

Karakteristik Tar Hasil Destilasi Tempurung Kelapa Dan Ditambah Lem Fox Ditinjau Dari Spesifikasi Aspal Minyak Produk Pertamina

¹⁾Djoko Sarwono ²⁾Agus Sumarsono, ³⁾Adi Prastyana

^{1,2)}Lab. Jalan Raya Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret,

³⁾Mahasiswa Sarjana, Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret,

Email : sarwono60@yahoo.co.id, agus_sibedil@yahoo.com, adiprastyana_ugm_uns@yahoo.com

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

Abstract

Tar is a substance derived from the manufacture of coke or solid fuel fumes are often considered waste, such as coal tar and tar palm kernel shells. Varies the process produces tar tar still contain liquid smoke and tar that liquid has thickened and sticky. Tar has a high penetration value, the value of a low softening point, easily influenced at ambient temperature, and short ductility values. So necessary ingredient in order to obtain good results tar as a binder material way. A mixture of tar is the glue fox to improve the workability of any shortage of testing. The aim of research to determine whether the tar distilled coconut shell as an additive to asphalt or bitumen substitute alternative materials, how much glue fox optimum levels, what if the terms of the standard specification of asphalt oil Pertamina product. Methods of research used experimental method with reference to the Indonesian National Standard (SNI). The study was conducted as a pre-study tar hydrocarbon material then 7 testing methods are: penetration test, test ductility, softening point test, test the flash point and burning point, specific gravity test, and test tar attachment to aggregate, lose weight. Testing tar distillation eighth shell do two kinds of testing are tar with variations in heating times (minutes) 25, 30, 35, 40, and 45 and a mixture of tar distilled coconut shell with glue fox: 5%, 5.5%, 6%, 6.5%, and 7%. Coconut shell tar research results can not be used as additional or alternative to asphalt, glue fox optimum levels for tar mixture of 6.5%. Judging from Pertamina product specification asphalt tar oil by heating 45 minutes long with a temperature of 90°C that satisfies : penetration 68,2mm, viscosity 100%, weight loss of 0,4% and a density of 1,1g/cm³. Tar with glue mixture fox 6,5% levels by prolonged heating 25 minutes at a temperature of 90°C that satisfies : penetration 63,5mm, density 1,1gr/cm³, ductility 118,5cm, softening point 50,5°C, viscosity 100%, losing weight of 0,2%.

Key word : Characteristics Coconut Shell Tar, Glue, Products Pertamina

Abstrak

Tar adalah bahan yang berasal dari pembuatan kokas atau asap bahan bakar padat yang sering dianggap limbah, diantaranya tar batubara dan tar cangkang kelapa sawit. Proses menghasilkan tar bervariasi yaitu tar yang masih mengandung asap cair dan tar yang berbentuk cairan mengental dan lengket. Tar memiliki nilai penetrasi tinggi, nilai titik leleh rendah, mudah terpengaruh pada suhu sekitar, dan nilai daktilitas pendek. Sehingga perlu bahan campuran agar tar memperoleh hasil yang baik sebagai bahan pengikat material jalan. Bahan campuran tar adalah lem fox untuk memperbaiki workability setiap kekurangan dari pengujian. Tujuan penelitian untuk mengetahui apakah tar hasil destilasi tempurung kelapa bisa sebagai bahan tambahan aspal atau bahan alternatif pengganti aspal, berapa kadar lem fox optimum, bagaimana jika ditinjau dari standar spesifikasi aspal minyak produk Pertamina. Metode penelitian menggunakan metode eksperimen dengan merujuk pada Standar Nasional Indonesia (SNI). Penelitian dilakukan pra penelitian tar sebagai bahan hydrocarbon kemudian 7 metode pengujian yaitu: uji penetrasi, uji daktilitas, uji titik leleh, uji titik nyala dan titik bakar, uji berat jenis, dan uji kelekatan tar terhadap agregat, kehilangan berat. Pengujian tar hasil destilasi tempurung kelapa dilakukan 2 macam pengujian yaitu tar dengan variasi lama pemanasan (menit) 25, 30, 35, 40, dan 45. dan campuran antara tar hasil destilasi tempurung kelapa dengan lem fox 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7%. Hasil penelitian tar tempurung kelapa belum bisa digunakan sebagai bahan tambahan aspal alternatif pengganti aspal, kadar lem fox optimum untuk campuran tar 6,5%. Ditinjau dari spesifikasi aspal minyak produk Pertamina tar dengan lama pemanasan 45 menit dengan suhu 90°C yang memenuhi: penetrasi 68,2mm, kelekatan 100%, kehilangan berat 0,4% dan berat jenis 1,1 gr/cm³. Tar dengan campuran lem fox kadar 6,5% dengan lama pemanasan 25 menit pada suhu 90°C yang memenuhi: penetrasi 63,5mm, berat jenis 1,1gr/cm³, daktilitas 118,5cm, titik leleh 50,5°C, kelekatan 100%, kehilangan berat 0,2%.

Kata kunci : Karakteristik Tar Tempurung Kelapa, Lem, Produk Pertamina

PENDAHULUAN

Aspal adalah material padat pada suhu tertentu dan berwarna hitam bersifat termoplastis, aspal akan mencair pada suhu tertentu dan akan beku kembali pada suhu turun. aspal yang digunakan adalah aspal yang berasal dari penyulingan minyak bumi, ada beberapa sumber pengolahan aspal non minyak bumi yang digunakan sebagai bahan pengikat diantaranya tar dari cangkang kelapa sawit dan tar batubara (Soehartono, 2009).

