

## Tinjauan Kelayakan Ekonomi Dan Teknis Perancangan Awal Pabrik Pengolahan Gas Alam Dengan Umpan Dari Lapangan Gas Senoro

Anondho Wijanarko, Nestorius Sowor Najoan dan Sisilia Prenaly  
Program Studi Teknik Kimia, Departemen Teknik Gas dan Petrokimia  
Fakultas Teknik Universitas Indonesia  
Kampus UI Depok 16424, Tel. 7863515, 7863516  
e-mail: anondho@che.ui.edu, nestnajoan@yahoo.com, sisil\_pm@yahoo.com

### Abstrak

Industri pengolahan gas alam di Indonesia merupakan industri yang layak untuk investasi. Hal ini dikarenakan cadangan gas alam yang cukup banyak di Indonesia, pemanfaatannya yang kurang maksimal, kenaikan subsidi BBM, serta pasar yang menjanjikan. Berdasarkan analisis pasar maka pabrik pengolahan gas alam yang akan dibangun ini mempunyai kapasitas sebesar 153,257.238 MMSCF/tahun dan diharapkan akan beroperasi selama 19 tahun. Pabrik ini akan dibangun di Kecamatan Batui, Kabupaten Banggai, Sulawesi Tengah. Gas alam akan diproses menggunakan dua proses utama yaitu proses sweetening dan fraksionasi. Proses yang ada dalam pabrik ini menggunakan mode operasi kontinyu. Unjuk kerja proses yang baik ditunjukkan dengan efisiensi energi sebesar 82.61% (proses sweetening) dan 98.57% (proses fraksionasi). Berdasarkan perhitungan ekonomi, pabrik pengolahan gas alam yang akan dibangun ini membutuhkan investasi sekitar US\$ 160 juta dan biaya manufaktur sekitar US\$ 57.7 juta. Nilai NPV untuk proyek ini sekitar US\$ 94 juta, IRR sebesar 25%, dan PBP sekitar 6 tahun. Perubahan paling sensitif terhadap kelayakan pabrik ini adalah kapasitas produksi pabrik, dimana produksinya tidak boleh kurang dari 76136.884 MMSCF/tahun atau 49.68% dari kapasitas produksi dasar pabrik. Analisa resiko dengan metode Monte Carlo berdasarkan parameter IRR lebih besar dari tingkat diskonto (11%) menyatakan peluang kelayakan pabrik untuk distribusi gas kota dengan jaringan pipa sebesar 82.15% sedangkan dengan CNG sebesar 79.78%. Berdasarkan analisa ekonomi yang telah dilakukan maka pabrik ini telah memenuhi tingkat kelayakan secara ekonomi dan layak untuk dibangun.

**Kata kunci:** Simulasi Monte Carlo, tingkat keyakinan dan transmisi gas alam

### Abstract

Natural gas industries in Indonesia is a good industries to be invested. It is due to Indonesia has many natural gas resources, the raising of BBM subsidies, and good promising market. From market analysis, the capacity for this industry is about 153,257.238 MMSCF/year, and this industry will be operated for about 19 years. This plant will be built in Kecamatan Batui, Kabupaten Banggai, Central Sulawesi. The natural gas will be processed in two main process which are sweetening process and fraksionasi process. The operation mode of this plant is using continuous mode. Good process performance of this plant is shown by energy efficiency of 82.61% (sweetening process) and 98.57% (fraksionasi process). Economic analysis calculated that the total investment to build this plant is about US\$ 160 million with manufacturing cost of US\$ 57.7 million. NPV for this project calculated at US\$ 94 million, 25% IRR, with payback periods in 6 years. The most sensitive for this project is production capacity, which is no less than 76,136.884 MMSCF/year or 49.68% from basic production capacity of this plant. Risk analysis of this plant using Monte Carlo's method, considering that the value of IRR is more than the disconto level (11%), it can be summarized that the certainty of feasibility level of this plant for city gas distribution using pipeline method is 82.15%, whilst using CNG is 79.78%. Based on economic analysis mentioned above, this plant is considered being feasible for a commercial commencement.

**Keywords:** Monte Carlo simulatin, level of confidence and natural gas transmission

## 1. Pendahuluan

Rincian penggunaan energi di Indonesia yang mengacu pada basis bahan bakarnya di tahun 2001 adalah sebagai berikut, bahan bakar minyak (72.3%), gas alam (8.4%), batubara (5.1%), LPG (2%) dan listrik (11.3%). Hal ini berarti penggunaan energi di Indonesia masih berbasis pada bahan bakar minyak.

