

# KAJIAN TEKNOLOGI PROSES PEMBUATAN GAS SINTETIK DARI BATUBARA DAN PROSPEK PEMANFAATAN PADA INDUSTRI HILIRNYA

## TECHNOLOGY REVIEW PROCESS OF SYNTHETIC GAS FROM COAL UTILIZATION AND PROSPECT IN DOWNSTREAM INDUSTRIES

**Muslim Efendi Harahap, Endro Wahyu Tjahjono**

Pusat Teknologi Industri Proses, Deputi Bidang TIRBR- BPPT

Gedung Teknologi 2 Kompleks PUSPIPTEK, Serpong

Email : harahap\_muslim@yahoo.com, Endro.wahju@bppt.go.id

### Abstrak

Potensi cadangan batubara di Indonesia sangat melimpah, namun yang menjadi isu utama adalah pemanfaatannya di Indonesia masih belum optimal. Salah satu alternatif pemanfaatan batubara tersebut adalah dengan mengkonversi batubara tersebut menjadi gas sintetik (syngas) yang kandungan utamanya adalah Hidrogen ( $H_2$ ) dan Karbon Monoksida (CO). Untuk membuat gas sintetik dari batubara ini ada 4 macam teknologi proses yang telah dikenal di dunia yaitu *Fixed-bed gasifier*, *Fluidized-bed gasifier*, *Entrained-bed gasifier* dan *Molten bath gasifier*. Ada 3 jenis industri kimia yang dapat memanfaatkan gas sintetik ini sebagai alternatif bahan bakunya yaitu industri metanol, industri asam formiat dan industri amonia. Saat ini mereka menggunakan gas alam sebagai bahan bakunya. Semakin meluasnya penggunaan gas alam untuk berbagai macam kebutuhan dapat menyebabkan pasokan gas alam untuk ketiga jenis industri ini terganggu di kemudian hari. Oleh karena itu gas sintetik ini dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pasokan bahan baku untuk ketiga jenis industri kimia tersebut kedepannya.

**Kata kunci** : Gas sintetis, *fixed bed gasifier*, *fluidized bed gasifier*, *entrained bed gasifier* dan *molten bath gasifier*, industri kimia

### Abstract

*Potential coal reserves in Indonesia are very abundant, but which became the key issue is the utilization in Indonesia is still not optimal. One alternative to use the coal is by converting it into synthetic gas (syngas), containing primarily hydrogen ( $H_2$ ) and Carbon Monoxide (CO). To create synthetic gas from coal there are 4 kinds of process technology known in the world, i.e. Fixed-bed gasifier, Fluidized-bed gasifier, Entrained-bed gasifier and Molten bath gasifier. There are 3 types of chemical industry to take advantage of this synthetic gas as an alternative of their raw materials i.e., methanol, formic acid and ammonia industry. Currently they use natural gas as raw material. The more widespread use of natural gas for a variety of needs can disrupt the natural gas supply for these industries in the future. Therefore, this synthetic gas can be used as an alternative of raw material supply for these three types of chemical industry in the future.*

**Keywords** : *synthesis gas, fixed bed gasifier, fluidized bed gasifier, entrained bed gasifier, molten bath gasifier, chemical industry*

Diterima (*received*) : 11 Februari 2016, Direvisi (*reviewed*) : 25 Februari 2016,

Disetujui (*accepted*) : 14 Maret 2016

## PENDAHULUAN

Potensi cadangan batubara di Indonesia sangat besar. Dengan cadangan batubara di Indonesia diperkirakan mencapai 91 miliar ton, dengan tingkat produksi berkisar 200-300 juta ton per tahun, maka umur tambang akan dapat mencapai 100 tahun. Hal ini cukup aman untuk keberlanjutan industri pengguna batubara, selain itu juga lebih ekonomis<sup>1)</sup>

Namun walaupun memiliki produksi batubara yang tinggi, pemanfaatannya di Indonesia masih belum optimal karena ketergantungan terhadap minyak bumi sebagai sumber energi yang masih tinggi. Selain itu juga masih terkendala oleh minimnya penguasaan teknologi pemanfaatan batubara tersebut di Indonesia<sup>2)</sup>.

Teknologi pemanfaatan batubara yang mungkin dikembangkan di Indonesia salah satunya adalah proses gasifikasi untuk pembuatan gas sintetik (syngas), yang selanjutnya gas sintetik ini dapat digunakan sebagai bahan baku industri kimia selain energi listrik.

Gasifikasi adalah suatu teknologi proses yang mengubah batubara dari bahan bakar padat menjadi bahan bakar gas. Pada proses gasifikasi dilakukan pemecahan rantai karbon batubara menjadi unsur atau senyawa kimia lain. Pada proses ini, batubara dimasukkan ke dalam reaktor dan sedikit dibakar hingga menghasilkan panas. Sejumlah udara atau oksigen dipompakan dan pembakaran dikendalikan dengan uap agar sebagian besar batubara terpanaskan hingga molekul-molekul karbon pada batubara terpecah dan diubah menjadi *coal gas*. *Coal Gas* merupakan campuran gas-gas hidrogen, karbon monoksida, nitrogen serta unsur gas lainnya<sup>3)</sup>.