Tar adalah bahan yang berasal dari pembuatan kokas atau asap bahan bakar padat yang sering dianggap sebagai limbah. Terdapat dua alasan, Pertama dengan mata telanjang kedua bahan memiliki ciri yang sangat mirip yaitu memiliki viskositas yang relatif tinggi pada suhu kamar. Kedua, kedua bahan ini digunakan untuk aplikasi yang serupa. Namun pada intinya kedua bahan sebenarnya berbeda, tidak hanya dalam asal mereka tetapi juga dalam kandungan kimianya. Perbedaan fisik dan kimia mengakibatkan perbedaan dalam perilaku selama aplikasi dan kinerja selanjutnya dalam pelayanan. Tar memiliki nilai penetrasi yang tinggi, nilai titik lembek yang rendah, mudah terpengaruh pada perubahan suhu disekitarnya, dan nilai daktilitasnya yang sangat pendek (British Standard, 1974). Maka perlu bahan campuran yang mampu memperbaiki *workability* atau meningkat hasil dalam kekurangan pada masing – masing pengujian tar tempurung kelapa, bahan yang digunakan sebagai campuran adalah lem fox. Lem fox berbahan sintetis yang berbasis *hardener* yang terdiri dari perekat alami dan perekat sintetis memiliki daya reagan tinggi, dan tahan panas yang cukup tinggi ± 110 °C, sehingga ada peningkatan saat dilakukan pencampuran dengan sifat lem fox tersebut.

Penelitian “Karakteristik Tar Hasil Destilasi Tempurung Kelapa Dan Ditambah Lem Fox Ditinjau Dari Spesifikasi Aspal Minyak Produk Pertamina” dalam penelitian ini dilakukan pengujian yang meliputi uji kelarutan, uji penetrasi, titik lembek, titik nyala dan titik bakar, berat jenis, daktilitas, kekekatan limbah dan kehilangan berat. Dari pengujian yang dilakukan nantinya hasil akan ditinjau dari spesifikasi aspal minyak produk pertamina yang pemanfaatan banyak digunakan sebagai bahan perkerasan jalan raya di Indonesia untuk Pen 60-70. Diharapkan pada penelitian ini tar hasil destilasi tempurung kelapa bisa bermanfaat sebagai langkah awal yang bisa digunakan untuk bahan tambahan aspal atau alternatif pengganti aspal.

TINJAUAN PUSTAKA

Terdapat beberapa studi kasus tentang pemanfaatan limbah tar dari batubara selain menghasilkan batubara dengan nilai karbon yang tinggi, ternyata juga menghasilkan produk sampingan berupa tar. Batubara merupakan padatan yang kompleks dan heterogen, yang terdiri atas berbagai jenis senyawa organik dan anorganik. Batubara umumnya langsung digunakan sebagai bahan bakar dalam industri, namun terdapat juga pemanfaatan lain dari batubara seperti gasifikasi batubara (konversi wujud padat batubara menjadi gas) dan likuifaksi atau pencairan batubara. Salah satu proses yang penting dalam pengolahan awal batubara, baik sebelum dibakar, digasifikasi, maupun dilikuifaksi adalah proses dekomposisi termal atau pemanasan batubara. Umumnya, tar batubara dihasilkan dari proses pirolisis pada rentang temperatur 400-600 oC. Tar yang dihasilkan dari proses pirolisis batubara jumlahnya bervariasi namun dapat mencapai 15,8%-berat, bergantung pada temperatur operasi pirolisis dan peringkat batubara (Casal dkk 2008).

“Sifat Bioaspal Hasil Pengolahan Cangkang Kelapa Sawit” oleh Heru Budi Utomo dkk 2012, penelitian tersebut melakukan pengujian titik nyala dan titik bakar, daktilitas, titik lembek, dengan hasil seluruh penelitian masih belum memenuhi syarat aspal miyak produk Pertamina. Berdasarkan pengujian penetrasi dan kekekatan terhadap agregat tar dari cangkang sawit dapat memenuhi syarat aspal minyak produk Pertamina.

Penelitian ini menggunakan pembandingan sebagai standar spesifikasi aspal untuk pen 60-70.. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tar hasil destilasi tempurung kelapa, sementara penelitian sebelumnya lebih banyak menggunakan bahan tar dari batubara dan cangkang kelapa sawit. Serta penelitian ini menggunakan lem fox sebagai bahan tambahannya dimana penelitian lain lebih banyak menggunakan aspal pertamina atau bahan lateks. Dari segi metode penelitian menggunakan standart yang sama hanya saja terdapat beberapa pengujian yang tidak dilakukan pada penelitian sebelumnya maupun sebaliknya. Penelitian ini mencari komposisi waktu terbaik (*trial*) dalam hal pemanasan yang tidak dilakukan pada penelitian sebelumnya.

Tar Tempurung Kelapa

Proses mendapatkan tar terlebih dahulu melalui pembakaran tempurung kelapa tanpa udara (pilorisis) untuk mendapatkan asap cair. Asap cair adalah cairan kondensat dari asap yang telah mengalami penyimpanan dan penyaringan untuk memisahkan tar dan bahan-bahan partikulat. Salah satu cara untuk membuat tar dengan proses destilasi asap cair hasil pembakaran tidak sempurna dari tempurung kelapa. Selama pembakaran, komponen utama tempurung kelapa yang berupa selulosa, hemiselulosa, dan lignin akan mengalami pirolisis (Brown.S, 1990). Tar merupakan fraksi berat dalam sisa hasil destilasi yang mencair pada saat dilewatkan pada pendingin. Tar yang dihasilkan pada proses detilasi yaitu tar yang sudah berbentuk seperti cairan mengental dan lengket. Secara kasat mata sifat fisik tar antara lain cairan yang berwarna hitam pekat dan mempunyai aroma menyengat (Brown.S, 1990).

