

## PRARANCANGAN PABRIK LIQUEFIED NATURAL GAS (LNG) DARI COAL BED METHANE (CBM) DENGAN KAPASITAS 25 MMSCFD/TAHUN

Nur Aini Dwi Alfinaini<sup>1</sup>, Pratamai Shelli<sup>1\*</sup>, Afrila Tutut Dwijati Lestari<sup>1</sup>  
Maktum Muharja Al Fajri<sup>1</sup>, Zuhriah Mumtazah<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember,  
Jl. Kalimantan No. 37, Jember

\*Corresponding Author: afrilatdl@gmail.com

### Abstrak

Untuk mencapai keberlangsungan kebutuhan energi di Indonesia, dibutuhkan sumber energi alternatif untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil yang tiap tahunnya semakin berkurang. Salah satunya dengan menggunakan energi alternatif Liquefied Natural Gas (LNG) dari Coal Bed Methane (CBM). Terdapat tahapan proses produksi LNG dari CBM yaitu dehydration unit, acid gas removal unit, fractination unit dan refrigeration and liquefaction unit. Pabrik ini dirancang dengan kapasitas produksi sebesar 25 MMSCFD/Tahun dengan waktu operasi 330 hari/tahun. Bahan baku yang dibutuhkan yaitu CBM sebanyak 31.0205838 MMSCFD. Proses yang dipilih dalam pembuatan LNG pada pabrik ini adalah proses adsorpsi. Pemilihan proses dilakukan dengan pertimbangan dapat menghilangkan kandungan air dan merkuri hingga batas maksimum kurang dari 10 ppm, hal ini sesuai dengan spesifikasi produk yang diinginkan. Pabrik ini akan beroperasi di KEK Tanjung Api-Api, Kab. Banyuwangi, Sumatera Selatan dengan estimasi mulai beroperasi pada 2030. Berdasarkan hasil evaluasi analisa ekonomi, dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik LNG dari limbah CBM dengan kapasitas 25 MMSCFD/Tahun layak didirikan dengan rincian Pay Out Time (POT) 3,09 tahun, Internal Rate of Return (IRR) 28,4% dan Break Event Point (BEP) sebesar 43,56%.

*Kata kunci: Liquefied Natural Gas, Coal Bed Methane, Adsorpsi.*

### 1. Pendahuluan

Liquefied Natural Gas (LNG) merupakan gas alam yang dapat dimanfaatkan setelah melalui beberapa perlakuan yaitu dengan cara didinginkan kurang lebih pada suhu  $-160^{\circ}\text{C}$  dibawah titik didihnya yang dilakukan pada tekanan atmosfer. LNG dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar karena bersifat mudah terbakar dan ramah terhadap lingkungan (Santoso, 2014).

Coal Bed Methane (CBM) merupakan gas dengan kandungan metana yang relative tinggi mencapai sekitar 88-98%, yang terjebak dalam pori-pori batubara yang tergenangi oleh air. CBM berpotensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan liquefied natural gas (Sari, 2022). Ketersediaan CBM di Indonesia cukup besar. Indonesia menempati urutan keempat di dunia yang memiliki potensi CBM tinggi sebesar 453,3 TCF. Cadangan CBM yang ada

di Indonesia diperkirakan setidaknya 12,8 Triliun m<sup>3</sup> yang banyak terletak di pulau Kalimantan dan Sumatra. Banyaknya potensi CBM di Indonesia, menjadikan CBM sebagai energi terbarukan (Fahmi, 2013).

Pabrik LNG didirikan dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan LNG dalam negeri, dan membantu pemanfaatan CBM di Indonesia.

### 2. Deskripsi Proses

#### 2.1 Dehydration Unit

Fungsi dari unit ini adalah untuk menghilangkan kandungan air yang ada pada feed gas. Bahan mentah berupa Coal bed methane (CBM) pada suhu  $30^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 2,068 bar yang berasal dari sistem perpipaan dialirkan menuju Feed



Compressor CBM (G-111). Gas dialirkan dari bagian atas kolom dehidrasi agar mencegah terjadinya fluidisasi di dalam Molecular Sieve bed (D-110 A/B/C). Gas yang bebas dari H<sub>2</sub>O akan keluar dari bagian bawah kolom (Fadly, 2022).