Di Indonesia industri hilir selain energi listrik yang dapat memanfaatkan produk gas sintetik (H<sub>2</sub> dan CO) dari gasifikasi batubara sebagai bahan baku untuk produk-produknya adalah industri kimia, misalnya industri metanol, asam formiat dan amoniak. Industri hilir ini telah berkembang cukup baik di Indonesia. Saat ini mereka menggunakan gas alam sebagai bahan bakunya. Dalam rangka mengoptimalkan pemanfaatan batubara di dalam negeri, gas sintetik dari batubara ini diharapkan dapat dijadikan sebagai alternatif atau diversifikasi sumber bahan baku pada industri-industri tersebut.

Penulisan paper ini bertujuan untuk melakukan kajian tentang bagaimana teknologi proses pembuatan gas sintetik dari batubara. Selain itu juga paper ini bertujuan

untuk mengkaji kemungkinan gas sintetik ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pada beberapa industri hilir non energi listrik di Indonesia.

## BAHAN DAN METODE

Metode atau pendekatan yang dilakukan dalam pelaksanaan kajian ini adalah dengan melakukan desk research. Desk research dilakukan dengan mempelajari berbagai literatur, journal, artikel-artikel, informasi dan data yang telah dipublikasi oleh lembaga atau institusi terkait, seperti Kementerian Energi Sumber Daya Mineral (ESDM), Kementerian Perindustrian, Badan Pusat Statistik dan lain-lain.

Ada pun langkah-langkah yang dilakukan dalam kajian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari deskripsi / karakteristik produk gas sintetik yang merupakan hasil gasifikasi batubara.
2. Mempelajari berbagai macam teknologi proses gasifikasi batubara.
3. Mengidentifikasi dan menganalisis prospek pemanfaatan gas sintetik sebagai bahan baku pada industri hilirnya.
4. Membuat kesimpulan dari hasil analisis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Karakteristik Produk Gas Sintetik

Seperti sudah disebutkan sebelumnya bahwa komponen utama dari gas sintetik hasil gasifikasi batubara adalah hidrogen (H<sub>2</sub>) dan karbon monoksida (CO). Berikut akan dibahas secara singkat karakteristik dari keduanya.

Hidrogen adalah unsur kimia pada tabel periodic yang memiliki simbol H dan nomor atom 1. Pada suhu dan tekanan standar, hidrogen tidak berwarna, tidak berbau, bersifat non-logam, bervaleksi tunggal, dan merupakan gas diatomic yang sangat mudah terbakar. Dengan massa atom 1,00794 amu, hidrogen adalah unsur teringan di dunia.

Secara kimia, hidrogen merupakan unsur yang sangat aktif. Hal ini yang menyebabkan hidrogen jarang sekali ditemukan dalam bentuk bebas. Di alam, hidrogen terdapat dalam bentuk senyawa dengan unsur lain, seperti dengan oksigen dalam air atau dengan karbon dalam metana. Untuk dapat memanfaatkannya, hidrogen harus dipisahkan terlebih dahulu

dari senyawanya agar dapat digunakan sebagai bahan bakar<sup>4)</sup>.

Karakteristik atau *properties* dari gas Hidrogen (H<sub>2</sub>) dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1:  
Karakteristik gas hidrogen<sup>4)</sup>

Fase	Gas
Massa jenis	(0°C, 101.325 kPa) 0.08988 g/L
Massa jenis cairan pada t.l	0.07 (0.0763 solid) g.cm <sup>-3</sup>
Titik Lebur	14.01 K, -259.14 °C, - 434.45 °F
Titik didih	20.28 K, -252.87 °C, - 423.17 °F
Titik tripel	13.8033 K, (-259 °C), 7.042 kPa
Titik kritis	32.97 K, 1.293 MPa
Kalor peleburan	(H <sub>2</sub> ) 0.117 kJ mol <sup>-1</sup>
Kalor penguapan	(H <sub>2</sub> ) 0.904 kJ mol <sup>-1</sup>
Kapasitas kalor	(H <sub>2</sub> ) 0.904 kJ mol <sup>-1</sup>

**Karbon monoksida (CO)** merupakan gas yang tak berwarna, tak berbau, dan tak berasa. Karbon monoksida terdiri dari satu atom karbon yang secara kovalen berikatan dengan satu atom oksigen. Pada ikatan ini, terdapat dua ikatan kovalen dan satu ikatan kovalen koordinasi antara atom karbon dan oksigen.

Karbon monoksida dihasilkan dari pembakaran tak sempurna dari senyawa karbon, sering terjadi pada mesin pembakaran dalam. Karbon monoksida terbentuk apabila terdapat kekurangan oksigen dalam proses pembakaran seperti pada proses gasifikasi batubara. Karbon monoksida mudah terbakar dan menghasilkan lidah api berwarna biru, menghasilkan karbon dioksida. Walaupun ia bersifat racun, CO memainkan peran yang penting dalam teknologi modern

Karakteristik atau *properties* dari gas karbon monoksida dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2:  
Karakteristik karbon monoksida<sup>5)</sup>

Rumus molekul	CO
Massa molar	28.0101 g/mol
Penampilan	Tidak berwarna, gas tak berbau 0.789 g/cm <sup>2</sup> , liquid 1.250 g/L pada) 0°C, 1 atm, 1.145 g/L pada) 25°C, 1 atm (lebih ringan dari udara)
Densitas	-205 °C (68 K)
Titik lebur	-192 °C (81 K)
Titik didih	0.0026 g/100 mL (20 °C)
Kelarutan dalam air	

