

Produksi Bahan Bakar Ramah Lingkungan Melalui Proses Pirolisis Limbah Ban

Andi Erwin Eka Putra*¹, Mukhtar Rahman¹, A. Yusran Aminy¹
¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis Kemerdekaan km. 10 Tamalanrea - Makassar, 90245
*Email: erwinep@eng.unhas.ac.id

Abstrak

Pertambahan sampah non-organik yang tidak dapat diurai oleh alam menimbulkan masalah lingkungan. Salah satu sampah yang perlu penanganan khusus untuk proses penguraianya adalah limbah ban bekas dimana juga memerlukan lahan untuk pembuangannya. Saat ini, pembakaran menjadi cara yang cepat untuk penanganan sampah ban ini, namun sayangnya, cara ini juga menimbulkan polusi udara dan efek pemanasan global. Oleh karena itu, proses pirolisis yang merupakan proses dekomposisi kimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa atau sedikit melibatkan oksigen dianggap cara yang tepat untuk mengurai limbah ini. Pada penelitian ini, proses pirolisis limbah ban dilakukan dengan variasi suhu 350, 550, dan 750 °C dengan memproduksi bahan bakar arang, gas dan cair tanpa produk samping limbah lagi.

Abstract

Production of Environmental Friendly Fuel through Processing of Pyrolysis Waste Tires. The increase of non-organic waste that cannot be parsed by a nature cause environmental problems. One of the bins that need special handling in terms of the decomposition process is waste tires which also requires land for disposal. Nowadays burning is a quick way for waste tire management, but unfortunately, it is also cause air pollution and global warming. Therefore, the pyrolysis process is a process of chemical decomposition of organic material through a heating process involving little or no oxygen is considered the proper way to parse this waste. In this study, the waste tire pyrolysis process carried out by the temperature variations of 350, 550, and 750oC to produce fuel charcoal, gas and liquid without any waste byproducts again.

Kata kunci: Limbah ban, pirolisis, bahan bakar

I. Pendahuluan

Energi merupakan salah satu kebutuhan penting dalam kehidupan manusia. Kebutuhan energi masih didominasi oleh bahan bakar fosil tidak terbarukan yang cepat atau lambat pasti akan habis ketersediaannya seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara. Berbagai upaya untuk mencari dan mengembangkan sumber energi alternatif yang terbarukan terus dilakukan.

Salah satu usaha untuk mengurangi ketergantungan manusia terhadap sumber energi yang berasal dari fosil tersebut, serta untuk memberikan solusi dari permasalahan di atas yaitu dengan mengembangkan berbagai sumber energi alternatif. Sumber energi alternatif ini merupakan sumber energi yang ramah lingkungan, mampu meminimalisir dampak sosial, lebih murah dan merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui kembali, sehingga dapat dimanfaatkan dalam jangka waktu yang lama.

Salah satu sumber energi alternatif yang dapat dikembangkan yaitu limbah ban bekas.

Seiring dengan pertumbuhan populasi yang dibarengi dengan peningkatan ekonomi menuntut kebutuhan kendaraan bermotor juga meningkat. Data dari Badan Pusat Statistik, perkembangan jumlah kendaraan bermotor dalam 10 tahun terakhir rata-rata meningkat sekitar 15 persen tiap tahun dengan prediksi 94.3737.324 unit pada tahun 2012. Namun, peningkatan pertumbuhan kendaraan bermotor ini juga dibarengi dengan persoalan lingkungan yang serius. Salah satu persoalan lingkungan tersebut adalah ban bekas karena sangat susah terurai di alam bebas. Ban terbuat dari karet sebagai bahan dasar yang salah satu jenisnya adalah polimer sintesis (polystyrene) dimana proses pengolahannya dengan cara "cracking" memerlukan suhu tinggi. Suhu yang dibutuhkan untuk proses penguraian menjadi molekul yang lebih kecil dan hidrokarbon rantai



pendek yang berupa fraksi gas dan cair, serta residu padat adalah sampai sekitar 900 °C.