Perubahan pola konsumsi bahan bakar masyarakat Indonesia dari minyak bumi menjadi gas atau LPG yang lebih murah mutlak dilakukan. Hal ini mengingat dengan tingginya harga minyak mentah, maka pemerintah harus menanggung beban subsidi bahan bakar minyak yang tinggi. Pemakaian bahan bakar gas dapat mengurangi besarnya subsidi tersebut yang kemudian dapat dipakai untuk investasi infrastruktur ataupun penyediaan kebutuhan pokok bagi rakyat seperti kesehatan dan pendidikan.

Menurut perkiraan geologis jumlah sumber daya migas yang terdapat di Indonesia berada di 60 cekungan di darat dan lepas pantai, berjumlah sekitar 70 miliar barel (bbls) minyak bumi dan sekitar 330 triliun kaki kubik (tcf) gas alam. Dari jumlah tersebut cadangan yang bisa diproduksi dengan kondisi teknologi dan ekonomi saat ini (*proven reserves*) hanya sekitar 5 miliar barel minyak dan 92 triliun kaki kubik gas. Bila tidak ada investasi beserta cadangan baru maka dengan tingkat produksi selama tahun 2002 *proven reserves* Indonesia akan habis setelah 11 tahun produksi untuk minyak bumi dan 37 tahun untuk gas alam [1].

Pabrik pengolahan gas sampai saat ini hanya terdapat di Sumatera dan Jawa, hal ini tentu saja dapat menyebabkan kesulitan dan kelangkaan distribusi bahan bakar gas menuju wilayah Indonesia Timur. Oleh karena itu diperlukan pendirian pabrik pengolahan gas di Kawasan Indonesia Timur yang dapat mengolah gas alam menjadi produk utama yaitu gas kota, dan LPG, serta kondensat sebagai produk samping. LPG dan gas kota akan digunakan sebagai bahan bakar industri dan

rumah tangga, serta bahan baku industri petrokimia.

Salah satu propinsi di kawasan Indonesia Timur yang merupakan produsen gas alam adalah Sulawesi Tengah. Propinsi tersebut mempunyai potensi besar sebagai salah satu produsen gas alam terbesar di Indonesia setelah lapangan Badak, Natuna, dan Tangguh. Beberapa sumur di propinsi Sulawesi Tengah yang dianggap potensial diantaranya adalah Matindok, Senoro, Toili, Donggi Minahaka, dan Tiaka. Investasi eksploitasi dan pengolahan gas di bidang hulu akan menstimulasi berdirinya industri petrokimia, industri pendukung, infrastruktur serta distribusi gas yang akan sangat berdampak pada kemajuan ekonomi Indonesia Timur dan pengadaan infrastruktur gas di kawasan ini

## 2. Latar Belakang Teori

Gas alam merupakan campuran gas yang mudah terbakar yang mengandung senyawa-senyawa hidrokarbon dalam jumlah besar. Seperti minyak bumi dan batubara, gas alam juga merupakan bahan bakar fosil. Gas alam biasanya mengandung sebanyak 85% metana ( $\text{CH}_4$ ) dan sekitar 10% etana ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), serta mengandung sejumlah kecil propana ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ), butana ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ), pentana ( $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ), dan alkana lainnya. Secara umum kandungan hidrokarbon di dalam gas alam bervariasi tergantung terutama pada lokasi *reservoir* gas alam. Gas alam mengandung sejumlah kecil senyawa-senyawa pengotor, termasuk didalamnya adalah karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ), dan nitrogen ( $\text{N}_2$ ).

Gas alam pada ladang gas Senoro masih mengandung karbondioksida. Gas tersebut harus dipisahkan dari gas alam sebelum diolah lebih lanjut. Proses yang paling umum digunakan untuk memisahkan gas karbondioksida yaitu proses absorpsi yang menggunakan zat kimia amine [2].

Pabrik ini akan menghasilkan 3 produk yaitu gas kota, LPG, dan kondensat.

Gas kota merupakan salah satu produk dari pengolahan gas alam. Gas kota

merupakan campuran hidrokarbon ringan yang berfasa gas. Komposisi utama dari gas kota adalah metana.

Campuran butana-propana atau biasa disebut LPG (karena kebanyakan LPG yang dijual merupakan campuran keduanya), campuran ini didefinisikan mempunyai tekanan uap kurang dari propana komersial pada temperatur 38°C (100°F) dan memenuhi syarat butana komersial yang mana temperatur pada saat 95 persen volume teruapkan tidak melebihi 1.1°C (34°F) pada tekanan 100 kPa, serta memenuhi syarat kemurnian butana. Komposisinya jika digunakan untuk tujuan pemanasan divariasikan untuk memenuhi volatilitas sesuai dengan musim, tetapi tekanan uap dari produk komersial tidak boleh melebihi 860 kPa atau 125 psig pada temperatur 38°C (100°F) [3].

