

HASIL DESTILASI KERING LIMBAH PROSES PEMBAHARUAN TELAPAK BAN SEBAGAI BAHAN BAKAR DAN BAHAN KOMPON KARET ALAM

Agus Alam

Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor
Pusat Penelitian Karet

ABSTRAK

Sekitar 70% produksi karet alam digunakan untuk ban kendaraan. Proses pembaharuan telapak ban menghasilkan parutan ban. Umumnya parutan ban dijadikan reclaimed rubber dengan menggunakan mesin bertenaga besar. Jika digunakan sebagai pembangkit energi diperlukan peralatan dan tungku khusus. Keduanya memerlukan investasi besar. Sisanya dibuang atau sebagai bahan bakar dengan cara pembakaran konvensional yang menimbulkan bau tidak enak yang sangat mengganggu lingkungan. Apabila didestilasi kering diperoleh arang dan campuran tar dan minyak destilat. Parutan ban di dalam retort baja diameter 28cmx60cm yang diberi pipa saluran kondensor dan penampung minyak dipanaskan di dalam tungku pot dengan cara pembakaran biomassa dan briket batubara. Suhu destilasi dijaga pada 450°C–500°C selama 5jam. Asap bergerak menuju kondensor dan mencair berupa minyak bercampur tar. Proksimat arang diuji. Kompon karet alam yang dibubuhi campuran minyak destilat dan tar diuji pada sifat masak dan sifat fisik vulkanisat. Hasil percobaan diperoleh arang antara 29,40%-40,20% dan minyak destilasi bercampur tar 9,45%-14,26%. Sifat kimia arang adalah kadar air 1,44%-1,56% kadar abu 12,51%-12,55% kadar zat mudah menguap 2,75%-2,90(%), kadar karbon terikat 83,11%-83,18%, nilai kalor 7110(kal/gram)-7321(kal/gram) atau tergolong kalor tinggi. Karakteristik vulkanisasi kontrol dan percobaan diperoleh nilai torsi modulus cenderung lebih rendah, waktu pravulkanisasi dan pemasakan dua kali lebih lama. Sifat fisik tarik dan kekerasan tidak jauh berbeda.

Kata kunci : Parutan ban, *reclaimed rubber*, destilasi kering, arang, campuran minyak destilat dan tar, pembaharuan telapak ban.

ABSTRACT

In large amounts (70%) of natural rubber product used for manufacturing tire. Tire rethreading produces rubber grinded. Commonly, the rubber grinded used as raw material of reclaimed rubber. Producing reclaimed rubber needs high power machines. When used for generating energy needs high power machine and special furnace. Both have to support high cost. The remainder of it is waste material or used for firing furnace but malodour and not environmental friendly. Destructive distillation of rubber grinded produces charcoal and mixed of tar and oil distillate. The rubber grinded in retort which made of steel diameter 28cm height 60cm heated in

pot furnace by firewood and coal briquette. Retort installed to the condenser and oil distillate container. Distillation temperature maintained on range 450°C -500°C for five hours. The flue gas flew to the condenser and fluids as mixed of oil distillate and tar. Proximate of charcoal tested. The curing characteristic of mixed of oil distillate and tar in natural rubber compound was tested, also physical properties of rubber vulcanized was tested. Outturn of charcoal on range 29,40%-40,20% and mixed of oil distillate and tar on range 9,45%-14,26%. Proximate of charcoal was water content: 1,44%-5,56%, ash content: 12,51%-12,55%, volatile matter: 2,75%-2,90%, fixed carbon: 83,11%-83,18%, and caloric: 7110cal/grams-7321cal/grams or classified in high caloric charcoal. Curing characteristic control and experiment were torque modulus tend at low value, time scorch and optimum cure two times by control. Tensile properties and hardness was not different.

Key word : The grinded of tire casing, reclaimed rubber, destructive distillation, charcoal, mixed oil distillate and tar, tire rethreading.

