

KARAKTERISTIK HASIL DESTILASI TAR TEMPURUNG KELAPA DENGAN MODIFIKASI PENAMBAHAN *CRUMB RUBBER* DITINJAU DARI SPESIFIKASI ASPAL KERAS

Ali Wahid Hasibuan¹⁾, Djoko Sarwono²⁾, Agus Sumarsono³⁾

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

^{2), 3)} Pengajar Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524.

Email: aliwahid_hsb@yahoo.com

Abstract

Tar distilled coconut shell liquid is obtained from the manufacture of coconut shell charcoal, with fumes that arise later in the so-called Tar capacity. Tar distilled coconut shell containing carbonyl high so Tar brown-black color. Tar distillation is also a thermoplastic material. Material added Tar coconut shell in this study using is Crumb Rubber. Crumb Rubber bending properties are expected to lower the value of coconut shell Tar penetration is high and increases ductility. Crumb Rubber used in this study is that Crumb Rubber sieve no. 100. The method used in this study is the experimental method. Crumb Rubber percentages in this test was 0%, 3%, 5%, 7% of the weight Tar coconut shell. Tests were performed that penetration testing, ductility, softening point, flash point and fuel, density, and viscosity of the bitumen aggregate. Data processing using Microsoft Excel software to perform calculations and simple regression analisis needed. The results of tests performed on materials Tar coconut shell with the addition of Crumb Rubber, decreased the value of the test results except in the penetration test which has increased the value of penetration. Tar coconut shell binder with the addition of Crumb Rubber is still not able to meet some requirements such SNI SNI 06-2432-1991 ductility test which requires a minimum value of 100cm, so that the material is not yet ready to be used in a mixture of pavement and still need further development.

Keywords: Characteristics, Tar distilled coconut shell, Tar, Crumb Rubber.

Abstrak

Hasil destilasi Tar tempurung kelapa merupakan zat cair yang didapat dari pembuatan arang tempurung kelapa, dengan asap yang timbul kemudian di tampung yang disebut Tar. Hasil destilasi Tar tempurung kelapa mengandung karbonil yang tinggi sehingga warna Tar coklat kehitaman. Hasil destilasi Tar juga merupakan bahan yang termoplastis. Bahan tambah Tar tempurung kelapa pada penelitian ini menggunakan *Crumb Rubber*. Sifat lentur *Crumb Rubber* diharapkan dapat menurunkan nilai penetrasi Tar tempurung kelapa yang tinggi dan meningkatkan nilai daktilitas. *Crumb Rubber* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Crumb Rubber* yang lolos saringan no. 100. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *eksperimental*. Persentase *Crumb Rubber* dalam pengujian ini adalah 0%, 3%, 5%, 7% dari berat Tar tempurung kelapa. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian penetrasi, daktilitas, titik lembek, titik nyala dan bakar, berat jenis, dan kelekatan bitumen terhadap agregat. Pengolahan data menggunakan software *Microsoft Excel* untuk melakukan perhitungan dan analisis regresi sederhana yang dibutuhkan. Hasil pengujian yang dilakukan terhadap bahan Tar tempurung kelapa dengan penambahan *Crumb Rubber*, mengalami penurunan nilai hasil pengujian kecuali pada uji penetrasi yang mengalami peningkatan nilai penetrasi. Bahan pengikat Tar tempurung kelapa dengan penambahan *Crumb Rubber* masih belum mampu memenuhi beberapa persyaratan SNI seperti uji daktilitas SNI 06-2432-1991 yang mensyaratkan nilai minimal 100cm, sehingga bahan ini belum siap untuk digunakan dalam campuran perkerasan jalan dan masih perlu pengembangan selanjutnya.

Kata kunci : Karakteristik, hasil destilasi Tar tempurung kelapa, Tar, *Crumb Rubber*.

1. PENDAHULUAN

Aspal keras adalah aspal yang diperoleh dari proses penyulingan minyak bumi (RSNI, 2003) merupakan bahan pengikat campuran perkerasan. Aspal diperoleh dari pengolahan minyak mentah yang banyak mengandung aspal dan hasil penyulingan (Tar) batubara. Hasil destilasi Tar tempurung kelapa merupakan zat cair yang didapat dari pembuatan arang tempurung kelapa, dengan asap yang timbul kemudian di tampung yang disebut Tar. Hasil destilasi Tar tempurung kelapa mengandung karbonil yang tinggi sehingga warna Tar coklat kehitaman. Hasil destilasi Tar juga merupakan bahan yang termoplastis. Tar merupakan bahan yang bersifat termoplastis, artinya akan menjadi keras dan kental jika temperatur rendah dan menjadi cair (lunak) jika temperatur tinggi. Penelitian ini menggunakan *Crumb Rubber* sebagai bahan tambah pada Tar tempurung kelapa, dikarenakan bahan ini termasuk limbah, sehingga dengan pemanfaatannya akan mengurangi limbah, bahan ini relatif mudah untuk didapatkan, tidak cepat terdekomposisi dalam tanah, dan tidak larut dalam air. Penggunaan *Crumb Rubber* pada Tar tempurung kelapa diharapkan berkontribusi terhadap pengurangan volume pemakaian Tar tempurung kelapa, dan dapat menurunkan nilai penetrasi Tar tempurung kelapa yang tinggi dan menaikkan nilai daktilitas. Dalam penelitian ini menggunakan *Crumb Rubber* yang lolos saringan no. 100.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

Penelitian yang memanfaatkan hasil alam berupa Tar tempurung kelapa yang dimodifikasi dengan bahan tambah tertentu sebagai alternatif pengganti aspal pada konstruksi campuran perkerasan jalan bukanlah hal yang baru. Penggunaan Tar yang

berasal dari tempurung baik tempurung kelapa ataupun tempurung sawit pernah dilakukan dalam beberapa penelitian sebelumnya, penggunaan Tar sebagai bahan pengikat campuran perkerasan jalan dilakukan dengan cara modifikasi bahan tambahan pada Tar sedemikian rupa sehingga bisa digunakan untuk campuran perkerasan jalan pada skala laboratorium.

