

REKAYASA SCREW PYROLISER UNTUK MENGHASILKAN CHAR DARI SAMPAH KOTA TERSELEKSI

Dwi Ariès Himawanto¹, Indarto², Harwin Saptoadi², Tri Agung Rohmat²

¹Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami no. 36A Surakarta Telepon (0271) 632163 E-mail : dwi_ah@uns.ac.id¹

²Jurusan Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada

Jl. Grafika Yogyakarta

Abstrak

Tujuan utama dari penelitian ini adalah merencanakan peralatan guna proses slow pyrolysis secara kontinu dengan sistem screw yang tepat agar mampu menghasilkan char dari bahan sampah kota terseleksi. Proses rekayasa diawali dengan pembuatan desain yang dilanjutkan dengan proses pembuatan screw pyrolyser hasil desain untuk selanjutnya diuji dalam kondisi dingin dan dalam kondisi panas. Hasil pengujian peralatan menunjukkan jumlah kapasitas yang dapat diolah dalam kondisi uji panas 30 % dari kapasitas yang dapat dilayani pyrolyser dalam kondisi dingin, hal ini diduga disebabkan adanya hambatan gerak akibat proses pelelehan komponen anorganik sampah kota dan adanya tar yang kembali ke bahan baku yang menyebabkan bahan baku menjadi keras

Kata Kunci : *screw pyrolyser, sampah kota terseleksi, char.*

Pendahuluan

Pengolahan sampah kota menjadi permasalahan yang semakin terasa di kota besar, karena kuantitas sampah kota yang dihasilkan disamping bervariasi jenis sampah kota yang harus diolah. Berbagai teknologi pengolahan sampah kota telah diusulkan, namun demikian terdapat beberapa kelemahan dari teknologi yang ditawarkan tersebut. Dari berbagai alternatif pengolahan sampah kota yang dimunculkan, teknologi pirolisis merupakan salah satu alternatif yang layak dipertimbangkan.

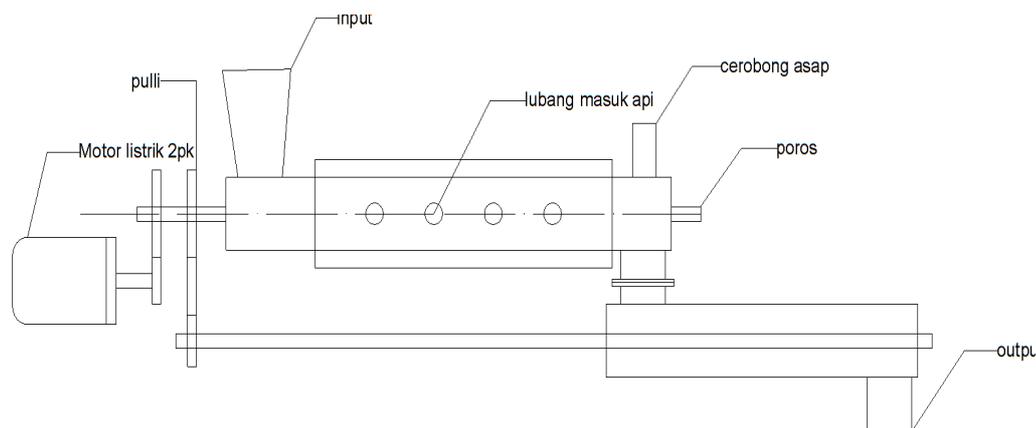
Proses pirolisis atau proses karbonisasi secara prinsip merupakan proses konversi energi secara termokimia (thermal decomposition) namun tanpa ada oksigen, hasil akhir yang diperoleh adalah tar, char dan gas. Tar yang dihasilkan dapat diolah melalui proses destilasi kimiawi untuk dijadikan bahan dasar kimia ataupun diolah menjadi bahan bakar cair, sementara char yang dihasilkan dapat digunakan sebagai refuse derived fuel sebagai pengganti batu bara atau kayu bakar, sementara gas yang dihasilkan masih harus melalui beberapa perlakuan sebelum dapat digunakan. Kesetimbangan antara char, tar dan gas yang dihasilkan dalam proses pirolisis tergantung pada beberapa hal diantaranya adalah kecepatan kenaikan temperatur pirolisis, temperatur akhir pirolisis dan jenis biomass yang dipirolisis. Secara umum diketahui bahwa kenaikan temperatur pirolisis yang lambat (slow pyrolysis) akan memberikan char yang lebih banyak, dan kenaikan temperatur pirolisis yang cepat (fast pyrolysis) akan memberikan tar yang lebih banyak.