PENDAHULUAN

Krisis ekonomi menempatkan komoditas ekspor makin strategis sebagai penghasil devisa. Terbukti, sektor agroindustri, termasuk komoditas karet mengalami surplus. Globalisasi ekonomi melahirkan zona perdagangan bebas, terbitnya Standarisasi Manajemen Lingkungan seperti *ecolabeling* dan sertifikasi *ISO14000* berdampak persaingan perdagangan komoditas ekspor yang ditentukan oleh kemampuan penciptaan teknologi bersih, termasuk pengendalian limbah. Kontinuitas proses produksi sering terganggu karena berbagai isu lingkungan yang dipantau masyarakat / LSM serta kalangan usaha yang cenderung mensyaratkan teknologi bersih. Terkait dengan hal itu, dilakukan penelitian pemanfaatan limbah yaitu ban bekas sebagai langkah partisipasi ke arah penciptaan teknologi bersih.

Produksi karet alam cenderung meningkat, sementara itu harga karet alam cenderung menurun. Sekitar 70% produksi karet alam digunakan untuk ban kendaraan. Ban bekas pada akhirnya tidak baik lagi untuk divulkanisir, selanjutnya jika dibuang mengganggu lingkungan, jika dibakar berjelaga dan menimbulkan polusi gas. Apabila didistilasi secara kering setidaknya mengurangi emisi gas, serta menghasilkan karbon yang cukup murni sehingga berpotensi dijadikan bahan bakar bersih. Ban bekas yang tidak dapat diperbaharui lagi, umumnya dikonsumsi oleh pengrajin tali, kursi, pot, keset, bahan bakar industri (*home industries*) dll, sedangkan proses pembaharuan telapak ban banyak menghasilkan parutan ban. Selain dipakai sebagai karet *reclimed rubber*, dapat pula dipakai sebagai bahan bakar namun sangat mengganggu lingkungan karena bau dan asap hitam tebal. Untuk pemrosesan menjadi karet *reclimed rubber* diperlukan mesin giling khusus dan untuk pemrosesan menjadi enegi diperlukan alat tungku khusus yang keduanya memerlukan investasi tinggi. Apabila didistilasi kering diperoleh arang dan minyak distilat dengan cara sederhana dan murah, meskipun diakui masih ada gas hasil distilasi yang lolos dari proses, sehingga masih perlu pengendalian tersendiri.

Tulisan ini bertujuan mengetengahkan hasil studi pendahuluan hasil distilasi parutan casing ban pada proses pembaharuan telapaknya berupa arang parutan ban dimanfaatkan untuk bahan bakar berikut campuran minyak distilat dan tar dimanfaatkan untuk bahan penyiapan kompon barangjadi karet.

TINJAUAN PUSTAKA

Prosentase penggunaan karet di dunia sekitar 70% digunakan untuk pembuatan ban kendaraan bermotor (Honggokusumo, 1994). Diketahui bahwa ban setelah melalui proses pembaharuan telapaknya akan mengalami pengusangan selanjutnya menjadi limbah yang tidak dapat digunakan lagi. Pada proses pembaharuan, casing ban perlu disiapkan dengan cara dikikis kemudian diberi telapak ban baru dengan cara vulkanisasi.

Kegiatan penelitian adalah melakukan percobaan distilasi dengan bahan baku parutan casing ban bekas. Untuk memperoleh manfaat arang dan minyak distilatnya pada skala pilot, digunakan metode *retort*, karena metode ini adalah salah satu cara untuk mendapatkan hasil yang terbaik distilatnya maupun arangnya.

