



PENGARUH TEMPERATUR DAN UKURAN PARTIKEL TERHADAP DISTRIBUSI PRODUK PIROLISIS BATUBARA SUBBITUMINUS

Ratih Diah Andayani

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas IBA
Jl. Mayor Ruslan Palembang
ratihd.andayani@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian yang mengkaji kualitas air Sungai Cisadane Kota Tangerang berdasarkan Pemanfaatan batubara di Indonesia sebagai bahan bakar langsung mempunyai efek negatif terhadap lingkungan. Pirolisis merupakan teknologi yang dapat memberikan solusi guna mengoptimalkan pemanfaatan batubara yang aman terhadap lingkungan. Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh temperatur dan ukuran partikel batubara terhadap distribusi produk pirolisis. Penelitian dilakukan di dalam reaktor unggun tetap bervolume 4 Liter dan tekanan atmosfer dengan menggunakan gas inert N_2 pada laju alir tetap 300 mL/menit. Penelitian ini menggunakan batubara peringkat Sub-Bituminus B dari daerah penambangan Air Laya Bukit Asam Tanjung Enim Sumatera Selatan, dengan variasi temperatur dari 400 °C – 700 °C ukuran partikel -6/8 mesh (3,36-4,76 mm) dan -3/4 mesh (4,76-6,73 mm). Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan kenaikan temperatur, produk zat terbang total dan gas terus meningkat hingga temperatur 700 °C sementara produk arang menurun. Produk tar menunjukkan kecenderungan meningkat dan mencapai maksimum pada temperatur 600 °C yaitu sebesar 20,03 % dan 8,05 % masing-masing untuk ukuran partikel -6/8 mesh dan -3/4 mesh, kemudian menurun pada temperatur 700 °C. Ukuran partikel berpengaruh pada perolehan produk zat total dan tar. Pada ukuran partikel yang lebih kecil (-6/8 mesh) menunjukkan produk yang lebih tinggi dibanding hasil pada ukuran partikel yang lebih besar (-3/4 mesh), sementara pengaruh ukuran partikel terhadap produk gas tidak signifikan, sedangkan produk arang meningkat dengan bertambah besar ukuran partikel batubara yaitu sebesar 60,31 % dan 62,16 % masing-masing untuk ukuran partikel -6/8 mesh dan -3/4 mesh pada temperatur pirolisis 400 °C.

Kata Kunci : pirolisis, temperatur, ukuran partikel, tar

PENDAHULUAN

Cadangan batubara di Indonesia sangat melimpah dibandingkan dengan minyak bumi, Kementerian ESDM mencatat cadangan total batubara Indonesia yang belum terjamah sebesar 23,99 miliar ton tahun 2017 dengan jumlah cadangan yang terukur sebesar 8,24 miliar ton, dengan jumlah cadangan yang terbesar terdapat di Palu Sumatera dan Pulau Kalimantan dan sebagian kecil terdapat di Pulau Sulawesi, Papua dan pulau Jawa.

Penggunaan batubara untuk keperluan dalam negeri Negeri (*Domestic Market Obligation/DMO*) terus mengalami peningkatan tercatat pada tahun 2013 pemanfaatan untuk DMO sebesar 72 juta ton, tahun 2014 sebesar 76 juta ton, tahun 2015 sebanyak 86 juta ton dan pada tahun 2016 tercatat 91 juta ton. Sampai saat ini, pemanfaatan batubara di Indonesia, baik untuk memenuhi energi maupun non-energi belum kompetitif dibandingkan minyak bumi masih terbatas hanya sebagai bahan bakar langsung (*direct combustion*) pada industri semen, industri – industri besi dan baja, pulp dan kertas, industri lain meliputi pabrik-pabrik tekstil, makanan, genteng, bata dan manufaktur serta

sebagai energi panas dan bahan bakar pada pembangkit listrik (PLTU) serta keperluan ekspor. Selain ini, batubara juga digunakan dalam bentuk briket untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga dan industri-industri kecil.

Walaupun Indonesia saat ini belum menerapkan teknologi pemanfaatan batubara seperti di negara-negara maju lainnya, tetapi diharapkan dimasa mendatang dapat mengembangkan teknologi pemanfaatan batubara yang dapat memberikan kontribusi bagi industri kimia dan petrokimia mengingat harga minyak bumi yang semakin naik dan jumlah cadangan minyak bumi yang semakin menipis seperti yang dinyatakan oleh *World Energy Council* (WEC) pada tahun 2013 memperkirakan cadangan minyak bumi di dunia hanya cukup untuk 56 tahun kedepan.

Pemanfaatan batubara sebagai bahan bakar langsung dalam bentuk padatan bubuk dapat menimbulkan masalah lingkungan dari buangan padat yang berupa abu terbang (*flyash*). Oleh karena itu pemanfaatan batubara harus lebih ditingkatkan, salah satu cara yang cukup potensial dan dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan adalah dengan mengubah batubara menjadi bahan bakar yang ramah lingkungan. Teknologi yang dapat mengubah batubara menghasilkan bahan bakar gas, cair dan padat yang layak untuk dikembangkan adalah proses pirolisis. Pada proses pirolisis, batubara direaksikan secara termik menghasilkan bahan bakar dalam bentuk cair, gas dan padat (*char*). Bahan bakar gas dan cair yang dihasilkan dari proses pirolisis batubara tidak lagi mengandung bahan pencemar sehingga saat digunakan sebagai bahan bakar tidak menimbulkan masalah pencemaran lingkungan akibat abu terbang.

Penelitian pirolisis batubara peringkat sub-bituminus dengan variasi temperatur dan ukuran partikel batubara bertujuan untuk mengkaji distribusi produk yang dihasilkan pada proses pirolisis terhadap produk gas, cair dan padat yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak bumi.

