

TMK-2

TEKNOLOGI PEMANFAATAN BATUBARA UNTUK MENGHASILKAN BATUBARA CAIR, PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK, GAS METANA DAN BRIKET BATUBARA

Sodikin Mandala Putra
Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya

Kampus Unsri Inderalaya Jl. Raya Palembang – Prabumulih Km. 32
Inderalaya OI
SUMSEL, 30662 Telp. 0711-580137, Fax. 0711-580137

ABSTRACT

Utilization of coal as a source of national energy should be made considering the rapid current national energy consumption that can not be met by domestic production of petroleum. Utilization is expected not only in the form of raw materials but the coal has increased value added. Increased added value or quality of coal is also in line with the Masterplan Economic Development Acceleration and Expansion of Indonesia 2011-2025 which has 3 (three) missions are a major focus of one of them is in adding value and expanding the value chain of production processes and distribution of asset management and access (potential) Resources, geografs region, and human resources, through the creation of economic activities that are integrated and synergistic in and inter-regional centers of economic growth.

Coal utilization technology tends to produce one product only to power plants, liquefied coal, city gas (methane), or briquettes. But with the technology to be developed is expected to use coal of various qualities can be used for various purposes. Such as to produce charcoal to briquettes, hot steam for power generation, liquid smoke to synthetic fuels, and methane gas for city gas.

The technology will be developed is a theoretical idea to review the various references from pyrolysis, power plants, as well as liquefaction coal. Coal utilization technology consists of three systems is a combination of three processes namely the utilization of coal combustion process directly, evaporation (steam) and pyrolysis. Coal combustion systems used for high calorie content such as bituminous to anthracite, the system is used as fuel for steam and pyrolysis systems. Pyrolysis system used for low-grade coal such as bituminous coal and lignite will produce charcoal to briquettes, methane gas for city gas, and liquid smoke and tar to synthetic fuel. While the steam system is used to generate steam that is used to turn turbines and generate electrical currents.

Keywords: Utilization of coal, Pyrolysis, Power Plant.

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan batubara sebagai sumber energi nasional harus segera dilakukan mengingat pesatnya konsumsi energi nasional saat ini yang tidak dapat dipenuhi oleh produksi minyak bumi dalam negeri. Pemanfaatan ini diharapkan tidak hanya dalam bentuk bahan mentah tetapi batubara yang telah dinaikan nilai tambahnya (*added value*). Batubara sebagai sumber energi primer memiliki kelebihan dibandingkan

dengan sumber energi lainya seperti minyak bumi kelebihan ini terletak pada bentuk dari penggunaan batubara yang dapat digunakan dalam hal apa saja seperti listrik, bahan bakar motor, dan gas kota. Selain dari pada itu cadangan yang tersedia masih melimpah dan akan mampu bertahan sampai 100 tahun kedepan. Serta keterdapatannya dipasar global dengan harga yang lebih murah dibandingkan dengan minyak bumi.

Perkembangan teknologi penggunaan batubara serta kondisi cadangan dari minyak bumi saat ini memungkinkan batubara kembali mengambil alih sumber energi dunia seperti yang telah dilakukan saat revolusi industri di Inggris pada abad ke-19 dengan ditemukannya mesin uap, sehingga batubara digunakan secara besar-besaran namun dengan ditemukannya minyak bumi dengan harga yang murah serta nilai kalori yang tinggi membuat dunia beralih ke minyak. Namun kali ini keadaan berbalik ketersediaan minyak bumi serta penurunan produksi minyak dunia sudah mulai dirasakan dengan berfluktuatifnya harga minyak dunia yang cenderung naik dan diperkirakan produksi maksimal minyak terjadi pada tahun 2043 dan setelah itu produksi minyak dunia mulai mengalami penurunan. Indonesia sendiri pun telah mulai merasakan penurunan produksi minyak bumi dimana pada tahun 2008 keluar dari organisasi eksportir minyak OPEC (*Organization Of Petroleum Exporting Countries*) dan cenderung mengimpor minyak untuk menutupi kebutuhan dalam negeri. Kelangkaan minyak bumi tidak dapat dihindari hal ini dikarenakan konsumsi dan eksploitasi secara besar-besaran dan tidak ada sumber energi lain yang mampu menstabilkan ketergantungan akan minyak bumi. Andaikan saja dunia mempunyai pilihan sumber energi untuk bahan bakar motor maka laju kelangkaan minyak bumi yang ditakuti saat ini dapat di hentikan sehingga keamanan energi dunia dapat terpenuhi. Pilihan tersebut terdapat pada batubara, sumber energi ini diharapkan mampu menghentikan laju kelangkaan minyak bumi dengan mengambil andil sebagai sumber energi untuk listrik, bahan bakar motor, serta gas perkotaan.