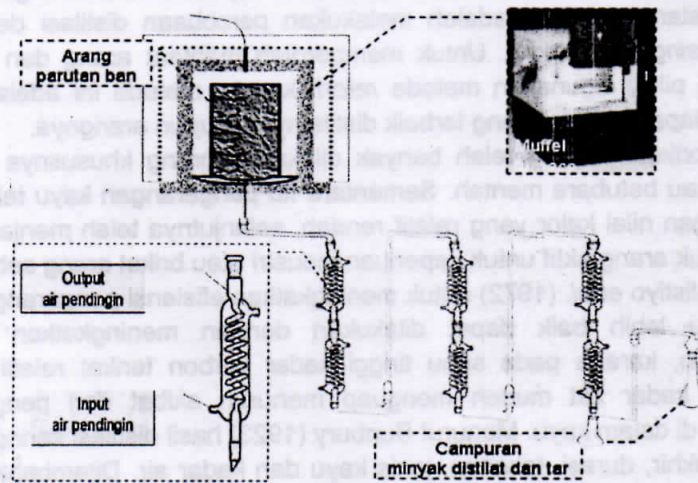
Pembriketen arang telah banyak dilakukan orang khususnya dari bahan arang batubara atau batubara mentah. Sementara itu pengarangan kayu telah lama dilakukan petani dengan nilai kalor yang relatif rendah, selanjutnya telah menjadi komoditi ekspor dalam bentuk arang aktif untuk keperluan industri atau briket arang sebagai bahan bakar. Menurut Sulistiyo *et al.* (1972) untuk meningkatkan efisiensi pengarangan sehingga mutu arang kayu lebih baik dapat dilakukan dengan meningkatkan suhu maksimum pengarangan, karena pada suhu tinggi kadar karbon terikat relatif akan meningkat, sedangkan kadar zat mudah menguap menurun akibat dari penguapan gas yang terkandung di dalam kayu. Menurut Bunbury (1923) hasil distilasi kering kayu dipengaruhi oleh suhu akhir, durasi, tekanan, jenis kayu dan kadar air. Ditambahkan oleh Locke *et al.* (1956), Kuryama (1961) dan Griffioen (1960) bahwa selain faktor tersebut di atas ukuran bahan dan alat yang digunakan juga menentukan hasil distilasi keringnya.

Perbaikan sifat fisik karet dilakukan dengan cara penambahan bahan-bahan kimia selanjutnya divulkanisasi agar diperoleh sifat fisik yang lebih baik (Morel, 1982).

BAHAN DAN METODE

Bahan percobaan dipilih parutan ban bekas yang telah diayak dengan ayakan dapur rumah tangga yang biasa digunakan untuk menyaring santan kelapa. Pada skala kecil contoh parutan ban dimasukkan kedalam retort berukuran 7cm x 7cm x 15,5cm yang terbuat dari bahan pelat baja anti karat dengan saluran pipa baja anti karat Ø1cm yang dipasang pada tutup *retort*. Selanjutnya diletakkan di dalam tungku listrik. Perlengkapan lain yaitu tiga kondensor dan labu penampung distilat (cairan). Gambar 1 memperlihatkan sketsa peralatan distilasi skala kecil. Tungku listrik yang digunakan adalah tungku Muffle

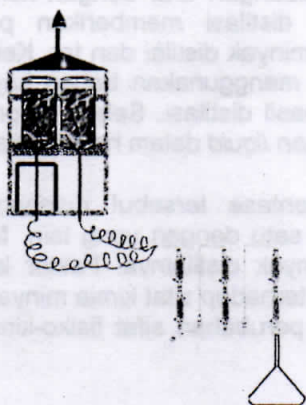
yang dimodifikasi, sehingga posisi lubang pintu berubah menghadap ke bawah agar aliran asap dari pipa *retort* menuju ke bawah serta memudahkan penampungan asap yang mengalami perubahan fase gas menjadi fase cair. Dimensi ruang pembakaran tungku lebih besar 1cm daripada dimensi *retort*. Suhu distilasi dijaga pada 450°C–500°C selama 5jam dengan menggunakan termokopel. Asap yang terbentuk bergerak ke bagian bawah *retort* menuju alat pendingin (kondensor), sehingga asap mengalami perubahan dari fasa gas menjadi fasa cair mengalir ke dalam labu. Destilat ditampung kemudian dikocok dan dibiarkan selama 24jam untuk dilakukan pengamatan visual distilat yang disebabkan perbedaan bobot jenis fraksi. Percobaan dilakukan *duplo* dengan terlebih dahulu melalui orientasi untuk menentukan durasi optimum distilasi yang ditandai perolehan arang tanpa sisa parutan ban yang belum terdistilasi.



