

Karakteristik *Char* Hasil Pirolisis Ban Bekas Pada Rotary Kiln

¹Surya Darmawan Hendra, ²Gatut Rubiono, ³Anas Mukhtar

¹Alumni Prodi Teknik Mesin Universitas PGRI Banyuwangi

²Prodi Teknik Mesin Universitas PGRI Banyuwangi, Jl. Ikan Tongkol 22 Banyuwangi

[Email: rubionov@yahoo.com](mailto:rubionov@yahoo.com)

ABSTRACT

The study was conducted with pyrolysis experiment where temperature variation of 250oC, 350oC, 450oC, and 550oC and tire sample mass of 300 gram. The heating temperature comes from an electric heater equipped with a control control system. Temperature was measured using K type thermocouple. The residence process was carried out for 120 minutes measured using a stopwatch. The tire and char sample volume was measured using measuring cups and the sample mass was measured using the scales. Tests on char quality characteristics include flame, coal temperature, flame time, and ash residue. The results showed that the higher the process temperature in pyrolysis, it affects char characteristics on the rotary kiln. The percentage of char mass losses tends to increase with the high pyrolysis process temperature. Char shrinkage factor tends to decrease as the percentage of mass loss increases. Char porosity tends to rise as the percentage of mass loss increases. The percentage of blue color on the char flame tends to rise in accordance with the addition of the percentage of mass loss and vice versa the percentage of red color on the char flame tends to decrease. The combustion temperature of char combustion tends to increase according to the high temperature of the pyrolysis process. Coal char's flame time tends to increase as char porosity increases. The ash of combustion yield tends to decrease as the percentage of mass loss increases.

Keywords: *char, pyrolysis, rotary kiln, tires*

1. PENDAHULUAN

Ban merupakan suatu komponen vital bagi suatu kendaraan, baik kendaraan beroda 2, beroda 4 hingga kendaraan berat. Agar dapat beroperasi di semua medan yang dilalui. Populasi kendaraan di Indonesia dari tahun ke tahun selalu mengalami peningkatan. Dari data populasi jumlah kendaraan di Indonesia dari tahun 1987-2013 menunjukkan bahwa tingkat populasi kendaraan di Indonesia setiap tahun selalu mengalami peningkatan. Data terakhir pada tabel 1 tahun 2013 menunjukkan total kendaraan sebesar 104.118.969 juta unit, dari tahun sebelumnya (2012) sejumlah 94.373.324 juta unit.

Menurut Dewan Karet Indonesia (2012) menginformasikan bahwa produksi ban mobil di Indonesia tahun 2010 dan 2011 mencapai 14,4 dan 15,4 juta unit. Jumlah yang demikian besar tersebut berpotensi menimbulkan limbah ban bekas yang berdampak buruk terhadap lingkungan. Penumpukan limbah ban bekas dapat menjadi sarang nyamuk dan sumber penyakit. Pembuangan ban bekas di landfill (tempat pembuangan) akan menjadikan masalah besar karena ban bekas yang dibuang akan memenuhi ruang di tempat pembuangan tersebut. Ban mempunyai struktur kompleks yang membuat sangat sulit didaur ulang serta ban bekas sulit didegradasi oleh alam (mikrobiologi) (Zabaniotou and Stravropoulos, 2003).

Pemanfaatan limbah ban bekas saat ini hanya

sebatas dengan melakukan pembaruan telapak ban yang lebih dikenal dengan proses vulkanisir, dengan metode ini ban hanya akan bertahan 1-2 kali proses ulang vulkanisir lalu menjadi limbah ban, dalam proses ini juga menghasilkan limbah berupa parutan ban pada proses penghalusan (Alam, 2004). Serta untuk pemanfaatan lainya selama ini ban bekas baru terbatas pada penggunaan kembali menjadi produk-produk rumah tangga seperti ayunan, tempat duduk, pemberat genteng, pembatas tanggul di sungai, bahkan tidak sedikit yang hanya menumpuk ban bekas tersebut di depan rumah mereka. Namun, ada pula yang mengubah ban bekas tersebut menjadi uang dengan menjualnya kepada pengusaha jasa tambal ban. Akan tetapi dari keseluruhan pengolahan ban bekas pada akhirnya tetap menghasilkan limbah ban bekas di keesokan hari.

