

PEMBENTUKAN GAS H₂ DAN CO RAMAH LINGKUNGAN MELALUI GASIFIKASI BATUBARA UNTUK MEREDUKSI BIJIH BESI

Oleh : Ahsonul Anam ^{*)}

Abstrak

Ketergantungan pabrik baja terhadap gas alam untuk menghasilkan gas pereduksi bijih besi sangat besar, sehingga dihadapkan pada masalah yang besar oleh karena harga gas alam yang cenderung naik. Oleh karena itu, sumber gas pereduksi selain dari gas alam, teknologi yang mendukung, ekonomis serta ramah terhadap lingkungan, sangat diperlukan, sehingga daya saing di pasaran bisa ditingkatkan dan ketergantungan terhadap gas alam bisa diminimalisasi.

Teknologi gasifikasi adalah teknologi yang sangat ramah lingkungan, membentuk polusi yang sangat minim walaupun untuk mengolah bahan-bahan yang sangat "kotor" misalnya batubara dengan kandungan sulfur tinggi. Gasifikasi juga mampu mengurangi sejumlah besar volume padatan, dengan membentuk produk samping yang ramah lingkungan, sebagai contoh adalah pembentukan slag dari bahan-bahan anorganik yang terdapat dalam umpam.

Dengan cadangan batubara Indonesia yang sangat melimpah, sekitar 36,5 milyar ton, serta dengan dukungan teknologi gasifikasi yang ramah terhadap lingkungan, bisa dihasilkan gas-gas pereduksi untuk menggantikan peranan gas alam.

Kata Kunci : Gasifikasi Batubara, Bijih Besi, Direct Reduced Iron

1. Pendahuluan.

Besi adalah komponen utama baja, salah satu bahan yang banyak dibutuhkan di dunia. Besi didapatkan dari tambang bijih besi yang mengandung Fe₂O₃, suatu senyawa kombinasi dari besi dengan oksigen. Fungsi dasar semua teknologi pereduksi bijih besi adalah untuk menghilangkan kandungan oksigen di dalam bijih besi secara ekonomis menghasilkan besi (Fe). Bijih besi direduksi dalam kondisi padat akan menghasilkan DRI (*direct reduced iron*). Reaksi pembentukan besi dari bijih besi terjadi pada suhu 900°C, seperti terlihat pada reaksi berikut :



Dari reaksi di atas terlihat bahwa untuk menghasilkan Fe dibutuhkan zat pereduksi yaitu gas CO dan H₂. Kebanyakan di pabrik baja, gas pereduksi ini dihasilkan dari pengolahan gas alam. Yang menjadi pertanyaan adalah, haruskah selalu bergantung pada pengolahan gas alam untuk menghasilkan zat pereduksi tersebut?. Adakah sumber gas CO dan H₂ yang lain ?. Adakah teknologi yang mendukungnya ?. Ramahkah terhadap lingkungan ?. Ekonomiskah ?. Bisa jadi pertanyaan-pertanyaan di atas baru akan

muncul setelah kita dihadapkan pada mahalanya harga gas alam. Haruskah kita menunggu saat tersebut ?. Atau barangkali, justru sekarang ini produsen baja kita sudah dihadapkan pada mahalanya harga gas alam sehingga memperberat daya saing produk di pasaran ?.

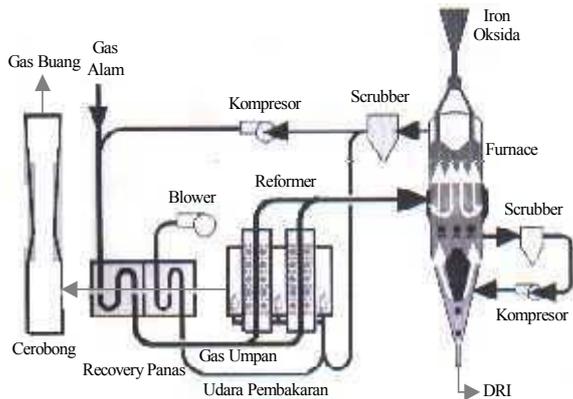
Reformer Gas Alam.