Gambar 1: Sketsa peralatan distilasi dengan pemanas *muffle furnace*.

Pada skala pilot dipilih cara pemanasan *retort* dengan membakar biomasa / batubara di dalam tungku pot. Bahan *retort* adalah pipa baja Ø28cm dengan tinggi 60cm. *Retort* diletakkan di dalam tungku kemudian dibakar. Cara perlakuan suhu dan durasi menggunakan acuan cara skala kecil.

Tungku model pot dibuat dari bahan adukan semen *portland* yang diberi rangka sebagai penguat. Tungku dilengkapi kisi besi dan dua pintu masing masing untuk pemasukan *retort* yang terletak dibagian atas tungku dan untuk pemasukan batubara pada bagian dinding samping tungku. Gambar 2 memperlihatkan hasil rancangbangun perangkat distilator metode pemanasan dari luar. Bahan bakar yang digunakan adalah batubara curah dengan tungku model pot yang mampu untuk membakar dua buah *retort* baja yang berbentuk silinder. Masing-masing silinder berdiameter 28cm dan tinggi 60cm atau dengan volume sekitar 16liter.



Gambar 2. Sketsa prototipe peralatan distilasi sistem *retort* dengan pembakaran biomasa

Bahan percobaan adalah parutan ban memiliki rentang bobot jenis $0,35\text{gr/cm}^3$ – $0,36\text{gr/cm}^3$. Parutan ban diayak sehingga menghasilkan serbuk *reclaimed rubber* yang memiliki rentang bobot jenis $0,32\text{gr/cm}^3$ – $0,33\text{gr/cm}^3$ sekitar 100gr per liter. Contoh parutan ban dari mesin pamarut dan diayak agar seragam. Contoh uji parutan ban dimasukkan kedalam *retort*. *Retort* tersebut dilengkapi saluran untuk menampung distilat. Suhu distilasi diukur dengan termokopel yang dipasang pada bagian samping tungku pot. Suhu maksimum adalah 500°C dengan pemanasan 5jam. Asap atau cairan yang terbentuk mengalir melalui bagian bawah *retort* ke alat pendingin (kondensor), kemudian destilat ditampung. Selanjutnya distilat (cairan) dikumpulkan menjadi satu, kemudian dikocok dan dibiarkan selama 24jam untuk penetapan rendemen arangnya.

Proksimat metode *ASTM-D-51959* arang diuji dan penetapan nilai kalor metode *ASTM-1970* arang dilakukan pada akhir percobaan. Selain itu dilihat pula kegunaan distilat pada proses pembuatan kompon karet yaitu dibandingkan dengan minyak aromatik dengan cara memformulasikan ke dalam kompon telapak ban. Selanjutnya sifat masak kompon maupun sifat fisik vulkanisat dilakukan pengujian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil percobaan distilasi kering parutan ban menunjukkan perolehan arang antara 29,40%–40,20% dan minyak destilat bercampur tar 9,45%–14,26%. Kisaran nilai yang rendah tersebut lebih dominan digambarkan oleh proses distilasi skala pilot, demikian sebaliknya kisaran nilai yang tinggi digambarkan oleh proses distilasi skala kecil. Hal ini disebabkan, bahwa pemanas listrik memiliki distribusi energi panas yang

lebih konstan dibanding cara pemanasan *retort* secara alami dari panas pembakaran biomasa. Distribusi energi berhubungan erat dengan kondisi suhu atau laju kenaikan suhu, sehingga kondisi suhu distilasi memberikan pengaruh langsung terhadap perolehan arang dan campuran minyak distilat dan tar. Kenyataan ini mirip dengan hasil percobaan Bunbury(1923) yang menggunakan bahan kayu, bahwa suhu akhir proses distilasi berpengaruh terhadap hasil distilasi. Selain itu prosentase prolehan hasil juga dipengaruhi oleh jumlah kandungan *liquid* dalam hal ini dalam *mineral oil* vulkanisat yang berbeda antara sesama bahan.

