

**PEMANFAATAN GAS SUAR BAKAR MELALUI
LNG MINI UNTUK INDUSTRI**

TESIS

oleh

MIR A MA ENDRA
151431



**TESIS INI DIA UKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERS ARATAN MEN ADI MAGISTER TEKNIK**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
PROGRAM PASCA SAR ANA BIDANG ILMU TEKNIK
UNIVERSITAS INDONESIA
GENAP 2 2**

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis dengan judul:

PEMANFAATAN GAS SUAR BAKAR MELALUI LNG MINI UNTUK INDUSTRI

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik pada Kekhususan Manajemen Gas Program Studi Teknik Kimia Program Pascasarjana Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tesis yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 17 Juli 2008

Mirza Mahendra

NPM 0606151431

PENGESAHAN

Tesis dengan judul:

PEMANFAATAN GAS SUAR BAKAR MELALUI LNG MINI UNTUK INDUSTRI

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik di Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Tesis ini telah diujikan pada sidang tesis pada tanggal 8 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai tesis pada Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Pembimbing I

Depok, 17 Juli 2008

Pembimbing II

Dr.rer.nat. Ir. Yuswan Muharam, MT
NIP 132 137 886

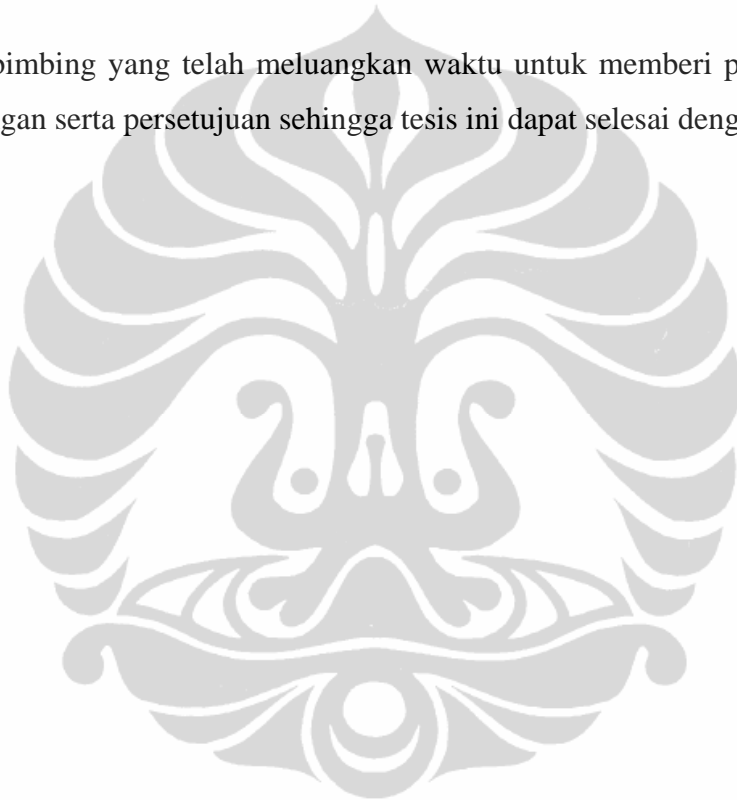
Ir. Ahmad Fahrizal, M.Sc.
NIP 100011234

UCAPAN TERIMA KASI

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. D . . . I . M MT
2. I . A F M.S .

selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga tesis ini dapat selesai dengan baik.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya makalah tesis ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.