Masburi (2011), dengan judul "Pengaruh Penggunaan Serbuk Arang Tempurung Kelapa Dan Variasi Jumlah Tumbukan Terhadap Karakteristik Campuran Beton Aspal". Pemakaian serbuk arang tempurung kelapa pada campuran beton aspal dapat meningkatkan kinerja stabilitas, kelelahan plastis dan durabilitas beton aspal pada kondisi kadar serbuk arang tempurung kelapa sebesar 2% pada skenario jumlah tumbukan 2 x 75 kali. Peningkatan jumlah tumbukan dapat meningkatkan nilai MQ campuran beton aspal baik tanpa serbuk arang tempurung kelapapun dengan serbuk arang tempurung kelapa yang berarti aspal semakin kaku dan cenderung getas dan akhirnya mudah hancur. Peningkatan jumlah tumbukan tertentu pada pembuatan benda uji beton aspal dan penambahan serbuk arang tempurung kelapa di atas 2% dapat mengurangi besarnya nilai stabilitas sisa (durabilitas campuran beton aspal menjadi rendah).

Henri Febriansyah (2011), "Pemanfaatan Limbah Abu Cangkang Kelapa Sawit (ACKS) Sebagai Bahan Tambah Untuk Meningkatkan Kekuatan Dan Keawetan Campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)". ACKS layak sebagai bahan tambah pada campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC) karena memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga (2010). Penambahan ACKS memberikan durabilitas yang lebih baik pada campuran AC-BC dibanding campuran AC-BC yang tidak menggunakan ACKS, hal ini mengindikasikan penambahan ACKS memberikan peningkatan ketahanan campuran terhadap gangguan air. Selain itu penambahan ACKS pada aspal mengakibatkan aspal lebih tahan terhadap perubahan temperatur (kepekaan aspal terhadap temperature menurun).

2.2. Bahan Modifikasi

Pada penelitian ini bahan modifikasi yang digunakan adalah *Crumb Rubber*. *Crumb Rubber* sebagai bahan tambahan dikarenakan bahan ini termasuk limbah, sehingga dengan pemanfaatannya akan mengurangi limbah, bahan ini relatif mudah untuk didapatkan, tidak cepat terdekomposisi dalam tanah, dan tidak larut dalam air. Penggunaan *Crumb Rubber* pada tar tempurung kelapa diharapkan berkontribusi terhadap pengurangan volume pemakaian tar tempurung kelapa jika digunakan sebagai bahan pengikat campuran perkerasan jalan, sifat lentur *Crumb Rubber* juga diharapkan dapat menurunkan nilai penetrasi Tar tempurung kelapa yang tinggi dan menaikkan nilai daktilitas. Dalam penelitian ini menggunakan *Crumb Rubber* yang lolos saringan no. 100 untuk dicampurkan dalam Tar tempurung kelapa. Sebelum digunakan, *Crumb Rubber* yang memenuhi persyaratan dalam rancangan penelitian ini akan melalui proses pencucian dan pengeringan terlebih dahulu untuk menghilangkan debu dan pasir yang melekat.

2.3. Pengujian

Hasil-hasil pengujian laboratorium ditinjau dengan membandingkan spesifikasi Aspal keras berdasarkan penetrasi pada Tabel 2.1. di bawah ini.

Tabel 2.1. Persyaratan aspal keras berdasarkan penetrasi

No	Jenis Pengujian	Sat.	Metode	Persyaratan				
				Pen 40	Pen 60	Pen 80	Pen 120	Pen 200
1	Penetrasi 25°C, 100gr 5 detik	x 10 ⁻¹ mm	SNI 06-2456-1991	40 - 59	60 - 79	80 - 99	120-150	200-300
2	Titik Lembek	°C	SNI 06-2434-1991	51 - 63	50 - 58	46 - 54	120-150	200-300
3	Titik Nyala	°C	SNI 06-2433-1991	Min. 200	Min. 200	Min. 225	218	177
4	Daktilitas, 25°C	cm	SNI 06-2432-1991	Min. 100	Min. 100	Min. 100	Min. 100	-
5	Kelarutan dalam Trichlor Etylen	%berat	SNI 06-2438-1991	Min. 99	Min. 99	Min. 99	Min. 99	Min. 99
6	Berat Jenis	gr/cc	SNI 06-2488-1991	Min. 1,0	Min. 1,0	Min. 1,0	-	-