Proses regenerasi Molecular sieve dilakukan menggunakan sebagian aliran gas (gas kering) yang keluar dari Molecular sieve column dimana tidak mengandung air (H<sub>2</sub>O). Gas kering tersebut dipanaskan dengan regenerator heater (E-115) hingga mencapai suhu 270°C. Gas kering selanjutnya dimasukkan melalui kolom bawah ke dalam kolom Molecular sieve, air yang telah teradsorpsi akan terlepas dari bed Molecular sieve. Gas reaktivasi keluar melalui kolom dehidrasi bagian atas kemudian didinginkan hingga suhu 28°C pada Reactivation Cooler (E-113) menggunakan media pendingin air sebelum dialirkan ke Flash Drum (F-114) untuk proses pemisahan gas dengan kondensatnya yang berupa air. Air yang sudah teradsorpsi keluar ke bawah menjadi waste water, sedangkan gas yang keluar ke atas dikembalikan lagi ke feed. Gas yang bebas dari H<sub>2</sub>O selanjutnya dialirkan menuju unit penghilang CO<sub>2</sub> (Fahmi, 2013).

## 2.2 Acid Gas Removal Unit

Gas yang berasal dari Unit Dehidrasi dialirkan menuju Pressure Swing Adsorption (D-210 A/B/C) melalui bagian bawah kolom dan keluar melalui bagian atas kolom menuju propane precooler (E-420). Tekanan operasi yang digunakan pada Pressure Swing Adsorption adalah 37 bar. Pada tekanan tersebut, CO<sub>2</sub> akan terserap pada Molecular sieve (Fahmi, 2013).