Teknologi alternatif yang telah dikembangkan untuk mengurangi jumlah limbah sampah jenis rubber salah satunya dengan metode pirolisis. Pirolisis merupakan cara mendekomposisi kimia suatu bahan melalui proses pemanasan tanpa atau sedikit O₂ atau reagen lainya, dimana material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fase *char* (padatan), *tar* (bio-oil) dan gas. Melalui metode pirolisis ini sangat tepat, karena dalam proses ini ban bekas dapat diolah menjadi suatu energi alternatif tanpa meninggalkan sisa ban bekas. Ban bekas yang berbahan dasar karet tersebut sebenarnya dapat diolah menjadi produk lain yang memiliki nilai ekonomis jauh lebih tinggi.

Karet yang memiliki struktur hidrokarbon dari jenis polistirena dapat dikonversi menjadi bentuk hidrokarbon lain yang lebih sederhana melalui proses *hydrocracking* (hidrorengkah). Salah satunya menjadi bahan bakar padat (*char*) dan karbon aktif. Pada bahan bakar padat (*char*) dimanfaatkan salah satunya yaitu: briket. Selain menjadi bahan bakar padat *char* dapat dimanfaatkan menjadi karbon aktif (*activated carbon*) seperti pemurnian air (*water purification unit*) untuk mengurangi komponen organik terlarut dan toksik, dechlorination, unit pengolahan air minum daerah, pemurnian udara (*air purification*) untuk menghilangkan bahan anorganik dan organik volatil, penghilangan *sulfur* dalam gas, pengisi baterai dan lain-lain (Zabaniotou, 2003).

Pada hasil penelitian yang telah dilakukan Alam (2004) menunjukkan bahwa produk distilasi kering dari parutan ban yang berupa arang mempunyai nilai kalor diatas 7.000 kal/g (7.110 kal/g-7.321 kal/g), termasuk baik untuk bahan bakar, sehingga dapat digolongkan sebagai arang dengan kalor tinggi.

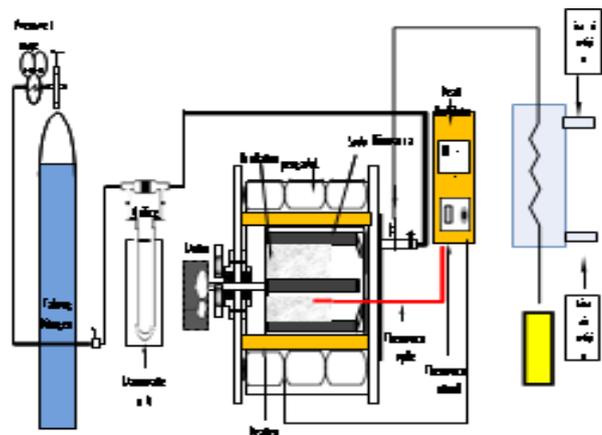
Pada penelitian ini jenis teknologi yang digunakan adalah pirolisis type *rotary kiln*, Serta penggunaan limbah jenis karet ban bekas. Dimana *rotary kiln* merupakan dapur horisontal tubular dengan biomassa yang digerakkan dengan laju tertentu sepanjang dapur. Dalam segi mekanisme *pirolisis* dilakukan penelitian dengan variasi kecepatan putar, temperatur peleburan dan ukuran butir konsentrat *zirkon* menggunakan *rotary kiln* (Sunardjo, et.al. 2012).

Pemberian perlakuan putaran pada tungku pirolisis diharapkan dapat memberikan dampak pada partikel *biomassa*. Dimana tumbukan antar partikel terjadi pada transfer momentum yang diakibatkan oleh putaran tungku, yang selanjutnya dapat menyebabkan partikel *biomassa* dengan massa tertentu bergerak dengan kecepatan tertentu. Hal ini secara keseluruhan diduga dapat memberikan pengaruh terhadap dekomposisi *biomassa* serta nilai produk (Qiram, 1, 2015). Sehingga memberikan pengaruh terhadap dekomposisi nilai produk *char* hasil pirolisis ban bekas dalam menghasilkan energi alternatif. Dalam penelitian ini parameter *pirolisis* yang dikaji adalah temperatur dengan variasi sebesar 250°C, 350°C, 450°C, dan 550°C. Jika temperatur dinaikan, maka molekul pada biomassa memiliki tingkat energi yang meningkat (Fatimah, 2013). Dengan meningkatnya temperatur pirolisis, maka massa dan volume *char* yang terbentuk akan semakin kecil pada setiap peningkatan variasi temperatur, sedangkan nilai kalornya akan semakin meningkat (Hafidz, R. M, 2013). Sesuai hasil penelitian yang telah dilakukan, maka temperatur yang diberikan dalam proses serta metode *pirolisis rotary kiln* yang diberikan diduga dapat meningkatkan kualitas produk *char* terhadap nilai karakteristik pembakaran.