Batubara berpotensi menggantikan minyak bumi sebagai sumber energi utama dunia hal ini dikarenakan cadangan batubara yang melimpah dan mudah didapatkan dipasar dunia serta keterdapatannya yang hampir tersebar merata diseluruh dunia. Telah diperkirakan bahwa ada lebih dari 984 milyar ton cadangan batu bara di seluruh dunia. Hal ini berarti ada cadangan batu bara yang cukup untuk menghidupi kita selama lebih dari 190 tahun. Batu bara berada di seluruh dunia, batu bara dapat ditemukan di setiap daratan di lebih dari 70 negara, dengan cadangan terbanyak di AS, Rusia, China dan India. (WCI, 2005) cadangan ini diperkirakan akan terus bertambah karena banyaknya ditemukan cadangan-cadangan baru didaerah yang belum dieksplorasi. Indonesia sendiri juga memiliki potensi yang besar terhadap batubara tercatat pada tahun 2008 cadangan batubara Indonesia mencapai 65,4 milyar ton (DESDM, 2008 dalam Hasjim, 2010). Cadangan ini diperkirakan akan terus melonjak naik dan tercatat saat ini cadangan batubara Indonesia mencapai kurang lebih 104,8 milyar ton (Sumber Daya Geologi, 2007 dalam Datin, 2010). Keadaan ini akan mampu menghidupkan listrik Indonesia 100 tahun yang akan datang.

Pemanfaatan batubara sebagai energi utama nasional sudah digalakan oleh pemerintah dengan mengeluarkan Peraturan Presiden No. 5 Mengenai Bauran Energi Nasional tercatat bahwa pada tahun 2025 penggunaan batubara sebesar 33%, penggunaan ini diutamakan untuk listrik sedangkan untuk gas kota dan transportasi masih mengutamakan gas dan minyak bumi. Penggunaan batubara saat ini tidak hanya digunakan untuk listrik namun dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti gas kota, briket untuk rumah tangga dan industri menengah serta bahan bakar

minyak sintetik yang dapat digunakan untuk sumber energi bagi motor. Pemanfaatan batubara dengan meningkatkan kadar atau nilai pada batubara untuk berbagai keperluan sangat perlu dilakukan karena mengingat kondisi cadangan batubara Indonesia berdasarkan kualitasnya 24% termasuk batubara peringkat rendah, 60% peringkat sedang, dan 15% peringkat tinggi serta hanya 1% yang termasuk peringkat sangat tinggi (Hasjim, 2010). Untuk peringkat rendah sampai sedang akan menimbulkan masalah jika dibakar secara langsung untuk pembangkit tenaga listrik maka kualitas rendah sampai sedang baik untuk ditingkatkan kualitasnya menjadi batubara cair, gas kota, dan kokas. Sedangkan untuk batubara peringkat tinggi sampai sangat tinggi sangat baik untuk pembakaran secara langsung untuk pembangkit listrik serta industri baja dan semen.

Peningkatan nilai tambah atau kualitas batubara sesuai pula dengan Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) yang memiliki 3 (tiga) misi yang menjadi fokus utamanya, yaitu:

1. Peningkatan nilai tambah dan perluasan rantai nilai proses produksi serta distribusi dari pengelolaan aset dan akses (potensi) SDA, geografis wilayah, dan SDM, melalui penciptaan kegiatan ekonomi yang terintegrasi dan sinergis di dalam maupun antar-kawasan pusat-pusat pertumbuhan ekonomi.
2. Mendorong terwujudnya peningkatan efisiensi produksi dan pemasaran serta integrasi pasar domestik dalam rangka penguatan daya saing dan daya tahan perekonomian nasional.
3. Mendorong penguatan sistem inovasi nasional di sisi produksi, proses, maupun pemasaran untuk penguatan daya saing global yang berkelanjutan, menuju innovaton-driven ekonomi.