## 2.3 Fractination Unit

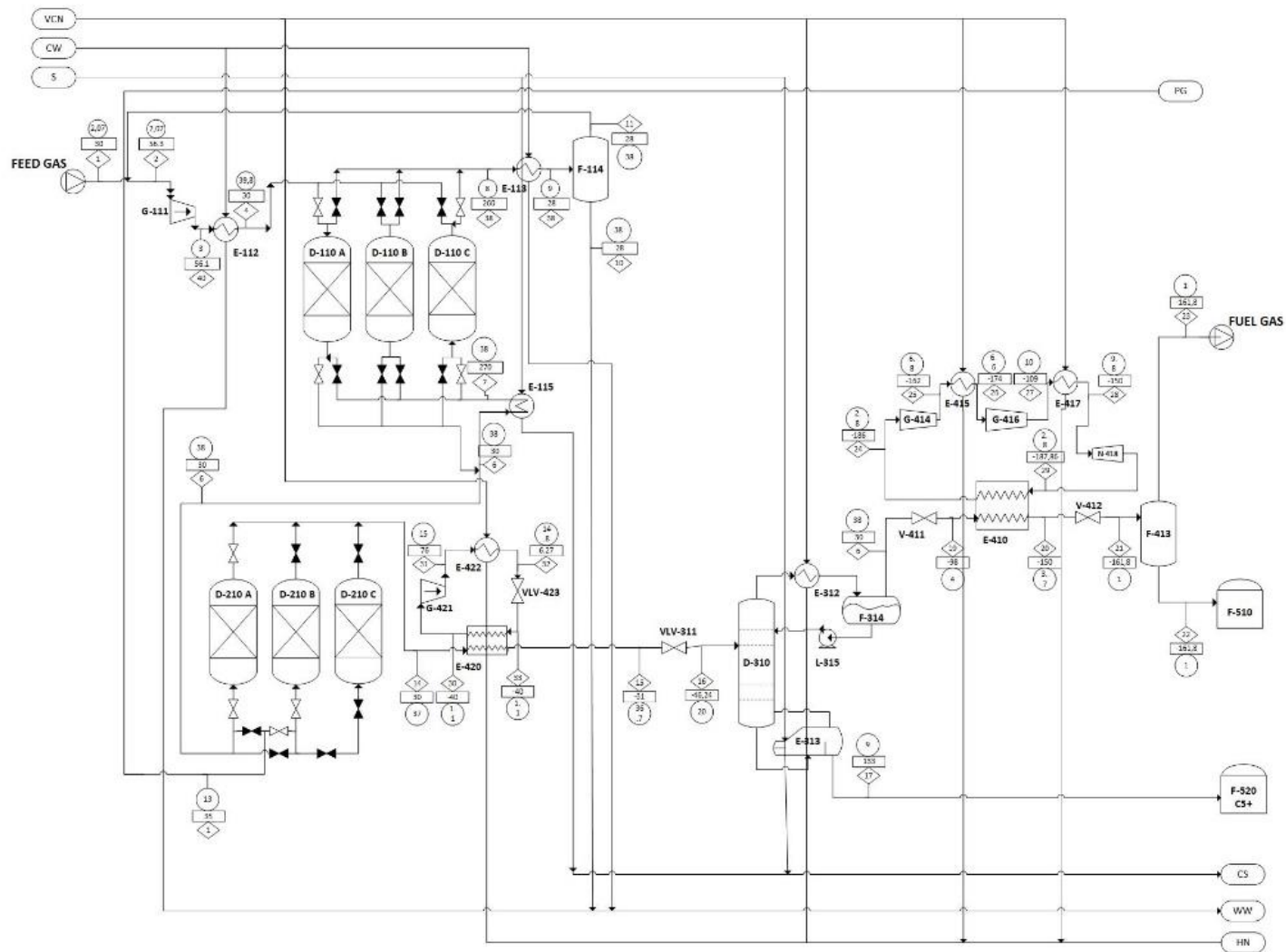
Feed CBM dari CBM Heat Exchanger (E-420) dialirkan dialirkan ke Expansion Valve (VLV-311) hingga suhu dan tekanan yang sesuai dengan kondisi operasi De-Buthanizer Column (D-310), yaitu tekanan 20 bar. Uap yang keluar dari puncak De-buthanizer Column (D-310) kemudian dikondensasikan oleh De-buthanizer Condenser (E-312) dengan media pendingin nitrogen dan dialirkan ke De-buthanizer Accumulator (F-314). Cairan sebagai hasil bawah De-buthanizer dikeluarkan untuk dipanaskan di reboiler De-buthanizer (E-313). Uapnya dikembalikan ke kolom De-buthanizer, sedangkan sisa cairannya yang tidak teruapkan keluar sebagai produk samping yaitu kondensat (C<sub>5</sub>+) dan dialirkan ke Condensate Storage Tank (F-520) (Fahmi, 2013).

## 2.4 Refrigeration And Liquefaction Unit

Gas dari unit PSA dialirkan ke CBM Heat Exchanger (E-420) masuk ke Compressor Propane Refrigerant (G-421) untuk menaikkan tekanan uap refrijeran agar dapat dicairkan kembali pada temperatur tinggi, kemudian dialirkan ke Propane Cooler (E-422) hingga mencapai suhu 6.27°C. Setelah itu masuk ke JT Valve Propane (VLV-423) untuk menurunkan tekanan refrijeran cair. Dry gas hasil dari CBM Heat Exchanger (E-420) keluar dialirkan ke Valve Expansion (VLV-311).