Sumber : RSNi S-01-2003 Spesifikasi aspal keras berdasarkan penetrasi

3. METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *eksperimental*. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Pengujian dilakukan secara bertahap, yaitu terdiri atas pengujian terhadap campuran antara lain pengujian penetrasi Tar, pengujian daktilitas Tar, pengujian titik lembek Tar, pengujian titik nyala dan titik bakar Tar, pengujian berat jenis Tar, pengujian kelekatan agregat terhadap Tar. Pengujian penetrasi pada awal penelitian adalah untuk mendapatkan hasil uji penetrasi yang sesuai dengan spesifikasi aspal keras pada suhu dan pemanasan pembuatan benda uji penelitian, agar seragam dengan suhu dan pemanasan pembuatan benda uji pada variasi *Crumb Rubber* lainnya. Hasil uji penetrasi Tar dengan modifikasi penambahan *Crumb Rubber* yang masuk kedalam spesifikasi aspal keras digunakan untuk jenis pengujian lainnya. Pengolahan data digunakan alat bantu berupa program *Microsoft Excel* untuk melakukan perhitungan dan analisis regresi sederhana yang dibutuhkan. Dari analisis regresi nantinya didapatkan koefisien determinasi yang menyatakan tingkat kepercayaan dari kemampuan variasi untuk menerangkan variabel terikat. Berdasarkan nilai koefisien determinasi bisa diperoleh nilai korelasi yang menyatakan tingkat pengaruh hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat.

3.1.1. Tahapan Penelitian

Untuk mewujudkan uraian diatas maka langkah-langkah tahapan penelitian yang hendak dilakukan adalah sebagai berikut :

- Mencari data dan informasi yang mendukung penelitian.
- Mempersiapkan alat dan bahan.
- Melakukan pengujian penetrasi Tar tempurung kelapa.
- Melakukan berbagai jenis metode pencampuran untuk membuat campuran Tar-Crumb Rubber.
- Menentukan metode pencampuran yang paling tepat dalam pembuatan campuran Tar-Crumb Rubber.
- Melakukan pencampuran antara Tar dengan Crumb Rubber dengan variasi presentase tertentu Crumb Rubber terhadap berat Tar dengan menggunakan metode yang paling tepat.
- Melakukan pengujian penetrasi pada campuran Tar-Crumb Rubber.
- Melakukan pengujian berikutnya apabila hasil uji penetrasi sudah sesuai dengan spesifikasi aspal keras.
- Melakukan analisis data melalui analisis regresi, komparasi, dan korelasi.
- Mengambil kesimpulan mengenai hasil penelitian.

3.1.2. Pra Penelitian

Untuk mewujudkan uraian diatas maka langkah-langkah tahapan penelitian yang hendak dilakukan adalah sebagai berikut :

- Uji kelarutan yang bertujuan untuk mengetahui kelarutan bahan Tar tempurung kepala.
- Metode pencampuran dan menentukan variasi presentase pemakaian Tar tempurung kepala dan presentase pemakaian Crumb Rubber untuk bahan pengikat campuran.

3.2. Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer. Data primer diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Data primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung melalui serangkaian kegiatan percobaan yang dilakukan sendiri dengan mengacu pada petunjuk manual yang ada, misalnya dengan mengadakan penelitian/pengujian secara langsung. Data-data yang termasuk kedalam data primer adalah sebagai berikut:

- Penetrasi Tar
- Daktilitas Tar
- Titik lembek Tar
- Titik nyala dan titik bakar Tar
- Berat jenis Tar
- Kelekatan Tar pada agregat

3.3. Peralatan Penelitian

Proses penelitian menggunakan peralatan yang ada di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Alat-alat yang digunakan dalam pengujian Tar tempurung kepala ini adalah :

- Alat uji penetrasi
- Alat uji daktilitas
- Alat uji titik lembek
- Alat uji titik nyala dan titik bakar
- Alat uji berat jenis
- Alat uji kelekatan bitumen pada agregat

3.4. Benda Uji

Kadar variasi penambahan *Crumb Rubber* berdasarkan penelitian terdahulu oleh Nugroho Dwi Ariyanto (2006) dalam skripsinya yang berjudul "*Pemanfaatan limbah Vulkanisir Ban (Crumb Rubber) sebagai Modifikasi Bitumen*" menggunakan penambahan *Crumb Rubber* pada bitumen dilakukan dengan 3 kadar variasi yaitu 3%, 5%, dan 7% serta kadar 0% sebagai pembanding.

Maka pada pembuatan Tar tempurung kelapa dilakukan hal sebagai berikut:

- Hasil destilasi Tar tempurung kelapa dimodifikasi dengan dibuat variasi penambahan *Crumb Rubber* dalam Tar tempurung kelapa sebesar 0%, 3%, 5%, dan 7% dari berat Tar.
- Hasil destilasi Tar tempurung kelapa yang telah di modifikasi dengan *Crumb Rubber* dicetak dalam cetakan benda uji. Direncanakan benda uji yang dibuat akan diuji dengan menggunakan 6 metode pengujian. Jumlah pembuatan benda uji tersebut dapat disajikan dalam Tabel 3.1

Tabel 3.1. Pembuatan benda uji

No	Kadar <i>Crumb Rubber</i>	Benda Uji (buah)					Jumlah Benda Uji
		Penetrasi	Titik Lembek	Titik Nyala dan Bakar	Daktilitas	Berat Jenis	
1	0%	3	3	3	3	3	15
2	3%	3	3	3	3	3	15
3	5%	3	3	3	3	3	15
4	7%	3	3	3	3	3	15
Total Jumlah Benda Uji							60 buah

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Pra Penelitian

Pra penelitian dilakukan uji kemurnian terhadap Tar tempurung kelapa/bahan uji yang bertujuan untuk mengetahui Kelarutan Tar Tempurung Kelapa.