Lem

Lem adalah campuran cairan dalam keadaan semi cair atau yang melekat atau ikatan bersama. Perekat dapat berasal dari sumber alam dan sintetis. Jenis bahan yang dapat berikatan yang luas namun mereka berguna untuk

ikatan yang tipis. Perakat mengeras dengan pelarut pada suhu kamar atau dengan mengeksposkannya ke suhu yang tinggi.

Lem fox perakat yang berbasis hardener yang terdiri dari perakat alami dan perakat sintetis. Perakat alami meliputi karet alam dan damar alam sedangkan perakat sintetis meliputi *elastomer, thermoplastic, thermosepting, polychloropene, poly urethane, silicon rubber, butyl rubber, ethyl celluloses, epoxy dohyamide* (Miller, Robert S., 1980). Selain itu lem fox juga memiliki gaya adesi yang bagus serta tahan panas hingga mencapai suhu ± 110 °C

Aspal

Aspal ialah bahan hidrokarbon yang bersifat melekat (*adhesive*), berwarna hitam kecoklatan, tahan terhadap air, dan viskoelastis. Aspal juga sering disebut bitumen merupakan bahan pengikat pada campuran beraspal yang dimanfaatkan sebagai lapis permukaan lapis perkerasan lentur. Aspal diperoleh dari aspal minyak (aspal berasal dari minyak bumi) dan ada juga dari aspal alam (asbuton). Berdasarkan konsistensinya, aspal dapat menjadi aspal padat dan aspal cair.

Analisis Regresi Linier

Analisis regresi linier adalah hubungan secara linier antara dua atau lebih variabel independen (X) dengan variabel dependen (Y). Analisis ini untuk mengetahui arah hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen apakah masing masing variabel independen berhubungan positif atau negatif dan untuk memprediksi nilai dari variabel dependen apabila nilai variabel independen mengalami kenaikan apakah positif atau negatif dan untuk memprediksi nilai dari variabel dependen apabila nilai dari variabel independen mengalami kenaikan atau penurunan. Persamaan garis regresi mempunyai berbagai bentuk baik linier maupun non linier. Salah satu jenis persamaan regresi :

- Persamaan linier

$$Y = a + bx \dots \dots \dots (1)$$

Analisis Kolerasi

Analisa korelasi digunakan untuk mengetahui hubungan antara dua variabel atau lebih variabel independen (X_1, X_2, \dots, X_n) terhadap variabel dependen (Y) secara serentak. Koefisien ini menunjukkan seberapa besar hubungan yang terjadi antara variabel independen (X_1, X_2, \dots, X_n) secara serentak terhadap variabel dependen (Y). Nilai R berkisar antara 0 sampai 1, nilai semakin mendekati 1 berarti hubungan yang terjadi semakin kuat, sebaliknya nilai semakin mendekati 0 maka hubungan yang terjadi semakin rendah.

Pedoman untuk memberi interpretasi koefisien kolerasi sebagai berikut :

- 0,00 - 0,199 = sangat rendah
- 0,20 - 0,399 = rendah
- 0,40 - 0,599 = sedang
- 0,60 - 0,799 = kuat
- 0,80 - 1,000 = sangat kuat

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data dan kemudian data tersebut diolah untuk mendapatkan suatu hasil perbandingan dengan syarat-syarat yang ada.

Penelitian ini meliputi pengujian penetrasi tar, pengujian daktilitas tar, pengujian titik lembek tar, pengujian titik nyala dan titik bakar tar, pengujian berat jenis Tar, pengujian kelekatan tar terhadap agregat, pengujian kehilangan berat.

Pembuatan Benda Uji

Sebelum memulai membuat benda uji tar hasil destilasi tempurung kelapa, peneliti terlebih dulu melakukan percobaan yang telah dilakukan diawal pengujian, hasil kinerja bahan tar tempurung kelapa belum bisa tercapai sesuai yang diinginkan. Hal ini disebabkan karena masih banyak unsur minyak yang terkandung dalam tar tempurung kelapa, oleh sebab itu perlu dilakukan pemanasan yang lebih lama. Metode pemanasan dalam pelaksanaan penelitian ini menggunakan cara pemanasan bertahap, hal ini dilakukan agar bahan uji bisa digunakan untuk penelitian lebih lanjut sesuai dengan prosedur persyaratan untuk aspal keras guna mencapai sifat – sifat bahan dan kualitas lebih baik. Dari lama pemanasan yang dilakukan maka ditetapkan untuk awal pemanasan 15 menit pertama kemudian didiamkan 3-5 menit kemudian dipanaskan kembali 10 menit kedua. Dengan lama pemanasan tersebut dibuat 5 variasi lama pemanasan dengan tambahan 5 menit setelah pemanasan menit kedua yaitu 25, 30, 35, 40 dan 45 menit hal ini dilakukan untuk mencari lama pemanasan yang tepat dan tentunya disertai hasil yang diinginkan, sedangkan untuk suhu pemanasan 90 °C.