Peningkatan nilai tambah atau kualitas batubara yang ingin dikembangkan pada makalah ini merupakan pemanfaatan batubara kualitas rendah sampai sangat tinggi untuk menghasilkan batubara cair, gas kota (metana), pembangkit listrik, serta briket. Teknologi pemanfaatan batubara saat ini cenderung menghasilkan satu produk saja seperti hanya untuk pembangkit listrik, batubara cair, gas kota, atau briket. Namun dengan teknologi yang akan dikembangkan ini diharapkan pemanfaatan batubara dari berbagai kualitas dapat digunakan untuk berbagai keperluan.

2. TEKNOLOGI PEMANFAATAN BATUBARA

2.1 Pencairan Batubara

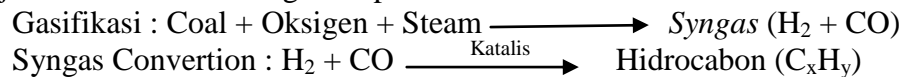
Salah satu kekurangan batubara bentuknya yang berupa padatan serta memiliki massa yang besar dengan densitas yang kecil serta kalori yang kecil pula berbeda dengan minyak bumi yang memiliki nilai kalori yang besar. Untuk menaikkan nilai kalori dari batubara tersebut maka batubara tersebut harus ditingkatkan nilai kalornya dan salah satunya yaitu dengan dicairkan sehingga dapat digunakan seperti minyak.

Teknologi pencairan batubara saat ini terdiri atas tiga teknologi pencairan yaitu teknologi gasifikasi (*indirect liquefaction coal*), pirolisis, dan *hidroliquefaction* (*direct coal liquefaction*). Pirolisis dan hidroliquefaksi membutuhkan pemurnian untuk dapat menghasilkan bahan bakar cair, sedangkan gasifikasi membutuhkan sintesis untuk menghasilkan bahan bakar cair. Untuk batubara peringkat rendah sampai sedang lebih baik menggunakan teknologi *hidroliquefaction* dan pirolisis sedangkan untuk batubara tingkat tinggi bisa menggunakan gasifikasi. Saat ini teknologi yang sering digunakan untuk pencairan batubara yaitu gasifikasi (*indirect liquefaction coal*) yang digunakan oleh SASOL (*South Africa Synthetic Oil Liquefaction*) Afrika Selatan dan

Hidroliquefaksi yang digunakan oleh NEDO (*The New Energy Development Organization*) Jepang. Berikut ini penjelasan dari beberapa teknologi pencairan batubara yang telah berkembang saat ini:

1. Gasifikasi (*Indirect coal liquefaction*)

Proses pencairan batubara dengan menggunakan metode gasifikasi disebut juga dengan pencairan secara tak langsung dimana batubara yang ingin dicairkan terlebih dahulu dijadikan dalam bentuk gas. Seperti reaksi dibawah ini



Melalui pemanasan kering batuabara, semua komponen yang mudah menguap (zat terbang) dapat dikeluarkan, yang tetap tinggal disebut kokas. Dari gasifikasi diharapkan terjadi konversi sempurna zat-zat dalam batubara yang berupa padatan menjadi senyawa-senyawa dalam bentuk gas. Pada proses gasifikasi ini udara dan uap air secara bergantian dilewatkan pada kokas yang membara. Selama proses pertama berlangsung terbentuk gas generator (Campuran gas CO dan NO₂). Panas yang dilepaskan menyebabkan kokas memijar. Setelah itu pemasukan udara dihentikan, dan sebagai gantinya uap air dialirkan melalui kokas tersebut. kokas memijar kemudian mereduksi uap air menjadi hydrogen dan kokas sendiri teroksidasi menjadi karbon monoksida. Dari produk utama CO dan H₂ (gas sintesa), diteruskan pembuatan bahan bakar cair dengan bantuan katalis. (Hidayat, 1995)