## 2. Teknologi Proses Gasifikasi Batubara untuk Pembuatan Gas Sintetik

Proses gasifikasi batubara merupakan proses konversi batubara dari bahan bakar padat menjadi bahan bakar gas. Pada dasarnya proses gasifikasi batubara merupakan proses pirolisis dengan temperatur operasi antara 150 – 900 °C, lalu diikuti dengan proses oksidasi gas hasil proses pirolisis pada temperatur antara 900 – 1400 °C, selanjutnya dilakukan proses reduksi pada temperatur antara 600 – 900 °C. Proses-proses tersebut diatas dilakukan dalam reaktor gasifikasi dengan menggunakan panas yang diperoleh dari proses oksidasi. Gasifikasi batubara berlangsung dalam keadaan kekurangan oksigen (*under oxygen shortage*) sehingga terjadi reaksi oksidasi parsial yang akan menghasilkan campuran gas yang masih dapat dioksidasi lebih lanjut (bersifat bahan bakar).

Produk utama dari proses gasifikasi batubara merupakan campuran beberapa macam gas, yang mana komponen utamanya adalah H<sub>2</sub> dan CO. Kandungan CO dalam gas batubara bervariasi antara 15 – 30 persen, sedangkan H<sub>2</sub> antara 10 – 20 persen<sup>6)</sup>

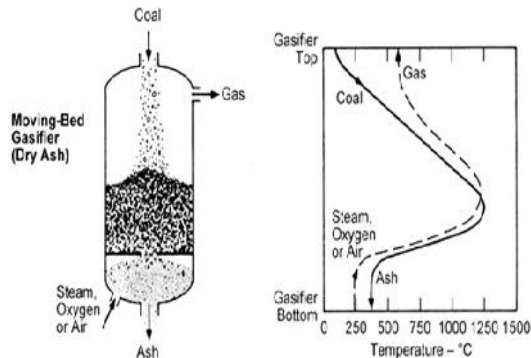
Dibandingkan dengan pembakaran langsung, pengolahan batubara dengan proses gasifikasi lebih menguntungkan. Hal ini dikarenakan penggunaannya lebih fleksibel, yaitu selain dapat digunakan sebagai bahan bakar gas, produk hasil gasifikasi ini dapat dijadikan bahan baku industri kimia dengan nilai jual yang lebih tinggi harganya<sup>7)</sup>

Ada 4 tipe teknologi proses gasifikasi batubara untuk pembuatan gas sintetik (syngas) yang telah komersial di dunia, yaitu *Fixed-bed gasifier*, *Fluidized-bed gasifier*, *Entrained-bed gasifier* dan *Molten bath gasifier*. Perbedaan dari tiap macam prosesnya terletak pada tipe *gasifier*-nya. Penjelasan lebih lanjut dari masing-masing tipe proses akan diuraikan di bawah ini.

2.1. *Fixed-Bed Gasifier*

*Fixed-bed gasifier (moving-bed gasifier)* merupakan teknologi gasifikasi batubara yang tertua. Lurgi mengembangkan teknologi ini pada tahun 1927 (*atmospheric reactor/gasifier*) dan mengembangkannya lebih lanjut pada 1931 (*pressurized version*)<sup>8)</sup>

Pada tipe proses ini, reaktornya (*gasifier*) berbentuk vertikal. Hal ini digunakan untuk mempertahankan aliran padatan dengan kecepatan gas rendah. Aliran bahan bakar *gasifier* jenis ini adalah bolak balik (*counter current*), yaitu batubara diumpukan dari atas kemudian perlahan-lahan turun ke bawah dan dipanaskan oleh gas panas dari arah bawah. Batubara melewati zona karbonisasi kemudian zona gasifikasi, akhirnya sampai pada zona pembakaran pada bagian bawah *gasifier* tempat reaktan gas diinjeksi. Aliran bolak balik tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1: *Fixed-bed process*<sup>9)</sup>

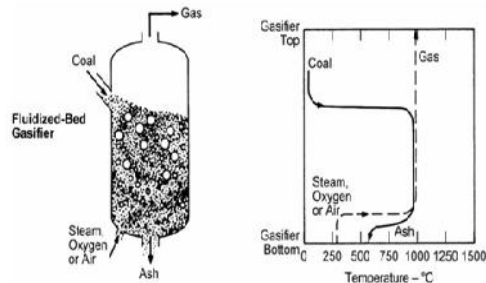
Ukuran batubara (bahan bakar) yang dapat diolah pada *gasifier* jenis ini adalah antara 5 – 55 mm. Batubara tersebut akan dipanaskan dan dikeringkan oleh gas produser hasil gasifikasi yang akan keluar dari *gasifier*.