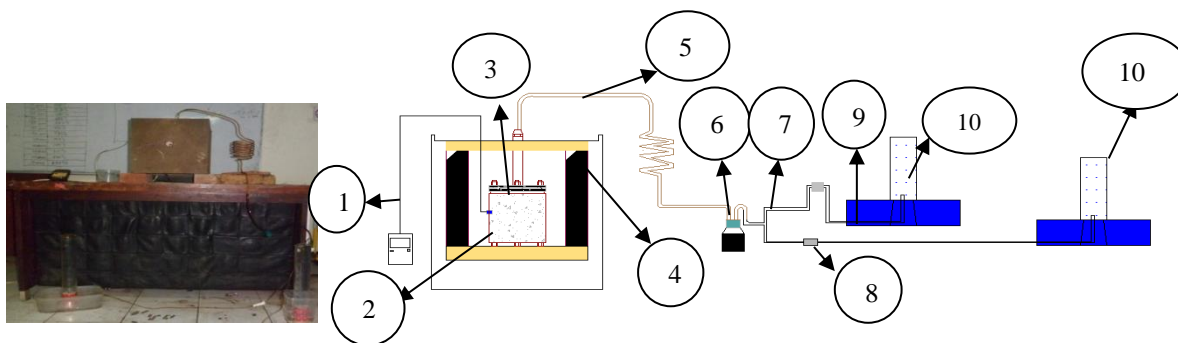
Proses pirolisis adalah suatu metode yang optimal dan ramah lingkungan untuk proses penguraian melalui proses pemanasan tanpa atau sedikit melibatkan oksigen. Proses ini dapat digunakan untuk proses perubahan komposisi kimia bahan-bahan seperti batubara, sampah organik dan non-organik (kertas, plastik), bahkan limbah manusia/hewan untuk menghasilkan material yang berguna baik berbentuk gas dengan kandungan metana, hidrogen, karbon monoksida dan karbon dioksida. Selain itu berbentuk oli dan tar serta material berbentuk padat (karbon padat). Proses pirolisis ini juga memproduksi material padat yang dapat berbentuk arang sebagai bahan bakar, karbon aktif, atau *carbon black*, dan lain-

lain. Produk material padat ini mempunyai kegunaan yang beragam seperti *carbon black* sebagai penguat pada material komposit, pigment pada cat, dan tinta printer. Demikian juga dengan karbon aktif sebagai filter yang efektif untuk menghilangkan kotoran dan media karburisasi pada peningkatan kekerasan baja serta kegunaan lainnya.

Sedangkan, material cair yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan bakar cair. Bahan bakar cair ini dikenal dengan nama bio-oil yang diharapkan menjadi bahan bakar substitusi bagi bahan bakar fosil yang ada saat ini.

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis produk yang dihasilkan dari proses limbah ban dengan variasi suhu pemanasan.

II. Metodologi Penelitian



Gambar 1. Skema Alat Penelitian. Keterangan: 1. Thermocouple, 2. Tungku, 3. Reaktor, 4. Pemanas, 5. Kondensor, 6. Penampungan minyak, 7. Pipa Pengaliran Gas, 8. Katup, 9. Bak Air, 10. Bak penampungan Gas

Limbah ban, diambil dari usaha bengkel motor kemudian dicuci dengan tujuan agar kotoran yang menempel pada ban bekas hilang kemudian dikeringkan. Selain itu ban bekas dipotong kecil-kecil sesuai kapasitas reaktor. Pada proses pirolisis temperatur pengujiannya ditentukan yaitu 350°C, 550°C dan 750°C. Penelitian ini difokuskan pada komposisi/kandungan arang, volume minyak dan volume gas yang dihasilkan dari limbah ban bekas dengan berat 21 gram.

Pengujian karakteristik hasil pirolisis difokuskan pada arang untuk mengetahui kandungannya dengan variasi suhu pemanasan 350 °C, 550 °C, dan 750 °C. Adapun

kandungannya adalah kadar air, kadar abu, *volatile matter*, *fixed carbon* dan nilai kalor.