Perbedaan rentang persentase tersebut disebabkan oleh kandungan *liquid* vulkanisat yang berbeda antara satu dengan yang lain. Makin tinggi kandungan *liquid* makin tinggi pula perolehan minyak distilatnya. Faktor lain adalah kecepatan proses distilasi yang dapat berpengaruh terhadap sifat kimia minyak distilat, karena minyak pada kisaran suhu 300°C mengalami perubahan sifat fisiko-kimia. Tabel 1 memperlihatkan sifat kimia arang parutan ban.

Tabel 1. Sifat fisik dan kimia arang parutan ban

No.	Bahan	Kadar air (%)	Kadar abu (%)	Zat mudah menguap (%)	Kadar karbon terikat (%)	Nilai kalor (kal/gram)
1	Arang parutan ban	1,56	12,51	2,75	83,18	7321
2	Arang parutan ban	1,44	12,55	2,90	83,11	7110

Hasil analisis sifat arang menunjukkan bahwa prosentase kadar air yang diperoleh cukup kecil yaitu antara 1,44%-1,56%. Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh kondisi penyimpanan.

Nilai kalor arang parutan ban mempunyai nilai kalor di atas 7000kal/g yaitu bervariasi antara 7110kal/g-7321kal/g, termasuk baik untuk digunakan sebagai bahan bakar, sehingga dapat digolongkan sebagai arang dengan nilai kalor tinggi. Deviasi nilai kalor sangat dipengaruhi oleh kondisi suhu yaitu makin tinggi suhu pengarangan maka kadar karbon terikat relatif akan meningkat pula, sedangkan zat mudah menguap menurun akibat dari penguapan gas yang terkandung dalam arang.

Prosentase kadar zat mudah menguap dari arang berkisar antara 2,75%-2,90%. Kisaran ini sangat dipengaruhi oleh suhu maksimum pengolahan, yaitu makin tinggi suhu maksimum pengarangan makin rendah kadar zat mudah menguapnya dan makin tinggi kebersihan arangnya. Keadaan ini dapat dipilih apabila arang tersebut akan digunakan untuk keperluan industri atau rumah tangga.

Prosentase kadar abu antara 12,51%-12,55%, hal ini dipengaruhi oleh bahan kimia yang banyak terkandung misalnya bahan pemijar, bahan antioksidan dan lain-lain.

Campuran minyak distilat dan tar yang dinilai masih berfungsi sebagai bahan pembantu proses *compounding* selanjutnya digunakan untuk percobaan pembuatan kompon telapak ban. Formula telapak ban dicantumkan pada Tabel 2. Tabel 3 dan 4 berturut-turut memperlihatkan karakteristik sifat masak dan sifat fisik karet vulkanisatnya.

Tabel 2. Formula kompon telapak ban dengan bahan pembantu proses minyak aromatik dan campuran minyak distilat dan tar.