Proses gasifikasi batubara tersebut akan menghasilkan abu dan gas produser beserta produk samping (residu) berupa tar. Ciri khas *gasifier* ini adalah perbedaan temperatur pada berbagai tempat di dalam *gasifier* dan beroperasi pada tekanan tinggi. Temperatur maksimum yang dapat dicapai pada *gasifier* jenis ini adalah 930 – 1430 °C. Suhu

keluaran yang dihasilkan dari *gasifier* ini berkisar antara 315 – 550 °C dengan *residence time* 1 – 2 jam. Karakteristik dari *gasifier* jenis ini adalah rendahnya temperatur gasifikasi dan gas hasil gasifikasi sehingga membutuhkan oksigen yang rendah, serta menghasilkan kandungan metan yang tinggi. *Gasifier* jenis ini sangat mudah dibuat dan dioperasikan, tetapi tidak ekonomis untuk ukuran kapasitas yang relatif kecil<sup>10)</sup>

2.2. *Fluidized-Bed Gasifier*

Pada teknologi gasifikasi ini ukuran batubara (bahan bakar) yang digunakan lebih kecil dibandingkan dengan pada *fixed-bed gasifier* yaitu sekitar 8 mesh (0.5 – 5 mm). Batubara tersebut dimasukkan pada bagian atas unggun atau langsung pada unggun kemudian dialirkan dengan bantuan gas sehingga bergerak seperti fluida dan membentuk unggun fluidisasi. Pencampuran bahan bakar dan cepatnya perpindahan panas pada bahan bakar akibat fluidisasi menyebabkan temperatur di dalam *gasifier* seragam. Gas (campuran *steam* dan oksigen atau udara) yang digunakan dialirkan dari bawah bagian bawah unggun. Temperatur keluaran dari *gasifier* ini berkisar antara 700 – 900 °C. *Residence time* pada *gasifier* jenis ini berkisar antara 5 – 50 detik dan beroperasi pada suhu konstan, yaitu 760 – 1040 °C. Suhu tinggi tersebut dimaksudkan untuk mencegah terjadinya aglomerasi dan pembentukan kerak<sup>10)</sup> Ilustrasi mengenai *fluidized-bed gasifier* dapat dilihat Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2: *Fluidized-bed gasifier*<sup>9)</sup>

Keunggulan-keunggulan dari *fluidized-bed gasifier* antara lain:

- ) terjadinya pencampuran padatan yang baik, temperatur relatif seragam, dan terjadi kesetimbangan temperatur yang cepat antara padatan dan gas.
- ) efisiensi perpindahan panas dari daerah eksotermis ke endotermis, oleh karenanya reaksi-reaksi gasifikasi

mencapai kesetimbangan dengan cepat sehingga masukan cukup tinggi.

) tidak ada hot spots yang menyertai pembentukan partikel-partikel abu yang melebur, yang disebut klinker.

Sedangkan kelemahan-kelemahan *fluidized-bed gasifier* adalah:

) tanpa pre-treatment oksidatif pada batubara atau konfigurasi desain yang khusus, *gasifier* mengalami kesulitan dalam penanganan batubara *caking* dan *swelling*, yang beraglomerasi dan membentuk partikel-partikel yang lebih besar

) kelemahan lainnya adalah terbawanya padatan pada gas produk sehingga diperlukan peralatan khusus pembersihan padatan dalam gas produk<sup>7)</sup>

### 2.3. Entrained-Bed Gasifier

Pada *entrained-bed gasifier* batubara dialirkan ke dalam *gasifier* secara *co-current* (searah) atau bersama-sama dengan medium penggasifikasi berupa uap air (*steam*) dan oksigen, bereaksi pada tekanan atmosfer. Batubara ukurannya dihaluskan sampai sekitar 0,1 mm, diumpungkan dengan reaktan gas ke dalam *chamber* dimana reaksi gasifikasi terjadi seperti halnya sistem pembakaran bahan bakar berbentuk serbuk<sup>11)</sup>

*Entrained-bed gasifier* merupakan bejana horisontal yang beroperasi pada tekanan atmosfer atau sedikit lebih tinggi dari tekanan atmosferik. Pengoperasian pada tekanan tinggi menyebabkan kandungan tar dan minyak dalam gas hasil produksi sedikit atau tidak ada sama sekali. *Gasifier* jenis ini dapat dioperasikan pada temperatur rendah untuk menjaga abu agar tetap dalam keadaan padatan kering atau juga dapat dioperasikan pada temperatur di atas titik lebur abu sehingga abu yang dihasilkan berbentuk lelehan cair.

Medium penggasifikasi dimasukkan dengan laju yang tinggi. Ukuran bahan yang lolos sekitar 80% pada ukuran kurang dari 200 mesh (44  $\mu\text{m}$ ). Abu diambil sebagai *slag*. Hal ini disebabkan oleh temperatur operasi lebih besar daripada suhu peleburan abu. Rentang temperatur keluaran produk pada *gasifier* jenis ini adalah antara 900 – 1400°C. Pengendalian pada *gasifier* jenis ini adalah laju alir bahan bakar, oksigen, dan kukus. Efisiensi *gasifier* ditentukan oleh temperatur operasi, ukuran partikel, dan laju injeksi kukus.

Keunggulan-keunggulan *entrained-bed gasifier* antara lain:

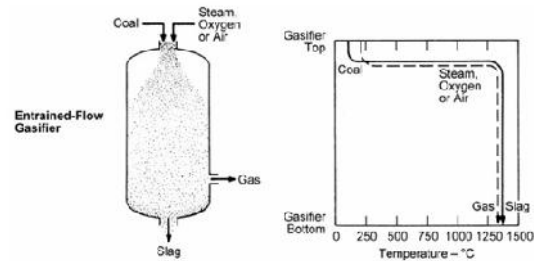
) Tidak terlalu memperhatikan karakteristik bahan baku, sesuai untuk bahan baku yang berukuran kecil.