2. Pirolisis

Pirolisis adalah proses dekomposisi kimia dengan menggunakan pemanasan tanpa adanya oksigen. Proses ini atau disebut juga proses karbonasi atau yaitu proses untuk memperoleh karbon atau arang, disebut juga *High Temperature Carbonization* pada suhu 450⁰ C-500⁰ C. Dalam proses pirolisis dihasilkan gas-gas, seperti CO, CO₂, CH₄, H₂, dan hidrokarbon ringan. Jenis gas yang dihasilkan bermacam-macam tergantung dari bahan baku. Salah satu contoh pada pirolisis dengan bahan baku batubara menghasilkan gas seperti CO, CO₂, NO_x, dan SO_x. Yang dalam jumlah besar, gas-gas tersebut dapat mencemari lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia baik secara langsung maupun tidak langsung.

Paris *et al.* (2005) mengatakan bahwa pirolisis merupakan proses pengarangan dengan cara pembakaran tidak sempurna bahan-bahan yang mengandung karbon pada suhu tinggi. Kebanyakan proses pirolisis menggunakan reaktor tertutup yang terbuat dari baja, sehingga bahan tidak terjadi kontak langsung dengan oksigen. Umumnya proses pirolisis berlangsung pada suhu di atas 300°C dalam waktu 4-7 jam. Namun keadaan ini sangat bergantung pada bahan baku dan cara pembuatannya (Oemirbas, 2005).

Pencairan batubara dengan proses pirolisis baik untuk batubara dengan nilai kalori rendah sampai sedang karena pada batubara kelas ini akan kita dapatkan gas metana yang lebih banyak dibandingkan kelas tinggi selain itu arang yang dihasilkan dapat dibentuk menjadi kokas untuk pembriketan yang berguna untuk kebutuhan rumah tangga serta industri kecil sampai menengah.

Pada proses pirolisis akan didapatkan residu padat berupa tar yang berkadar karbon tinggi serta minyak dan gas berkadar hidrogen tinggi yang akan digunakan untuk mengkonversi menjadi bahan bakar cair. (hidayat, 1995)

3. Hidroliquefaksi (*Direct coal liquefaction*)

Proses hidroliquefaksi disebut juga sebagai proses hidrogenasi katalitik atau proses pencairan batubara dengan hidrogenasi batubara dalam larutan donor hidrogen dengan

bantuan katalistis oksida besi pada tekanan antara 35-275 atmosfer dan temperature sekitar 375-450⁰ C. tekanan dan temperatur tinggi digunakan untuk memecahkan batubara menjadi fragmen-fragmen reaktif yang disebut radikal bebas (hidayat, 1995). Agar menghasilkan konversi cair yang cukup tinggi diperlukan stabilisasi terhadap radikal bebas, sekaligus mencegah terjadinya polimerisasi menjadi produk tak larut dan tak reaktif.

Menurut berkowist, N. transformasi batubara menjadi minyak sintetis merupakan proses hidrogenasi yang melalui tahap-tahap sebagai berikut:

Batubara \longrightarrow presasfalten \longrightarrow asfalten \longrightarrow minyak

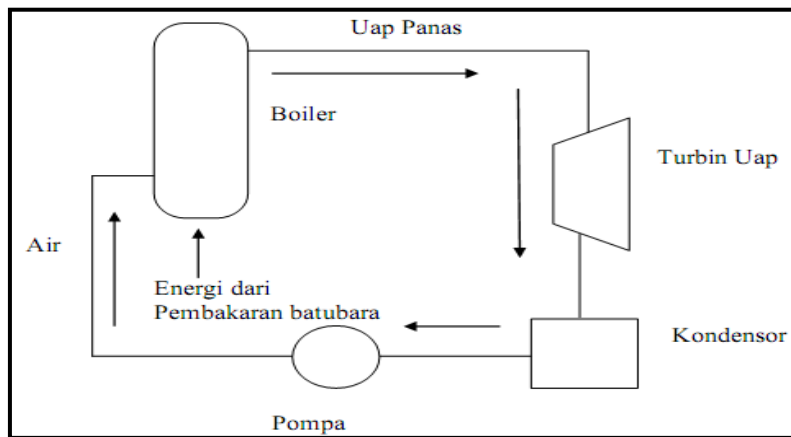
Dari ketiga sistem proses pencairan batubara diatas maka dengan mempertimbangkan kondisi batubara indonesia serta beragamnya hasil yang didapatkan maka teknologi yang tepat digunakan untuk pencairan yaitu pirolisis. Teknologi pirolisis dapat menghasilkan asap cair (minyak berat), briket (kokas), serta gas metana yang berguna untuk gas kota. Selain itu proses pirolisis sangat sederhana dan tidak membutuhkan dana yang besar serta dapat di kombinasikan dengan sistem pembangkit tenaga listrik dimana batubara kelas tinggi menjadi sumber energi untuk memanaskan rekator pirolisis dan boiler yang digunakan untuk memanaskan uap air.