Secara skematik, proses pembentukan gas pereduksi menggunakan gas alam bisa dilihat pada gambar 1. Gas alam dipanaskan terlebih dahulu dengan memanfaatkan panas buang keluaran *reformer* sebelum diumpankan ke *reformer*. Di dalam *reformer* terjadi reaksi perengkahan gas alam menjadi gas-gas di antaranya gas H₂ dan CO. Gas hasil dari *reformer* diumpankan ke tungku pereduksi bijih besi.

Pada tungku pereduksi, bijih besi dikonversikan menjadi DRI. Pengumpanan bijih besi dilakukan secara kontinyu dari bagian atas tungku, mengalir turun sepanjang tungku karena daya tarik bumi (gravitas bumi), berlawanan arah dengan gas pereduksi panas. Gas panas pereduksi bereaksi dengan bijih besi, mengikat oksigen menghasilkan besi seperti terlihat pada reaksi di atas. Sisa gas pereduksi keluar melalui bagian atas tungku dan dibersihkan melalui *top gas scrubber*, sebagian digunakan sebagai bahan bakar di *reformer*, dan sebagian dicampur dengan gas

^{*)} Staf UPT-LSDE, BPP Teknologi, Puspiptek Serpong

alam umpan yang baru, untuk kemudian dipanaskan dan diumpangkan ke *reformer*.

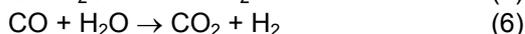
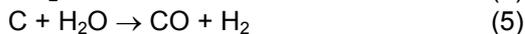


Gambar 1. Diagram alir pembuatan gas pereduksi dari gas alam

Teknologi gasifikasi.

Proses gasifikasi didefinisikan sebagai suatu proses untuk mengubah bahan-bahan non gas, misalnya cairan atau padatan, menjadi gas. Namun proses gasifikasi di sini lebih diartikan sebagai sebuah proses untuk membentuk gas sintesis atau *syngas*, yaitu gas-gas utamanya terdiri dari CO dan H₂. Proses gasifikasi adalah proses yang sangat ramah lingkungan, membentuk polusi yang sangat minim walaupun untuk mengolah bahan-bahan yang sangat "kotor" misalnya batubara dengan kandungan sulfur tinggi. Gasifikasi juga mampu mengurangi sejumlah besar volume padatan, dengan membentuk produk samping yang ramah lingkungan, sebagai contoh adalah pembentukan *slag* dari bahan-bahan anorganik yang terdapat dalam umpan.

Dalam proses gasifikasi batubara untuk menghasilkan *syngas*, batubara dipanaskan sampai suhu yang tinggi bersama-sama dengan uap air dan oksigen murni. Terjadi dua reaksi yaitu oksidasi parsial (persamaan 3) yang bersifat eksotermis dan menjadi sumber panas yang dibutuhkan untuk reaksi selanjutnya yaitu reaksi pirolisis (persamaan 4-6) yang bersifat endotermis.



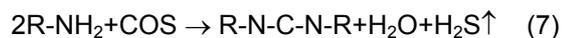
Di samping produk di atas, ada juga produk lain seperti CH₄, HCl, HF, NH₃ dan HCN dalam jumlah yang sedikit. H₂S juga terbentuk dengan jumlah tergantung dari kandungan sulfur dalam batubara.