## 2. Metodologi

Langkah-langkah yang akan dilakukan untuk perancangan awal pabrik ini adalah :

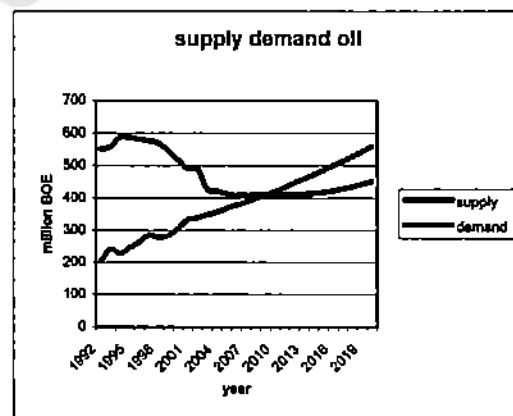
1. Mengumpulkan data fisik, kimia, lokasi, dan ekonomi dari literatur
2. Menganalisa pasar yang dilakukan dengan mempertimbangkan besarnya permintaan dan suplai bahan bakar minyak tanah yang akan digantikan oleh produk dari pabrik yang akan dirancang ini.
3. Analisa aspek teknis dilakukan dengan urutan sebagai berikut:
  - Memilih proses dan mode operasi yang akan digunakan
  - Membuat diagram alir awal yang memberikan informasi mengenai peralatan yang diperlukan dan menunjukkan peralatan-peralatan proses
  - Menghitung neraca massa dan energi dengan menggunakan perangkat lunak HYSYS 3.1
  - Menghitung spesifikasi peralatan utama, peralatan pendukung, dan kebutuhan utilitas

- Membuat rancangan detail dari alat proses utama
  - Memilih lokasi pabrik, membuat tata letak pabrik
4. Aspek keselamatan dan lingkungan serta sumber daya manusia dikaji berdasarkan data-data yang didapat dari berbagai referensi.
  5. Analisa ekonomi dilakukan dengan urutan langkah sebagai berikut:
    - Melakukan estimasi investasi dan biaya manufaktur
    - Membuat aliran kas tahunan
    - Menghitung nilai beberapa parameter kelayakan ekonomi yang umum dipakai
    - Melakukan analisis sensitivitas
    - Melakukan analisis resiko

## 4. Hasil dan Diskusi

### 4.1. Aspek Pasar

Dalam melakukan analisis pasar, dilakukan analisis pada tingkat *supply-demand* bahan bakar minyak di Indonesia. Hal ini karena produk pabrik ini yang berupa gas kota akan digunakan sebagai bahan bakar pengganti bahan bakar minyak. Berikut ini grafik proyeksi *supply-demand* BBM di Indonesia.



Gambar 1. Grafik Proyeksi *Supply-Demand* BBM Di Indonesia [4].

#### 4.2. Lokasi Pabrik

Berdasarkan beberapa pertimbangan, seperti : ketersediaan bahan baku, lokasi pasar, ketersediaan utilitas, fasilitas, dan infrastruktur, maka dipilih ladang gas alam di kecamatan Batui, kabupaten Banggai, propinsi Sulawesi Tengah sebagai lokasi pendirian pabrik ini.



Gambar 2.  
Peta Lokasi Pabrik

#### 4.3. Deskripsi Proses

Pada pabrik ini ada dua proses utama yang terjadi, yaitu proses *sweetening*, sebagai proses awal, dan proses fraksionasi. Mode operasi yang digunakan pada pabrik ini adalah mode operasi kontinyu.

Proses perlakuan awal pada pabrik ini adalah proses pemurnian umpan yang berupa gas bumi atau disebut juga proses *sweetening*. Pengotor-pengotor pada umpan gas bumi tersebut akan dihilangkan menggunakan pelarut amine yang berupa larutan DEA (*diethanolamine*).

Pada proses ini, gas yang masih mengandung karbondioksida masuk melalui bagian bawah kolom absorber dan mengalir ke bagian atas kolom. Aliran ini berlawanan arah dengan aliran amine yang masih bersih. Lalu kedua aliran tersebut berkontak. Komponen-komponen pengotor tersebut kemudian diserap ke dalam larutan amine.

Gas alam yang kadar karbondioksidanya sudah memenuhi spesifikasi keluar dari bagian atas kolom absorpsi. Sedangkan larutan amine yang sudah mengandung pengotor keluar dari bagian bawah kolom absorber menuju kolom regenerator yang berfungsi untuk memisahkan komponen pengotor yang terlarut dalam larutan amine tersebut. Komponen pengotor akan menuju bagian atas kolom regenerator, sedangkan larutan amine yang sudah bersih menuju bagian bawah kolom regenerator lalu dipompa menuju kolom absorpsi dan digunakan lagi untuk memisahkan pengotor pada gas alam.

Proses fraksionasi yang digunakan pada pabrik ini adalah proses fraksionasi konfigurasi sederhana, yaitu proses fraksionasi yang menggunakan dua menara fraksionasi.