2.2 Pembangkit Tenaga Listrik

Batubara saat ini telah digunakan secara besar-besaran untuk pembangkit tenaga listrik, Saat ini batu bara memberikan pasokan sebesar 39% bagi listrik dunia. Di banyak negara, peran batu bara jauh lebih tinggi. Ketersediaan pasokan batu baradengan biaya rendah baik di negara maju maupun di negara berkembang sangat vital untuk mendapatkan tingkat pemasangan listrik yang tinggi. Contohnya di Cina, 700 juta orang telah memiliki sistem listrik selama lebih dri 15 tahun yang lalu. Kini 99% dari negara tersebut telah memiliki sambungan listrik, dimana sekitar 77% dari listrik tersebut dihasilkan oleh pusat pembangkit listrik tenaga uap.(WCI, 2005).

Indonesia sendiri Tercatat dari seluruh konsumsi batubara dalam negeri pada tahun 2005 sebesar 35,341 juta ton, 25,132 juta ton atau sekitar 71,11% di antaranya digunakan oleh PLTU. Hingga saat ini, PLTU berbahan bakar batubara, baik milik Perusahaan Listrik Negara maupun yang dikelola swasta, ada 9 PLTU, dengan total kapasitas saat ini sebesar 7.550 MW dan mengkonsumsi batubara sekitar 25,1 juta ton per tahun.(Nugraha, 2009).

Batubara digunakan sebagai bahan bakar dalam pembangkit tenaga listrik uap, dimana energi panas yang dikeluarkan oleh batubara mampu memanaskan air yang terdapat di dalam boiler yang menghasilkan *steam* atau uap panas, Jika air dididihkan sampai menjadi *steam*, volumenya akan meningkat sampai 1600 kali, menghasilkan tenaga yang menyerupai bubuk mesiu yang mudah meledak. Energi yang terdapat pada uap panas ini digunakan untuk memutar turbin dan generator akan berputar dengan sendirinya sehingga menghasilkan arus listrik. Secara garis besar pembangkit tenaga listrik uap terdiri atas komponen: boiler, reactor pembakaran, kondensor, dan turbin uap. Keempat komponen tersebut saling terhubung dan membentuk suatu siklus, seperti gambar dibawah ini:



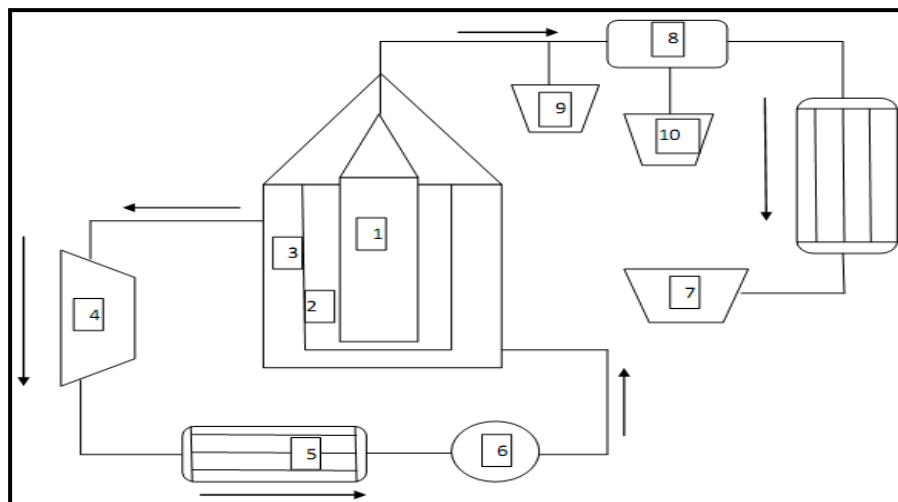
Gambar 1 Siklus Pembangkit Listrik Tenaga Uap Batubara