TINJAUAN PUSTAKA

Batubara merupakan bahan bakar fosil padat yang terbentuk dari sisa tumbuh-tumbuhan yang tertimbun dalam waktu yang sangat lama dengan melalui beberapa fasa geologi. Tahapan pembentukan batubara dimulai dari kayu kemudian menjadi gambut, *brown coal*, lignit, su-bituminus, bituminus dan antrasit yang merupakan batubara peringkat tertinggi. Selama proses pembentukan terjadi penurunan kadar oksigen dan penurunan kadar zat terbang, sementara kadar karbon meningkat. Unsur-unsur pembentuk batubara adalah C, H, O dan sedikit belerang dan abu.

Struktur kimia batubara sangat kompleks, sehingga sulit ditentukan, kira-kira berbentuk polimer padat yang tidak larut dalam pelarut organik. Struktur batubara tersusun dari gugus polisiklik dan aromatik, masing-masing gugus dihubungkan dengan struktur alifatik. Gugus polisiklik terdiri dari gugus fungsional oksigen, nitrogen dan sulfur. Pada proses pirolisis, struktur karbon tetap (*fixed carbon*) tidak terdekomposisi dan pada akhir proses sebagian besar menjadi kokas (Shinn, 1984).

Pirolisis Batubara

Pirolisis batubara adalah proses pemanasan batubara dengan menggunakan gas inert (N_2 atau gas He) atau dengan menggunakan pereduksi (gas H_2). Pada pemanasan ini batubara terdekomposisi disertai dengan pemutusan ikatan, penguapan dan kondensasi yang berakibat terjadi perubahan densitas pada gugus alifatik dan aromatik. Produk dari proses pirolisis adalah gas, cair (*tar*) dan padat (*residu*) yang berupa arang (*kokas*) dan abu. Jumlah produk yang dihasilkan bervariasi bergantung pada beberapa faktor, misalnya temperatur operasi pirolisis, peringkat batubara, jenis gas inert, ukuran partikel. Jumlah residu yang dihasilkan kira-kira 50 % dari berat batubara umpan (Suurberg, 1980).

Keuntungan dari proses pirolisis adalah dapat dilakukan pada temperatur rendah dan tekanan atmosfer serta tidak memerlukan penambahan reaktan zat kimia, sedangkan kelemahan dari proses pirolisis, terutama untuk mendapatkan produk cair tidak semua peringkat batubara memberikan hasil yang memuaskan, hanya batubara peringkat tinggi yang dapat memberikan hasil yang baik. Proses pirolisis diategorikan berdasarkan suhu operasi, yakni ; Pirolisis temperatur rendah (300 – 700 °C), pirolisis temperatur sedang (700-900 °C) dan pirolisis temperatur tinggi (>900 °C)

Menurut Gavalas (1982) mengelompokan produk pirolisis batubara berdasarkan pada temperatur pembentukannya. Kelompok pertama meliputi produk cair (tar), air dan gas karbon dioksida. Produk ini mulai dihasilkan pada temperatur 300 °C dan jumlahnya konstan sampai temperatur 700 °C. Kelompok ke dua terdiri dari produk cair, gas CO, gas H₂ dan gas-gas hidrokarbon (metana, etana, propana), produk ini terbentuk pada temperatur yang lebih tinggi dan jumlahnya terus meningkat dengan bertambahnya tinggi temperatur hingga 1000 °C.

Menurut Owen (1979), jenis-jenis produk pirolisis pada temperatur rendah dan temperatur tinggi adalah sama, hanya berbeda kuantitasnya yakni terdiri dari produk gas, cair dan arang, produk cair terdiri dari tar, minyak ringan dan liquor. Produk liquor merupakan campuran dari amonium hidroksida dan amonium sulfat. Perbedaan yang mencolok antara produk pirolisis temperatur rendah dan temperatur tinggi adalah jumlah produk gas dan liquor tinggi, sementara produk tar dan minyak ringan menurun kira-kira 50 %.

Menurut Van Heek,dkk (1993) menyatakan bahwa jumlah tar yang dihasilkan terus meningkat dengan kenaikan temperatur, tetapi pada temperatur >600 °C sebagian senyawa tar terjadi perengkahan menjadi gas dan sebagian terdeposit menjadi karbon padat. Keadaan ini menyebabkan produk tar menurun dan produk gas meningkat tajam.

Hasil dari berbagai penelitian yang terhimpun menunjukkan bahwa makin tinggi temperatur pirolisis, produk zat terbang meningkat, produk kokas menurun. Sementara Tyler, 1980; Collin, 1983; Calkins dan David, 1984; Teo & Watkinson, 1986 menyatakan bahwa produk tar mencapai maksimum pada temperatur sekitar 550 – 600 °C, sementara Linda Sayuti, dkk (2007), mengemukakan bahwa hasil cairan terbanyak didapat pada temperatur pirolisis 650 °C baik pirolisis termal maupun dengan menggunakan katalis, sedangkan pirolisis pada temperatur tinggi hasil terbanyak adalah gas untuk pirolisis termal, sedangkan pada pirolisis dengan menggunakan katalis Ni/zeolit adalah kokas.

Semakin besar ukuran partikel batubara, produk arang dan gas total meningkat, sedangkan produk cair (tar) berkurang hal ini dikarenakan ukuran partikel batubara yang besar menyebabkan pelepasan zat terbang keluar dari partikel memerlukan waktu yang lebih lama sehingga zat terbang berada di dalam partikel menjadi lama pula, kondisi ini menyebabkan sebagian tar mengalami perengkahan menjadi gas. (Stubington & Sumaryono, 1984), hal yang sama juga dikemukakan oleh Caumia & Kalkreuth, 1982, meneliti pengaruh ukuran partikel batubara, bahwa produk gas metan dan gas-gas hidrokarbon lainnya serta gas-gas oksida bertambah dengan bertambahnya besar ukuran partikel batubara, hal ini menunjukkan terjadi peningkatan reaksi sekunder.