Tesis dengan judul "Pemanfaatan Gas Suar Bakar Melalui LNG Mini untuk Industri" ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk meraih gelar Magister Teknik pada Program Magister Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih secara khusus kepada Bapak Dr.rer.nat. Ir. Yuswan Muharam, MT dan Ir. Ahmad Fahrizal, M.Sc. selaku pembimbing tesis yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan masukan dalam penyelesaian tesis ini. Selain itu, penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Widodo Wahyu Purwanto, DEA selaku Ketua Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
2. Bapak Ir. Sutrasno Kartohardjono, M.Sc., Ph.D dan Bapak Dr. Ir. Heri Hermansyah, M.Eng. yang telah banyak memberi masukan kepada penulis.
3. Rekan-rekan angkatan 2006 yang telah banyak membantu penulis selama ini.
4. Keluarga tercinta, Keluarga Dony Setiawan dan Vickie yang telah mendukung penulis selama ini.
5. Rekan-rekan kantor, Bapak Suyartono (Direktur Teknik dan Lingkungan Migas), Bapak Naila Mubarak (Kasubdit Standardisasi Migas), Bapak Djamaluddin (Kasubdit Keselamatan Operasi Hulu Migas), Bapak Alfon (Kasie Penerapan Standar), Bapak Azis, Joko dan rekan-rekan lainnya yang telah banyak membantu memberikan data dan dukungan.
6. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan tesis ini. Saran dan kritik sangat diharapkan untuk kesempurnaan tesis ini.

Depok, Juli 2008

Penulis

Mirza Mahendra

Mirza Mahendra
NPM 0606151431
Departemen Teknik Kimia

Dosen Pembimbing
Dr.rer.nat. Ir. Yuswan Muharam, MT
Ir. Ahmad Fahrizal, M.Sc.

PEMANFAATAN GAS SUAR BAKAR MELALUI LNG MINI UNTUK INDUSTRI

ABSTRAK

Pemanfaatan gas suar bakar seringkali terkendala oleh volume gas yang relatif kecil dan lokasinya menyebar serta jauh dari infrastruktur pipa transmisi atau distribusi. Dengan adanya kendala-kendala tersebut maka perlu dikaji alternatif transportasi gas bumi seperti pengangkutan dalam bentuk LNG. Untuk gas suar bakar dan lapangan-lapangan gas marginal yang volumenya tidak terlalu besar, kilang LNG mini merupakan salah satu pilihan yang sesuai untuk dikaji.

Pada kajian ini dibuat dua kasus pengembangan kilang LNG mini dengan memanfaatkan gas suar bakar dari lapangan Tuban (Sukowati & Mudi), Jawa Timur dengan gas umpan 5 MMSCFD dan lapangan Cemara Barat, Jawa Barat dengan gas umpan 1,4 MMSCFD. Dari hasil simulasi yang dilakukan dengan menggunakan suatu simulator proses dan diperoleh produk LNG sebesar 2,616 MMSCFD untuk lapangan Tuban, dan 0,8474 MMSCFD untuk lapangan Cemara Barat.

Analisa keekonomian untuk pengembangan kilang dan transportasi LNG mini dengan memanfaatkan gas suar bakar dari lapangan Tuban dan Cemara Barat dengan skenario pinjaman 70% dan bunga pinjaman sebesar 9% untuk investasi kilang dan 15% untuk investasi transportasi maka diketahui IRR untuk lapangan Tuban adalah sebesar 15,5% dan 34,6%, sedangkan Lapangan Cemara Barat 16,3% dan 35,9%.

Kata Kunci: **G S B LNG M P P**

Mirza Mahendra
NPM 0606151431
Chemical Engineering Department

Counsellor
Dr.rer.nat. Ir. Yuswan Muharam, MT
Ir. Ahmad Fahrizal, M.Sc.

T E UTILI ATION OF FLARE GAS USING MINI LNG FOR INDUSTR

ABSTRACT

The utilization of flare gas frequently had constraints of relatively small gas volume which the locations spread also distant from transmission or distribution pipe infrastructure. With the existence of those constraints, there is a need to analyze the gas transportation alternatives such as transport in a form of LNG. For flare gas and marginal gas fields that contain enough volume, mini LNG mill is one of the suitable choices to be analyzed.

This analysis built two cases of mini LNG mill development with utilized a flare gas from Tuban field (Sukowati & Mudi), East Java with feed gas 5 MMSCFD and Cemara Barat field, West Java with feed gas 1,4 MMSCFD. From the simulation that has been done using a simulator process, the result of LNG product is 2,616 MMSCFD for Tuban field and 0,8474 MMSCFD for Cemara Barat field.