3. RANCANGAN TEKNOLOGI PEMANFAATAN BATUBARA UNTUK PENCAIRAN, LISTRIK, GAS METANA DAN BRIKET

Rancangan teknologi yang ingin dikembangkan ini memadukan proses pencairan batubara dengan pembangkit tenaga listrik uap, dua teknologi dijadikan satu sistem yang dapat menghasilkan berbagai produk seperti bahan bakar cair, gas kota (metana), briket (kokas), listrik. Selain dari pada itu pengembangan teknologi pemanfaatan batubara ini dapat meningkatkan nilai tambah batubara kelas rendah sampai menengah.

Batubara yang akan digunakan pada teknologi ini bisa dari bermacam-macam kelas dari yang berkalori rendah sampai tinggi. Umumnya batubara Indonesia berkelas rendah memiliki kalori 5100 kal/gr, berkelas menengah dengan kalori 6100 kal/gr, serta kelas tinggi dengan nilai kalori 7100 kal/gr.

Batubara dengan nilai kalori rendah sampai menengah dapat digunakan untuk pencairan yang akan menghasilkan kokas, gas metana, serta bahan bakar cair. Sedangkan batubara kelas tinggi digunakan sebagai bahan bakar yang akan digunakan untuk memanaskan reaktor pirolisis serta boiler untuk menghasilkan uap panas. Seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2, Rancangan Teknologi Pemanfaatan Batubara

Komponen-komponen utama:

- | | | |
|-------------------------|--------------------------|------------------|
| 1. Reaktor pirolisis | 5. Kondensor | 9. Penampung Tar |
| 2. Reaktor pembakaran | 6. Pompa | 10. Gas Metana |
| 3. Boiler (Air) | 7. Penampungan asap cair | |
| 4. Turbin dan Generator | 8. Gas separator | |

4. MEKANISME KERJA DAN SIKLUS KERJA

Siklus kerja dari rangkaian teknologi pemanfaatan batubara tersebut terbagi menjadi 3 sistem kerja yang saling berhubungan, antara lain:

4.1 Sistem pembakaran

Sistem pembakaran berhubungan dengan sistem pirolisis dan uap panas, sistem pembakaran dijadikan sebagai sumber energi yang memberi panas pada sistem pirolisis dan uap panas. Sistem pembakaran dibuat dalam keadaan yang berhubungan dengan udara sehingga pembakaran dapat terjadi secara terus menerus dan pada sistem ini bisa memberikan energi panas secara terus menerus pada sistem pirolisis dan uap panas.

Bahan yang digunakan pada sistem pembakaran haruslah logam yang memiliki nilai konduktifitas yang tinggi atau mampu menghantarkan panas dengan baik serta mampu ditempa setipis mungkin seperti aluminium yang sering digunakan sebagai panci untuk memasak. Bahan yang akan dibakar pada sistem pembakaran adalah batubara dengan nilai kalori diatas 7100 kal/gr atau kelas bituminous sampai antrasit. Pembakaran bahan bakar di ruang pembakaran akan menghasilkan energi panas, energi panas ini akan digunakan untuk memanaskan reaktor pirolisis serta reaktor uap air yang akan menghasilkan uap panas untuk memutar turbin.

Hanya saja dalam proses pembakaran perlu dikontrol suhu yang terdapat pada ruang pembakaran karena pada sistem pirolisis dibutuhkan suhu antara 450-600⁰C untuk dapat menghasilkan arang, tar, asap cair dan gas metana. Sedangkan pada sistem uap membutuhkan suhu lebih dari 100⁰C untuk dapat menghasilkan uap panas. Pengaturan suhu pada ruang pembakaran dapat dilakukan dengan mengatur besar kecilnya katup udara pada ruang pembakaran, sehingga untuk menghasilkan suhu yang relative besar cukup dengan membesarkan katup udara begitu pun sebaliknya.