Bahan	Kontrol	Percobaan
	Bagian berat per seratus karet (bbsk)	
RSS1	100	100
Seng Oksida	5	5
Asam Stearat	2	2
<i>N-Isopropyl-N'-phenyl-paraphenylenediamine (IPPD)</i>	1,5	1,5
<i>Polymerized 1,2 dihydro 2,2,4 trimethyl-quinoline (TMQ)</i>	1	1
Hitam arang HAF	50	50
Minyak aromatik	5	-
Minyak distilat	-	5
CBS	1,4	1,4
Belerang	1,4	1,4

Proses pembuatan kompon skala laboratorium dilakukan dengan mengacu pada prosedur baku ISO-2393 maupun ASTM-D-3182 pada mesin giling terbuka dengan friksi 1,2. Bobot bahan ditetapkan sebanyak 3 kali bbsk dalam satuan gram, sehingga bobot bahan kontrol dan percobaan sama yaitu masing-masing 506,4gram. Kondisi suhu awal pencampuran ditetapkan 60°C dan suhu akhir pencampuran 70°C, sedangkan prosedur pencampuran dilakukan sebagaimana lazimnya proses pencampuran.

Tabel 3. Karakteristik vulkanisasi / pemasakan kompon kontrol dan kompon percobaan (metode ISO-3417)

Karakteristik vulkanisasi dengan rheometer system osilasi pada suhu 150 °C	Contoh uji kontrol	Contoh uji percobaan
Torsi modulus maksimum (MHR), (kgcm)	108,00	101,60
Torsi modulus minimum (ML), (kgcm)	22,20	17,00
Torsi modulus optimum (M ₉₀), ((kgcm)	99,40	93,10
Durasi vulkanisasi optimum(t ₉₀), menit	5,75	9,50
Durasi pravulkanisasi (ts ₂), menit	2,25	4,75
Laju vulkanisasi, (point/minutes)	28,57	21,05

Karakteristik pemasakan menunjukkan pola yang sama yaitu menurun setelah dicapai torsi maksimum (*reverse*). Torsi modulus mengekspresikan jumlah ikatan silang pada fraksi molekul karet yang terbentuk dan tidak memperlihatkan perbedaan nyata.

Laju vulkanisasi contoh uji percobaan lebih kecil 7,52 *point/minutes* yang berarti pada kurva rheograf memiliki *slope* lebih tegak. Selain itu laju vulkanisasi berpengaruh pada kompon yaitu kurang memberikan keleluasaan bagi kompon untuk mengisi profil / ruang cetakan karena durasi melunak / melembik komponnya lebih cepat, sebagaimana ditunjukkan oleh contoh uji yaitu 21,05 *point/minutes*. Hal ini secara proporsional memberikan pengaruh negatif karena keseragaman sifat fisik vulkanisat kurang merata

pada tiap profil barangjadinya dibanding dengan nilai laju vulkanisasi contoh uji kontrol yang lebih tinggi. Perbedaan yang tampak nyata adalah durasi vulkanisasi yaitu disimpulkan, bahwa minyak distilat jelas memperlambat proses vulkanisasi.

Durasi vulkanisasi optimum lebih lama 3,75 menit atau sekitar 60% lebih lama. Begitu pula durasi pravulkanisasi dua kali lebih lama. Durasi pravulkanisasi akan memiliki arti penting apabila kompon harus mengalami penggudangan atau angkutan yang memerlukan tambahan waktu, sebelum kompon dimasak. Kompon telapak ban umumnya berasal dari campuran karet alam yang dikenal memiliki ketahanan kikis cukup baik, dan bahan pelunak digunakan jenis aromatik.

Proses *destructive distillation* parutan telapak ban yang mengandung minyak aromatik mengalami perlakuan panas, secara visual ditandai dengan tingkat kekentalan yang berubah menjadi lebih rendah dibanding kondisi sebelum mengalami proses distilasi, sehingga mengurangi peranannya sebagai bahan pembantu pada *compounding* yaitu sebagai bahan pelunak. Campuran minyak distilat dan tar dibanding dengan minyak aromatik kurang efektif sebagai bahan pelunak pada proses pencampuran, sehingga pada aplikasinya jumlah bbsk (*phr*) dianjurkan untuk diperbanyak.