Dua kolom fraksionasi yang digunakan pada konfigurasi sederhana akan menghasilkan produk yang berbeda. Kolom yang pertama berfungsi sebagai deetanizer sedangkan kolom yang kedua berfungsi sebagai debutanizer. Kolom deetanizer akan menghasilkan gas kota sebagai produk atas. Kolom debutanizer akan menghasilkan LPG sebagai produk atas dan kondensat sebagai produk bawah.

#### 4.4. Kapasitas Perancangan

Dalam menentukan kapasitas terpasang pabrik pengolahan gas alam ini maka dilakukan perhitungan pada tingkat *supply-demand* BBM di Indonesia. Berdasarkan selisih antara permintaan dan produksi bahan bakar minyak pada tahun dimulai beroperasinya pabrik yaitu pada tahun 2010, maka diambil sekitar 0.25% dari selisih permintaan dan penawaran tersebut sebagai pertimbangan dalam menentukan kapasitas pabrik.

Adapun yang menjadi bahan pertimbangan di dalam memilih persentase sebesar 0.25% tersebut adalah berdasarkan data yang kita miliki yang berasal dari BPH migas diketahui bahwa dari total penggunaan bahan bakar minyak di Indonesia, sekitar 5% bahan bakar minyak

digunakan oleh masyarakat yang hidup di pulau Sulawesi. Konsumsi bahan bakar minyak yang berupa minyak tanah oleh masyarakat pulau Sulawesi adalah sebesar 5% dari total bahan bakar yang dikonsumsi oleh masyarakat di pulau Sulawesi. Sehingga apabila dikalkulasikan maka penggunaan minyak tanah oleh masyarakat pulau Sulawesi adalah sebesar 0.25% dari total penggunaan bahan bakar minyak di Indonesia. Maka kapasitas pabrik ini adalah 0.25% dari 61,302,895 MMSCF/tahun yaitu sebesar 153,257.2383 MMSCF/tahun.

4.5. Neraca Massa dan Energi

Berikut ini merupakan tabel yang menunjukkan data neraca massa dari pabrik ini.

Tabel 1. Neraca Massa

Aliran Masuk	Massa (kg)	Aliran Keluar	Massa (kg)
Sour gas	4.63E+05	kondensat flash1	2.06E+04
H2O makeup	2.86E+04	purge	656.5
		acid gas	4.72E+04
		kondensat flash2	1.36E+04
		LPG	3.43E+04
		Kondensat	1.21E+03
		CNG	3.75E+05
Total	4.92E+05	Total	4.92E+05

Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan neraca energi pada pabrik ini. Neraca energi terbagi menjadi dua yaitu neraca energi untuk proses *sweetening* dan neraca energi untuk proses fraksinasi.

Tabel 2. Neraca Energi Proses Sweetening

Energi Masuk	Jumlah (MMBtu)	Energi Keluar	Jumlah (MMBtu)
feed/sour gas	3175	Sweet gas	3142
H2O Make up	51.38	Kondensat	5.736
Pompa	7.048	purge	0.5051
Reboiler	3525	Acid gas	24.22
		condensor	1153
		cooler	1258
Jumlah	6758.428	Jumlah	5583.4611

Efisiensi dari neraca energi pada proses *sweetening* dari pabrik ini adalah

$$\eta = \frac{5583.4611}{6758.428} \times 100\% = 82.61479001 \%$$

Tabel 3. Neraca Energi Proses Fraksinasi

Energi Masuk	Jumlah (MMBtu)	Energi Keluar	Jumlah (MMBtu)
sweet gas	1712	LPG	84.42
rblr deet	712.3	Kondensat	2.183
rblr debut	33.26	CNG	1467
		liq1	38.56
		Cond deet	772.9
		Cond debut	28.99
		exp 1	24.36
Jumlah	2453.29	Jumlah	2418.413

Efisiensi dari neraca energi pada proses fraksinasi dari pabrik ini adalah

$$\eta = \frac{2418.413}{2453.29} \times 100\% = 98.57 \%$$

4.6. Kebutuhan Utilitas

Berikut ini adalah tabel kebutuhan utilitas pabrik ini.

Tabel 4. Kebutuhan Utilitas

Utilitas	Kebutuhan (per tahun)	Satuan
Listrik	311960766	KW
Refrigerant R-13	45623215.4	ton
Air	350386294.3	ton
Steam	31623564.7	ton

4.7. Peralatan

Berikut ini adalah tabel-tabel yang menunjukkan spesifikasi peralatan utama yang digunakan pada pabrik ini.