Penelitian mengenai pirolisis sampah kota dilakukan oleh Matsuzawa dkk. (2007) dan didapatkan hasil bahwa nilai kalor arang sampah kota mencapai setengah dari nilai kalor batu bara, penelitian dilakukan hanya dengan memvariasi temperatur akhir proses karbonasi tanpa melibatkan variabel laju karbonasi. Sementara itu hasil nilai kalor yang lebih tinggi didapatkan dari hasil penelitian Phan dk. (2008), hal tersebut bisa didapatkan dengan jalan memvariasi kecepatan kenaikan temperatur pirolisis, namun penelitian tersebut dilakukan dengan memisahkan komponen-komponen sampah kota dan dilakukan pirolisis sendiri-sendiri.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan tim peneliti antara tahun 2009-2010, telah didapatkan satu kondisi slow pyrolysis yang tepat untuk sampah kota terseleksi yaitu proses pirolisis untuk komposisi sampah 75 % organik – 25 % anorganik (d disesuaikan dengan komposisi sampah kota yang dihasilkan di Indonesia) dengan temperatur akhir pirolisis 400 °C dan *heating rate* 10 °C/menit serta *holding time* 30 menit yang memiliki nilai kalor sebesar 6.081,584 kal/gram, dengan kadar air 3,85 %, kadar abu 20,73 % *volatile matter* 73,49 % dan *fixed carbon* sebesar 1,93 %. Sementara *tar (synthetic oil)* yang dihasilkan sebesar 2,53 % dari berat bahan baku dengan nilai kalor 110,41 kal/gram, sedikitnya jumlah tar yang dihasilkan disebabkan karena belum sempurnanya proses pendinginan gas. Namun kondisi penelitian yang dilakukan masih dalam fixed bed reactor, sehingga kapasitas produksi yang dihasilkan, baik char maupun tar, terbatas. Oleh karena itu, perlu dikembangkan teknologi pirolisis yang dapat berlangsung secara kontinu, yang salah satunya melalui teknologi screw pyrolyser.

Metodologi Penelitian

Proses rekayasa *screw pyrolyser* didasarkan atas beberapa pertimbangan terkait dengan optimasi antara kapasitas yang dihasilkan dan kualitas *char* yang dihasilkan. Kualitas *char* yang dihasilkan sangat tergantung pada temperatur pirolisis, *heating rate* dan waktu tinggal sampah kota dalam *pyrolyser*, sementara kapasitas yang dihasilkan tergantung pada dimensi *pyrolyser* dan kecepatan putar dari *screw*. Dalam proses rekayasa *screw pyrolyser*, temperatur pirolisis diatur melalui pengaturan besar nyala api LPG sebagai sumber panas, *heating rate* direpresentasikan melalui kombinasi antara panjang *pyrolyser* dan kecepatan putar *screw* sedangkan waktu tinggal sampah kota dalam *pyrolyser* direpresntasikan melalui penambahan silinder yang diisolasi untuk memperpanjang waktu tinggal. Gambar desain *screw pyrolyser* yang direkayasa dapat dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Desain *screw pyrolyser* yang direkayasa (tanpa skala)

Pyrolyser yang dihasilkan dalam penelitian ini digerakkan dengan menggunakan motor listrik dengan daya 2 HP, pyrolyser terdiri atas 2 buah silinder konsentris berdiameter 20 cm dan 30 cm, rongga diantara dua buah silinder tersebut sebagai tempat udara panas guna pemanasan proses pirolisis, sumber panas berasal dari pembakaran gas LPG yang diletakkan pada 4 titik di sepanjang pyrolyser. Screw yang berfungsi sebagai transporter diletakkan dalam silinder dalam berdiameter 20 cm, panjang pyrolyser adalah 150 cm. Untuk menjamin proses pemanasan merata, maka putaran mesin direduksi dengan speed reducer dengan perbandingan 1 : 40. Setelah pyrolyser direkayasa, tahap selanjutnya adalah pengujian dalam kondisi dingin (tanpa adanya pemanasan) untuk memastikan bahwa *screw pyrolyser* berfungsi dengan baik. dan dalam kondisi panas, yaitu untuk proses pirolisis dengan adanya panas dari LPG pada temperatur silinder bagian dalam 400 °C, dengan sampel yang digunakan adalah 70 % sampah organik dan 30 % sampah non organik.