Sifat kecenderungan memperlambat durasi vulkanisasi pada prakteknya lebih cocok untuk digunakan pada kompon karet yang diperuntukan barangjadi yang tebal, sehingga durasi pemasakan bagi lapisan kompon yang dekat dengan sumber panas terhindar dari *over cured*. Hal ini terutama bagi kompon karet alam yang memiliki ciri khas kurva reversi pada karakter pemasakannya, karena pada *slope* setelah reversi merupakan zona degradasi bagi polimer.

Tabel 4. Sifat fisik karet vulkanisat kontrol dan percobaan

Sifat fisik vulkanisat	Metode uji ISO	Contoh uji kontrol	Contoh uji percobaan
Kekerasan (Shore-A)	7.619	70	69
Kuat tarik (N/mm ²)		25,9	25,8
Modulus 300 (N/mm ²)	37	13,6	13,1
Perpanjangan putus (%)		520	550
Ketahanan sobek (N/mm ²)	816	25,8	16,0
Bobot jenis, (gram/cm ³)	2.781	1,122	1,127
Ketahanan kikis DIN, (mm ³)	4.649	119,1	128,8

Nilai kekerasan contoh uji percobaan 69Shore-A atau tidak menunjukkan perbedaan yang mencolok yaitu lebih rendah 1 dibanding kontrol. Nilai ketahan kikis lebih tinggi 9,7mm³, bahkan nilai ketahanan kikis ini masih buruk dibanding nilai yang direkomendasikan yaitu pada batas nilai lebih kecil 100 mm³. Sebab-sebab yang mungkin berpengaruh adalah pada proses pencampuran bahan pengisi hitam arang belum dicapai dispersi yang merata. Selain itu sit yang telah teroksidasi memungkinkan jumlah agregat hitam arang yang belum terdispersi di dalam matrik karet tidak seimbang, dan mengakibatkan sebagian agregat tidak ikut ambil bagian dalam perannya sebagai bahan pengisi reinforcing. Bagi hitam arang HAF (*High Abrasion Furnace*) sendiri diduga

mengalami perubahan prosentase kandungan air yang meningkat, yang dikarenakan oleh penanganan dalam penyimpanan. Pada percobaan disini hitam arang HAF tidak di oven terlebih dahulu.

Peran minyak distilat yang merupakan *processing aid* diduga lebih berperan sebagai bahan pelunak yang memperlambat durasi vulkanisasi, namun dinilai kurang efektif dibanding minyak aromatik. Gejala ini tidak lepas dari degradasi sifat fisiko-kimia minyak aromatik yang terkandung di dalam matrik karet parutan ban mengalami perlakuan panas pada proses *destructive distillation*. Prediksi ini dengan beranggapan bahwa umumnya pada formula telapak ban digunakan minyak aromatik. Apabila dilihat pada sifat tariknya antara kontrol dan percobaan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, kecuali sifat ketahanan sobek. Pada sifat ketahanan sobek disini banyak hal yang dapat mempengaruhi. Setidaknya pemberian bahan *antiflexing* pada kompon nyata tidak menunjukkan respon positif pada sifat ketahanan sobek.

KESIMPULAN

Arang diperoleh sekitar 35%, campuran minyak distilat dan tar sekitar 12%. Nilai kalor arang tergolong arang berkalor tinggi yaitu lebih besar 7000 kalori/gram.

Optimasi proses distilasi kering sistem *retort* yang dipanaskan dalam tungku semi pengarangan ini diharapkan dapat diperoleh arang yang memiliki nilai kalori tinggi, dan fungsi arang selain untuk bahan bakar diperkirakan dapat digunakan sebagai bahan untuk menyiapkan bahan pengisi kompon.