II. METODOLOGI PENELITIAN

1. Variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi temperatur pirolisis : 250°C, 350°C, 450°C, dan 550°C.
2. Variabel terikat pada penelitian ini yaitu:

- a. Massa *char*,
- b. Volume *char*



Gambar 1. Skema alat Pirolisis Type Rotary Kiln

Prosedur Pengujian

Metode pengujian yang dilakukan adalah dengan menggunakan pirolisis *type rotary kiln* yaitu dengan variasi variabel bebas yang telah ditentukan. Kemudian hasil *tar* dari pirolisis dilakukan pengujian nyala api pembakaran *tar*. Langkah pelaksanaan uji coba pirolisis sebagai berikut :

1. Memasukkan sampel ban bekas kedalam reaktor pirolisis *kiln* lalu ditutup.
2. Buka katup untuk mengalirkan N₂ ke ruang pemanas *pyrolyzer* sampai kadar O₂ < 2,1% dari volume ruang pemanas dan buka juga katup buang pada *pyrolyzer* supaya O₂ dapat terdorong keluar akibat dorongan dari N₂ yang memenuhi tabung dengan rentang waktu satu menit.
3. Tekan saklar on untuk menghidupkan alat pirolisis.
4. *Thermocontroller* diatur untuk variasi pertama yaitu 250°C.
5. Lakukan proses pirolisis *rotary kiln* sampai batas temperatur yang ditentukan oleh *thermocontroller* lalu tahan proses selama 120 menit.
6. Ukur volume dan massa akhir produk *char* hasil pirolisis.
7. Ulangi prosedur pirolisis dengan variasi temperatur 350°C, 450°C, dan 550°C

III. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

TABEL 1
HASIL PENGUKURAN VOLUME DAN MASSA CHAR

Volume Dan Massa Char				
T (°C)	vi (ml)	vf (ml)	mi(gr)	mf (gr)
250	1000	500	300	250
350	1000	250	300	134
450	1000	200	300	120
550	1000	150	300	106

Pada tabel hasil pengukuran volume dan massa *char* hasil pirolisis *rotary kiln* menunjukkan bahwa nilai volume dan massa sampel mengalami penurunan seiring bertambahnya temperatur proses. Hasil tabel menunjukkan volume awal sampel sebesar 1000 ml

dengan temperatur proses 250°C berubah menjadi 500 ml, sedangkan pada massa sampel menunjukkan sampel awal 300°C gram berubah menjadi 250 gram.

TABEL 2
PROSENTASE WARNA NYALA API

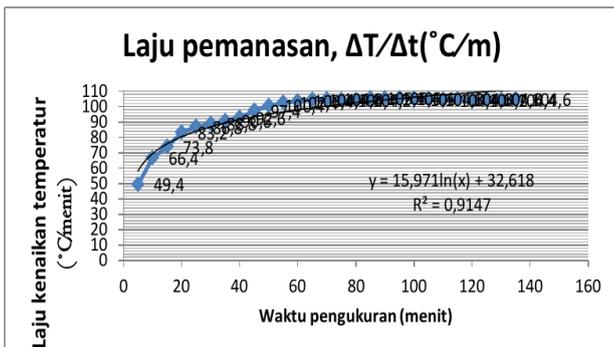
Temperatur Proses (°)	Prosentase Warna (%)	
	Warna Biru	Warna Merah
250	21%	79%
350	29%	71%
450	40%	60%
550	54%	46%

Pada tabel prosentase warna nyala api menunjukkan seiring tingginya temperatur proses yang diberikan, maka prosentase warna biru pada api cenderung meningkat dan sebaliknya prosentase warna merah pada api cenderung menurun. Hal ini ditunjukkan pada temperatur 250°C prosentase warna api merah sebesar 79%, prosentase warna biru sebesar 21% sedangkan temperatur 550°C prosentase warna merah sebesar 46% dan warna biru 54%.