4.2. Pengujian Kelarutan Tar Tempurung Kelapa

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai kadar Tar dari Tar cair yang dilarutkan dalam pelarut TCE (*Trichlorethylene*), yaitu salah satu pelarut organik yang berguna untuk mengidentifikasi bahan aspal yang termasuk bahan organik. Penggunaan TCE dalam penelitian ini untuk mengetahui kemurnian bahan Tar tempurung kelapa dan bahan yang bukan termasuk Tar (kotoran anorganik yang ada di dalam Tar), bila terlalu besar kotoran anorganik akan mengurangi daya lekat dari Tar. Selain itu, pengujian ini untuk mengetahui persentase kelarutan Tar tempurung kelapa jika dibandingkan dengan batas minimum kelarutan yang disyaratkan RSNI S-01-2003 sebesar 99 %.

Tabel 4.1. Hasil Pengujian kelarutan Tar Tempurung Kelapa

Berat	Benda Uji 1	Benda Uji 2	Benda Uji 3	Benda Uji 4
Berat Erlenmeyer + aspal	113,93	113,86	114,1	114,02
Berat Erlenmeyer kosong	111,76	111,76	111,76	111,76
Berat aspal (B)	2,17	2,1	2,34	2,26
Berat cawan gooch + bhn tak larut (C)	88,04	88,32	88,27	88,4
Berat cawan gooch (A)	87,94	87,94	87,45	87,45
Persen bahan yang tidak larut : $\frac{(C - A)}{B} \times 100\%$	0,05%	0,18%	0,35%	0,42%
Persen bahan yang larut : $100\% - \left[\frac{(C - A)}{B} \times 100\% \right]$	99,95%	99,82%	99,65%	99,58%
Persen bahan tidak larut rata-rata	0,25%			
Persen bahan larut rata-rata	99,75%			

Hasil pengujian kelarutan pada tabel 4.1 yang sudah dilakukan diperoleh 99,95%, 99,82%, 99,65%, dan 99,58% dengan nilai rata 99,75%. Berdasarkan persyaratan aspal (RSNI M-04-2004) hasil pengujian kelarutan minimal disyaratkan sebesar 99%, maka dari hasil pengujian kelarutan yang dilakukan benda uji memenuhi persyaratan sebagai senyawa *hidrocarbon*.

4.3. Metode Pencampuran

Proses pencampuran antara Tar tempurung kelapa dan *Crumb Rubber* pada penelitian ini menggunakan metode panas-dingin-panas. Metode panas-dingin-panas lebih baik daripada metode lainnya untuk pencampuran Tar tempurung kelapa dan *Crumb Rubber*, karena dengan metode ini sifat lentur *Crumb Rubber* lebih dapat dipertahankan dibandingkan metode lainnya. Jika menggunakan metode panas dan panas akan mengakibatkan *Crumb Rubber* menjadi getas dan menghilangkan sifat lenturnya, sehingga tujuan awal *Crumb Rubber* sebagai bahan tambahan untuk menaikkan nilai daktilitas tidak terpenuhi. Sedangkan jika digunakan metode panas-dingin akan mengakibatkan Tar tempurung kelapa mengeras sebelum pencampuran Tar tempurung kelapa dan *Crumb Rubber* sempurna dan pada metode pencampuran dingin-dingin maka Tar tempurung kelapa dan *Crumb Rubber* tidak dapat tercampur dengan baik.

4.4. Hasil Uji Sifat-sifat Tar Tempurung Kelapa

4.4.1. Peninjauan Hasil Pengamatan Penetrasi Dengan Spesifikasi Aspal Keras

Peninjauan hasil uji penetrasi dengan spesifikasi aspal keras ini bertujuan untuk meninjau hasil pengamatan penetrasi terhadap spesifikasi aspal keras. Peninjauan dilakukan dengan membandingkan hasil pengamatan penetrasi dengan persyaratan di setiap indikator penetrasi aspal keras memenuhi atau tidak dan masuk di spesifikasi penetrasi berapa. Peninjauan hasil uji dengan persyaratan aspal keras berdasarkan penetrasi dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Peninjauan Hasil Uji Dengan Persyaratan Aspal Keras Berdasarkan Penetrasi