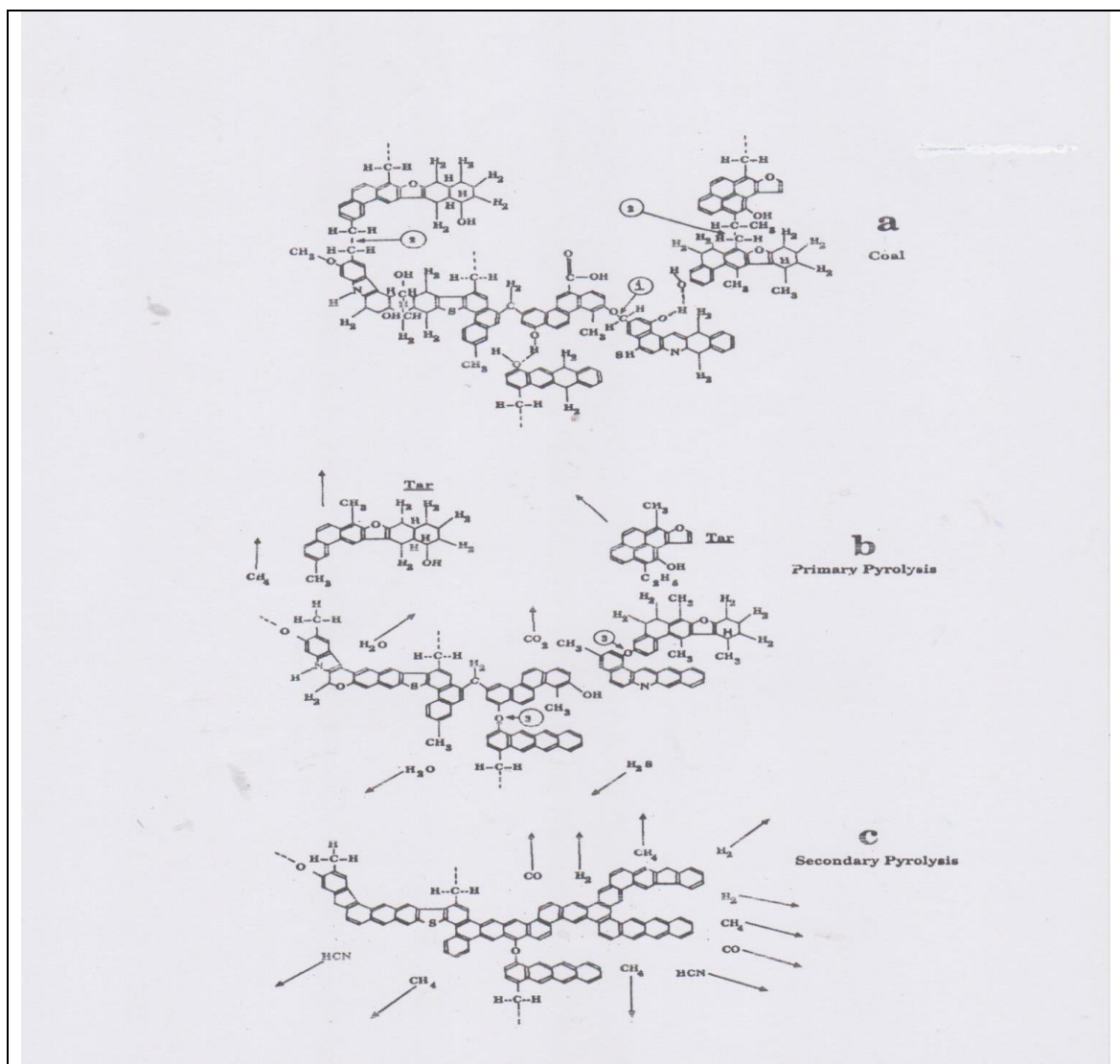
Pengaruh ukuran partikel batubara berpengaruh pada produk zat terbang total, ukuran partikel yang besar menurunkan produk tar dan meningkatkan produk gas, karena pengaruh reaksi sekunder lebih besar (Jianglong Yu, 2006).

Mekanisme Pirolisis Batubara

Reaksi pirolisis batubara merupakan proses yang sangat kompleks, selain struktur kimia batubara yang sangat rumit juga dipengaruhi banyak faktor, di antaranya temperatur, tekanan, ukuran partikel batubara, jenis dan asal batubara, laju gas inert laju pemanasan dan geometri reaktor. Model pembentukan produk pirolisis sulit untuk diketahui dengan pasti dan sudah banyak peneliti yang

memperkirakan mekanisme reaksi pirolisis batubara menjadi produk gas, cair dan padat dari sudut pendekatan yang berbeda sehingga menghasilkan mekanisme reaksi yang bermacam-macam. Sejumlah peneliti mengemukakan bahwa mekanisme reaksi tidak terjadi secara serentak tetapi tahapan-tahapan. JF.Stubington dan Sumaryono, 1983 menjelaskan mekanisme proses pirolisis batubara melalui dua tahapan reaksi, yaitu reaksi kompetitif antara atom hidrogen dan atom oksigen dan reaksi sekunder yang terjadi pada senyawa zat terbang (volatile) .

Solomon, 1990 memperkirakan mekanisme pembentukan produk pirolisis dari struktur batubara melalui tahap reaksi primer dan reaksi sekunder yang ditunjukkan pada Gambar 1. Menggambarkan struktur batubara yang terdiri dari senyawa siklik dan senyawa aromatik yang dihubungkan oleh jembatan alifatik dan gugus fungsional oksigen, nitrogen dan belerang.