Tabel 5. Spesifikasi Flash Kolom

No. Alat	V-101	V-102	V-201
Senyawa	Sour gas	Rich DEA	Sweet gas
Holding time (min)	2	2	2
Diameter (m)	4.8	1.634	8.98
Tinggi (m)	7.945	17.19	14.2
Orientasi	vertikal	vertikal	vertikal
Material	Stainles steel	Stainles steel	Carbon Steel

Tabel 6.  
Spesifikasi Heat Exchanger

Jenis	Sweetening		Fraksionasi
	E-101	E-102	E-201
	Shell & Tube Floating Head	Shell & Tube Floating Head	Shell & Tube Floating Head
Heat Duty, Btu/hr	1.24E+08	1.26E+08	1.25E+07
T1 (oF)	256.8	159.8	142.1
T2 (oF)	186.3	86	90.88
t1 (oF)	104.6	77	-99.8
t2 (oF)	176	104	-80.28
delta T (oF)	80.8	55.8	38.1
delta t (oF)	81.7	9	13.88
LMTD (oF)	81.25	25.65	27.19
U, Btu/(hr)(sqft)(oF)	2740	2.642	31.31
HE surface area (ft <sup>2</sup> )	556.10	1684529.43	14671.97
HE surface area (m <sup>2</sup> )	111.22	371268.05	3326.26
Material	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel

Tabel 7.  
Spesifikasi Reboiler

Jenis	E-202	E-204	E-104
	Shell & Tube Floating Head	Shell & Tube Floating Head	Shell & Tube Floating Head
	Heat Duty, Btu/hr	7.12E+08	3.32E+07
T1 (oF)	320	350	320
T2 (oF)	305.6	340	305.6
t1 (oF)	221	329.7	255.9
t2 (oF)	238.8	335.9	266.8
delta T (oF)	81.2	14.1	53.2
delta t (oF)	84.6	10.3	49.7
LMTD (oF)	82.89	12.10071994	51.43015261
U, Btu/(hr)(sqft)(oF)	2.642	2.642	2.642
HE surface area (ft <sup>2</sup> )	3253100.31	1039408.63	2594230.11
HE surface area (m <sup>2</sup> )	650620.06	207881.73	518846.02
Material	Carbon steel	Carbon steel	

Jalur perpipaan akan menghubungkan pabrik pengolahan gas alam yang terletak di kecamatan Batui, kabupaten Banggai Sulawesi Tengah dengan kota Makassar yang berada di propinsi Sulawesi Selatan. Rute jalur pipa yang baik ialah melalui ketinggian yang landai, bebas dari rintangan alam (rawa, sungai, gunung, dll) serta bukan berada di daerah yang berbahaya.

Seluruh pipa ditanam didalam tanah dan tidak ada pipa yang berada di dalam laut (*onshore*) sehingga mampu mengurangi biaya investasi. Jarak yang ditempuh ialah 431.8 mil atau 694.9 km (16.35 cm) diukur dengan menggunakan peta berskala 1:4,250,000 [5].

**Tabel 8.**  
Spesifikasi Tray Kolom

Kode Alat	T-201	T-202	T-101	T-102
Jenis	Tray Column	Tray Column	Tray Column	Tray Column
Tekanan operasi (psia)	470	130	1000	30
Rasio refluks	3	2.1	1.5	1.5
Jarak antar tray (m)	0.5	0.5	0.5	0.5
Jumlah tray (buah)	20	27	20	18
Tray umpan	10	12	DEA (20), sour gas(1)	18
Jenis tray	Sieve tray	Sieve tray	Sieve tray	Sieve tray
Inside Diameter (m)	4.5	1.5	6.6	3.2
Tinggi Kolom (m)	15	15.5	17.1	12.7
Orientasi	Vertikal	Vertikal	Vertikal	Vertikal
Material	CS	CS	ST 304	ST 304

**Tabel 9.**  
Spesifikasi Kondenser

Jenis	E-103	E-201	E-203
	Shell & Tube Floating Head	Shell & Tube Floating Head	Shell & Tube Floating Head
Heat Duty, Btu/hr	1.15E+08	7.73E+08	2.90E+07
T1 (oF)	243.8	17.03	179.7
T2 (oF)	231.2	-100	142.1
t1 (oF)	77	-194	77
t2 (oF)	95	-180	104
delta T (oF)	148.8	197.03	75.7
delta t (oF)	154.2	94	65.1
LMTD (oF)	151.48	139.218	70.266
U, Btu/(hr)(sqft)(oF)	2.642	2.642	2.642
HE surface area (ft <sup>2</sup> )	287841.24	2100787.12	147292.49
HE surface area (m <sup>2</sup> )	57568.25	420157.42	31220.9
Material	Carbon steel	Carbon steel	Carbon steel

**Tabel 10.**  
Spesifikasi Ekspander

Ekspander	Ex-201
Laju alir volumetrik, m <sup>3</sup> /s	2.01
Efisiensi, %	75
Power, HP	9573.71
Jenis	Ekspander
Material	Carbon Steel

**Tabel 11.**  
Spesifikasi Pompa

No. Alat	P-101 A/B
P <sub>max</sub> , psia	995
BHP, HP	1557.468
Efisiensi	0.75
Material	Carbon steel

Berikut ini adalah spesifikasi dari peralatan yang dibutuhkan untuk

transportasi gas kota. Peralatan yang dibutuhkan adalah kompresor dan pipa.