Sebelum memulai pada campuran tar hasil destilasi tempurung kelapa dengan lem fox terlebih dulu melakukan pemanasan pada tar yang fungsinya untuk mengurangi kadar minyak yang berada dalam tar sesuai lama pemanasan yang ditetapkan. Kemudian setelah pemanasan barulah memulai pencampuran antara tar dengan lem fox. Berikut ini metode yang telah dilakukan untuk pencampurannya.

- Metode panas-dingin (Tar panas – lem dingin)

Metode yang digunakan pada pencampuran antara tar dan lem yaitu memanaskan tar terlebih dahulu sampai tar mencair baru memasukkan lem kedalam tar panas sambil diaduk-aduk hingga homogen. Pada metode ini didapat suhu pencampuran yang sudah diuji coba sampai peneliti mendapat suhu pencampuran yang ideal.

Suhu pencampuran yang dimaksud adalah suhu dimana saat campuran dapat menjadi homogen.

Pembuatan tar dengan campuran lem fox dengan variasi penambahan 5%, 5,5%, 6%, 6,5% dan 7% dari berat tar. Variasi lama pemanasan dan penambahan kadar lem fox didapatkan dari trial dan mengambil hasil yang mendekati dengan spesifikasi aspal produk pertamina.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada metode tersebut memperoleh dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari peneliti langsung melalui penelitian di laboratorium. Data primer ini meliputi pengujian penetrasi tar, pengujian daktilitas tar, pengujian titik lembek tar, pengujian titik nyala dan titik bakar tar, pengujian berat jenis tar, pengujian kelekatan tar terhadap agregat dan kehilangan berat. Data sekunder diperoleh dari standar spesifikasi aspal minyak produk pertamina pen 60-70 yang digunakan sebagai pembandingan tar hasil tempurung kelapa dan tar dengan bahan tambahan lem fox. Dalam analisis data ini akan dijelaskan secara lengkap pengujian benda uji dan pembahasan.

Pra Penelitian

Tahap pra penelitian dilakukan uji kemurnian dengan larutan kimia *Trichloroethylen* (TCE) yang bertujuan untuk mengetahui kemurniaan benda uji atau bisa diartikan untuk mengetahui kadar prosentase bahan yang terlarut dan tidak terlarut. Pengujian ini dilakukan terhadap bahan-bahan yang mengandung aspal, dalam penelitian ini adalah tar sebagai bahan *hydrocarbon*.

Pengujian Kemurnian Tar Sebagai Senyawa *Hydrocarbon*

Tabel 1. Hasil Pengujian kemurnian

Berat	Benda Uji 1	Benda Uji 2
Berat Erlenmeyer + aspal	113,93	113,82
Berat Erlenmeyer kosong	111,76	111,76
Berat aspal (B)	2,17	2,06
Berat cawan gooch + bhn tak larut (C)	88,04	88,02
Berat cawan gooch (A)	87,94	87,94
Persen bahan yang tidak larut : $\frac{(C - A)}{B} \times 100\%$	0,04%	0,03%
Persen bahan yang larut : $100\% - \left[\frac{(C - A)}{B} \times 100\% \right]$	99,96%	99,97%
Persen bahan tak larut rata-rata	0,04%	
Persen bahan larut rata-rata	99,69%	

Tabel 2. Hasil Pengujian kemurnian

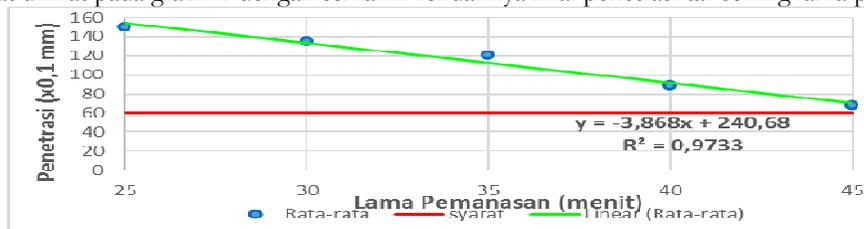
Berat	Benda Uji 1	Benda Uji 2
Berat Erlenmeyer + aspal	113,76	113,78
Berat Erlenmeyer kosong	111,76	111,76
Berat aspal (B)	2	2,02
Berat cawan gooch + bhn tak larut (C)	88,37	88,4
Berat cawan gooch (A)	87,45	87,45
Persen bahan yang tidak larut : $\frac{(C - A)}{B} \times 100\%$	0,46%	0,47%

Persentase bahan yang larut : $100\% - \left[\frac{(C - A)}{B} \times 100\% \right]$	99,54%	99,52%
Persentase bahan tak larut rata-rata	0,47%	
Persentase bahan larut rata-rata	99,53%	

Hasil pengujian kemurnian yang sudah dilakukan diperoleh 99,69% dan 99,53%. Sebagai persyaratan aspal (RSNI M-04-2004) pengujian kelarutan minimal 99%, maka dari hasil pengujian kelarutan yang dilakukan benda uji memenuhi persyaratan sebagai senyawa *hidrocarbon*.

Hasil Uji Sifat-Sifat Tar Tempurung Kelapa Nilai Penetrasi

Berdasarkan hasil dari grafik didapat persamaan $y = -3,868x + 240,68$ menunjukkan bahwa dengan lama pemanasan tar berkorelasi negatif terhadap nilai penetrasi, dimana semakin lama pemanasan tar menyebabkan nilai penetrasi semakin menurun. Dengan nilai $R^2 = 0,9773$, berarti bahwa sebaran data sebesar 97 % menyatakan persamaan regresi sesuai dengan data yang tersaji menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara lama pemanasan terhadap nilai penetrasi, sedangkan prosentase lain dipengaruhi variable lain. Hasil dari pengujian penetrasi tar hasil destilasi tempurung kelapa menunjukkan bahwa semakin lama pemanasan menghasilkan tar yang lebih keras, hal ini dapat dilihat pada grafik 1 dengan semakin rendahnya nilai penetrasi tar seiring lama pemanasannya.