Gambar 1: Mekanisme Pembentukan Produk Pirolisis Batubara Menurut Solomon

Tahap reaksi primer terjadi pada temperatur 200 °C – 400 °C, proses ini dimulai dengan pemutusan jembatan yang paling lemah, yakni dekomposisi rantai alifatik dan gugus siklik pada ikatan C-C dan C-O (ditunjukkan tanda 1 dan 2 pada gambar 1) senyawa pecahan-pecahan molekular atau radikal bebas diikuti dengan pelepasan atom hidrogen (Gambar 1.a) Sebagian atom hidrogen digunakan untuk menstabilkan radikal bebas membentuk senyawa yang lebih stabil dan menguap sebagai produk tar (Gambar 1.b label Tar). Sebagian radikal bebas terjadi polimerisasi menghasilkan senyawa dengan molekul yang lebih besar menghasilkan produk padat. Secara serentak juga terjadi

reaksi dekomposisi gugus fungsional menghasilkan gas, terutama gas CO₂, CH₄ dan air. Gas metana terbentuk dari gugus metil yang terikat pada atom karbon aromatik kemudian bereaksi dengan atom hidrogen. Sedangkan gas CO₂ terbentuk dari kondensasi gugus karboksilat, sementara air terbentuk dari reaksi kondensasi gugus –OH dan gugus –COOH.

Tahap reaksi sekunder ditunjukkan pada Gambar 1.C yang merupakan lanjutan dari reaksi primer, tahap reaksi sekunder terjadi pada temperatur >600 °C. sebagian produk berupa gas sebagai hasil perengkahan beberapa senyawa tar primer, di antaranya gas metana merupakan hasil perengkahan senyawa tar primer yang mengandung gugus metil, gas karbon monoksida sebagai hasil perengkahan gugus eter dan gas hidrogen dihasilkan dari dekomposisi senyawa alifatik dan aromatik.

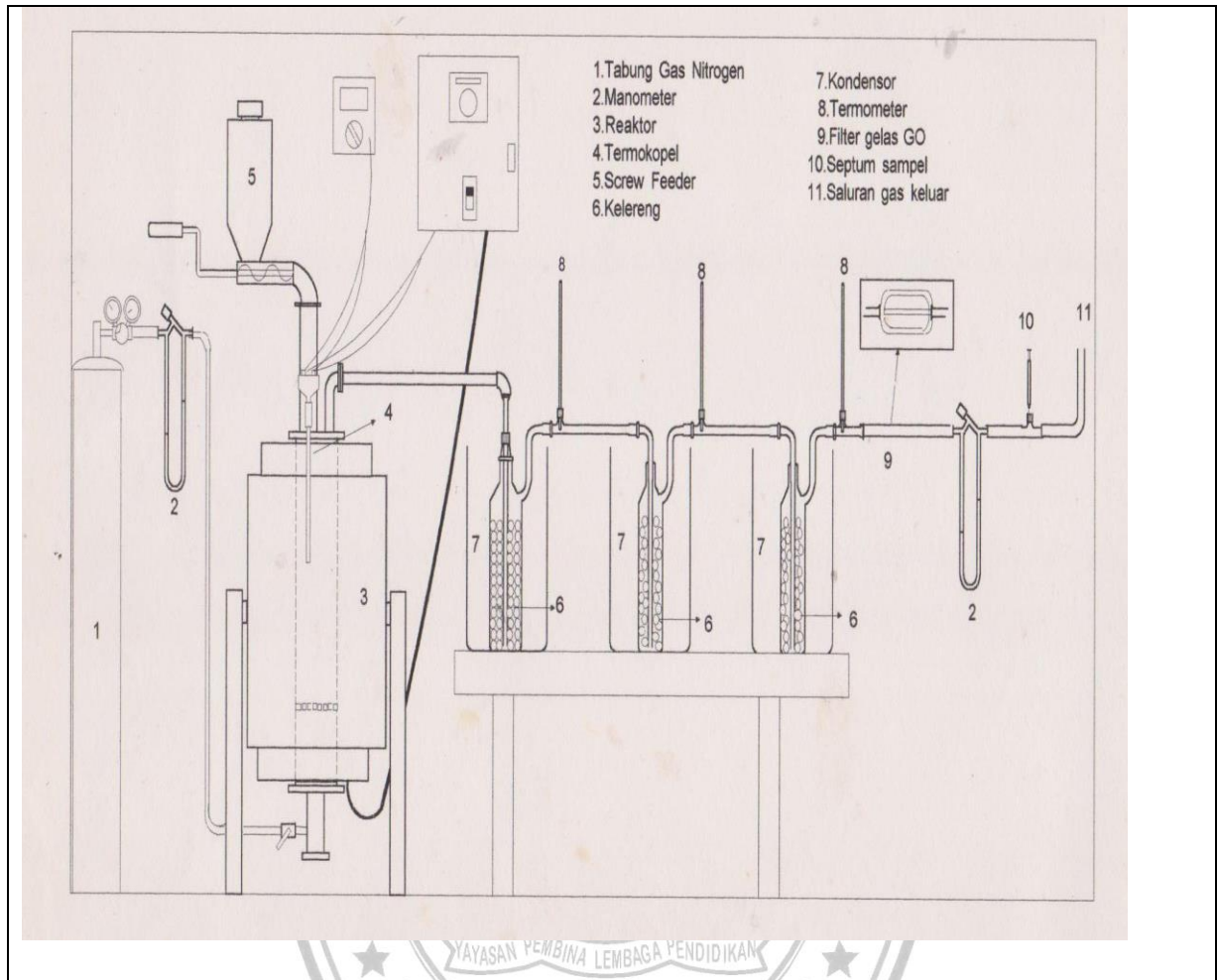
METODA PENELITIAN

Batubara yang dipirolisis peringkat sub-bituminus yang berasal dari Air Laya PT. Bukit Asam, Tanjung Enim, Sumatera Selatan. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas IBA. Proses pirolisis dilakukan dalam sebuah reaktor unggun tetap bervolume 4 liter. Batubara yang digunakan sebanyak 2,5 kg untuk sekali percobaan, ukuran partikel batubara divariasikan pada ukuran -6/8 mesh (3,36 -4,76 mm) dan -3/4 mesh (4,76 – 6,73 mm) dengan laju alir gas Nitrogen tetap yaitu 300 ml/menit. Penelitian dilakukan pada tekanan atmosfer, temperatur divariasikan dari 400°C hingga 700 °C