III. Hasil dan Diskusi

1. Arang

Dari hasil proses pirolisis didapatkan produk berupa arang, minyak, dan gas. Produk arang diuji kembali dengan metode proksimasi yang dilakukan di Laboratorium Kimia Makanan Ternak Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin sehingga diketahui bahwa arang hasil pirolisis memiliki kandungan seperti disajikan pada table berikut.



Tabel 1. Proksimasi arang hasil pirolisis

Suhu (°C)	Komposisi (%)				Kalori (kkal/Kg)
	Air	Abu	Volatile	Fixed Carbon	
350	2.37	14.62	56.37	26.64	7156
550	2.34	30.76	17.85	49.05	5731
750	1.60	33.95	17.05	47.40	5198

Berdasarkan tabel di atas dapat dijelaskan bahwa dengan variasi suhu pirolisis maka komposisi arang yang dihasilkan pun bervariasi. Nilai kadar air, *volatile matter* dan nilai kalori mengalami penurunan seiring meningkatnya suhu sedangkan nilai kadar abu mengalami peningkatan. Nilai *fixed carbon* mengalami peningkatan sampai pada suhu 550°C dan menurun pada suhu 750°C. Arang merupakan produk padatan hasil pirolisis pada suhu 350°C, 550°C dan 750°C dari limbah ban bekas seperti pada gambar berikut.

Pada Tabel 2 diperlihatkan bahwa suhu 350°C, berat arang yang dihasilkan 14,91gram jika dibandingkan dengan berat arang dengan suhu 550°C berat arangnya 8,35 gram. Perbandingan berat arang 350°C dan 550°C memiliki selisih 6,56 gram. Pada suhu 750°C berat arang yang dihasilkan adalah 7,53 gram, terjadi penurunan berat arang sebesar 0.82 gram jika dibandingkan dengan berat arang pada suhu 550°C.

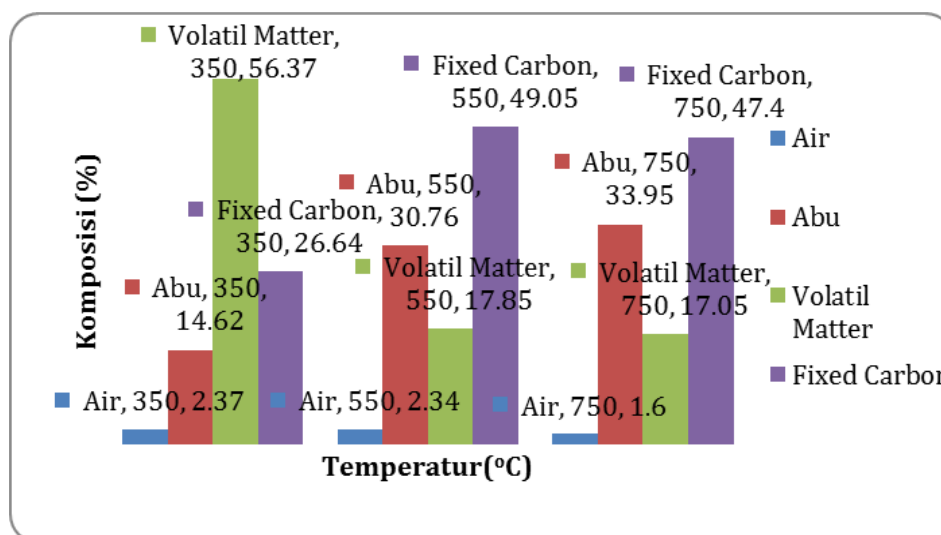
Setelah dilakukan penimbangan berat arang, kemudian dilakukan uji proksimasi untuk mengetahui persentase kandungan atau komposisi arang hasil pirolisis. Adapun kandungan arang hasil pirolisis dilihat pada diagram berikut ini.