Gambar 1. Grafik hubungan lama pemanasan terhadap nilai penetrasi tar

Nilai Kelekatatan Tar Terhadap Agregat

Pengujian kelekatatan tar tempurung kelapa dengan lama pemanasan yang berbeda tidak mempengaruhi sifat adesi tar setelah pemanasan masih baik, hal ini dapat dilihat dari pengamatan visual terhadap benda uji yang menunjukkan bahwa Tar modifikasi masih dapat 100% menyelimuti agregat dengan baik setelah 3 jam semua benda uji dimasukkan kedalam oven pada suhu 40°C. Hal ini berarti Tar masih memiliki daya lekat yang baik sebagai binder.

Nilai Berat Jenis

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis menunjukkan bahwa berat jenis semakin turun sejalan dengan lama pemanasan tar. Hal tersebut juga dapat dilihat dari fungsi $y = -0,003x + 1,231$ dan $R^2 = 0,8929$ berarti bahwa sebaran data sebesar 89% menyatakan persamaan regresi sesuai dengan data yang tersaji menunjukkan bahwa terjadi hubungan kuat antara lama pemanasan terhadap nilai berat jenis, sedangkan prosentase lain dipengaruhi variable lain. Hasil pengujian berat jenis menunjukkan bahwa nilai berat jenis Tar semakin kecil seiring dengan lama pemanasannya dapat dilihat pada grafik 2.

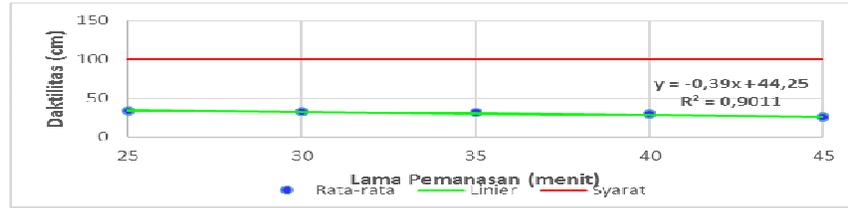


Gambar 2. Grafik hubungan lama pemanasan terhadap nilai berat jenis

Nilai Daktilitas

Berdasarkan hasil pengujian daktilitas didapatkan persamaan $y = -0,39x + 44,25$ bahwa lama pemanasan berkorelasi negatif dengan nilai daktilitas, semakin bertambah lama pemanasan tar didapat nilai daktilitas yang semakin menurun. Dengan nilai determinasi $R^2 = 0,9011$, berarti bahwa sebaran data sebesar 90% menyatakan persamaan regresi sesuai dengan data yang tersaji menunjukkan bahwa terjadi hubungan kuat antara lama pemanasan terhadap nilai daktilitas, sedangkan prosentase lain dipengaruhi variable lain. Pengujian daktilitas bertujuan untuk mengetahui kohesi dari aspal yang dapat menunjukkan sifat fleksibilitas campuran. Fleksibilitas campuran

menunjukkan kemampuan campuran untuk menahan lendutan tanpa mengalami kerusakan. Hasil percobaan daktilitas tar hasil destilasi tempurung kelapa memiliki kohesi yang tidak bagus, hal ini dapat dilihat semakin lama suhu pemanasan maka hasil dari pengujian daktilitas semakin pendek atau semakin getas hal ini dapat dilihat pada grafik 3.



Gambar 3. Grafik hubungan lama pemanasan terhadap nilai daktilitas

Nilai Titik Nyala Dan Titik Bakar

Hasil dari pengujian titik nyala dan titik bakar yang ditunjukkan grafik keduanya mengalami kenaikan temperatur seiring dengan lama pemanasan. Fungsi $y = 0,26x + 132,8$ dan $y = 0,46x + 120,3$ keduanya berkorelasi positif, semakin lama pemanasan tar maka semakin naik suhu yang dihasilkan. Dengan nilai $R^2 = 0,8366$ dan $R^2 = 0,9671$, berarti bahwa sebaran data sebesar titik nyala 83 % dan titik lembek 96,71 % menyatakan persamaan regresi sesuai dengan data yang tersaji, sedangkan prosentase lain dipengaruhi variable lain. Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan keunggulan untuk bahan tar tempurung kelapa memiliki kemudahan dalam pengerjaan di lapangan dengan suhu pencampuran yang tidak terlalu tinggi karena titik nyala dan titik bakar yang rendah, dan kemudahan penghamparan yang bisa dilakukan pada suhu rendah. Hasil titik nyala dan bakar dapat dilihat pada grafik 4.



Gambar 4. Grafik hubungan lama pemanasan terhadap titik nyala dan bakar

Nilai Kehilangan Berat

Pengujian kehilangan berat pada tar tempurung kelapa untuk mengetahui kehilangan berat minyak dan pengurangan berat akibat penguapan bahan yang mudah menguap dalam tar dari pengujian ini didapat hasil 0,4 %. Sebagai persyaratan aspal (SNI -06-2440-1991) pengujian kehilangan berat minimal 0,8 %, maka hasil dari pengujian kehilangan berat memenuhi persyaratan sebagai aspal keras.