Reaktor dilengkapi dengan termokopel yang ditempatkan pada bagian tengah reaktor untuk mengukur dan menjaga temperatur tetap konstan selama proses pirolisis. Proses pirolisis dilakukan dengan memanaskan batubara sebanyak 2,5 kg yang telah ditentukan ukuran partikelnya ke dalam reaktor melalui *screw feeder* sedikit-sedikit sambil temperatur operasi dijaga konstan. Produk cair dikondensasi di dalam tabung kondensor tiga tahap dengan menggunakan pendingin masing-masing air, air es dan air es + garam dapur. Produk cair ini merupakan campuran air dan tar, kemudian dipisahkan secara dekantasi.

Pengambilan sampel produk gas dilakukan setiap 15 menit dan dianalisis dengan gas kromatografi. Perhitungan konsentrasi gas dilakukan dengan menghitung luas kromatogram yang dihasilkan integrator. Batubara yang tidak terpirolisis merupakan produk arang yang tertinggal di dalam reaktor dan selanjutnya ditimbang. Rangkaian proses Pirolisis disajikan pada Gambar 2.





Gambar 2. Rangkaian Peralatan Pirolisis Batubara Bukit Asam

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian mengenai pengaruh temperatur dan ukuran partikel batubara terhadap distribusi produk hasil pirolisis disajikan pada Tabel 1. dan Tabel. 2

Tabel 1. Hasil Pirolisis Batubara Sub-Bituminus B, ukuran partikel -6/8 mesh

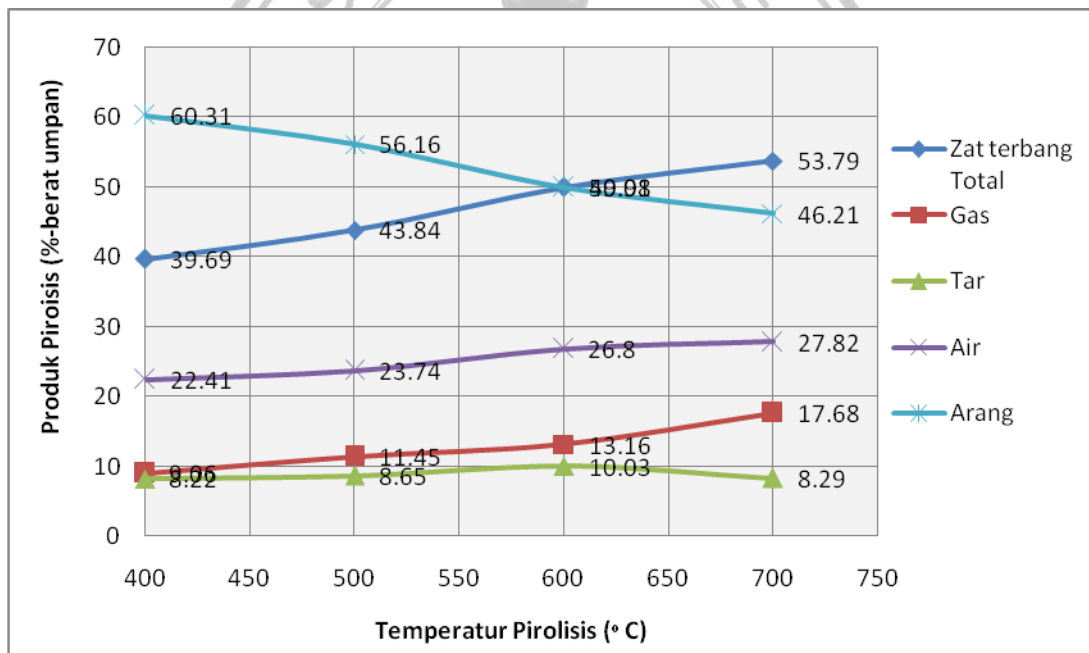
Produk	Temperatur ° C							
	400		500		600		700	
	Berat (gram)	%- berat	Berat (gram)	% berat	Barat (gram)	%- berat	Berat (gram)	%- berat
Zat Terbang	940,32	39,69	1024,35	43,84	1140,91	49,98	1254,69	53,79
Gas	214,62	9,06	267,45	11,45	300,31	13,16	412,39	17,68
Tar	194,80	8,22	202,20	8,65	228,90	10,03	193,30	8,29
Air	530,90	22,41	554,70	23,74	611,70	26,80	649,00	27,82
Arang	1429,00	60,31	1312,20	56,16	1141,80	50,01	1078,30	46,21
Batubara yang tertinggal di screw feeder	30,68		63,45		117,29		67,01	
Total	2369,32	100	2336,55	100,00	2282,71	100,00	2333,00	100,00

