



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENGEMBANGAN LPG PLANT  
DI LAPANGAN "X" - SUMATERA SELATAN**

**TESIS**

**I NYOMAN ARYA SIDI MANTRA  
0706304901**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
DEPOK  
JULI 2010**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENGEMBANGAN LPG PLANT  
DI LAPANGAN "X" - SUMATERA SELATAN**

**TESIS**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik**

**I NYOMAN ARYA SIDI MANTRA  
0706304901**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
KEKHUSUSAN MAGISTER MANAJEMEN GAS  
DEPOK  
JULI 2010**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : I NYOMAN ARYA SIDI MANTRA**

**NPM : 0706304901**

**Tanda Tangan :**

**Tanggal : 12 Juli 2010**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :  
Nama : I Nyoman Arya Sidi Mantra  
NPM : 0706304901  
Program Studi : Manajemen Gas  
Judul Tesis : Pengembangan LPG plant di lapangan X  
(Sumatera Selatan)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Manajemen Gas, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir Sutrasno Kartohardjono, M.sc. Ph.D ( )  
Penguji : DR. Ir. RER. NAT Yuswan M, MT ( )  
Penguji : Ir. Eva Fathul Karamah, MT ( )

Ditetapkan di : Depok  
Tanggal : 12 Juli 2010

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas segala anugerah dari Tuhan Yang Maha Esa atas semua karunia-NYA sehingga tesis ini dapat disusun, dan dipresentasikan dengan baik. Semua hasil karya ini tentunya tidak terlepas dari kekurangan dan masih membutuhkan penyempurnaan lebih jauh hingga akan bermanfaat bagi penulis secara pribadi maupun kepada civitas akademika Universitas Indonesia.

Kami ucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah sangat membantu selama proses penyusunan tesis ini:

- Bapak Sutrasno K sebagai pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan pengarahan dan ketersediaan waktunya selama ini.
- Irwin Rahman rekan kerja yang memberikan pandangan awal bagaimana simulasi HYSYS bekerja.
- Pak Amrul, Pak Rony, Pak Yono, Bu Poppy yang membantu support atas data-data marketing, desain awal maupun drilling.
- Rekan belajar se-angkatan di Manajemen Gas yang selalu berbagi di setiap ada masalah (Pak Andri, Pak Jihad, Pak Andiek, Bu Dewi Innayah, dan Pak Mudi).
- Kepada keluarga tercinta di Citeureup (istri – Novy, Khirana – putri kami) dan keluarga di Surabaya yang selalu memberikan dorongan semangat sehingga semuanya bisa berjalan dengan baik.

Salam,

I Nyoman Arya Sidi Mantra

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

=====

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : I Nyoman Arya Sidi Mantra  
NPM : 0706304901  
Program Studi : Manajemen Gas  
Departement : Teknik Kimia  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

”Pengembangan LPG plant di Lapangan X (Sumatera Selatan)”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada Tanggal : 12 Juli 2010

Yang Menyatakan

(I Nyoman Arya Sidi Mantra)

## ABSTRAK

Nama : I Nyoman Arya Sidi Mantra  
NPM : 0706304901  
Judul : Pengembangan LPG Plant di Lapangan X – Sumatera Selatan

Tesis ini membahas tentang evaluasi opsi pengembangan LPG Plant untuk memaksimalkan *revenue* di Lapangan Gas "X" sebagai produk tambahan selain komponen gas alam dan kondensat. Penelitian ini adalah bersifat simulasi berdasarkan data-data fasilitas dan informasi cadangan gas yang telah ada dengan metode simulasi *LPG extraction*, estimasi biaya konstruksi dan operasional dengan informasi akhir berupa penentuan kelayakan ekonomi secara keseluruhan.

Kata kunci:  
Keuntungan, Fasilitas LPG, Evaluasi ke-ekonomian

This thesis is discussing about evaluation development plan of LPG extraction plant to improve revenue in "X" Field – South Sumatera as additional product from the existing ones which are natural gas and condensate. The method of this research is simulation refer to data from existing facility and reservoir to be evaluated using software LPG extraction analysis, cost estimate related with construction and operational cost with final result about overall economic evaluation.

Key Words:  
Revenue, LPG Plant, Economics Evaluation

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR REFERENSI.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
<b>1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.7 Sistematika Pembahasan.....	7
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>10</b>
2.1 Teori Umum Industri Minyak dan Gas Bumi.....	10
2.1.1 Cadangan Gas Alam.....	10
2.1.2 Sumur.....	15
2.1.3 Stasiun Pengumpul.....	18
2.1.3.1 Pemisahan ( <i>Separation</i> ).....	18
2.1.3.2 Pemurnian ( <i>Sweetening, Dehydration, Dew Point</i> ).....	20
2.1.4 Sistem Penunjang.....	25
2.1.5 Sistem Stabilisasi Kondensat.....	27
2.2 Fasilitas Produksi Yang Ada.....	29
2.2.1 Konsep Operasi.....	29