Nilai Titik Lembek

Hasil pengujian titik lembek menunjukkan kenaikan nilai titik lembek dengan selisih yang relatif sedikit. Dengan lama pemanasan tar bahan uji menjadi lebih tahan terhadap temperatur panas. Persamaan $y = 0,49x + 22,55$ menunjukkan nilai titik lembek berkorelasi positif dengan lama pemanasan tar, semakin besar lama pemanasan tar semakin naik nilai titik lembeknya. Nilai $R^2 = 0,8079$ berarti bahwa sebaran data sebesar 80 % menyatakan persamaan regresi sesuai dengan data yang tersaji menunjukkan bahwa terjadi hubungan kuat antara lama pemanasan terhadap nilai titik lembek, sedangkan prosentase lain dipengaruhi variable lain. Pengujian titik lembek bahan uji dari tar hasil destilasi tempurung kelapa semakin lama suhu pemanasan mempengaruhi suhu titik lembek dalam benda uji semakin meningkat, jika dilihat dari kelebihan dibandingkan aspal biasa tar hasil destilasi tempurung kelapa memiliki titik lembek rendah maka pada suhu pencampuran dengan agregat tidak butuh waktu yang lama dan bisa menekan penggunaan bahan bakar yang lebih sedikit. Hasil pengujian titik lembek dapat dilihat pada grafik 5.



Gambar 5. Grafik hubungan lama pemanasan terhadap nilai titik lembek

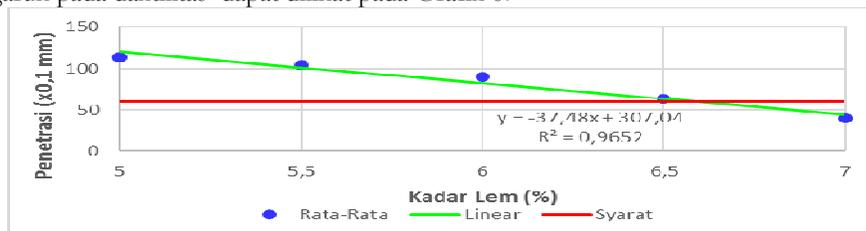
Perbandingan Tar Tempurung Kelapa Dengan Standar Spesifikasi Aspal Minyak Produk Pertamina
 Persyaratan aspal yang sesuai pengujian, maka peneliti akan membandingkan dengan AC Penetrasi 60/70. Hasil pengujian diambil yang terbaik dari lama pemanasan yang akan dibandingkan dengan aspal. Berikut perbandingannya akan disajikan dalam bentuk Tabel 3.

Tabel 3. Tar tempurung kelapa dibandingkan dengan spesifikasi aspal minyak produk Pertamina

No	Jenis Pengujian	Satuan	Persyaratan Pen 60	Hasil	Keterangan
1	Penetrasi 25°C	mm	60 - 79	68,2	Memenuhi
2	Titik Lembek	°C	50 - 58	43	Tidak Memenuhi
3	Titik Nyala & Titik Bakar	°C	Min. 200	140,5 & 145	Tidak Memenuhi
4	Daktilitas	cm	Min. 100	25,5	Tidak Memenuhi
5	Kelekatan	%	Min. 95	100	Memenuhi
6	Berat Jenis		Min. 1,0	1,1	Memenuhi
7	Kehilangan Berat	%	Mak. 0,8	0,4	Memenuhi

Hasil Penelitian Tar Tempurung Kelapa Dengan Tambahan Lem Fox Nilai Penetrasi

Berdasarkan hasil dari grafik diatas didapat persamaan $y = -37,48x + 307,04$ menunjukkan bahwa dengan penambahan lem berkolesterol negatif terhadap nilai penetrasi, dimana semakin banyak lem yang digunakan menyebabkan nilai penetrasi semakin menurun. Dengan nilai $R^2 = 0,9652$, berarti bahwa sebaran data sebesar 96% menyatakan persamaan regresi sesuai dengan data yang tersaji menunjukkan bahwa terjadi hubungan sangat kuat antara tambahan lem fox dengan nilai penetrasi, sedangkan prosentase lain dipengaruhi variable lain. Pengujian penetrasi dengan penambahan lem sangat berpengaruh pada bahan uji tar membuat benda uji menjadi solid ini dapat dilihat karena lem memiliki daya rekat yang bagus, dengan penambahan lem tersebut nilai penetrasi yang dihasilkan kecil ini. hal ini diharapkan dengan penetrasi yang kecil tar dengan ditambahkan lem bertambah keras dan ini juga sangat berpengaruh pada daktilitas dapat dilihat pada Grafik 6.



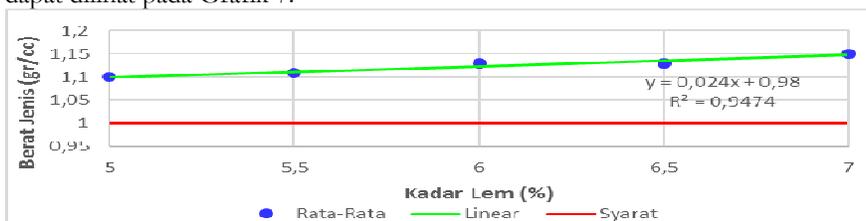
Gambar 6. Grafik hubungan penambahan lem terhadap nilai penetrasi tar

Kelekatan Tar Terhadap Agregat

Pengujian kelekatan tar tempurung kelapa dengan lama pemanasan yang berbeda dan modifikasi dengan lem tidak mempengaruhi sifat adesi tar setelah pemanasan masih baik, hal ini dapat dilihat dari mengamati visual terhadap benda uji yang menunjukkan bahwa Tar modifikasi masih dapat 100% menyelimuti agregat dengan baik setelah 3 jam semua benda uji dimasukkan kedalam oven pada suhu 40°C. Hal ini berarti Tar masih memiliki daya lekat yang baik sebagai binder.