Tabel 2. Hasil Pirolisis Batubara Sub-Bituminus B, ukuran partikel -3/4 mesh

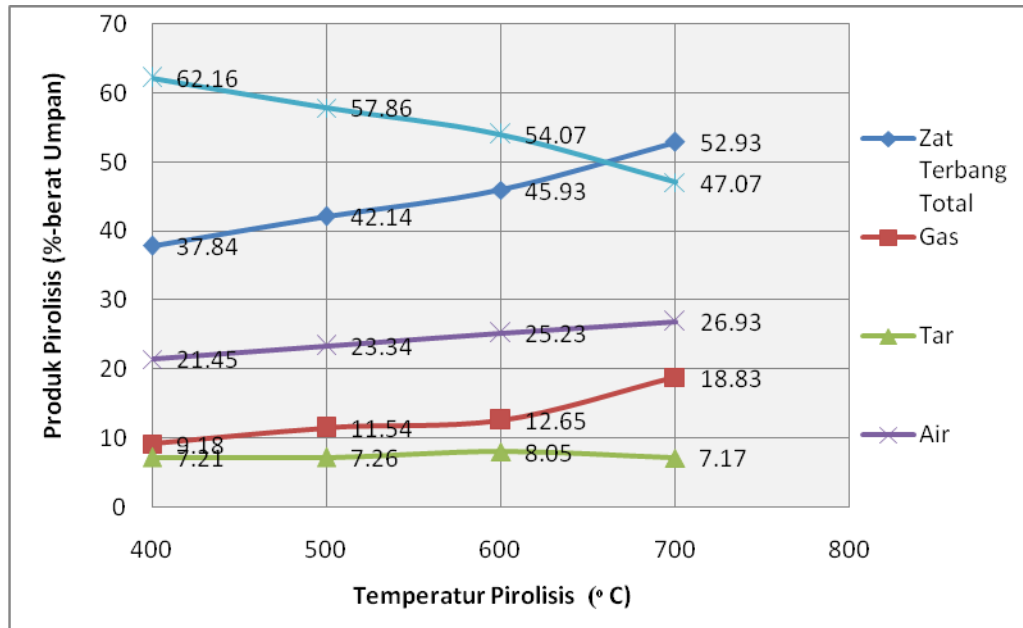
Produk	Temperatur ° C							
	400		500		600		700	
	Berat (gram)	%- berat	Berat (gram)	%	Barat (gram)	%- berat	Berat (gram)	%- berat
Zat Terbang	901,00	37,84	1008,90	42,14	1104,44	45,93	1243,65	52,93
Gas	218,50	9,18	276,42	11,54	304,11	12,65	442,33	18,83
Tar	171,70	7,21	172,68	7,26	193,53	8,05	168,52	7,17
Air	510,80	21,45	558,80	23,34	606,80	25,23	632,80	26,93
Arang	1479,90	62,16	1385,52	57,86	1300,17	54,07	1105,88	47,07
Batubara Umpan	2500		2500		2500		2500	
BB yg tertinggal di screw feeder	119,10		105,58		95,39		150,47	
Total batubara yang terpirolisis	2380,90	100,00	2394,42	100,00	2404,61	100,00	2349,53	100,00

Pengaruh Temperatur terhadap Distribusi Produk Pirolisis

Pengaruh temperatur operasi terhadap distribusi produk pirolisis dialurkan pada Gambar 3 dan Gambar 4 masing masing untuk ukuran partikel -6/8 mesh dan kuran partikel -3/4 mesh.



Gambar 3. Kurva Pengaruh temperatur terhadap Distribusi Produk Pirolisis Batubara Sub-Bituminus B, ukuran Partikel -6/8 mesh



Gambar 3. Kurva Pengaruh temperatur terhadap Distribusi Produk Pirolisis Batubara Sub-Bituminus B, ukuran Partikel -3/4 mesh

Dari Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan bahwa produk zat terbang total meningkat dengan kenaikan temperatur, sementara produk arang berkurang dengan kenaikan temperatur hal ini mengindikasikan bertambahnya jumlah senyawa-senyawa yang dapat dibebaskan dari molekul batubara sebagai hasil perengkahan dekomposisi molekul batubara. Produk gas total dan air terus meningkat dengan kenaikan temperatur, sementara produk tar meningkat dengan kenaikan temperatur hingga mencapai maksimum pada temperatur 600 °C kemudian menunjukkan penurunan pada temperatur 700 °C.

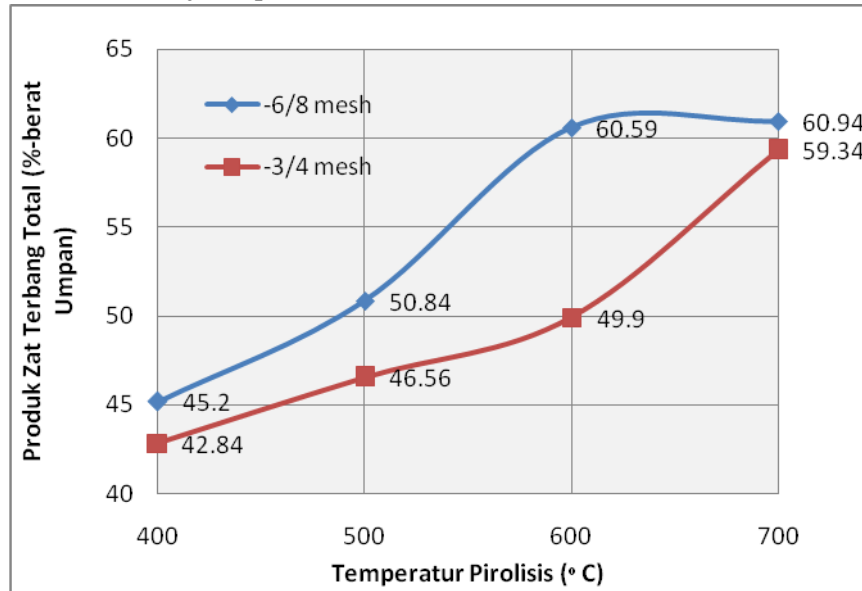
Percobaan pada Temperatur 700 °C terlihat bahwa produk zat terbang total dan mencapai maksimum sementara produk tar dan arang menurun. Peningkatan produk zat terbang dikarenakan terjadi peningkatan produk air dan gas total sebagai akibat dari dekomposisi gugus fungsional menghasilkan gas terutama karbon dioksida, gas metana dan air, selain itu produk gas juga dihasilkan dari perengkahan senyawa tar primer.