Gambar 2. Arang hasil pirolisis

Tabel 2. Berat arang hasil pirolisis

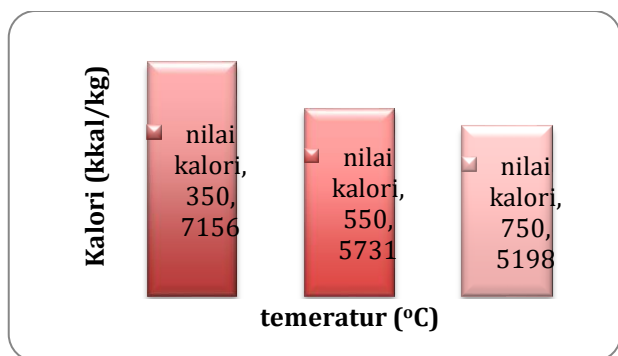
Suhu (°C)	Berat (gr)
350	14.91
550	8.35
750	7.53



Gambar 3. Komposisi arang hasil pirolisis.

Pada Gambar 3 memperlihatkan kadar air cenderung konstan, *volatile matter* mengalami penurunan pada setiap kenaikan suhu. dimana suhu 350°C ke suhu 550°C, *volatile matter* mengalami penurunan drastis dan cenderung konstan pada suhu 550°C dan suhu 750°C. Sebaliknya kadar abu cenderung meningkat pada setiap kenaikan suhu. *Fixed Carbon* mengalami peningkatan pada suhu 550°C dan cenderung konstan pada suhu 750°C. Sedangkan, Nilai Kalor cenderung menurun dengan peningkatan suhu pemanasan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.

Kadar abu yang tinggi mengakibatkan *fixed carbon* dan *volatile matter* menurun sehingga nilai kalori arang pun menurun serta menyebabkan arang sulit untuk menyala, karena kandungan *volatile matter* berpengaruh pada penyalaan. Semakin tinggi kandungan *volatile* maka penyalaanpun semakin mudah. Dimana nilai kalori itu sendiri merupakan parameter yang cukup penting karena nilai kalori inilah yang menentukan bagus tidaknya arang hasil pirolisis. Arang yang baik adalah arang yang memiliki kandungan *fixed carbon* yang tinggi namun kandungan air dan kandungan abu rendah.



Gambar 4. Nilai kalori

2. Kelayakan Briket sebagai Bahan Bakar

Parameter layak atau tidaknya sebagai bahan bakar padat telah diatur dalam SNI 1-6235-2000 kalori (atas dasar berat kering) min. 5000 kal/g dan kadar air mempengaruhi nilai kalor. Semakin tinggi kadar air, kalor pembakaran akan semakin kecil. Ini karena air nilai kalornya 0, sehingga air akan mengurangi nilai kalor bahan bakar. Selain nilai kalori, air juga akan mempengaruhi lama

penyalaan bahan bakar. Ini karena pada awal proses, panas yang ada digunakan untuk menguapkan kandungan air terlebih dahulu lalu diikuti dengan pembakaran bahan tersebut. Apabila kandungan airnya tinggi, waktu yang dibutuhkan untuk menghilangkan kandungan air akan semakin lama sehingga waktu penyalaan akan semakin lama pula. Bagian yang hilang juga mempengaruhi lama penyalaan dan pembakaran. Semakin besar kadar bagian yang hilang atau VM, waktu penyalaan akan semakin lama dan waktu pembakaran semakin cepat. Nilai kalor merupakan parameter yang penting karena mempengaruhi efisiensi bahan bakar. Semakin besar nilai kalori, jumlah bahan bakar yang diperlukan agar dapat menghasilkan panas pembakaran tertentu akan semakin sedikit. Dengan demikian semakin besar nilai kalori, pemakaian bahan bakar akan semakin irit. kalori didapat dari analisa nilai kalori menggunakan bomb kalorimeter.

3. Minyak

Minyak keluar karena terjadi perbedaan tekanan dalam reaktor yang diakibatkan oleh tingginya suhu. Minyak keluar dari reaktor melalui pipa yang langsung masuk ke dalam penampungan minyak. Volume minyak yang dihasilkan oleh masing-masing pengujian berbeda, dimana pengujian pada temperatur 350°C menghasilkan paling sedikit minyak jika dibandingkan dengan pengujian pada temperatur 550°C, dan 750°C, hal itu dikarenakan komposisi sampel pada saat pirolisis berlangsung tidak menguap dengan baik. Volume minyak yang dihasilkan dari pirolisis dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Volume minyak hasil pirolisis