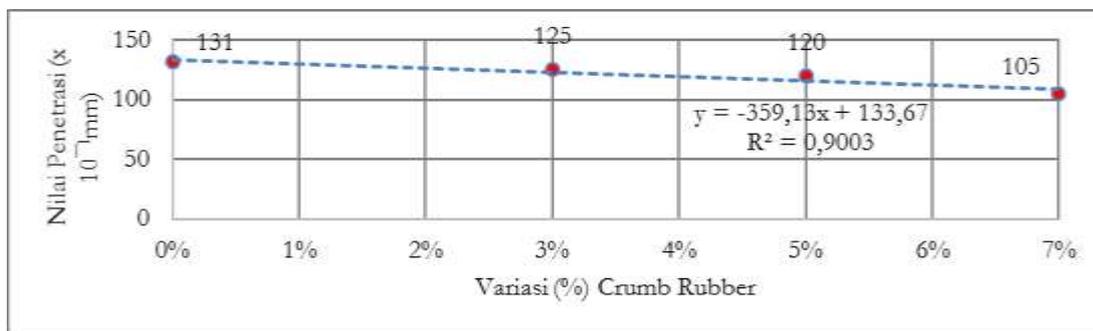
No	Jenis Pengujian	Satuan	Metode	Variasi (%) Crumb Rubber				Persyaratan Penetrasi SNI					Keterangan
				0	3	5	7	40	60	80	120	200	
1	Penetrasi 25°C, 100gr 5 detik	$\times 10^{-1}$ mm	SNI 06-2456-1991	131	125	120	105	40 - 59	60 – 79	80 – 99	120 – 150	200 - 300	Variasi 0%, 3%, dan 5% termasuk penetrasi 120, dan variasi 7% masuk penetrasi 80 karena nilai penetrasinya lebih dekat dengan 99×10^{-1} mm.
2	Titik lembek	°C	SNI 06-2434-1991	57,67	55,33	53,33	50,67	51 – 63	50 – 58	46 – 54	120 – 150	200 - 300	Variasi 0% masuk titik lembek penetrasi 40, dan 60. Variasi 3%, 5%, dan 7% masuk titik lembek penetrasi 40, 60, dan 80.
3	Titik nyala	°C	SNI 06-2433-1991	232	228	202	176	Min. 200	Min. 200	Min. 225	Min. 218	Min. 177	Variasi 0%, 3%, masuk titik nyala penetrasi 40, 60, dan 80. Variasi 5%, masuk titik nyala penetrasi 40, 60. Variasi 7%, masuk titik nyala penetrasi 200.
4	Daktilitas, 25°C	cm	SNI 06-2432-1991	30,00	26,33	24,33	20,67	Min. 100	Min. 100	Min. 100	Min. 100	Min. 100	Semua variasi (%) <i>Crumb Rubber</i> berada di bawah batas minimal 100cm, maka tidak memenuhi persyaratan SNI 06-2432-1991
5	Berat jenis	gr/cc	SNI 06-2488-1991	1,209	1,207	1,206	1,202	Min. 1,000	Min. 1,000	Min. 1,000	Min. 1,000	Min. 1,000	Semua variasi (%) <i>Crumb Rubber</i> masuk dalam nilai berat jenis penetrasi 40, 60, 80, 120, dan 200.
6	Kelekatan Tar terhadap agregat	%	PA 0312 76/KVBB V 19	100	100	100	100	95%	95%	95%	95%		

Hasil peninjauan persyaratan aspal keras pada penetrasi (RSNI S-01-2003) pada tabel 4.2, menunjukkan hasil pengamatan penetrasi variasi 0%, 3%, dan 5% berada di antara $120-150 \times 10^{-1}$ mm termasuk aspal keras penetrasi 120×10^{-1} mm sedangkan variasi 7% berada dibawah nilai minimal penetrasi 120×10^{-1} mm pada penetrasi 120×10^{-1} mm dan lebih dari batas nilai maksimal 99×10^{-1} mm pada penetrasi 80×10^{-1} mm yang artinya masuk dalam penetrasi 80×10^{-1} mm karena mendekati nilai maksimal penetrasi 99×10^{-1} mm.

4.4.2. Hasil Pengamatan Penetrasi

Tabel 4.3. Data Hasil Pengamatan Penetrasi

No	Penetrasi pada 25°C, 100gr, 5 detik		Pembacaan ($\times 10^{-1}$ mm)					Rata-rata ($\times 10^{-1}$ mm)
	Variasi <i>Crumb Rubber</i>	Benda Uji	1	2	3	4	5	
1	0%	1	133	129	131	127	131	131
		2	135	131	133	136	132	
		3	130	127	131	130	134	
2	3%	1	122	125	127	125	128	125
		2	121	122	126	125	124	
		3	129	127	125	127	123	
3	5%	1	122	118	115	117	120	120
		2	121	122	119	116	120	
		3	125	122	120	117	119	
4	7%	1	106	104	106	102	105	105
		2	105	102	105	106	102	
		3	106	102	105	108	109	



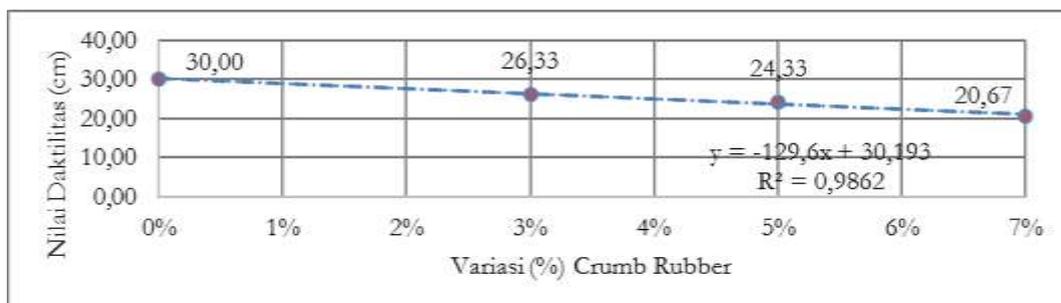
Gambar 4.1. Grafik Hubungan Antara Variasi % *Crumb Rubber* Dengan Nilai Hasil Pengamatan Penetrasi.