Ada tiga klasifikasi alat gasifikasi yaitu tipe unggun tetap, unggun terfluidakan dan *entrained flow*. Untuk tipe unggun tetap, seperti pada British Gas Lurgi, bahan baku (batubara) diumpangkan ke *gasifier* melalui bagian atas, sedang uap air dan oksigen diumpangkan melalui bagian bawah. Setelah umpan dikonsumsi, bahan-bahan anorganik meleleh dan dikeluarkan melalui bagian bawah, sedang *syngas* keluar melalui bagian atas. Untuk tipe unggun terfluidakan (*British Coal Gasifier*), bahan baku (batubara) diumpangkan bersama dengan uap air dan oksigen melalui bagian bawah *gasifier*, produk *syngas* dikeluarkan dari bagian atas sedang produk samping berupa *slag* bahan-bahan anorganik dikeluarkan melalui bagian bawah. Untuk tipe *entrained flow* (*Texaco* dan *Shell gasifier*), batubara dibuat dalam bentuk *slurry* menggunakan air, diumpangkan dari bagian atas *gasifier* bersama-sama dengan oksigen. *Slag* dan *syngas* dikeluarkan dari bagian bawah *gasifier*. Dari semua proses di atas, bahan-bahan organik dalam umpan tergasifikasi, sedang sisanya berupa bahan-bahan anorganik terlelehkan menjadi bentuk *slag*, yang dapat digunakan untuk bahan dasar pengerasan jalan raya atau untuk bahan bangunan.

Produk *syngas* melalui proses pemurnian untuk memisahkan gas dari pengotornya. Misalnya kandungan jelaga dan partikulat, dipisahkan melalui *canle filter* (pemisahan kering) atau melalui *water scrubber* (proses basah) sebagai *slurry*. Dengan proses basah, juga akan menghilangkan kandungan klorida yang mungkin terdapat dalam *syngas*.

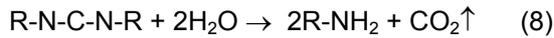
Proses pemurnian selanjutnya adalah untuk menghilangkan kandungan carbonyl sulfid (COS), yaitu dengan melewati *syngas* melalui reaktor hidrolisis berkatalis (alumina aktif) unggun tetap yang akan mehidrolisa COS menjadi CO₂ dan H₂S serta HCN menjadi NH₃ dan CO.

Untuk menghilangkan kandungan asam dan senyawa sulfur, digunakan pelarut Rectisol atau Selexol. Rectisol menghilangkan semua komponen gas bersifat asam sedangkan selexol lebih selektif pada senyawa sulfur. Cara lainnya adalah melewati *syngas* melalui unit DGA (diglycolamine). Dalam proses ini, DGA bereaksi dengan COS sesuai dengan reaksi berikut :



Pada persamaan di atas, R adalah HO-CH₂-CH₂-O-CH₂-CH₂- dan R-NH₂ adalah DGA. Produk degradasi R-N-C-N-R dikonversikan lagi menjadi DGA dalam reclaimer yang

dioperasikan pada suhu kira-kira 190°C, dengan reaksi sebagai berikut :



DGA juga bisa mengurangi kandungan H₂S dan CO₂ sampai level yang sangat rendah.

Konsep pengolahan bijih besi menjadi besi melalui teknologi gasifikasi batubara dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian penghasil gas pereduksi melalui *gasifier* dan bagian pereduksi bijih besi melalui tungku pereduksi seperti terlihat pada gambar 2.

Pada bagian penghasil gas pereduksi, terdapat unit-unit pendukung di antaranya unit pembersihan dan pengkondisian gas, serta unit pemisah udara. Pada bagian pereduksi bijih besi terdapat unit-unit di antaranya sistem pemisahan gas CO₂ sebelum diumpankan ke sistem pemanasan gas pereduksi dan tungku pereduksi sebagai umpan balik (*recycle*).

Tujuan utama bagian gasifikasi adalah untuk menghasilkan gas pereduksi yang diinginkan dan sesuai dengan spesifikasi masukan (umpan) tungku pereduksi bijih besi menggunakan batubara sebagai bahan bakunya. Spesifikasi umpan tungku pereduksi yang utama adalah kualitas gas pereduksi (rasio reduktan dengan oksidan) yaitu $(\%H_2 + \%CO)/(\%H_2O + \%CO_2)$. Beberapa parameter penting lainnya adalah rasio H₂/CO, kandungan zat *inert*, kandungan sulfur, kandungan jelaga/partikulat, serta suhu dan tekanan gas.