**Tabel 12**  
Spesifikasi Kompresor CNG

No. Alat	C-201	C-202
Jenis	<i>Reciprocating</i>	<i>Reciprocating</i>
Rasio Kompresi	3	3
HP	20,971.6	26,991.08
efisiensi	0.75	0.75
Bahan	<i>Carbon steel</i>	<i>Carbon steel</i>

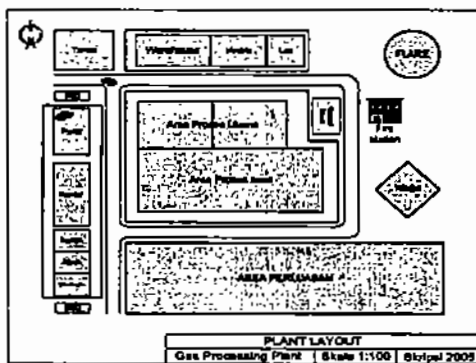
**Tabel 13.**  
Spesifikasi Kompresor Piping

No. Alat	C-P1-44
Jenis	<i>Reciprocating</i>
Rasio Kompresi	9
HP	5,992.221
efisiensi	0.75
Bahan	<i>Carbon steel</i>

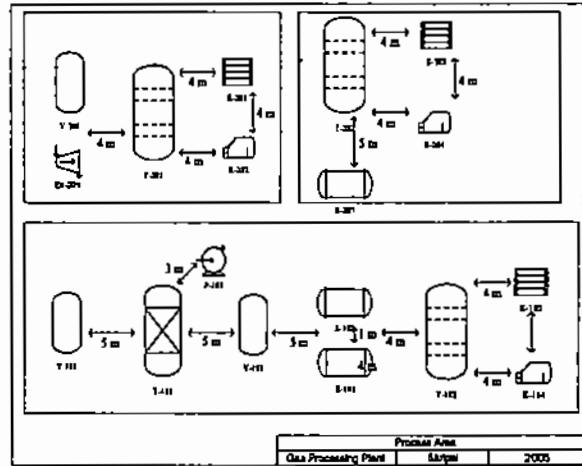
Pipa yang digunakan mempunyai spesifikasi API 5L dengan kekuatan *yield* sebesar 359 Mpa (52,000 psi) yang mampu menahan tekanan hingga 4,160 psi (Sch 80) dan di sepanjang pipa akan dipasang *valve* dengan jenis *gate flanged*, dengan tujuan untuk mengamankan bila terjadi kebocoran di sepanjang pipa, yang di pasang di setiap 5 mil. [2], [7]

**4.8 Tata Letak Pabrik dan Peralatan**

Berikut ini adalah gambar yang menunjukkan tata letak pabrik dan tata letak peralatan yang ada di pabrik ini.



**Gambar 3.**  
Tata Letak Pabrik



**Gambar 4.**  
Tata Letak Peralatan

**4.9. Analisa Ekonomi**

**4.9.1. Biaya Investasi**

Biaya investasi total perancangan pabrik ini terdiri dari biaya investasi peralatan dan modal kerja. Total investasi yang dibutuhkan sebesar US\$160,011,359.54, dimana biaya pembelian peralatan sebesar US\$ 37,262,855.54; total biaya langsung US\$ 99,603,612.85; total biaya tidak langsung US\$ 16,768,284.99; total modal kerja US\$ 32,002,271.91. Penentuan biaya investasi ini didasarkan pada biaya pembelian peralatan dan biaya-biaya lain yang dikalikan dengan faktor estimasinya.

**4.9.2. Biaya Manufaktur**

Biaya manufaktur merupakan biaya-biaya yang secara langsung terkait dengan proses produksi. Biaya manufaktur ini terdiri atas biaya variabel/tidak tetap dan biaya tetap. Biaya manufaktur ini dihitung dengan menggunakan faktor estimasi; kecuali untuk biaya bahan baku, utilitas, operator, dan depresiasi.

Total biaya manufaktur sebesar US\$ 57,683,167.44; terdiri dari biaya variabel sebesar US\$ 33,522,854.29 dan biaya tetap sebesar US\$ 24,160,313.15. Total biaya untuk pembelian bahan baku sebesar US\$ 2,828,276.74; sedangkan utilitas sebesar US\$ 18,383,867.37.



#### 4.9.3. Analisa Kelayakan Ekonomi

Analisa kelayakan penting dilakukan untuk mengetahui profitabilitas dari suatu proyek. Beberapa parameter yang umum digunakan dalam menganalisa profitabilitas suatu proyek, seperti *Net Present Value (NPV)*, *Internal Rate of Return (IRR)*, *Payback Period*. Hasil analisa kelayakan ekonomi terhadap pendirian pabrik ini, dapat dilihat pada Tabel 14.