Economic analysis for mill development and mini LNG transportation with utilized flare gas from Tuban and Cemara Barat field had a loan scenario of 70% with interest rate of 9% for mill investment and 15% for transportation investment. Thus, the result of IRR for Tuban field is 15,5% and 34,6%, whereas Cemara Barat field is 16,3% and 35,9%.

Keywords: **F G M LNG P U**

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	ii
PERSETUJUAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Keluaran	4
1.5 Lingkup Kerja	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 LNG (<i>Liquefied Natural Gas</i>)	6
2.2 LNG Mini	8
2.2.1 Perkembangan Kilang LNG Mini	9
2.2.2 Model Kilang LNG Mini	11
2.2.3 Teknologi Kilang LNG Mini	11
2.2.3.1 GTI	16
2.2.3.2 Sintef	18
2.2.3.3 Kryopak	19
2.2.3.4 Hamworthy	24
2.2.3.5 Letdown	24
2.2.3.6 Stirling	25
2.2.3.7 Vortex Tube	25

2.2.3.8 Black and Veatch PRICO	25
2.3 Pasokan Gas	26
2.3.1 Kemampuan Pasokan dan Pemanfaatan Gas di Indonesia	26
2.3.2 <i>Supply Demand</i> Gas Bumi di Pulau Jawa	27
2.3.3 Implikasi Neraca Gas Pulau Jawa	29
2.3.4 Potensi Gas Suar Bakar	30
2.3.4.1 Potensi Gas Suar Bakar di Jawa Barat	30
2.3.4.2 Potensi Gas Suar Bakar di Jawa Timur	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	34
3.1 Tahapan Penelitian	34
3.2 Diagram Alir Penelitian	34
3.2.1 Analisis Teknologi	35
3.2.2 Model	35
3.2.3 Data.....	35
3.2.4 Simulasi Proses	36
3.2.5 Kajian Tekno Ekonomi	36
3.2.6 Kesimpulan.....	36
BAB IV RANCANGAN KILANG LNG MINI DENGAN SUMBER GAS SUAR BAKAR	37
4.1 Pemilihan Teknologi LNG Mini	37
4.2 Blok Diagram	38
4.3 Proses Kilang LNG Mini	40
4.3.1 Separasi dan Kompresi	41
4.3.2 Acid Gas Removal Unit (AGRU)	42
4.3.2.1 Sistem Membran	42
4.3.2.2 Sistem Amine	43
4.3.3 Dehidrasi	44
4.3.4 Pencairan	45
4.3.4.1 Unit Fraksinasi	46
4.3.4.2 Unit Pencairan Gas Bumi	46

4.4 Simulasi Proses	46
4.4.1 Kilang LNG Mini Tuban	46
4.4.2 Kilang LNG Mini Cemara Barat	59
BAB V KEEKONOMIAN KILANG LNG MINI	70
5.1 Analisa Kelaikan	70
5.1.1 Internal Rate of Return (IRR)	70
5.1.2 Net Present Value (NPV)	70
5.1.3 Pay Out Time (POT)	73
5.2 Metode Keekonomian Kilang LNG Mini	74
5.3 Keekonomian Kilang LNG Mini Tuban	75
5.3.1 Biaya Investasi Kilang LNG Mini Tuban	76
5.3.2 Kelaikan Kilang LNG Mini Tuban	76
5.3.3 Biaya Transportasi LNG dari Lapangan Tuban	77
5.4 Keekonomian Kilang LNG Mini Cemara Barat	78
5.4.1 Biaya Investasi Kilang LNG Mini Cemara Barat	78
5.4.2 Kelaikan Kilang LNG Mini Tuban.....	79
5.4.3 Biaya Transportasi LNG dari Lapangan Cemara Barat ..	80
BAB VI KESIMPULAN	81
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN	85