Nilai Berat Jenis

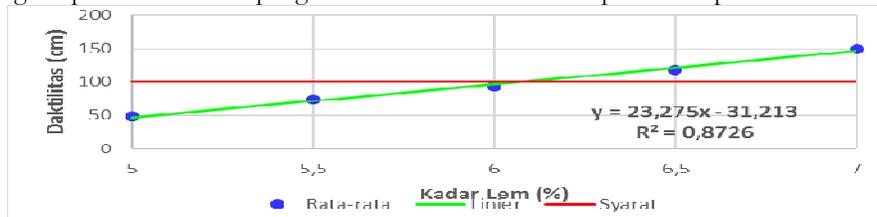
Hasil pengujian berat jenis menunjukkan bahwa berat jenis semakin naik sejalan dengan penambahan kadar lem. Hal tersebut juga dapat dilihat dari fungsi $y = 0,024x + 0,98$ dan $R^2 = 0,9474$ berarti bahwa sebaran data sebesar 94% menyatakan persamaan regresi sesuai dengan data yang tersaji, sedangkan prosentase lain dipengaruhi variable lain. Penambahan lem pada tar didapatkan hasil diatas batas minimum yang ditetapkan SNI yaitu 1. Hasil pengujian berat jenis menunjukkan bahwa berat jenis semakin naik sejalan dengan penambahan kadar lem. Hasil dari berat jenis dapat dilihat pada Grafik 7.



Gambar 7. Grafik hubungan penambahan lem terhadap nilai berat jenis tar

Nilai Daktilitas

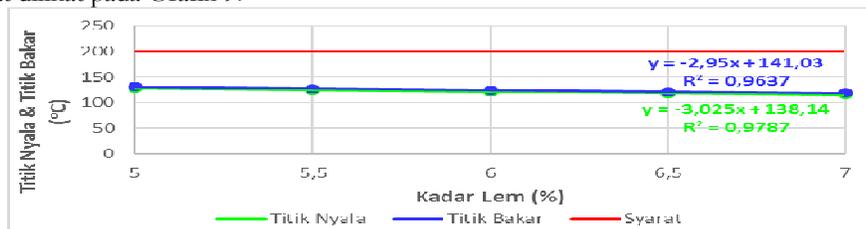
Berdasarkan hasil pengujian daktilitas pada grafik, $y = 23,275x - 31,213$ bahwa dengan penambahan lem berkorelasi positif dengan nilai daktilitas, semakin bertambah kadar lem didapat nilai daktilitas yang semakin meningkat. Dengan nilai determinasi $R^2 = 0,8726$, berarti bahwa sebaran data sebesar 87% menyatakan persamaan regresi sesuai dengan data yang tersaji menunjukkan bahwa terjadi hubungan kuat antara tambahan lem fox dengan nilai daktilitas, sedangkan prosentase lain dipengaruhi variable lain. Hasil dapat dilihat pada Grafik 8.



Gambar 8. Grafik hubungan penambahan lem terhadap nilai daktilitas tar

Nilai Titik Nyala Dan Titik Bakar

Hasil pengujian titik nyala dan titik bakar dengan tambahan lem yang didapat keduanya mengalami penurunan temperatur seiring dengan penambahan kadar lem. Fungsi $y = -2,95x + 141,0$ dan $y = -3,025x + 138,1$ keduanya berkorelasi negatif, semakin banyak kadar lem fox semakin turun suhu yang dihasilkan. Dengan nilai $R^2 = 0,963$ dan $R^2 = 0,978$, berarti bahwa sebaran data sebesar 96 % dan 97 % menyatakan persamaan regresi sesuai dengan data yang tersaji menunjukkan bahwa terjadi hubungan yang sangat kuat antara tambahan lem dengan nilai titik nyala dan titik bakar, sedangkan prosentase lain dipengaruhi variable lain. Dengan hasil tersebut upaya pemanfaatan yang bisa dianjurkan yaitu bahan ini memiliki kemudahan dalam pengerjaan dilapangan. Suhu pencampuran tidak terlalu tinggi karena titik nyala bakar yang rendah, serta kemudahan dalam penghamparan. Hasil titik nyala dan bakar dapat dilihat pada Grafik 9.



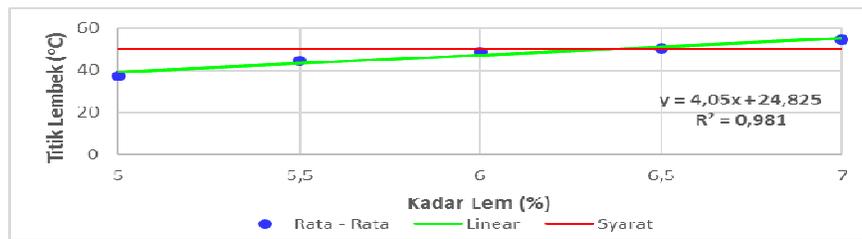
Grafik 9. Grafik Hubungan penambahan lem terhadap nilai titik nyala dan titik bakar tar

Kehilangan Berat

Pengujian kehilangan berat pada tar tempurung kelapa untuk mengetahui kehilangan berat minyak dan penguapan berat akibat penguapan bahan yang mudah menguap dalam tar yang ditambah dengan bahan lem, dari pengujian ini didapat hasil 0,2 %. Sebagai persyaratan aspal (SNI -06-2440-1991) pengujian kehilangan berat minimal 0,8 %, maka hasil dari pengujian kehilangan berat memenuhi persyaratan sebagai aspal keras.