**Tabel 14.**  
Hasil Analisa Kelayakan Ekonomi

Parameter Kelayakan	Nilai
NPV	\$93,978,307.35
IRR	25%
PBP	6

#### 4.9.4. Titik Impas

Untuk mencapai BEP maka besar volume produksi ialah sekitar 4000 juta lb/tahun. Jadi jika ingin meraih keuntungan, maka volume produksi harus lebih besar dari kapasitas BEP.

#### 4.9.5 Analisa Sensitifitas

Analisa sensitivitas yaitu analisa dengan mengubah nilai parameter-parameter biaya pabrik untuk mengetahui akibatnya terhadap parameter kelayakan pabrik. Hasil analisa sensitivitas yang dilakukan terhadap pendirian pabrik ini, dapat dilihat pada Tabel 15.

**Tabel 15.**  
Hasil Analisa Sensitifitas

Variabel Sensitivitas	Batas Kelayakan	Kasus Dasar	Perubahan
Harga Beli Gas Alam	US\$ 16.65/ MMBTU	US\$ 1,16/ MMBTU	1364 %
Harga Jual LPG	US\$ 247.69	US\$ 403/ton	61.46%
Harga Beli DEA	US\$ 20.74/lb	US\$ 0,52/lb	39 kali
Volume Produksi Pabrik	76136.884 MMSCF/tahun	153,257.238 MSCF/tahun	49.71%

#### 4.9.5. Analisa Sederhana Investasi Jalur Perpipa

Produk utama pabrik yang berupa gas kota akan didistribusikan menggunakan dua alternatif transportasi. Salah satunya adalah dengan sarana jaringan pipa.

Berikut ini adalah tabel biaya investasi yang dibutuhkan apabila gas kota akan didistribusikan menggunakan jaringan pipa.

**Tabel 16.**  
Biaya Investasi Jaringan Pipa

Pembelian	Harga per satuan	Satuan	Jumlah	Total Harga
Pipa	\$270,000.00	per mil	431.8	\$116,586,000.00
Kompresor	\$1,981,200.00	per alat	44	\$87,172,800.00
Valve	\$1,150.00	per alat	87	\$100,050.00
TOTAL				\$203,858,850.00

Total biaya investasi untuk transportasi pipa ini akan digunakan dalam perhitungan biaya distribusi gas yang diperlukan, dan biaya tersebut akan ditambahkan pada harga dasar gas kota.

**Tabel 17.**  
Skema Harga Gas kota Dengan Transportasi Pipa

Total Biaya Investasi Transportasi Pipa	\$203,858,850.00
Gas Kota (MMBTU)	226,467,840
Biaya distribusi per MMBtu	US\$ 0.9 /MMBTU
Harga Dasar Gas Kota	US\$ 2.8 /MMBTU
Harga Gas Kota melalui Jaringan Pipa	US\$ 3.70 /MMBTU

#### 4.9.7. Analisa sederhana investasi CNG

Gas kota juga kemungkinan akan didistribusikan sebagai CNG. Berikut ini adalah tabel biaya investasi yang dibutuhkan apabila gas kota akan didistribusikan sebagai CNG.

**Tabel 18.**  
Biaya Investasi CNG

Investasi	Jumlah
Kompresor	US\$ 21,658,661.44
Gaji Operator	US\$ 171,000.00
Total	US\$ 21,829,661.44

Total biaya investasi untuk CNG ini juga akan digunakan dalam perhitungan biaya distribusi gas yang diperlukan, dan biaya tersebut akan ditambahkan pada harga dasar gas kota. Sehingga harga gas kota akan mengalami perubahan.

**Tabel 19.**  
Skema Harga Gas Kota Dengan CNG

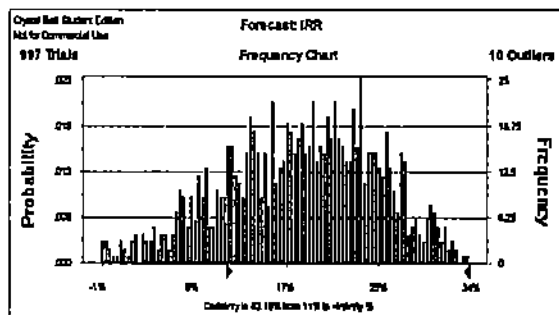
Total Investasi Proses kompresi gas	US\$ 21,829,661,44
Gas Kota (MMBtu)	226,467,840
Biaya per MMBtu	US\$ 0.1 /MMBtu
Harga Dasar Gas Kota	US\$ 2.8 /MMBtu
Harga Gas Kota CNG	US\$ 2.90 /MMBtu

4.9.8. Analisa Resiko

Analisa resiko ini dilakukan dengan bantuan perangkat lunak yang bernama *Crystall Ball*. Analisa resiko ini dilakuakn untuk mengetahui sberapa besar probabilitas nilai IRR dari pabrik ini dapat lebih besar dari tingkat suku bunga pinjaman bank (11%), atau dengan kata lain seberapa besar probabilitas tingkat kelayakan ekonomi pabrik ini.