2.2.2 Jaringan Pipa Transmisi.....	30
2.2.3 Process Flow Diagram (PFD).....	32
2.3 Konsep Teknologi Ekstraksi LPG.....	35
2.3.1 Turbo Expander.....	35
2.3.2 Refrigeration Adsorbtion.....	36
2.3.3 Condensate Extraction.....	38
2.4 Konsep Penjualan.....	40
2.4.1 Penjualan Gas Alam.....	40
2.4.2 Penjualan Kondensat.....	41
2.4.3 Penjualan LPG.....	42
2.5 Teori Ke-ekonomian.....	42
2.5.1 Biaya Produksi.....	42
2.5.2 Net Present Value (NPV).....	42
2.5.3 Rate of Return (ROR).....	45
2.5.4 Pay Out Time (POT).....	45
2.5.5 Evaluasi Sensitivitas.....	46
<b>3. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>47</b>
3.1 Batasan Masalah dan Asumsi.....	47
3.1.1 Langkah Integrasi dengan KPS Lain.....	47
3.1.2 Mekanisme Pemurnian Gas Alam Secara Umum.....	49
3.1.3 Asumsi Yang Digunakan.....	52
3.1.4 Batasan Masalah.....	53
3.2 Pemilihan Teknologi.....	54
3.3 Analisa Ke-ekonomian.....	54
3.4 Metode Penelitian.....	56
<b>4. PERHITUNGAN, HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>58</b>
4.1 Simulasi.....	58
4.1.1 Perhitungan Produk LPG Secara Umum.....	58
4.1.2 Process Flow Diagram (PFD).....	60
4.2 Analisa Ke-ekonomian.....	67

4.2.1 CAPEX.....	67
4.2.2 OPEX.....	71
4.2.3 Pendapatan Dari Penjualan.....	74
4.2.4 Analisa NPV Untuk Fasilitas Gas, Kondensat dan LPG.....	81
4.2.5 Analisa NPV Untuk Fasilitas Gas dan Kondensat.....	85
4.2.5 Analisa NPV Untuk Fasilitas LPG.....	88
4.3 <i>Pay Out Time</i> (POT).....	90
4.4 Evaluasi Sensitivitas.....	91
4.4.1 Evaluasi Sensitivitas Terhadap Harga Gas Alam.....	91
4.4.2 Evaluasi Sensitivitas Terhadap Harga LPG.....	94
4.4.3 Evaluasi Sensitivitas Terhadap Harga Kondensat.....	96
4.4.4 Evaluasi Sensitivitas Terhadap Harga Baja.....	98
4.4.5 Evaluasi Sensitivitas Terhadap OPEX.....	101
4.4.6 Evaluasi Sensitivitas Keseluruhan.....	103
<b>5. KESIMPULAN.....</b>	<b>105</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Peta pemanfaatan energi dunia.....	1
Gambar 1.2.	Peta produksi dan konsumsi LPG di Indonesia.....	2
Gambar 1.3.	Peta konsumsi LPG di Indonesia.....	3
Gambar 1.4.	Ke-ekonomian LPG produksi Indonesia.....	4
Gambar 2.1.	Contoh struktur cadangan minyak.....	10
Gambar 2.2.	Metode Artificial Lift – Water Injection.....	12
Gambar 2.3.	Metode Artificial Lift – Gas Lift (CO <sub>2</sub> sebagai gas injeksi).....	13
Gambar 2.4.	Metode Artificial Lift – Sucker Rod Pump.....	14
Gambar 2.5.	Metode Artificial Lift – ESP.....	14
Gambar 2.6.	Konstruksi Well Bore.....	16
Gambar 2.7.	Kepala sumur ( <i>Well Head</i> ).....	17
Gambar 2.8.	Konstruksi Inlet Separator.....	19
Gambar 2.9.	PFD (Process Flow Diagram) Amine Unit .....	22
Gambar 2.10.	PFD (Process Flow Diagram) Glycol Unit .....	23
Gambar 2.11.	Plate Exchanger (a) dan Shell-Tube Exchanger (b).....	25
Gambar 2.12.	Condensate Stabilization Unit .....	28
Gambar 2.13.	Jaringan Pipa Transmisi .....	31
Gambar 2.14.	Blok Diagram Gas Plant .....	32
Gambar 2.15.	Schematic Diagram untuk Turbo Expander .....	35
Gambar 2.16.	Schematic Diagram untuk Turbo Expander (Cold Box).....	36
Gambar 2.17.	Schematic Diagram untuk Refrigerated Adsorbtion.....	38
Gambar 2.18.	Depropanizer Unit .....	39
Gambar 3.1.	Blok Diagram Proses KPS A (Lapangan G and S) .....	50
Gambar 3.2.	Blok Diagram Proses KPS B (Lapangan X).....	51
Gambar 4.1	Komposisi <i>raw</i> gas dari sumur.....	58
Gambar 4.2	Fraksi Massa dari LPG.....	59
Gambar 4.3	Profil produksi gas selama periode <i>Life Time Project</i> (20 tahun)....	60
Gambar 4.4	PFD Gas Plant (Lapangan X) .....	61