Screw pyrolyser telah diuji coba dalam kondisi dingin (tanpa adanya pemanasan), dan menghasilkan kapasitas pirolisis sekitar 20 kg/jam, namun ketika diujicoba secara panas (dengan pemanasan) kapasitas menurun hingga 4 kg/jam, hal ini disebabkan adanya penyumbatan di koneksi antara silinder pertama dan kedua. Penyumbatan diduga karena adanya penumpukan *tar* karena saluran berdiameter kecil seperti terlihat dalam gambar 6.2. Namun setelah silinder ke 2 dihilangkan kapasitas meningkat menjadi 6 kg/jam, hal ini diduga disebabkan karena adanya *tar* lengket pada *screw* dan dinding reaktor sehingga membuat sampel sulit untuk didorong keluar

Hasil dan Pembahasan

Hasil rekayasa *screw pyrolyser* yang dilakukan dapat dilihat dalam Gambar 2.



Gambar 2. *Screw pyrolyser* yang direkayasa

Hasil pengujian dalam kondisi dingin kapasitas screw pyrolyser yang direkayasa adalah 20 kg/jam dengan menggunakan silinder kedua namun dalam kondisi untuk proses pirolisis kapasitas menurun hingga 6 kg/jam tanpa adanya silinder kedua, hal ini diduga karena adanya tar dari asap yang tidak bisa keluar ke saluran asap sehingga asap tersebut mengalami secondary cracking yang mengakibatkan sampel menggumpal dan sulit untuk bergerak. Fenomena secondary cracking ini dijelaskan oleh Di Blasi (2008) dan Yang et al. (2007). Sementara hasil char yang didapatkan dapat dilihat dalam Gambar 3, secara fisik dapat dikatakan sampel telah menjadi char, dilihat dari sifat fisiknya yang berwarna hitam.



Gambar 3. Char yang dihasilkan

Fenomena menarik yang dijumpai dalam penelitian ini adalah, bila kapasitas screw pyrolyser berlebih, maka asap yang terjadi tidak bisa seluruhnya masuk ke saluran asap yang didesain sehingga asap akan kembali ke sampel sampah kota yang bergerak dalam screw. Asap yang terjebak dalam sampel sampah yang bergerak akan terkondensasi kembali menjadi tar dan akan menyebabkan sampel akan mengeras dan melekat pada screw, seperti terlihat dalam gambar 4.



Gambar 4. Sampel sampah kota yang menggumpal dalam *screw pyrolyser*

Gumpalan sampel dari dalam screw pyrolyser bila dikeluarkan dan setelah didinginkan akan mengeras seperti yang terlihat dalam Gambar 5.



Gambar 5. Sampel sampah kota yang menggumpal dalam *screw pyrolyser*

Kesimpulan

Teknologi screw pyrolyser prospektif digunakan dalam proses pembuatan char dari sampah kota terseleksi, namun harus diperhatikan efek menggumpalnya sampel dalam reaktor yang disebabkan adanya proses kondensasi asap menjadi tar. Adanya efek kondensasi asap ini menyebabkan kapasitas screw pyrolyser yang direkayasa menjadi 30 % dari kapasitas bila tanpa ada pirolisis.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih pada DP2M Ditjen Dikti yang telah membiayai kegiatan penelitian ini melalui skema Hibah Penelitian Strategis Nasional Tahun Anggaran 2012. Penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih pada semua asisten yang telah membantu dalam kegiatan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Di Blasi, C. ,*Modeling Chemical and Physical Processes of Wood and Biomass Pyrolysis*, Progress in Energy and Combustion Science 34 , pp. 47-99, 2008
- Dwi Aries Himawanto, Indarto, Harwin Saptoadi, Tri Agung Rohmat, *Pengaruh Heating Rate Pada Proses Slow Pyrolysis Sampah Bambu dan Sampah Daun Pisang*, Seminar Rekayasa Kimia dan Proses Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro, 2010
- Matsuzawa, Y., Mae, K., Hasegawa, I., Suzuki, K., Fujiyoshi, H., Ito, M., Ayabe, M., *Characterization of Carbonized Municipal Waste as Substitute for Coal Fuel*, Fuel 86 ,2007, pp. 264–272
- Yang, Y.B., Phan, A.N., Ryu, C., Sharifi, V., Swithenbank, J., *Mathematical Modelling of Slow Pyrolysis of Segregated Solid Waste in A Packed-Bed Pyroliser*, Fuel 86, 2007, pp. 169-180