Peningkatan produk tar dari temperatur 400 °C hingga suhu 600 °C disebabkan bertambahnya jumlah senyawa-senyawa tar yang dapat dibebaskan dari dekomposisi molekul batubara, pada interval suhu tersebut mekanisme pembentukan tar masih dalam tahap reaksi primer sehingga hasilnya selalu meningkat. Sedangkan pada temperaur 700 °C, sebagian produk tar terengkah menjadi gas, keadaan ini menyebabkan produk tar menurun, hal ini menigindikasikan bahwa pada temperatur 700 °C tahap reaksi sekunder mulai berpengaruh. Kecenderungan ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Van Heek, dkk (1993)

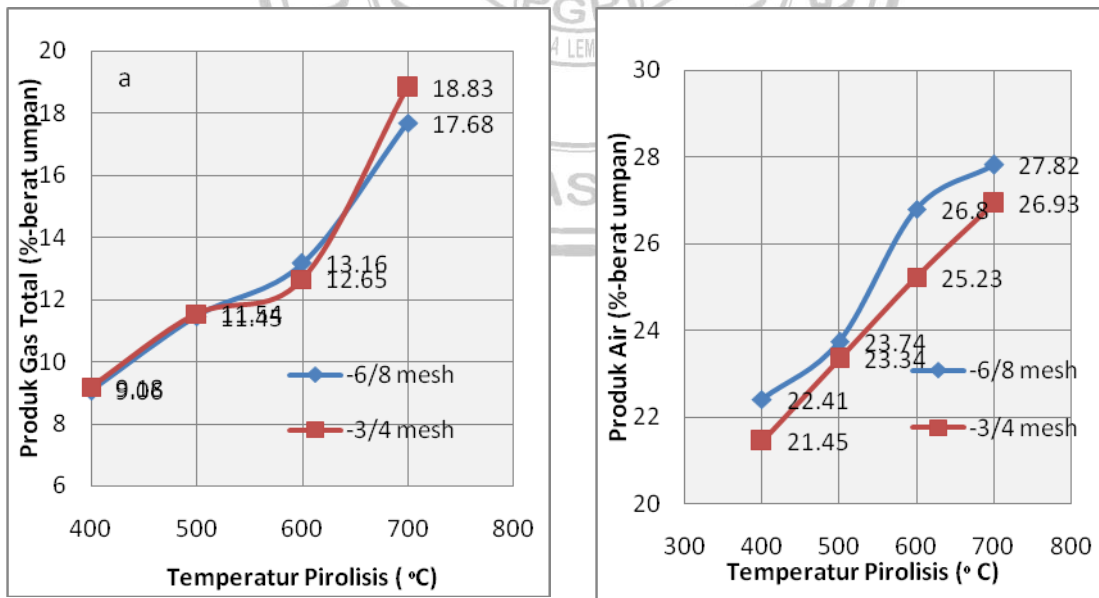
Produk gas total dihasilkan secara simultan saat pembentukan tar primer yaitu dari dekomposisi senyawa alifatik dan gugus fungsional di antara jembatan metilen, gugus fungsional oksigen seperti gugus karboksilat, gugus hidroksil dan gugus eter. Pada temperatur 700 °C produk gas meningkat tajam karena sebagian besar dihasilkan dari perengkahan senyawa primer. Sementara produk air tampak meningkat dengan kenaikan temperatur, produk air sebagian dihasilkan dari reaksi esterifikasi dan kondensasi gugus hidroksil fenol, air yang terbentuk dari reaksi ini jumlahnya meningkat dengan kenaikan temperatur dan kuantitasnya bergantung pada jumlah oksigen yang terkandung di dalam batubara (Gavalas, 1982).

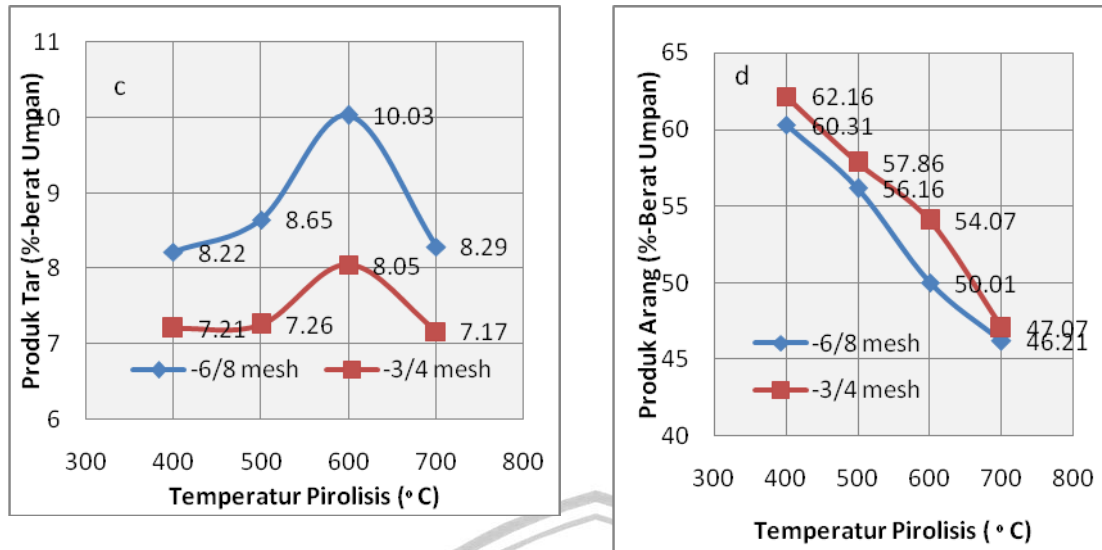
Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Distribusi Produk Pirolisis