Gambar 4.5	Produk liquid kondensat (Lapangan X).....	63
Gambar 4.6	Fuel Gas baik <i>Low Pressure</i> maupun <i>High Pressure</i> .....	63
Gambar 4.7	Produk LPG (Lapangan X) .....	64
Gambar 4.8	Sales Gas (Lapangan X) .....	65
Gambar 4.9	Distribusi / alokasi gas menurut simulasi HYSYS.....	66
Gambar 4.10	Distribusi CAPEX.....	69
Gambar 4.11	Profil CAPEX per Tahun.....	70
Gambar 4.12	Profil distribusi biaya OPEX.....	72
Gambar 4.13	Profil distribusi biaya CAPEX, OPEX dan Pendapatan dari Penjualan (harga jual minimum) .....	81
Gambar 4.14	Profil distribusi biaya net per tahun (harga jual minimum) .....	82
Gambar 4.15	Profil distribusi biaya CAPEX, OPEX dan Pendapatan dari Penjualan (harga jual maximum) .....	83
Gambar 4.16	Profil distribusi biaya net per tahun (harga jual maximum) .....	83
Gambar 4.17	Profil distribusi biaya CAPEX, OPEX dan Pendapatan dari Penjualan (harga jual minimum) .....	85
Gambar 4.18	Profil distribusi biaya net per tahun (harga jual minimum) .....	85
Gambar 4.19	Profil distribusi biaya CAPEX, OPEX dan Pendapatan dari Penjualan (harga jual maximum) .....	86
Gambar 4.20	Profil distribusi biaya net per tahun (harga jual maximum) .....	87
Gambar 4.21	Profil distribusi biaya CAPEX untuk fasilitas LPG.....	88
Gambar 4.22	Evaluasi Sensitivitas Terhadap Harga Jual Gas Alam (min).....	92
Gambar 4.23	Evaluasi Sensitivitas Terhadap Harga Jual Gas Alam (max).....	93
Gambar 4.24	Evaluasi Sensitivitas Terhadap Harga Jual LPG (min).....	94
Gambar 4.25	Evaluasi Sensitivitas Terhadap Harga Jual LPG (max).....	95
Gambar 4.26	Evaluasi Sensitivitas Terhadap Harga Jual Kondensat (min).....	96
Gambar 4.27	Evaluasi Sensitivitas Terhadap Harga Jual Kondensat (max).....	97
Gambar 4.28	Evaluasi Sensitivitas Terhadap Harga Baja (min).....	99
Gambar 4.29	Evaluasi Sensitivitas Terhadap Harga Baja (max).....	100
Gambar 4.30	Evaluasi Sensitivitas Terhadap OPEX (min).....	101

Gambar 4.31	Evaluasi Sensitivitas Terhadap OPEX (max).....	102
Gambar 4.32	Evaluasi Sensitivitas – IRR 10%.....	103
Gambar 4.33	Evaluasi Sensitivitas untuk POT dengan IRR 10%.....	104



## DAFTAR REFERENSI

1. Energy Information Administration (EIA) Journal, World Energy Projections 2009.
2. Analisis Kebijakan Persaingan dalam Industri LPG di Indonesia, Laporan resmi, KPPU Republik Indonesia (2008).
3. Van Dyke, Kate (2006) Fundamentals of Petroleum Engineering. 4th edition. University of Texas.
4. John M Campbell (2001) Gas Conditioning and Processing, Volume 2 – The Equipment Modules. 8<sup>th</sup> Edition. John M Campbell Company.
5. As Built PFD, KPS A – Field X, 2007.
6. Seddon, Duncan (2006). Gas Usage and Value, PennWell Corp, 1<sup>st</sup> Edition.
7. Blank Tarquin (2002). Engineering Economics, , Mc Graw Hill 5<sup>th</sup> Edition.
8. *Plant of Development* (POD) CAPEX untuk MEDCO KAJI, Sumatera Selatan.
9. *Plant of Development* (POD) CAPEX untuk KODECO dan MKS Gresik, Jawa Timur
10. Whiteside, Randall W (2005). *Process Equipment Cost Estimating by Ratio and Proportion*. PDH Course.

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran-A. Hasil Simulasi HYSYS
- Lampiran-B. Detail biaya konstruksi (CAPEX)
- Lampiran-C. Detail biaya operasional (OPEX)
- Lampiran-D. Perhitungan pendapatan dari penjualan produk (i:10%, pajak: 44%)
- Lampiran-E. Perhitungan NPV, POT dan IRR
- Lampiran-F. Evaluasi sensitivitas
- Lampiran-G. Daftar nilai eksponen dalam teori kesebandingan