Hasil pengamatan didapat nilai penetrasi 131×10^{-1} mm pada variasi 0%, 125×10^{-1} mm pada variasi 3%, 120×10^{-1} mm pada variasi 5%, dan 105×10^{-1} mm pada variasi 7%. Jika ditinjau dari spesifikasi aspal keras, maka nilai penetrasi Tar 0%, 3%, dan 5% *Crumb Rubber* termasuk penetrasi 120×10^{-1} mm dengan nilai penetrasi minimal 120×10^{-1} mm dan maksimum 150×10^{-1} mm, sedangkan dengan penambahan *Crumb Rubber* 7% berada dibawah nilai minimal penetrasi 120×10^{-1} mm pada penetrasi 120×10^{-1} mm dan lebih dari batas nilai maksimal 99×10^{-1} mm pada penetrasi 80×10^{-1} mm yang artinya masuk dalam penetrasi 80×10^{-1} mm karena mendekati nilai maksimal penetrasi 99×10^{-1} mm.

4.4.3. Hasil Pengamatan Daktilitas

Tabel 4.4. Data Hasil Pengamatan Daktilitas

No	Variasi <i>Crumb Rubber</i>	Benda Uji (cm)			Rata-rata (cm)
		1	2	3	
1	0%	27	30	33	30,00
2	3%	23	28	28	26,33
3	5%	22	25	26	24,33
4	7%	22	20	20	20,67



Gambar 4.2. Grafik Hubungan Antara Variasi % *Crumb Rubber* Dengan Nilai Hasil Pengamatan Daktilitas.

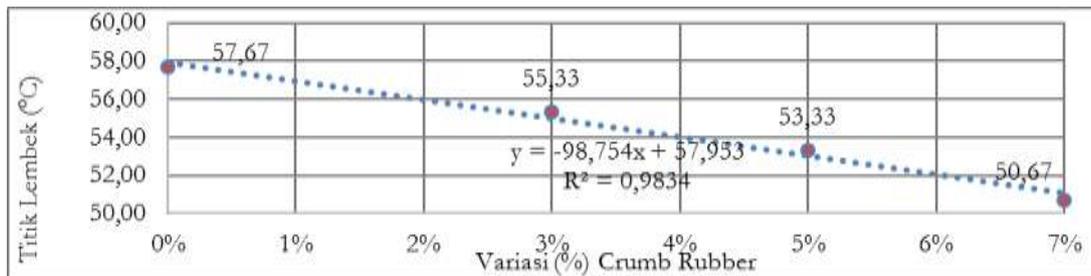
Hasil Pengamatan Daktilitas Tar tempurung kelapa dengan variasi (%) *Crumb Rubber* 30,00 cm pada variasi 0%, 26,33 cm pada variasi 3%, 24,33 cm pada variasi 5%, dan 20,00 cm pada variasi 7%. Menunjukkan bahwa semakin banyak *Crumb*

Rubber yang digunakan maka nilai daktilitas akan semakin menurun. Semua variasi dengan daktilitas yang kurang dari 100 cm menandakan bahwa daktilitasnya rendah dan tidak memenuhi syarat minimal SNI 06-2432-1991.

4.4.4. Hasil Pengujian Titik Lembek

Tabel 4.5. Data Hasil Pengujian Titik Lembek

No	Variasi <i>Crumb Rubber</i>	Benda Uji (°C)			Rata-rata (°C)
		1	2	3	
1	0%	56	58	59	57,67
2	3%	52	56	58	55,33
3	5%	51	53	56	53,33
4	7%	50	50	52	50,67



Gambar 4.3. Grafik Hubungan Antara Variasi % *Crumb Rubber* Dengan Nilai Hasil Pengujian Titik Lembek.

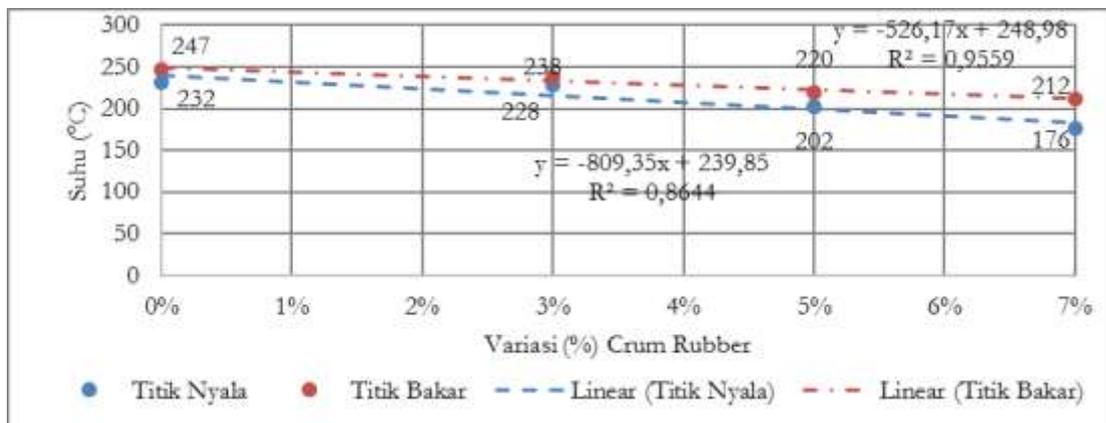
Hasil pengujian titik leleh Tar tempurung kelapa dengan variasi (%) *Crumb Rubber* 57,67°C pada variasi 0%, 55,33°C pada variasi 3%, 53,33°C pada variasi 5%, dan 50,67°C pada variasi 7%. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa pada semua variasi Tar tempurung kelapa memenuhi SNI 06-2434-1991 karena suhu titik leleh lebih dari batas minimum suhu yang ditentukan antara 46°C-54°C.