Nilai Titik Lembek

Hasil pengujian titik lembek dengan penambahan lem yang menunjukkan kenaikan nilai titik lembek dengan selisih yang relatif sedikit, hal ini juga membuat benda uji mampu mencapai syarat minimum. Dengan penambahan lem bahan uji menjadi lebih tahan terhadap temperatur panas. Persamaan $y = 4,05x + 24,825$ menunjukkan nilai titik lembek berkorelasi positif terhadap penambahan lem, semakin besar kadar lem semakin naik nilai titik lembeknya. Nilai $R^2 = 0,981$ berarti bahwa sebaran data sebesar 98 % menyatakan persamaan regresi sesuai dengan data yang tersaji menunjukkan bahwa terjadi hubungan sangat kuat antara tambahan lem dengan nilai titik lembek, sedangkan prosentase lain dipengaruhi variable lain. Pengujian titik lembek tar dengan penambahan lem sangat mempengaruhi suhu titik lembek dalam benda uji semakin meningkat yang menunjukkan kenaikan nilai titik lembek dengan selisih yang relatif sedikit, hal ini juga membuat benda uji mampu mencapai syarat minimum, jika disandingkan dengan aspal minyak keunggulan dari bahan penelitian ini pada saat pencampuran agregat tidak perlu waktu yang lama serta meminimalkan konsumsi waktu bahan bakar serta lebih berpotensi pada daerah yang bersuhu rendah. Hasil ini dapat dilihat pada Grafik 10.



Gambar 10. hubungan penambahan Lem terhadap nilai titik lembek Tar Perbandingan Tar Dengan Tambahan Lem Fox Dibandingkan Dengan Standar Spesifikasi Aspal Minyak Produk Pertamina

Dari persyaratan aspal yang sesuai pengujian, maka peneliti akan membandingkannya dengan AC Penetrasi 60/70. Hasil pengujian diambil yang terbaik dari lama pemanasan yang akan dibandingkan dengan aspal. Berikut perbandingannya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Tar dengan penambahan lem dibandingkan dengan standar spesifikasi aspal produk Pertamina

No	Jenis Pengujian	Satuan	Persyaratan Pen 60	Hasil Tar + lem	Keterangan
1	Penetrasi 25°C	mm	60 - 79	63,5	Memenuhi
2	Titik Lembek	°C	(50 - 58)	50,5	Memenuhi
3	Titik Nyala & Titik Bakar	°C	Min. 200	118 & 121	Tidak Memenuhi
4	Daktilitas	cm	Min. 100	120	Memenuhi
5	Kelekatan Akrat	%	Min. 95	100	Memenuhi
6	Berat Jenis		Min. 1,0	1,13	Memenuhi
7	Kehilangan Berat	% berat	Mak 0,8	0,2	Memenuhi

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

- Tar hasil destilasi temprung kelapa tidak memenuhi karena hanya berat jenis saja bisa diuji, sedangkan tar hasil destilasi tempurung kelapa dengan ditambah lem hanya titik nyala dan bakar yang tidak memenuhi.
- Kadar lem optimum adalah 6,5 %
- Secara keseluruhan tar hasil destilasi tempurung kelapa murni dengan lama pemanasan belum bisa dipakai, sedangkan tar modifikasi lem fox dengan lama pemanasan bisa dipakai

UCAPAN TERIMA KASIH

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

REFERENSI

- Abdurahman, M. 2012. Dasar-Dasar Metode Statistik Untuk Penelitian. Bandung: CV. Pustaka Setia.
- Anonim. 1998. *Departemen Pekerjaan Umum – Direktorat Jendral Bina Marga, Spesifikasi*. Jakarta.
- Anonim. 2005. *Buku Pedoman Penulisan Tugas Akhir*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Arnita. *Pengantar Statistika*. Bandung: Citapustaka Media Perintis, 2013. Hal 144
- British Standard 76. 1974. *Specification For Tars For Road Purpose*.
- Brown.S. 1990. “*The Shell Bitumen*”. University of Nottingham, United Kingdom.
- Casal, M. D., Diez, M. A., Alvarez, R., Barriocanal, C., 2008. *Primary tar of different coking coal ranks*. International Journal of Coal Geology 76, 237-242.
- Caramao, E. B., Filho I. Do N., 2004. Quantitative Analysis of phenol and alkylphenols in brazilian coal tar. Quim. Nova 27, 193-195.
- <http://sinar.tani online.com> (diakses pada 2 nov 2014)
- Girard. 1992. *Resources, properties and utilization of tar*. Resources, Conservation and Recycling 54.
- Miller, Robert S. *Adhesives and Glues: how to choose and use them*. Colombus, OH: Franklin Chemical Industries, 1980.
- Polymax. 2005. *Glue It!* Blue Ridge Summit, PA: TAB Books Inc., 2005.
- RSNI S-01-2003 : Spesifikasi Aspal Keras Berdasarkan Penetrasi

Sukirman, Silvia. *Perkerasan Lentur Jalan*. Nova. Bandung, 1999

Soehartono. 2009. *Teknologi Alternatif Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Tempurung Kelapa*. Thesis. Program Pascasarjana IPB, Bogor.

Utomo, Budi Heru. (2012). "*Sifat bioaspal hasil pengolahan cangkang kelapa sawit*". Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.