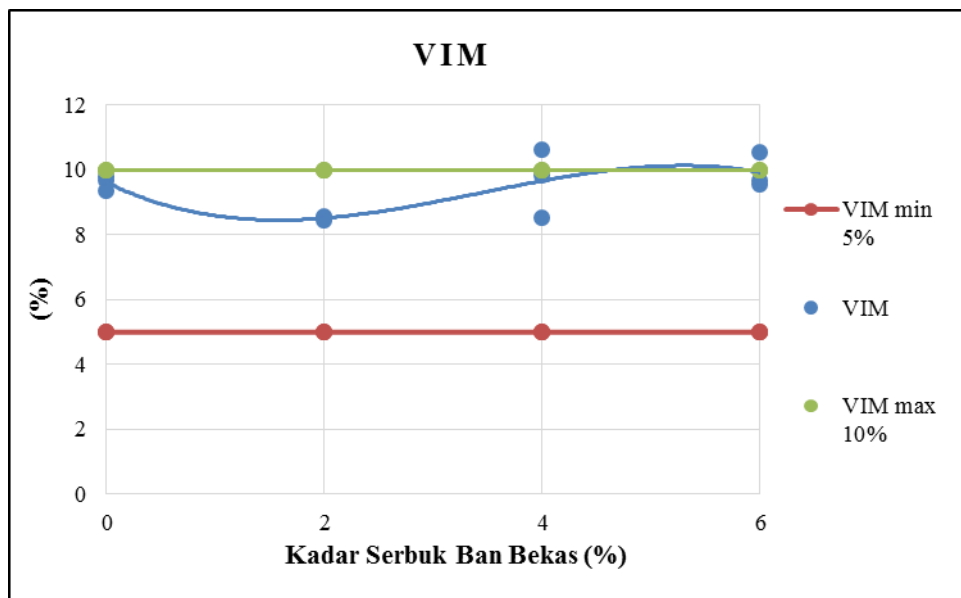
Pada **Gambar 1** dapat dilihat bahwa penambahan serbuk ban bekas mempengaruhi nilai stabilitas pada campuran aspal emulsi dingin, semakin tinggi penambahan kadar serbuk ban bekas maka nilai stabilitas mengalami penurunan.



Gambar 1. Hubungan Stabilitas dan Kadar Serbuk Ban Bekas

➤ **Hubungan VIM dan Kadar Serbuk Ban Bekas**

Pada Gambar 2, penambahan kadar serbuk ban bekas 0%, 2%, 4%, dan 6% Kenaikkan nilai VIM berarti sampel memiliki *void in mix* yang besar. Peningkatan nilai VIM dikarenakan karakter agregat Banyuwangi yang memiliki nilai abrasi yang tinggi dan juga campuran aspal emulsi dingin memerlukan waktu untuk *setting*, sehingga ketika campuran aspal emulsi dingin ditambahkan dengan serbuk ban bekas, serbuk ban bekas tidak dapat mengisi rongga didalam campuran.



Gambar 2. Hubungan VIM dan Kadar Serbuk Ban Bekas

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

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

1. Penambahan serbuk ban bekas ukuran *mesh* 80 dapat terlihat pada parameter VIM yang meningkat. Kenaikkan nilai VIM ini menunjukkan bahwa kadar rongga dalam campuran aspal emulsi dingin akibat pengaruh serbuk ban bekas cukup banyak namun masih memenuhi standar spesifikasi VIM.
2. Penambahan kadar serbuk ban bekas melebihi 2% menyebabkan penurunan nilai stabilitas. Benda uji dengan penambahan serbuk ban bekas 2% menunjukkan nilai VIM yang paling stabil dan nilai stabilitas tertinggi, sedangkan pada penambahan serbuk ban bekas 4% dan 6% nilai stabilitas mengalami penurunan dan nilai VIM mendekati batas maksimum spesifikasi yaitu 10%.

5.2. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian CAED , serbuk ban bekas, dan tambahan bahan aditif lain yang mampu mengisi rongga misalnya *fly ash*.
2. Penambahan serbuk ban bekas pada CAED sebaiknya tidak terlalu banyak agar nilai VIM tidak tinggi.

6. DAFTAR REFERENSI

- AASHTO. (1982). *Standart Specification For Transportation Materials and Method of Sampling and testing, Part II, Specification, 13th Edition*, Washington, D.C , Amerika Serikat.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1991). *Spesifikasi Khusus Campuran Aspal Emulsi Dingin (CAED)*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta, Indonesia.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2010). *Spesifikasi Umum Edisi 2010 (Revisi 3)*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta, Indonesia.
- Muliawan, I.W. (2011). *Analisis Karakteristik dan Peningkatan Stabilitas Campuran Aspal Emulsi Dingin (CAED)*, Tesis Program Pascasarjana Universitas Udayana, Bali, Indonesia.
- SNI 4798:2011. (2011). “*Spesifikasi Aspal Emulsi Kationik. Badan Standarisasi Nasional*”, Jakarta, Indonesia.
- Sugiyanto,G. (2008). “Kajian karakteristik campuran hot rolled asphalt akibat penambahan limbah serbuk ban bekas” , *Jurnal Teknik Sipil Universitas Atmajaya Yogyakarta*, 91-104 <[http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/uaj/article/view/17525/17444.8\(2\)](http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/uaj/article/view/17525/17444.8(2))> (January 31, 2015).
- Sukirman, S. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung, Indonesia.