Proses pencairan diawali dengan liquid hasil fraksinasi dari De-Buthanizer Column (D-310) dialirkan ke Valve Expansion (V-411) untuk menurunkan tekanan mencapai 4 bar. Kemudian dialirkan ke LNG Heat Exchanger (E-410) untuk didinginkan. Proses kompresi nitrogen dilakukan dalam dua tahap, nitrogen dialirkan ke nitrogen compressor 1 (G-414) untuk menaikkan tekanan uap refrijeran menjadi 6,8 bar. Kemudian nitrogen didinginkan pada nitrogen cooler 1 (E-415). Selanjutnya gas nitrogen dinaikkan kembali tekanannya sampai 10 bar dengan nitrogen compressor 2 (G-416). Kemudian gas nitrogen didinginkan kembali pada nitrogen cooler 2 dengan media pendingin nitrogen hingga mencapai suhu -180°C. Setelah itu, gas nitrogen masuk ke N<sub>2</sub> Expander (N-418) sebagai media pendingin. Liquid yang telah keluar dari LNG Heat Exchanger (E-410) pada suhu -150°C dan tekanan 3 bar diturunkan tekanannya hingga 1 bar menggunakan LNG Expansion Valve (V-412), selanjutnya dialirkan menuju LNG Flash Drum (F-413) untuk dipisahkan antara fase liquid dengan vapor yang masih tersisa dalam produk. Fase liquid dialirkan ke LNG Storage Tank (F-510), sedangkan sisa gas yang dapat digunakan sebagai Fuel Gas (Fahmi, 2013).





Gambar 1. Flow Diagram Process Coal Bed Methane kapasitas 25 MMSCFD/Tahun.

### 3. Utilitas

Air yang digunakan untuk kegiatan pabrik diambil dari air hujan, PDAM, dan air Sungai Musi. Kebutuhan air yang perlu dipenuhi antara lain air sanitasi, air pendingin (cooling water), dan air umpan boiler. Air sanitasi digunakan untuk keperluan para karyawan di lingkungan pabrik, baik untuk mencuci, ibadah, mandi, memasak, laboratorium, maupun perkantoran. Air pendingin digunakan untuk pendinginan bahan pada proses produksi. Sedangkan air umpan boiler diperlukan untuk dikonversi menjadi steam sesuai dengan kebutuhan proses produksi (Arsyad, 2015).

Unit pengolahan steam pada pabrik LNG dari CBM adalah sistem yang menghasilkan energi listrik atau panas dengan menggunakan proses pengolahan steam. Unit pendukung lainnya yang harus disediakan adalah unit penyediaan nitrogen dan propane. Unit penyedia nitrogen dan propane ini berfungsi memenuhi kebutuhan nitrogen dan propane pendingin pada plant refrigeration and liquefaction (Armus, 2022).

Unit penyediaan listrik berfungsi sebagai alat penggerak dari berbagai peralatan proses produksi dan sebagai penerangan. Perhitungan kebutuhan listrik ditambahkan faktor keamanan sebanyak 20%. Listrik di pabrik LNG dari CBM ini diperoleh dari PLN dan generator pabrik.

Limbah cair yang dihasilkan dari pabrik LNG berupa kondensat (C5+) yang memiliki nilai jual. Kondensat mengandung unsur C5 dan C6 yang dapat dijadikan bahan baku kilang BBM, petrokimia aromatik, petrokimia olefin dan industri kimia lainnya (cat, thinner, solvent, dll). Melalui proses pengolahan kondensat yang dilakukan oleh pabrik bersangkutan, unsur yang terkandung pada kondensat telah disesuaikan dengan syarat bahan baku pabrik. Adapun limbah gas buang pabrik LNG dari CBM berasal dari proses pembakaran. Gas tersebut mengandung nitrogen (N<sub>2</sub>), hidrogen (H<sub>2</sub>), karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan metana (CH<sub>4</sub>) di treatment menggunakan scrubber dengan jenis wet scrubber (Fajriyah, 2020).

### 4. Analisis Ekonomi

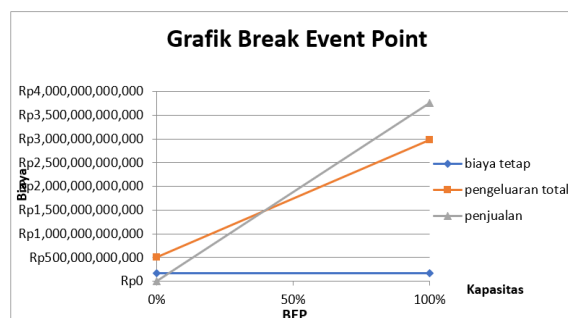
Evaluasi ekonomi dalam perancangan suatu industri perlu ditinjau untuk menentukan apakah pabrik yang telah direncanakan tersebut layak untuk didirikan atau tidak. Analisa ekonomi pabrik LNG dari CBM dapat dilihat pada Tabel 1.