TABEL 2
HASIL PEMBAKARAN CHAR PIROLISIS BAN

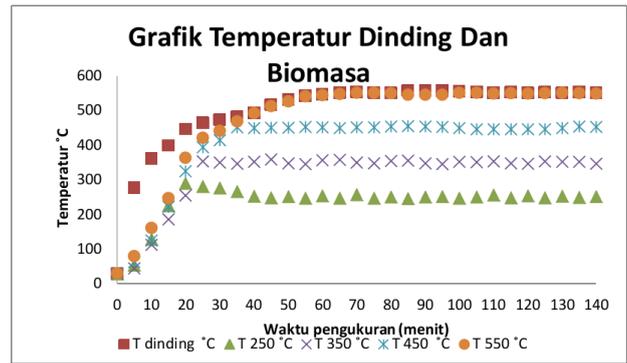
Temperatur Proses (°C)	Massa Awal (Gram)	Waktu Nyala Bara (Menit)	Massa Akhir Abu (Gram)	Prosentase bahan terbakar (%)	Prosentase sisa abu (%)	Temperatur Bara (°C)
250	10	20	3	70%	30%	575
350	10	22	2	80%	20%	669
450	10	26	1	90%	10%	795
550	10	28	0,5	95%	5%	811

Pada tabel hasil pembakaran char pirolisis ban menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur proses pirolisis, maka waktu nyala bara semakin lama, sisa abu yang dihasilkan semakin menurun, prosentase bahan yang terbakar meningkat, dan temperatur bara juga meningkat.



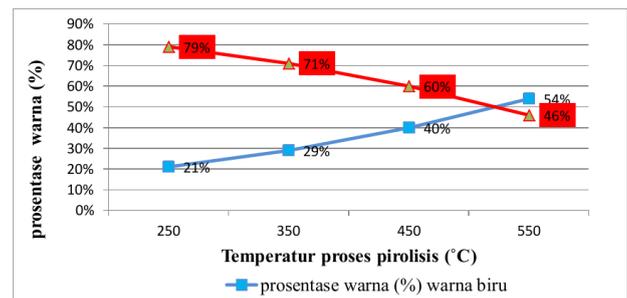
Gambar 1. Grafik Laju Pemanasan

Pada grafik di atas menunjukkan bahwa laju pemanasan cenderung naik sesuai dengan laju waktu pengukuran. Hal ini sesuai dengan pertambahan temperatur dari suhu awal sebesar 28°C menjadi 275°C dan selanjutnya naik secara bertahap hingga mencapai suhu 550°C. Dengan laju pemanasan sebesar 49,4°C/menit dan dapat diregresikan dengan garis logarithmic sebesar nilai $R^2 = 0,9147$.



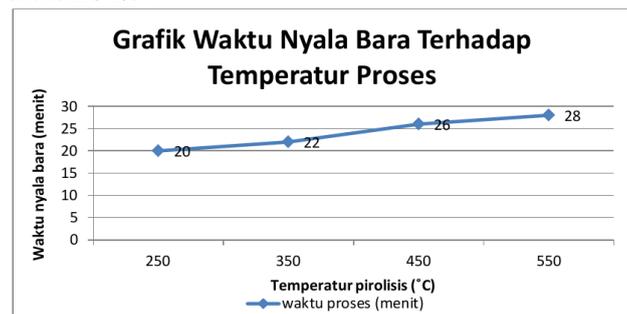
Gambar 2. Grafik Temperatur Dinding Dan Biomassa

Grafik di atas menunjukkan bahwa temperatur dinding dan temperatur biomassa cenderung naik di menit-menit awal pengukuran. Seiring laju pengukuran kedua temperatur ini selanjutnya mencapai titik singgung dan akan cenderung stabil. Karena pengaturan temperatur sesuai dengan variabel penelitian di menit-menit berikutnya. Hal ini dikarenakan temperatur biomassa akan mengikuti temperatur heater sesuai laju waktu pemanasan sampai kedua temperatur bertemu sesuai dengan variabel temperatur yang telah dicontrol pada *termocontrol*.



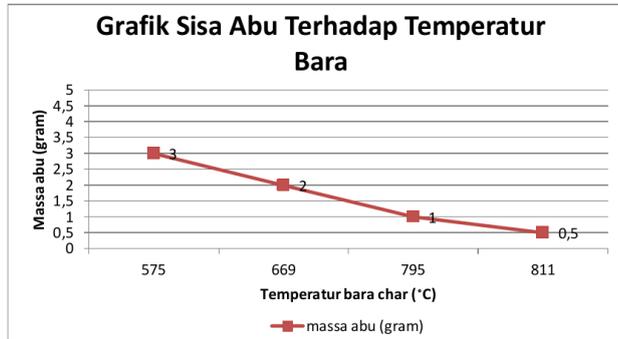
Gambar 3. Grafik Hubungan Prosentase Warna Nyala Api Terhadap Temperatur