Hasil penelitian pengaruh ukuran partikel batubara terhadap produk gas hasil pada rentang temperatur 400 s/d 700 °C disajikan pada Gambar 4 dan Gambar 5



Gambar 4 : Kurva Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Produk Zat terbang Total





Gambar 5 : Kurva Pengaruh Ukuran Partikel Batubara Terhadap Distribusi Produk gas, tar, air dan arang

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh ukuran partikel terhadap distribusi produk hanya berpengaruh pada temperatur 400 s/d 600° C. Pada interval temperatur tersebut pada ukuran partikel yang lebih kecil (-6/8 mesh), produk zat terbang total dan tar lebih tinggi dibanding pada ukuran partikel yang lebih besar (-3/4 mesh), sementara produk arang bertambah dengan bertambahnya besar ukuran partikel, sedangkan gas hampir tidak berpengaruh. Fenomena ini menunjukkan bahwa pada ukuran partikel yang lebih besar distribusi panas tidak sebaik pada ukuran partikel yang lebih kecil, panas tidak terdistribusi sampai ke dalam partikel, sehingga reaksi perengkahan tidak sempurna, akibatnya zat terbang yang dapat dibebaskan menjadi produk tidak sebanyak pada ukuran partikel yang lebih kecil.

Selain itu, karena ukuran partikel yang besar, menyebabkan pelepasan produk zat terbang total dari dalam molekul batubara ke luar partikel memerlukan waktu yang relatif lebih lama sehingga memungkinkan terjadi reaksi sekunder internal yang berupa perengkahan tar yang belum keluar dari partikel menjadi fraksi yang lebih ringan (gas) atau terjadi polimerisasi menjadi molekul yang lebih besar dan juga terjadi deposit karbon menjadi kokas, hal ini terlihat dengan meningkatnya produk arang pada partikel yang lebih besar (-3/4 mesh). Hasil penelitian ini sesuai dengan yang dinyatakan oleh Suurberg, dkk (1980), Gavalas, dkk (1982) dan Stubington dkk (1984) menyatakan bahwa ukuran partikel batubara yang besar menyebabkan produk tar berkurang, sementara Yu (2006) menyatakan bahwa reaksi sekunder akan meningkat bila digunakan ukuran partikel batubara yang lebih besar karena semakin besar resistensi zat terbang keluar dari dalam partikel batubara.

KESIMPULAN

1. Temperatur Pirolisis sangat menentukan distribusi produk pirolisis, Kenaikan temperatur pirolisis, produk zat terbang total meningkat, sementara produk arang menunjukkan penurunan, sedangkan produk tar menunjukkan kecenderungan meningkat dari temperatur 400°C sampai 600°C, diatas temperatur tersebut cenderung menurun. Produk tar mencapai maksimum pada temperatur pirolisis 600 °C yaitu 10,03 %-berat untuk ukuran partikel -6/8 mesh dan 8,05 %-berat untuk ukuran partikel -3/4 mesh. Produk gas menunjukkan kecenderungan meningkat dengan bertambah tinggi temperatur hingga temperatur 700 °C

yaitu sebesar 17,68 %-berat dan 18,83 %-berat masing-masing untuk ukuran partikel -6/8 mesh dan -3/4 mesh

2. Pengaruh ukuran partikel batubara menunjukkan bahwa produk zat terbang total dan tar menurun dengan semakin besar ukuran partikel batubara. Produk zat terbang maksimum diperoleh pada ukuran partikel -6/8 mesh sebesar 53,79 %-berat pada temperatur pirolisis 700 °C,. Sedangkan produk tar menurun dengan bertambah besar ukuran partikel, sementara produk arang meningkat dengan semakin besar ukuran partikel batubara yaitu sebesar 60,31 % dan 62,16 % masing-masing untuk ukuran partikel -6/8 mesh dan -3/4 mesh pada temperatur pirolisis 400 °C. Pengaruh ukuran partikel terhadap produk gas menunjukkan hasil yang relatif tidak signifikan

DAFTAR PUSTAKA

- Collin,P.J, dkk,1983. Structural Characterization of Coal Tar Derived by Flash Pyrolysis. Coal Liquefaction vol.1 Edited by Schulz, Jhon Willey & Son, New York.
- Gavalas,G.R.1982. Coal Pyrolysis, Coal Science and Technology 4th. Elsevier Scientific Publishing Co, New York
- <https://finance.detik.com/infografis/d-3417754/ri-punya-cadangan-batu-bara-24-miliar-ton-yang-masih-perawan>
- Heek Van,K.H dan Hodek, W. 1993. Structure and Pyrolysis Behaviour of Different coals and Relevant Model Substances. Fuel.73.886-896
- Syafira Primadita, CNN Indonesia, diakses Rabu, 21/03/2018 19:41
- Sayuti,L. dkk, 2007 Perengkahan Produk Cair Batubara Dengan Katalis Ni/Zeolit, J.Kim,Sains &Apl. Vol.X.No.1, hal.,7-11
- Shinn,J.H. (1984). From Coal To Single-Stage and Two-Stage Product : a Reactive Model of Coal Structure, Fuel, 63,1187-1195.
- Solomon, P.R.dkk. 1992.Coal Pyrolysis Experiment Kinetic Rates and Mechanism. Prog/Energy Combust Sci,18,133-220.
- Stubington,Jhon,F,Sumaryono. 1984. Release of Volatiles From Large Coal Particle in a Hot Fluidized Bed. Fuel,63,1013-1019
- Suurberg, E.M. dkk,(1980) Product Compositional in Rapid Hydrolysis of Coal, Fuel,59, 405-412
- Yu Jainglong; Lucas, Jhon A;Wall.Terry F. 2006 Formation of the structure of Chars during devolatilization of pulverized coal and its thermoproperties; A review Elsevier