) Gas yang dihasilkan mengandung sedikit tar, abu diambil dalam bentuk *slag*, produk dengan suhu tinggi memerlukan *quenching* untuk pembersihan, pendinginan dapat dilakukan dengan cara pertukaran panas sehingga panas yang dihasilkan lebih efisien.

Sedangkan beberapa kelemahannya antara lain:

) Oksigen yang dibutuhkan lebih banyak dan bahan baku yang berukuran besar memerlukan pengolahan awal agar dapat memenuhi spesifikasi umpan *gasifier* jenis ini.

) Pengoperasian *gasifier* jenis ini sangat rumit<sup>10)</sup>



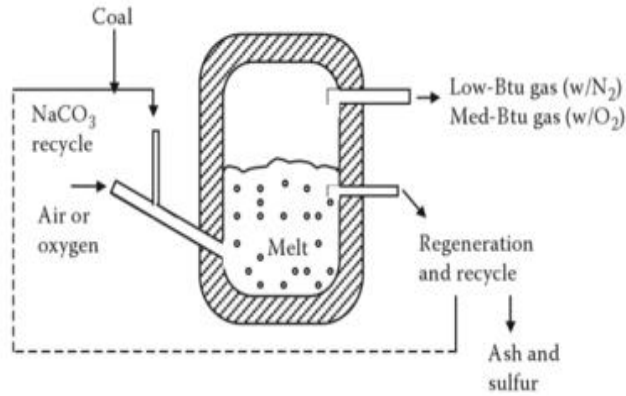
source: Electric Power Research Institute

Gambar 3:  
Entrained-bed gasifier<sup>9)</sup>

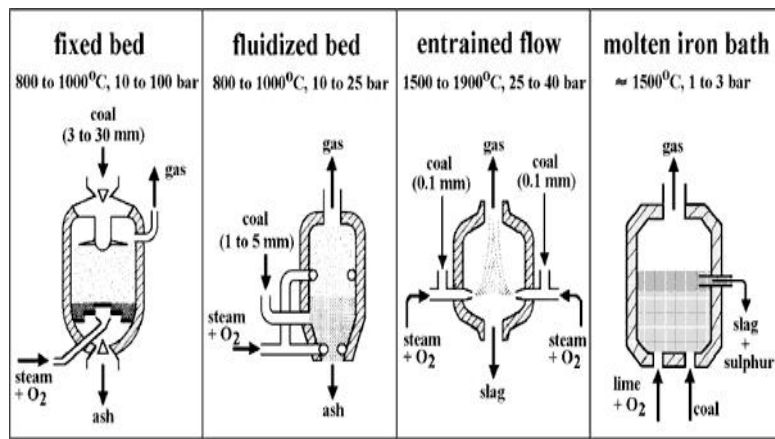
### 2.4. Molten Bath Gasifier

Pada pembuatan gas sintetik dengan teknologi proses *molten bath gasifier*, reaksi terjadi dalam medium yang tercampur merata dari inersia panas tinggi. Ada 2 tipe *bath* yaitu *molten metal bath* dan *molten salt bath*. Temperatur operasi pada tipe *molten metal bath* berkisar antara 1400 – 1700 °C, sedangkan pada tipe *molten salt bath* berkisar pada 1000 °C. Reaktan gas dapat dimasukkan dari atas seperti jet kemudian masuk ke dalam permukaan bath.

Pada Gambar 5 dapat dilihat proses gasifikasi batubara dengan molten bath gasifier. Sedangkan pada Gambar 6 dapat dilihat perbandingan dari ke empat proses gasifikasi yang telah diatas.



Gambar 5: Rockwell Molten Salt Gasifier<sup>11</sup>



Gambar 6: Perbandingan empat teknologi proses gasifikasi batubara<sup>11)</sup>

Ringkasan perbandingan ke empat teknologi proses gasifikasi dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3: Perbandingan teknologi proses gasifikasi batubara untuk pembuatan gas sintetik<sup>12)</sup>

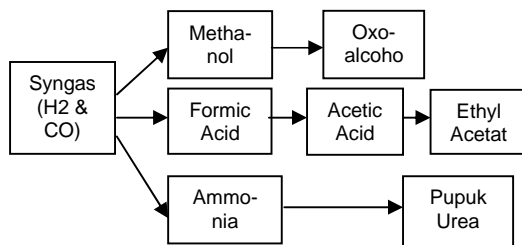
No.	Licensor	Cara Kontak	Kondisi Operasi	Yield (%)	Kelebihan	kelemahan
1	Lurgi	Fixed Bed	T=1000C P=20-30atm	< 95	Yield Tinggi	Temp & Tek tinggi
2	Winkler	Fluidized bed	T=800-900C P=atmosferik	<95	Yield tinggi Tek. Sangat rendah	Temp. relatif masih tinggi
3	Kopper Totzek	Entrained phase	T=1500-1800C P=atmosferik	95	Yield tinggi Tek. rendah	Tek. Sangat rendah
4	Otto-Rummel	Molten Bath	T=1400-1700C P=atmosferik	<95	Yield tinggi Tek. rendah	Tek. Masih Sangat tinggi

Masing-masing proses diatas memiliki kelebihan dan kekurangan. Dari Tabel 3 diatas dapat disarikan bahwa efisiensi tertinggi terdapat pada proses *entrained-bed gasifier* yaitu mencapai 95 persen, namun kelemahannya adalah temperatur operasinya

sangat tinggi yaitu 1500 – 1800 °C. Temperatur proses terendah terdapat pada proses *Fluidized-bed* yaitu sekitar 800 – 900 °C, namun output (*yield*)-nya kurang dari 95%.