Ada 2 kasus yang akan dianalisa pada pabrik ini, yaitu yang pertama adalah kasus apabila gas kota akan didistribusikan menggunakan jaringan pipa, sedangkan yang kedua adalah apabila gas kota akan didistribusikan sebagai CNG.

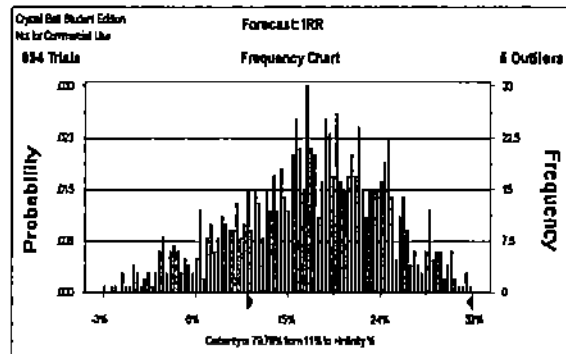
Berikut ini adalah gambar kurva probabilitas IRR dengan transportasi jaringan pipa.



**Gambar 5.**  
Kurva Probabilitas IRR Dengan Gas Kota Menggunakan Transportasi Pipa

Probabilitas nilai IRR pabrik ini lebih besar dari tingkat suku bunga pinjaman bank (11%) adalah 82.15%

Berikut ini adalah gambar kurva probabilitas IRR dengan transportasi gas kota sebagai CNG.




**Gambar 6.**  
Kurva Probabilitas IRR Dengan Gas Kota Sebagai CNG

Probabilitas nilai IRR pabrik ini lebih besar dari tingkat suku bunga pinjaman bank (11%) adalah 79.78%

5. Kesimpulan

1. Pabrik ini menggunakan dua proses pengolahan gas alam yaitu proses *sweetening* menggunakan pelarut DEA dan proses fraksionasi. Mode operasi yang digunakan pada pabrik ini adalah mode kontinyu.
2. Lokasi pendirian pabrik pengolahan gas alam ini adalah di Sulawesi Tengah, hal ini berdasarkan beberapa pertimbangan yaitu bahan baku yang didapatkan dari lapangan gas Senoro kecamatan Batui, Sulawesi Tengah, lokasi pasar, ketersediaan utilitas, dan fasilitas penunjang yang cukup baik.
3. Mode operasi yang digunakan untuk pabrik pengolahan gas alam ini adalah mode kontinu dengan menggunakan larutan DEA 28% sebagai pelarut untuk membersihkan gas alam umpam serta pemisahan fraksi-fraksi gas alam untuk menghasilkan produk utama menggunakan dua buah kolom fraksionasi

4. Kinerja proses pabrik ditunjukkan dengan efisiensi energi sebesar 82.61% untuk proses *sweetening* dan 98.57% untuk proses fraksinasi
  5. Berikut ini adalah hasil dari analisa ekonomi yang telah dilakukan:
    - 5.1. Parameter kelayakan untuk pabrik pengolahan gas alam ini ialah:
      - a. Net Present Value(NPV) : US\$ 93,978,307.35
      - b. Internal Rate of Return (IRR) : 25%
      - c. Payback Period (PBP) : 6 tahun.
    - 5.2. Berdasarkan analisa sensitifitas maka perubahan paling sensitif yang dapat mempengaruhi parameter kelayakan adalah kapasitas produksi pabrik. Kapasitas produksi pabrik ini tidak boleh kurang dari 76136.884 MMSCF/tahun.atau 49.68% dari kapasitas terpasang pabrik.
    - 5.3. Analisa resiko berdasarkan model yang dibuat menggunakan simulasi Monte-Carlo, menyatakan kemungkinan nilai IRR pabrik lebih besar dari tingkat diskonto (11%) untuk kasus distribusi gas kota dengan jaringan pipa adalah sebesar yaitu 82.15% sedangkan untuk kasus distribusi gas kota sebagai CNG sebesar 79.78%
  6. Berdasarkan analisis ekonomi yang telah dilakukan, maka pabrik pengolahan gas alam dengan bahan baku gas alam dari lapangan gas Senoro kecamatan Batui, Sulawesi Tengah layak untuk dibangun.
- 

#### Daftar Acuan

- [1]. <http://www.tempo.co.id>
- [2]. The American Society of Mechanical Engineers, ASTM B31-8 1995 Edition: Gas Transmission and Distribution Piping Systems, USA, 1995