Hasil pengujian pada variasi 0% termasuk titik leleh penetrasi 40, dan 60, dan variasi 3%, 5%, dan 7% termasuk titik leleh penetrasi 40, 60, dan 80 bila ditinjau dari spesifikasi aspal keras berdasarkan penetrasi dapat dilihat pada tabel 4.2

4.4.5. Hasil Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar

Tabel 4.6. Data Hasil Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar

No	Variasi <i>Crumb Rubber</i> (%)	Pengamatan	Beda Uji			Rata-rata
			Benda Uji I	Benda Uji II	Benda Uji III	
1	0%	Titik Nyala	232	234	230	232
		Titik Bakar	246	284	247	247
2	3%	Titik Nyala	228	226	230	228
		Titik Bakar	240	238	236	238
3	5%	Titik Nyala	206	198	202	202
		Titik Bakar	224	226	210	220
4	7%	Titik Nyala	182	176	170	176
		Titik Bakar	206	214	216	212

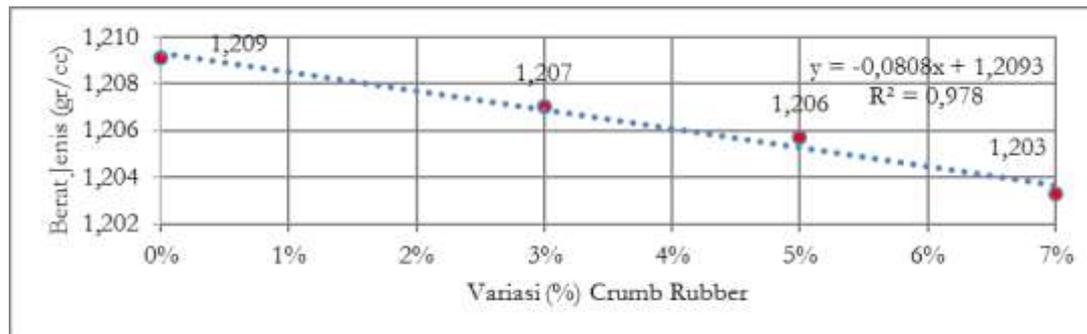


Gambar 4.4. Disajikan Grafik Hubungan Antara Variasi % *Crumb Rubber* Dengan Nilai Hasil Pengujian Titik Nyala Dan Titik Bakar.

Titik nyala dan titik bakar SNI 06-2433-1991 aspal dengan grade penetrasi 120/150 di syaratkan memiliki titik nyala minimal 218°C, dari hasil pengujian semua Tar tempurung kelapa dengan variasi (%) *Crumb Rubber* 0%, dan 3% memenuhi batas minimal 218°C yaitu 232°C pada variasi 0%, dan 228°C pada variasi 3%. Sedangkan variasi 5% dan 7% dibawah batas minimal 218°C yaitu 202°C pada variasi 5%, dan 176°C pada variasi 7%. Semakin banyak *Crumb Rubber* yang digunakan maka nilai Titik nyala akan semakin menurun.

4.4.6. Hasil Pengujian Berat Jenis
Tabel 4.7. Data Hasil Pengujian Berat Jenis

No	Variasi <i>Crumb Rubber</i>	Benda Uji (gr/cc)			Rata-rata (gr/cc)
		1	2	3	
1	0%	1.206	1.208	1.213	1.209
2	3%	1.207	1.206	1.208	1.207
3	5%	1.205	1.208	1.205	1.206
4	7%	1.205	1.203	1.202	1.203

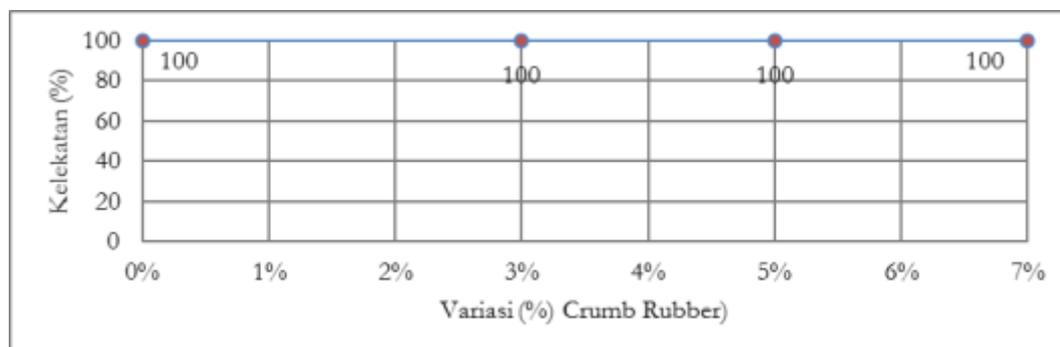


Gambar 4.5. Grafik Hubungan Antara Variasi % *Crumb Rubber* Dengan Nilai Hasil Pengujian Berat Jenis.

Berat jenis pada SNI 06-2456-1991 di syaratkan memiliki berat jenis minimal 1,0. Semua pengujian Tar tempurung kelapa dengan variasi (%) *Crumb Rubber* memenuhi standar minimal. Dengan semakin banyak *Crumb Rubber* yang digunakan maka nilai berat jenis akan semakin menurun. Penurunan berat jenis ini dimungkinkan karena terciptanya rongga pada campuran *Crumb Rubber* dan Tar tempurung kelapa, membuat campuran lebih ringan akibat udara yang terperangkap.