Pada tungku pereduksi, bijih besi dikonversikan menjadi DRI sama seperti yang terjadi menggunakan gas alam. Sisa gas pereduksi yang keluar melalui bagian atas tungku mengandung sejumlah gas di antaranya adalah CO₂ dan H₂O, gas *inert* serta sisa gas H₂ dan CO yang tidak bereaksi. Bila gas tersebut diumpankan balik ke tungku pereduksi maka harus dibersihkan melalui *scrubber* dan

alat pemisah CO₂. Setelah tahap ini, gas yang akan diumpankan balik ini dicampur dengan gas sintesis yang baru untuk bersama-sama diumpankan ke tungku pereduksi. Namun sebelum diumpankan, gas harus dipanaskan terlebih dahulu sampai 900°C, agar efisiensi pereduksian dapat dimaksimalkan.

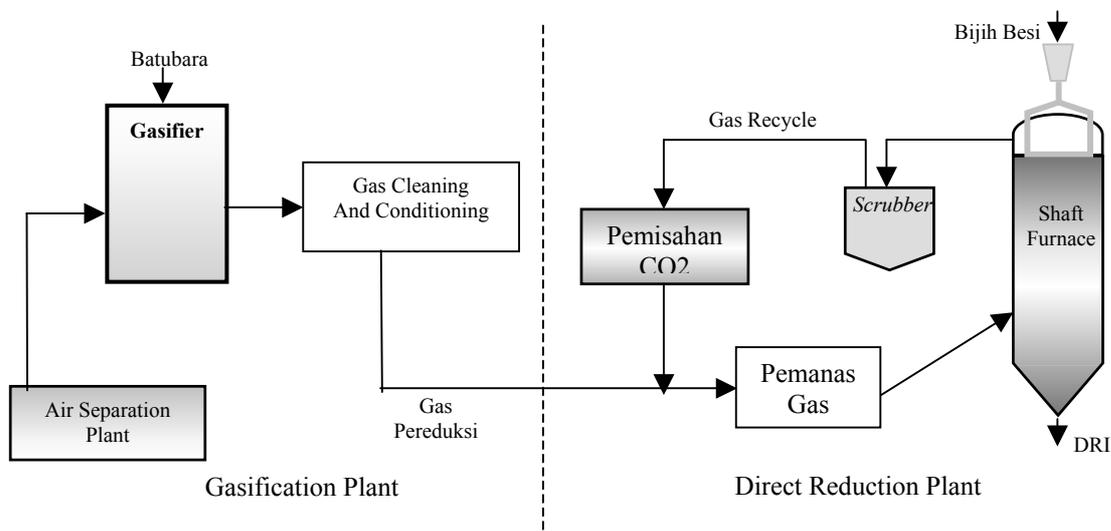
Dari keterangan di atas terlihat bahwa teknologi gasifikasi memberikan alternatif proses pembentukan *syngas* dari bahan non gas alam sehingga ketergantungan pabrik baja terhadap gas alam bisa dihindarkan dan juga teknologi gasifikasi ramah terhadap lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Cheeley R., "Gasification and the Mirex Direct Reduction Process", 1999 Gasification Technologies Conference, San Francisco, California, 1999.
2. Jahnke F.C., "Texaco Gasification for Clean Coal Utilization Controlling Ash at High Temperature and Pressure", Texaco Global Gas and Power, 2000 Westchester Ave, White Plains NY.
3. Mc Mullan J.T., Williams B.C., Sloan E.P., Rentz O., Dorn R and Schleeff H.-j., "Optimum Configuration of IGCC Power Plant for a Range of Coals Used in Europe".
4. Nagl G.J. , "Cleaning Up Gasification Syngas", Gas Technology products, Schaumburg, IL 60173, USA.

RIWAYAT PENULIS

Ahsonul Anam, lahir di Demak tanggal 2 Februari 1967. Menyelesaikan S1 jurusan teknik kimia, UNDIP tahun 1992, S2 jurusan teknik kimia di ITB tahun 2000. Saat ini bekerja sebagai *staf UPT-LSDE, BPP Teknologi, di Puspiptek Serpong*



Gambar 2. Diagram alir pembuatan gas pereduksi melalui gasifikasi batubara