Dari hasil penelitian grafik diatas menunjukkan nilai prosentase warna merah cenderung menurun seiring besarnya temperatur proses yang diberikan, sedangkan warna biru sebaliknya cenderung naik seiring bertambahnya temperatur proses yang diberikan. Pada grafik menunjukkan nilai prosentase warna merah dengan temperatur proses 250°C sebesar 79% sedangkan temperatur proses 550°C sebesar 46%. Dan prosentase warna biru pada temperatur proses 250°C sebesar 21% sedangkan temperatur proses 550°C sebesar 54%.



Gambar 4 Grafik Waktu Nyala Bara Terhadap Temperatur Proses

Dari hasil grafik diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur yang diberikan pada proses pirolisis, maka waktu nyala bara pada char semakin lama. Pada grafik diatas nilai waktu minimum sebesar 20 menit pada temperatur proses 250°C. Dan waktu maksimum sebesar 28 menit pada temperatur proses 550°C.



Gambar 5. Grafik Sisa Abu Char Terhadap Temperatur Bara

Pada hasil grafik penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur bara char hasil pirolisis, maka sisa abu hasil pembakaran akan menurun. Sisa abu maksimum sebesar 3 gram pada temperatur bara char sebesar 575°C. Dan sisa abu minimum sebesar 0,5 gram pada temperatur 811°C.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Variasi temperatur dalam proses pirolisis mempengaruhi nilai karakteristik char yang dihasilkan.
2. Semakin tinggi temperatur proses, maka prosentase warna biru api meningkat dan sebaliknya warna merah menurun.
3. Waktu nyala bara cenderung semakin lama, temperatur bara cenderung meningkat, dan sisa abu yang dihasilkan semakin minim.
4. Hasil penelitian menunjukkan kualitas char temperatur proses 550°C merupakan produk terbaik yang dihasilkan dalam penelitian ini.

Saran

1. Menggunakan variasi putaran rpm pada reaktor pirolisis type rotary kiln.
2. Menggunakan jenis katalis yang berbeda.
3. Dilakukan penelitian lebih lanjut pirolisis ban terhadap produk tar (bio-oil) dan gas.
4. Penelitian lebih lanjut terhadap limbah sampah lainnya dengan temperatur serta metode peralatan yang sama untuk membandingkan kualitas masing-masing char.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dewan Karet Indonesia, 2012. *Program Percepatan Hilirisasi Usaha Industri Karet Periode Tahun 2012-2015*. Dewan Karet Indonesia. Jakarta.
- [2] Zabaniotou, A. A And G. Stravropoulus, 2003. *Pyrolysis Of Used Automobile Tires And Residual Char Utilization*. Journal Of Analitical And Applied Pyrolysis, 70:711-722.

- [3] Alam, A, 2003. *Hasil Distilasi Kering Limbah Proses Pembaharuan Telapak Ban Sebagai Bahan Bakar Dan Bahan Kompon Karet Alam*. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Bogor.
- [4] Sunardjo, Sajima, 2012. *Optimasi Kondisi Operasi Peleburan Konsentrat Zirkon Menggunakan Rotary Kiln*. Heat Mass Transfer. Doi 10.1007/S00231 -011-0764-1. Springer-Verlag.
- [5] Qiram, Ikhwanul, Widhiyanuriyawan, D, 2015. *Pengaruh Variasi Temperatur Terhadap Massa Dan Energi Yang Dihasilkan Pirolisis Serbuk Kayu Mahoni (Switenia Macrophylla) Pada Rotary Kiln. Rotor 8.2 (2015): 1-7*.
- [6] Fatimah, Is, 2004. *Pengaruh Laju Pemanasan Terhadap Komposisi Biofuel Hasil Pirolisis Serbuk Kayu*. Jurnal Logika, Vol 1, No. 1.
- [7] Syaroni Imam Ahmad, 2016. *Analisa Warna Api Dan Suhu Pembakaran Biogas Limbah Pasar Yang Sudah Dipurifikasi Dengan Kalium Hidrosida*. Universitas Jember.
- [8] Sutoyo, 2014. *Optimasi Kualitas Pembakaran Briket Char Produk Pyrolysis Limbah Plastik Melalui Pengkajian Ultimate Dan Efek Porositas*. Universitas Muhammadiyah Magelang.