Selain dari pada suhu faktor lain yang perlu dipertimbangkan pada ruang pembakaran yaitu waktu pembakaran, umumnya pirolisis batubara untuk dapat menghasilkan tar, asap cair, gas metana, dan arang berlangsung pada waktu 3-7 jam dengan suhu berkisar antara 450-600⁰C, selain dari pada itu perlu dipertimbangkan jumlah air yang terdapat pada boiler dimana pada suhu tersebut dengan waktu 3-7 jam dapat berubah menjadi steam atau uap panas.

4.2 Sistem pirolisis

Pada sistem pirolisis digunakan reaktor yang tertutup rapat atau tidak bersentuhan dengan udara luar agar tidak ada oksigen yang masuk dalam reaktor sehingga pirolisis dapat berjalan dengan baik dan bisa menghasilkan gas dan asap yang akan dicairkan oleh kondensor dan akan menjadi bahan bakar cair berupa alkohol dan lain-lain. selain itu pirolisis juga digunakan untuk menghasilkan gas metana dari pembakaran batubara kelas rendah sampai menengah. reaktor yang digunakan sama dengan ruang pembakaran yaitu yang mampu menghantarkan panas yang baik

sehingga efisiensi panas yang diberi oleh bahan bakar pada ruang pembakaran mencapai maksimal.

Bahan yang akan dibakar pada reaktor pirolisis ini merupakan batubara dari kelas lignit sampai dengan sub-bitumius yang bernilai kalori rendah dari 5100-6100 kal/gr. Umumnya batubara kelas ini memiliki kandungan gas metana serta zat pengotor yang tinggi maka dengan pirolisis zat pengotor dapat dipisahkan dari batubara tersebut serta gas metana yang berguna untuk gas kota dan polusi dari pembakaran batubara tersebut dapat dicegah. Panas yang dihasilkan dari ruang pembakaran akan memanaskan batubara yang terdapat pada reaktor pirolisis dan pada suhu 450-600⁰C yang ada di reaktor akan berubah menjadi gas dan padatan-padatan arang serta asap cair.

Umumnya pirolisis batubara pada suhu 450-600⁰C menghasilkan beberapa produk yaitu arang, gas metana, CO, CO₂, NO_x, SO_x, H₂ serta residu padat berupa tar. Arang dapat digunakan untuk pembriketan batubara serta bernilai kalori tinggi, gas metana yang dihasilkan dapat digunakan untuk gas kota, serta komponen gas asap akan dicairkan oleh kondensor dan akan menghasilkan asap cair sementara residu padat yang terbawa bersama gas akan mengendap pada tempat penampungan tar. Tar dan asap cair keduanya dapat dijadikan bahan bakar cair dengan bantuan katalis.

4.3 Sistem uap panas

Pada sistem ini berhubungan dengan menguapkan air yang berada pada reaktor uap, banyaknya air tergantung pada besarnya energi yang diberikan oleh ruang pembakaran. Panas yang berasal dari ruang pembakaran akan mencapai suhu lebih dari 100⁰C dimana pada suhu ini air akan menguap, dan uap ini dalam bentuk uap panas yang memiliki tekanan yang tinggi sehingga mampu memberikan gaya dorong terhadap suatu benda. Gaya dorong ini akan diberikan ke turbin uap yang terpasangkan kegenerator yang akan menghasilkan arus listrik yang dapat dimanfaatkan untuk listrik.

5. PENUTUP

Pemamfaatan batubara dari berbagai kelas dapat dilakukan dalam satu teknologi yang dapat menghasilkan berbagai keuntungan atau produk seperti pembriketan, gas metana, asap cair untuk bahan bakar sintetis, dan uap panas untuk pembangkit tenaga listrik. Teknologi yang dimaksud adalah teknologi yang menggabungkan konsep pirolisis dan pembakaran bahan bakar secara langsung, bahan bakar yang digunakan dapat berupa batubara dengan nilai kalori tinggi serta sedikit zat pengotor dan kadar air seperti bituminous sampai antrasit sedangkan batubara yang akan di pirolisis yaitu batubara kelas rendah sampai menengah keuntungan menggunakan pirolisis yaitu meningkatkan nilai dari batubara kelas rendah tersebut serta menghindari pencemaran lingkungan akibat pembakaran yang akan menghasilkan gas berbahaya.