Pabrik dikatakan layak apabila Pay Out Time kurang dari setengah umur pabrik (5 tahun). Nilai Internal of Return layak apabila melebihi nilai suku

bunga bank. Menurut Kusnarjo, 2010 nilai BEP yang dapat diterima yaitu  $40\% < \text{BEP} < 50\%$ . Berdasarkan perhitungan analisa ekonomi, BEP yang diperoleh yaitu 43,56% dimana nilai tersebut telah memenuhi syarat sehingga pabrik LNG dari CBM layak untuk didirikan. Gambar 1 menunjukkan nilai BEP yang didapatkan dari perpotongan nilai penjualan dengan nilai pengeluaran total (biaya produksi).

**Tabel 1** Parameter kelayakan pendirian pabrik

| Parameter               | Hasil Perhitungan | Kesimpulan |
|-------------------------|-------------------|------------|
| Pay Out Time            | 3,09 tahun        | Layak      |
| Internal Rate of Return | 28,4%             | Layak      |
| Break Event Point       | 43,56%            | Layak      |



**Gambar 4.** BEP dan SDP Pabrik *Coal Bed Methane* (CBM) 25 MMSCFD/Tahun.

### 5. Kesimpulan

Dari hasil yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa lokasi pabrik berada di Kek Tanjung Api-Api, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan dengan pengoperasian secara kontinyu yaitu 24 jam/hari, selama 330 hari/tahun, dengan kapasitas produksi 25 mmscfd/tahun. Dengan umur pabrik 10 tahun dan masa kontruksi 2 tahun, analisa ekonomi yang telah dilakukan menunjukkan hasil bahwa "Pra Rancangan Pabrik Liquefied Natural Gas (LNG) dari Coal Bed Methane (CBM) dengan Kapasitas 25 MMSCFD/Tahun" layak untuk didirikan.

### Daftar Pustaka

- Armus, R., Mukrim, M, I., Sitorus, E., Pasanda O, S., Tangio, J, S., Mahyati., Marzuki, I., Mohammad, E., Syahrir, M., dan Mastutie, F.,





- 2022, “Dasar-Dasar Proses Pengolahan Limbah”. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Arsyad, M., 2015, “Perencanaan Sistem Perpipaan Air Limbah Kawasan Pemukiman Penduduk”, *Jurnal Ilmiah Media Engineering*. 6(1): 406-412.
- Fadly, M., 2022, “Analisis Perbandingan Sistem Kontrak PSC Cost Recovery dan Gross Split pada Keekonomian Lapangan CBM X”, *Tugas Akhir*. Pekanbaru: Program Studi Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau.
- Fahmi, M., Fauzi, M., dan Wibawa, G., 2013, “Studi Awal Desain LNG (Liquefied Natural Gas) Plant Dari Coal Bed Methane (CBM) Dengan Kapasitas Feed 40 MMSCFD”. *Jurnal Teknik POMITS*. 2(2): 224-227.
- Fajriyah, S. A., dan Wardhani, E., 2020, “Evaluasi Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) di PT. X”. *Serambi Engineering*. 5(1): 711-719.
- Santoso, N. B., 2014, “Pemanfaatan LNG Sebagai Sumber Energi di Indonesia”, *Jurnal Rekayasa Proses*. 8(1): 33-39.
- Sari, R. L., Abror, H., Saputri, E, E, D., dan Welayaturromadhona, 2022, “Coal Bed Methane di Indonesia: Review dan Permasalahannya”, *Jurnal Teknologi Sumberdaya Mineral*. 3(1): 18-