Suhu (°C)	Volume (ml)
350	6,2
550	12
750	12

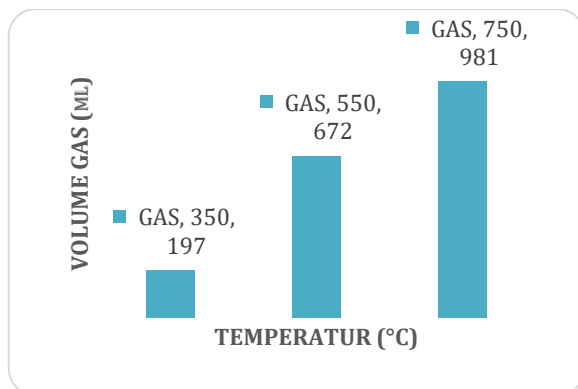
Minyak kemudian diuji berat jenis dan viskositas pada kondisi minyak yang dihasilkan diawal proses (minyak awal) dan minyak yang dihasilkan diakhir proses (minyak akhir). Adapun



berat jenis yang didapatkan adalah 0.9264 g/cm³ pada minyak awal dan 0.9615 g/cm³ pada minyak akhir. Sedangkan viskositas diperoleh sebesar 5.3607 cP pada minyak awal dan 19.0027 cP pada minyak akhir.

4. Gas

Gas keluar karena terjadi perbedaan tekanan dalam reaktor yang diakibatkan oleh tingginya suhu. Gas keluar dari reaktor melalui pipa yang langsung masuk ke dalam botol penampungan minyak. Dari penampungan minyak gas tersebut keluar melalui pipa menuju ke penampungan gas yang penuh dengan air dimana posisinya gelas ukurnya dibalik pada bak penampungan, sehingga air keluar melalui di bagian bawah gelas bila ada tekanan gas dalam gelas ukur sehingga pengukuran volume gas dapat dilakukan. Volume gas dan waktu pengujian pirolisis ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Volume gas terhadap kenaikan temperatur

Pada suhu 350°C, material yang ada di dalam reaktor mulai menghasilkan gas pada menit 48 dan gas berhenti pada menit 108 dengan menghasilkan volume gas sebanyak 197 ml. Sedangkan, pada suhu 550°C, material yang ada di dalam reaktor mulai menghasilkan gas pada menit 50 dan berhenti pada menit 136 dengan volume gas yang dihasilkan 672 ml. Pada suhu 750°C, material yang ada di dalam reaktor mulai menghasilkan gas pada menit 56 dan berhenti keluar pada menit 232 dengan volume gas yang dihasilkan 981 ml. Waktu yang dibutuhkan pada proses ini lebih lama karena terjadi pembakaran

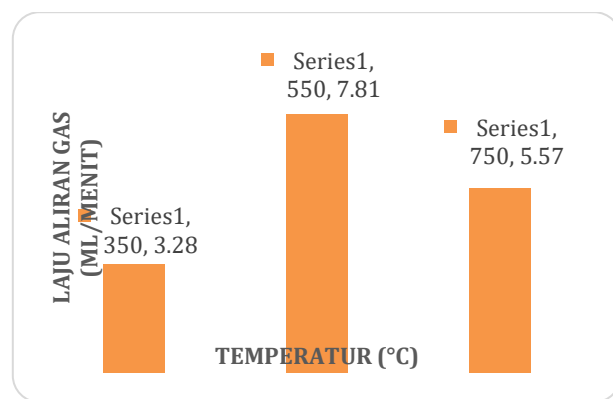
yang lebih baik dibandingkan dengan temperatur 350°C dan 550°C.

Dari penjelasan di atas maka dapat diketahui laju aliran gas yang terjadi selama proses pirolisis. Laju aliran gas pada proses pirolisis dapat dituliskan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Laju aliran gas} = \frac{V}{\Delta T}$$

Dimana: V=Volume gas (ml), dan ΔT=Selisih waktu saat gas keluar sampai berhenti keluar (s).