Teknologi ini didasarkan pada tiga sistem kerja yang berhubungan satu sama lain, sistem pembakaran sebagai sumber energi yang memberikan panas pada system pirolisis dan sistem uap. Sistem pirolisis akan menghasilkan produk berupa gas metana, asap cair, dan arang. Sedangkan system uap akan menghasilkan uap panas untuk menghasilkan gaya dorong pada turbin untuk memutar generator.

Manfaat penggunaan teknologi ini dapat mengurangi polusi udara akibat pembakaran secara langsung batubara kelas rendah, meningkatkan nilai batubara kelas rendah serta dapat menghasilkan banyak produk seperti briket, gas metana, asap

cair, dan uap panas. Semoga teknologi ini dapat selalu dikembangkan dan direalisasikan oleh para akademisi.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Datin Fatia Umar, (2010) *Pengaruh Proses Upgrading Terhadap Kualitas Batubara Bunyu, Kalimantan Timur*, Seminar Rekayasa Kimia dan Proses 2010, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang,.
- Hidayat, (1995), *Pengaruh Peringkat dan Kondisi Operasi Pada Proses Pencairan Batubara*, Tesis Pascasarjana Ilmu Kimia, Universitas Indonesia, Jakarta,.
- Is Fatimah, dan Jaka Nugraha, (2005), *Identifikasi Hasil Pirolisis Serbuk Kayu Jati Menggunakan Principal Component Analysis*, Jurnal Ilmu Dasar, Vol. 6, No.1, hlm 41-47.
- I Gede Agung Yudana, (2001), *Minyak Batubara Sebagai Alternatif*, Jurnal Energi No.12 mei- juli 2001.
- Kartini Megasari, dkk., (2008), *Penakaran Daur Hidup Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Batubara Kapasitas 50 MWATT*, Seminar Nasional IV, SDM Teknologi Nuklir, Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir-BATAN, Yogyakarta,.
- Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian, (2011), *Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia*, Jakarta,.
- Machmud Hasjim, (2010), *dilemma of multi energy resources In south sumatra province*, International Conference on Coalbed Methane (CBM), Palembang, 8 desember 2010.
- Media Data Riset, *Tantangan dan Peluang Industri Batubara di Indonesia*, Maret, 2009.
- Muksin, Saleh. (2004), *Pengaruh tekanan awal hidrogen dan waktu reaksi Terhadap co-processing batubara banko tengah dengan short residue*, Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses 2004, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang,.
- M. Syamsiro dan Harwin Saptoadi, (2007), *Pembakaran Briket Biomassa Cangkang Kakao: Pengaruh Temperatur Udara Preheat*, Seminar Nasional Teknologi 2007, Jurusan Teknik Merin, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra, Yogyakarta, 24 November 2007.
- Muhamad Jauhary, *Potensi Pengolahan Industri Batubara Cair*, Economic Review, No.208, Juni, 2007.
- Muhammad Said, A., dan Taufik Arief, *Analisa Kebutuhan Batubara dan Gas Bumi Sumatera Selatan Dalam Menunjang Pengelolaan Sumber Daya Energi yang Berwawasan Lingkungan Sebagai Salah Satu Sumber Pendapatan Asli Daerah (PAD) Sumsel*, Jurnal Pembangunan Manusia, Edisi 5, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Nurhayati, dan Diniayati, D., (2010), *Pengaruh Derajat Pengeringan Batubara Lignit Terhadap Unjuk Kerja Gasifikasi Allothermal*, Seminar Rekayasa Kimia dan Proses 2010, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang,.
- Pusat Litbang Teknologi Mineral dan Batubara, *Batubara Indonesia*, 2006.
- Pusat Litbang Teknologi Mineral dan Batubara, *Statistik Batubara Indonesia*, 2006.
- Ronny Samuel Siantury, (2008), *Studi Pembangkit Listrik Tenaga Uap dan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Aplikasi PT. Musim Mas Kim II Medan*, Skripsi Sarjana Elektro, Universitas Sumatera Utara, Medan,.



World Coal Institute, *Sumber Daya Batubara, Tinjauan Lengkap Mengenai Batubara*, Mei, 2005.