### IV.3. Peluang Pemanfaatan Gas Sintetik pada Industri Hilirnya

Di bawah ini akan dibahas mengenai jenis-jenis industri yang dapat memanfaatkan produk gas sintetik ( $H_2$  dan  $CO$ ) hasil gasifikasi batubara sebagai sumber alternatif pasokan kebutuhan bahan bakunya. Pendekatan yang dilakukan untuk mengidentifikasi industri pengguna produk gas sintetik adalah dengan mempelajari pohon industri petrokimia yang telah dikeluarkan oleh Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM). Cuplikan dari pohon industri petrokimia tersebut (hanya diambil syn-gas) dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7: Pohon industri syngas<sup>13)</sup>

Dari Gambar 1 Pohon Industri Syngas diatas terlihat bahwa produk Gas sintetik berupa  $H_2$  dan  $CO$  dapat dimanfaatkan oleh industri hilirnya antara lain untuk:

- J industri methanol, yang selanjutnya dapat diolah lebih lanjut menjadi oxo-alcohol
- J industri *formic acid* (asam formiat/format), yang selanjutnya dapat diolah menjadi *acetic acid* (asam asetat) dan ethyl-acetate (asetat etil)
- J industri ammonia, yang selanjutnya dapat diolah menjadi pupuk.

#### 3.1. Perkembangan Industri Metanol di Indonesia

Metanol, juga dikenal sebagai metil alkohol, *wood alcohol* atau spiritus. Metanol adalah senyawa kimia dengan rumus kimia  $CH_3OH$  yang merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada keadaan atmosfer metanol berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol).

Jenis industri yang menggunakan metanol antara lain industri kayu lapis, tekstil, plastik, resin sintesis, farmasi,

insektisida dan lainnya. Selain itu metanol juga dipakai sebagai pelarut, bahan pendingin, bahan baku perekat dan lain-lain. Di Indonesia pemakaian terbanyak metanol adalah pada industri *formaldehyde* dan produk turunannya seperti *urea formaldehyde*, *phenol formaldehyde*, dan *melamine formaldehyde* (adhesive resin).

Pada industri migas, metanol digunakan sebagai *antifreeze* dan sebagai gas *hydrate inhibitor* pada sumur gas alam dan pada pipa gas. Sampai saat ini di Indonesia telah beroperasi dua kilang methanol yaitu Kilang Methanol Bunyu milik Pertamina dan kilang milik PT Kaltim Methanol Industry di Bontang Kalimantan Timur dengan total kapasitas produksi 990.000 ton per tahun<sup>14)</sup>.

Untuk pembuatan metanol, bahan baku utama yang dapat digunakan bahan adalah gas alam dan batubara muda (rendah kalori). Namun eksploitasi dan penggunaan gas alam mulai dibatasi oleh pemerintah agar cadangannya tidak cepat habis. Sebagai alternatif solusi pengganti karena pembatasan pasokan gas alam tersebut dapat dimanfaatkan batubara rendah kalori yang cadangannya sangat melimpah di Indonesia dan pengelolaannya yang belum maksimal.<sup>15)</sup>

#### 3.2. Perkembangan Industri Asam Formiat di Indonesia

Asam formiat atau asam format ( $CH_2O_2$ ) adalah asam karboksilat yang paling sederhana. Asam format secara alami antara lain terdapat pada sengat lebah dan semut, sehingga dikenal pula sebagai asam semut. Asam format merupakan senyawa antara yang penting dalam banyak sintesis bahan kimia. Rumus kimia asam format dapat dituliskan sebagai  $HCOOH$  atau  $CH_2O_2$

Dengan cara menghidrolisis gas  $CO$  maka akan diperoleh asam formiat secara langsung. Proses ini berlangsung secara kesetimbangan dengan reaksi sebagai berikut:  $CO + H_2O \rightleftharpoons HCOOH$ . Katalis yang umum digunakan adalah  $CuCl$ , dan dari hasil proses ini akan didapatkan asam formiat 90 persen.

Asam formiat / format memiliki banyak kegunaan antara lain:

- J industri karet; pada industri karet, asam formiat digunakan sebagai bahan koagulan untuk mengkoagulasi karet dari lateks.
- J industri tekstil; pada industri tekstil, asam formiat digunakan untuk mengatur pH pada proses pemutihan, pencelupan / pewarnaan.

- J) industri kulit; pada industri kulit asam formiat digunakan dalam proses penyamakan kulit yaitu sebagai bahan pembersih zat kapur dan pengatur pH saat pencelupan.
- J) peternakan; asam formiat digunakan untuk mengawetkan / membunuh bakteri yang terdapat pada makanan ternak<sup>16)</sup>

Di Indonesia ada satu perusahaan yang memproduksi asam formiat / format yaitu **PT. Sintas Kurama Perdana**, berlokasi di Kawasan Industri Kujang - Cikampek Jawa Barat. Perusahaan ini merupakan satu-satunya pabrik yang memproduksi asam formiat di Indonesia. Pabrik ini memiliki kapasitas produksi sebesar 11.000 ton per tahun. Pabrik ini mulai beroperasi pada bulan Agustus 1988. Asam format hasil produksinya dipasarkan di dalam negeri dan juga ekspor, dengan komposisi yang hampir sama. Merek dagang yang dipakai pabrik ini adalah Sintas 90 (konsentrasi asam formiat 90%) dan Sintas 94 (konsentrasi asam formiat 94%), dengan beberapa ukuran kemasan, antara lain kemasan 600 gram, 25 kg dan 1 ton<sup>17)</sup>