4.4.7. Hasil Pengujian Kelekatan Tar Terhadap Agregat
Tabel 4.8. Data Hasil Pengujian Kelekatan Tar Terhadap Agregat

No	Variasi <i>Crumb Rubber</i>	Kelekatan Tar Pada Permukaan Agregat (%)			Rata-rata (%)
		1	2	3	
1	0%	100	100	100	100
2	3%	100	100	100	100
3	5%	100	100	100	100
4	7%	100	100	100	100



Gambar 4.6. Grafik Hubungan Antara Variasi % *Crumb Rubber* Dengan Nilai Hasil Pengujian Kelekatan Tar Terhadap Agregat.

Dari hasil pengujian kelekatan Tar tempurung kelapa dengan variasi (%) *Crumb Rubber* dapat dilihat pada tabel 4.8 dengan menggunakan metode PA-0312-76 setelah benda uji di rendam dalam air dan dipanaskan 40°C selama 3 jam disimpulkan bahwa Tar tempurung kelapa dengan semua variasi (%) *Crumb Rubber* memiliki kelekatan 100%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- a. Karakteristik hasil destilasi Tar tempurung kelapa dengan modifikasi penambahan Crumb Rubber memiliki nilai penetrasi yang semakin kecil (semakin keras) seiring dengan bertambahnya persentase Crumb Rubber dalam Tar tempurung kelapa.
- b. Tidak terdapat kadar presentase optimum Crumb Rubber sebagai bahan tambahan dalam Tar tempurung kelapa dikarenakan pengaruh Crumb Rubber terhadap Tar tempurung kelapa linier negatif.
- c. Hasil dari penelitian Tar tempurung kelapa dengan penambahan Crumb Rubber masih belum mampu memenuhi beberapa persyaratan SNI seperti uji daktilitas SNI 06-2432-1991 yang mensyaratkan nilai minimal 100cm, sehingga bahan ini belum siap untuk digunakan dalam campuran perkerasan jalan dan masih perlu pengembangan selanjutnya.

5.2. Saran

- a. Sangat dibutuhkan kesabaran dan ketelitian dalam penelitian terutama masalah suhu, karena suhu pembuatan benda uji dan penuangan akan berpengaruh pada hasil pengujian. Oleh karena itu, konsistensi suhu dalam pembuatan benda uji dan penuangan harus diperhatikan.
- b. Untuk meningkatkan nilai daktilitas, disarankan agar menggunakan bahan yang dapat melarutkan *Crumb Rubber* sebelum dicampurkan dengan Tar tempurung kelapa. Karena tanpa menggunakan bahan pelarut, sebagian *Crumb Rubber* masih belum berikatan secara homogen.
- c. Dikarenakan berat jenis Tar dengan campuran *Crumb Rubber* yang lebih dari 1,00 dibutuhkan cairan yang memiliki berat jenis yang menyamai atau paling tidak mendekati berat jenis Tar dengan campuran *Crumb Rubber* agar dalam uji daktilitas Tar tetap melayang dan tidak melengkung ke bawah.

6. UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada Ir. Djoko Sarwono, MT. dan Ir. Agus Sumarsono, MT. yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

7. REFERENSI

- A. I. Hussain and S. A. Elmasry (2013), *Chemically Modified Crumb Rubber Effects On Rubberized Asphalt Properties*. International Journal of Environmental Science Vol. 2. No. 4. 2013. Pp. 158-162.
- Danang Pasc Karyono Dwiraharjo (2010), “*Tinjauan Kuat Tarik Tidak Angsung, Kuat Tekan Bebas, Dan Permeabilitas Campuran Dingin Aspal Porus Dengan Rapid Curing Crumb Rubber Asphalt*” Skripsi, Program Sarjana, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga (2006), “*Pemanfaatan Asbuton buku 2 Pengambilan dan Pengujian Bahan Serta Pengujian Campuran Beraspal*” Pedoman Konstruksi dan Bangunan, No. 001-02/BM/2006.
- Dina Rachmayati (2010), *Evaluasi Asphalt Properties Campuran Aspal-Crumb Rubber Sebagai Alternatif Pengganti Aspal Minyak*, Skripsi, Program Sarjana, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
- Henri Febriansyah (2011), *Pemanfaatan Limbah Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Tambah Untuk Meningkatkan Kekuatan Dan Keawetan Campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)*.
- I Wayan Muliawan (2011), *Analisis Karakteristik Dan Peningkatan Stabilitas Campuran Aspal Emulsi Dingin (Caed)*, Tesis, Program Magister, Jurusan Teknik Sipil FT Universitas Udayana Denpasar.
- Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga (2013), *Campuran Beraspal Panas Dengan Aspal Yang Dimodifikasi Crumb Rubber Atau Asbuton Dengan Crumb Rubber*. Spesifikasi Khusus Interim Seksi 6.3. SKH-1.6.3.2.
- Mashuri (2011), *Pengaruh Penggunaan Serbuk Arang Tempurung Kelapa Dan Variasi Jumlah Tumbukan Terhadap Karakteristik Campuran Beton Aspal*.
- Nugroho Dwi Ariyanto (2006), *Pemanfaatan limbah Vulkanisir Ban (Crumb Rubber) sebagai Modifikasi Bitumen*.

Standar Rujukan ;

Standar Nasional Indonesia (SNI)