Penggunaan dalam bbsk (*phr*) campuran minyak distilat dan tar dibanding dengan minyak aromatik untuk menyiapkan kompon telapak ban memberikan respon berbeda dan tidak mengindikasikan pengaruh buruk pada sifat fisik vulkanisatnya. Pada karakteristik pemasakan menunjukkan *slope* yang lebih tegak, dan durasi pemasakan lebih lama 60%, serta durasi pra vulkanisasi dua kali lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials (1982). Standard practice for rubber – Materials, equipment, and procedures for mixing standard compound and preparing, standar vulcanized sheets. ASTM Stand.D-3182.
- Bunbury, H.M. (1923). The Destructive Distillation of Wood. Van Nostrand Company, New York.
- Griffioen, K. (1950). Carbonization of Some Indonesian Woods in A Electrical Laboratory Oven. Balai Penyelidikan Kehutanan, Bogor.
- Honggokusumo, S. (1994). Perkembangan industri barangjadi karet di Indonesia. Monografi Penelitian dan Pengembangan Karet NO.2 Pusat Penelitian Karet 1994.
- International Standards Organization (1973b). Rubber test mixes – Preparation, mixing and vulcanization – Equipment and procedures. ISO Stand.2393.
- Kuriyama, A. (1961). Destructive Distillation of Wood. Ministry of Agriculture and Forestry. Overseas Technical Cooperation Agency.
- Locke, E.G., et al (1956). Wood Carbonization. In Kirk, R.E. & D.F. Othmer. Encyclopedia of Chemicals 3. The Interscience Encyclopedia Inc. New York.

Morrel, S.H. (1982). The Chemistry and Technology of Vulcanization, in Blow, C.M. & Hepburn, C., Rubber Technology and Manufacture, Plastic and Rubber Inst, Butterworth Scientific, London. 119-121p.

Sulistiyo, Wurjandi, Sunardi dan Zurni (1972). Penelitian Pendahuluan Tentang Kemungkinan Batubara/Taba Sebagai Bahan Reduktor dalam Peleburan Timah dengan Blending. Laporan Penelitian No. 77. Departemen Pertambangan.

KESIMPULAN

Yang diperoleh adalah 30% campuran minyak distilat dan tar sekitar 12%. Nilai kalor yang tergolong tinggi berkisar tinggi yaitu lebih besar 7000 kkal/kg. Nilai optimal proses distilasi kering sistem batch yang disarankan dalam jangka waktu pengeringan ini diharapkan dapat diperoleh energi yang memiliki nilai kalori tinggi dan juga sangat untuk bahan bakar pembangkitan dapat digunakan sebagai bahan untuk penyediaan bahan pengisi kompor.

Penggunaan dalam blok (blok campuran minyak distilat dan tar) dibanding dengan minyak aromatik untuk penyediaan kompor tetap dan memberikan respon berbeda dan tidak menguntungkan karena untuk pada nilai reduksi yang berbeda-beda. Pada penelitian ini, pemrosesan dilakukan oleh yang lebih jelek dan proses pemrosesan lebih lama 60%, serta dapat pula vulkanisasi dua kali lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials (1982). Standard practice for rubber - metallic equipment, and procedure for mixing standard compound and preparing standard vulcanized sheets. ASTM Stand D-3183.
- Barby, H.M. (1953). The Destructive Distillation of Wood. Van Nostrand Company, New York.
- Gilford, K. (1950). Carbonization of Some Indonesian Woods in A Electrical Laboratory. Over Balai Penyelidikan Karbonisasi Bogor.
- Hongkumoro, S. (1964). Perkembangan industri pertambangan karet di Indonesia. Monografi Penelitian dan Pengembangan Karst N.O.S. Pusat Penelitian Karst 1964.
- International Standards Organization (1973). Rubber, test mixes - Preparation, mixing and vulcanization - Equipment and procedure. ISO Stand 2383.
- Kujawa, A. (1981). Destructive Distillation of Wood. Ministry of Agriculture and Forestry Overseas Technical Cooperation Agency.
- Lude, E.G., et al (1988). Wood Carbonization. In Kirk, R.E. & D.E. Ornberg. Encyclopaedia of Chemistry & The Interscience Encyclopaedia Inc. New York.