**3.3. Perkembangan Industri Amonia di Indonesia**

Amonia (NH<sub>3</sub>) adalah gas tidak berwarna berbau tajam dan sangat larut dalam air terdiri dari nitrogen dan hidrogen. Amonia adalah senyawa yang stabil dan berfungsi sebagai bahan awal untuk produksi banyak senyawa nitrogen yang penting secara komersial<sup>18)</sup>

Dalam industri, senyawa amonia dibuat dengan dengan mencampur gas N<sub>2</sub> yang diperoleh melalui udara dan gas

H<sub>2</sub> yang diperoleh dari reaksi antara gas metana dan air. Campuran gas N<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub> dengan perbandingan N<sub>2</sub> : H<sub>2</sub> = 1 : 3 tersebut kemudian dialirkan melalui pompa bertekanan tinggi (250 atm) ke dalam tabung pemurnian gas. Dalam tabung inilah kemudian diperoleh gas N<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub> murni yang dialirkan ke dalam reaktor katalisis.

Amonia yang dihasilkan dalam proses industri berupa amonia cair. Hal ini karena campuran gas H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> dan NH<sub>3</sub> dialirkan melalui kondensor. Karena NH<sub>3</sub> mempunyai titik didih lebih tinggi dibanding H<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub>, maka NH<sub>3</sub> akan segera mencair dan ditampung dalam bejana tertentu, sedangkan gas H<sub>2</sub> dan N<sub>2</sub> didaur ulang kembali untuk menghasilkan amonia pada proses berikutnya<sup>21)</sup>

Industri yang memanfaatkan amonia antara lain :

- J) industri pupuk; sebagai sumber nitrogen untuk pupuk.
- J) bahan peledak komersial; sebagai sumber bahan peledak komersial trinitrotoluene (TNT), nitroglicerin, dan nitroselulosa.
- J) industri tekstil, amonia digunakan dalam pembuatan serat sintetis, seperti nilon dan rayon.<sup>18)</sup>

Kapasitas produksi ammonia di Indonesia sudah sangat besar. Bahan baku pembuatan amonia di Indonesia umumnya menggunakan bahan baku gas alam. Gambaran besarnya kapasitas produksi amonia Indonesia dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 4:  
Pabrik Ammonia di Indonesia & Kapasitasnya<sup>19)</sup>

No	Nama Perusahaan	Komoditi	Kap. Ammonia
1	PT Kaltim Parna Industri - Bontang, Kaltim	Anhydrous Ammonia	500.000 ton / thn
2	Kaltim Pasifik Amoniak - Bontang, Kaltim	Amoniak Liquid	2000 MT/hari atau 660.000 ton/thn
3	PT Pupuk Kalimantan Timur - Bontang, Kaltim	Pupuk Urea dan Amoniak	1.850.000 ton/thn (existing) atau 2.700.000 ton/thn (jika Proyek-5 selesai)

Data dari ke tiga jenis industri (methanol, asam format dan amonia) yang telah dibahas

diatas menunjukkan angka yang cukup besar, yaitu:



- J) Methanol - total kapasitas produksi methanol adalah 990.000 ton per tahun
- J) Asam format – total kapasitas produksi adalah 11.000 ton per tahun dan impor sebanyak 3.532,323 ton pada tahun 2014
- J) Amonia – total kapasitas produksi ammonia yang terdiri dari 3 perusahaan yang telah diatas adalah 3.010.000 ton per tahun atau akan menjadi 3.860.000 ton per tahun jika Proyek 5 PT Pupuk Kaltim selesai dibangun dan beroperasi.

Ketiga jenis industri diatas saat ini menggunakan gas alam sebagai bahan bakunya. Namun kebijakan pemerintah yang membatasi eksploitasi dan penggunaan gas alam, maka peluang untuk mengisi kekurangan gas alam tersebut dapat di pasok dari gas sintetik hasil gasifikasi batubara rendah kalor yang cadangannya relatif sangat besar di Indonesia. Pemanfaatan batubara rendah kalor ini di Indonesia saat ini masih sangat minimum.

Contoh kisah sukses dalam pembuatan bahan bakar dari proses gasifikasi batubara adalah South African Coal Oil and Gas Corporation (SASOL) di Afrika Selatan. Sasol yang saat ini memproduksi gas sintetik sebesar 55 juta Nm<sup>3</sup>/hari dengan menggunakan teknologi Lurgi, dan memproduksi minyak sintetik sebanyak 150 ribu barel per hari melalui sintesis Fischer-Tropsch. Saat ini, Sasol mempekerjakan sebanyak 170 ribu karyawan, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang merupakan 2 persen tenaga kerja sektor formal di Afsel. Selain itu, Sasol juga menyumbang 4 persen GDP atau sekitar US\$ 7 milyar, serta memasok 40 persen kebutuhan BBM dalam negeri Afrika Selatan (28 persen dari batubara)<sup>20)</sup>.