Jadi laju aliran gas pada setiap temperatur pengujian diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Laju aliran gas setiap peningkatan temperatur

Dari Gambar 6, laju aliran gas tertinggi terjadi pada temperatur 550°C yakni 7,81ml/menit. Karena pada temperatur 550°C sampel dalam reaktor telah terurai dengan baik. Selain itu jarak waktu gas keluar dan berhentinya gas keluar lebih singkat dibandingkan dengan dengan temperatur 350°C dan 750°C.

IV. Kesimpulan

Proses penguraian limbah ban pada tekanan atmosfer efektif menggunakan proses pirolisis. proses ini juga secara simultan menghasilkan produk bahan bakar berupa gas, cair, dan padat dengan tidak menghasilkan limbah/polusi.

Daftar Pustaka

[1] Adan, Ir. Ismun Uti., 1998. *Membuat Briket Bioarang*. Penerbit Kanisius: Yogyakarta.



- [2] Arita Susila', Assalami Abrar. 2013. *Proses Pembuatan Bahan Bakar Cair Dengan Memanfaatkan Limbah Ban Bekas Menggunakan Katalis Zeolit*. Jurnal. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Palembang.
- [3] Dahlan, Masbin, Andika Jamaluddin., 2013. *Studi Gasifikasi Sekam Padi Sebagai Alternatif Energi Untuk Keperluan Rumah Tangga*. Skripsi. Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Makassar.
- [4] Damanhuri, E., 2003. *Permasalahan Dan Alternatif Teknologi Pengelolaan Sampah Kota Di Indonesia*, Prosiding Seminar Teknologi Untuk Negeri 2003, Vol. 1, hal. 394 – 400/HUMAS-BPPT/ANY.
- [5] Damayanthi, Reska, Martini, R., 2009. *Proses Pembuatan Bahan Bakar Cair Dengan Memanfaatkan Limbah Ban Bekas Menggunakan Katalis Zeolit H.Y dan ZSM-S*. Jurnal. Teknik Kimia Universitas Diponegoro. Semarang.
- [6] Ganti Sri Utomo, Winarno Joko., 2015. *Studi Karakteristik Dekomposisi Termal Temperatur Tinggi Ban Bekas Untuk Mendapatkan Bahan Bakar Gas Alternatif*. Jurnal. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Janabadra. Yogyakarta.
- [7] Himawanto, D. A., Indarto, Saptoadi, H., Rahmat, 2010. *Pengaruh Heating Rate Pada Proses Slow Pyrolysis Sampah Bambu Dan Sampah Daun Pisang*, Prosiding Seminar Rekayasa Kimia Dan Proses. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang.
- [8] Lufina, Ismi, Bambang, Sosilo, 2013. *Studi Pemanfaatan Minyak Karet (Haveabrsiliensis) Sebagai Bahan Bakar Pada Kompor Rumah Tangga*. Jurnal. Keteknikan Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- [9] Mastral, A. M., Callen M. S., Garcia, T., Navarro, M. V., 2000. *Improvement of Liquids from Coal-tire Co-thermolysis. Characterization of the Obtained Oils*. Fuel Proc. Tech. 64:135-140.
- [10] Olifitria Alien, Ningrum., 2011. *Proses Pembuatan Biooil dari Limbah Kelapa Sawit (Tandan, Cangkang dan Serat) untuk Bahan Bakar Alternatif dengan Metode Fast Pirolisis*. Skripsi. Fakultas Teknik. Program Studi Teknik Kimia. Universitas Indonesia. Depok.
- [11] Putri, G. A., 2009. Tugas akhir, *Pengaruh Variasi Temperatur Gasifying Agent li Media Gasifikasi Terhadap Warna Dan Temperatur Api Pada Gasifikasi Reaktor Downdraft Dengan Bahan Baku Tongkol Jagung*, Tugas akhir: Surabaya.
- [12] Thoha, M., Yusuf, dan Diana Ekawati Fajrin., 2010. *Pembuatan Briket Arang Dari Daun Jati Dengan Sagu Areng Sebagai Pengikat*, (Online), Vol. 17, No. 1,
- [13] <http://jtk.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/view/100/9>, diakses 20 November 2014.