## SIMPULAN

Indonesia memiliki cadangan batubara yang sangat besar yaitu berkisar 91 miliar ton. Pemanfaatan batubara tersebut sampai saat ini masih belum optimal di Indonesia.

Salah satu alternatif pemanfaatan batubara yang mungkin diterapkan di Indonesia adalah dengan mengolah batubara tersebut menjadi gas sintetik (syngas). Proses ini dikenal dengan istilah gasifikasi batubara.

Komponen utama gas sintetik dari batubara ini adalah gas Hidrogen (H<sub>2</sub>) berkisar 10 – 20% dan Karbon Monoksida (CO) berkisar 15 – 30 %.

Untuk membuat gas sintetik dari batubara ada 4 jenis teknologi proses

gasifikasi yang telah dikenal di dunia yaitu *fixed-bed gasifier*, *fluidized-bed gasifier*, *entrained-bed gasifier* dan *molten bath gasifier*.

Pada kajian ini fokus pemanfaatan gas sintetik dari gasifikasi batubara adalah untuk bahan baku industri kimia. Berdasarkan pohon industri petrokimia dsari BKPM (2011) paling tidak ada 3 jenis industri kimia yang dapat memanfaatkan gas sintetik (syngas) sebagai alternatif bahan bakunya. Ketiga industri tersebut adalah industri methanol, industri asam formiat dan industri ammonia.

Total kapasitas produksi metanol di Indonesia saat ini adalah 990.000 ton per tahun.

Total kapasitas produksi asam formiat di Indonesia adalah 11.000 ton per tahun.

Total kapasitas produksi amonia di Indonesia adalah 3.860.000 ton per tahun

Ketiga jenis industri kimia tersebut saat ini memanfaatkan bahan baku gas alam. Semakin banyaknya industri yang memanfaatkan gas alam saat ini dan pada masa-masa mendatang, hal ini dapat menyebabkan pasokan gas alam semakin berkurang untuk ketiga jenis industri kimia ini. Oleh karena itu pengembangan industri gas sintetik (syngas) di Indonesia dapat menjadi alternatif kesinambungan pasokan (sustainable supply) bahan bakunya.

Masing-masing teknologi proses gasifikasi batubara diatas memiliki keunggulan dan kelemahan. Perlu dilakukan kajian dari masing-masing teknologi proses tersebut diatas mana yang paling sesuai dengan bahan baku batubara kalor rendah (lignite) mengingat potensi batubara di Indonesia 60% nya adalah berjenis lignite.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada kegiatan SINAS tahun 2015 Pengembangan SynGas sebagai pengganti bahan bakar. Tidak lupa kepada teman-teman satu di kegiatan ini juga keluarga PTIP yang memberi masukan dan saran sehingga tulisan ini bias selesai

## DAFTAR PUSTAKA

1. Kementerian ESDM, Pengembangan Gasified Coal, <http://esdm.go.id/berita/323-energi-baru-dan-terbarukan/5104-pengembangan-gasified-coal.html>
2. Kementerian Perindustrian. <http://www.kemenperin.go.id/artikel/1224/Potensi-Batu-Bara-di-Indonesia-Menjanjikan>

3. Proses Gasifikasi Batubara. <http://stenlyroy.blogspot.co.id/p/proses-gasifikasi-batubara.html>). 2015
4. Aneka Ilmu (2009). Pembuatan Gas Hidrogen. <http://anekailmu.blogspot.com/2009/04/pembuatan-gas-hidrogen-h2>.
5. Karbon monoksida. [http://id.wikipedia.org/wiki/Karbon\\_monoksida](http://id.wikipedia.org/wiki/Karbon_monoksida)
6. Ikram Yusra (2015), Gasifikasi Batubara.
7. Anjar Eko Saputro (2015), Gasifikasi Batubara,
8. ETSAP (2010). Syngas Production from Coal. [www.etsap.org](http://www.etsap.org)
9. National Energy Technology Laboratory. Entrained Flow Gasifiers.
10. Fiki Tricahyandaru dan Yudo Danu Priambodo (2008), Pengembangan dan Studi Karakteristik Gasifikasi Batubara Sub-bituminus Menggunakan Reaktor Jenis Fix Bed Downdraft Gasifier, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
11. Lee, Sunggyu, James G. Speight dan Sudarshan K. Loyalka (2015). Handbook of Alternative Fuel Technology, 2<sup>nd</sup> Edition, New York: CRC Press
12. Hafan Rofiq Syahnur (2013). Gasifikasi Batubara.
13. BKPM (2011). Perencanaan Pengembangan Investasi Industri Petrokimia.
14. Data Consult, 2010, [http://www.datacon.co.id/Gas2010 Methanol.html](http://www.datacon.co.id/Gas2010%20Methanol.html)
15. Bagas Jiwangga Sinatria, Putra Ramadha dan Rizki Laksono (2014). Tugas Prarancangan Pabrik Metanol dari Low Rank Coal Kapasitas 700.000 ton/tahun. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik. Universitas Gajah Mada.Chapter1.pdf
16. Lestarieka, 2011, Asam Format.
17. Pabrik Asam Formiat di Indonesia,.
18. Ilmu Alam (2014). Pengertian Amonia NH<sub>3</sub>,
19. Kaltim Parna Industri.
20. Kementerian ESDM. Pengembangan Gasified Coal.
21. Devi Liandani (2014). Makalah Pembuatan Amoniak.