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1.1	Matriks Gas Alam..... 3
Tabel 2.1	Kandungan Kalor Beberapa Jenis Bahan Bakar 8
Tabel 2.2	Pabrik Pencairan Gas Skala Rendah 10
Tabel 2.3	Perbandingan Konsep <i>Small-Scale</i> LNG 11
Tabel 2.4	Jenis-jenis Teknologi <i>Liquefaction</i> 14
Tabel 2.5	Perbandingan Konsumsi Energi Teknologi Pencairan LNG..... 23
Tabel 2.6	Neraca Gas Pulau Jawa..... 28
Tabel 2.7	Potensi Gas Suar Bakar Jawa Barat 31
Tabel 2.8	Komposisi Gas Suar Bakar Lapangan Cemara Barat 32
Tabel 2.9	Cadangan Sisa Lapangan Gas Sukowati & Mudi 32
Tabel 2.10	Komposisi Gas Suar Bakar Lapangan Sukowati dan Mudi 33
Tabel 4.1	Perbandingan Teknologi <i>Expander</i> dan <i>Liquid Refrigerant</i> 37
Tabel 4.2	Perbandingan Proses Teknologi Pencairan 38
Tabel 4.3	Neraca Energi Kilang LNG Mini Tuban 57
Tabel 4.4	Komposisi LNG Tuban 58
Tabel 4.5	Neraca Energi Kilang LNG Mini Cemara Barat 68
Tabel 4.6	Komposisi LNG Cemara Barat 69
Tabel 5.1	Asumsi dan Basis Kilang LNG Mini Tuban 76
Tabel 5.2	Hasil Perhitungan Keekonomian Kilang LNG Mini Tuban 77
Tabel 5.3	Basis Perhitungan Transportasi LNG Lapangan Tuban 78
Tabel 5.4	Asumsi dan Basis Kilang LNG Mini Cemara Barat 79
Tabel 5.5	Hasil Perhitungan Keekonomian Kilang LNG Mini Cemara Barat 79
Tabel 5.6	Basis Perhitungan Transportasi LNG Lapangan Cemara Barat . 80

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Simulasi Resiko Teknologi Gas	2
Gambar 1.2 Pemanfaatan Gas Bumi Tahun 2007 (Ditjen Migas, 2008)	3
Gambar 2.1 Tipikal Komposisi LNG	7
Gambar 2.2 Moda Transportasi Gas Bumi (Hetland)	8
Gambar 2.3 Perbandingan Biaya Produksi LNG Mini	12
Gambar 2.4 Tahapan Rantai Proses LNG	15
Gambar 2.5 Tipikal Rantai Distribusi LNG dari Kilang <i>Mini LNG</i>	16
Gambar 2.6 Diagram Alir Proses Produksi LNG dari GTI	17
Gambar 2.7 Proses produksi LNG skala pre-commercial (pilot plant) yang dikembangkan oleh GTI	17
Gambar 2.8 Proses Kilang LNG Mini SINTEF	18
Gambar 2.9 Prototipe kilang LNG Mini SINTEF	19
Gambar 2.10 Diagram Alir Proses Pencairan LNG <i>Kryopak PCMR</i>	21
Gambar 2.11 LNG dengan Teknologi <i>Kryopak PCMR</i> di Karratha Australia	21
Gambar 2.12 Diagram Alir Proses Pencairan LNG <i>Kryopak E P</i>	22
Gambar 2.13 Kilang LNG skala rendah dengan Teknologi <i>Kryopak E P</i> di Weizhou Island-China	24
Gambar 2.14 Diagram Alir Proses Black <i>and Veatch</i> PRICO	26
Gambar 2.15 Cadangan Gas Indonesia	27
Gambar 2.16 Profile Produksi Lapangan Gas Sukowati & Mudi JOB PPEJ...	33
Gambar 3.1 Diagram Metodologi Penelitian	35
Gambar 4.1 Model Kilang LNG Mini	39
Gambar 4.2 Blok Diagram Kilang LNG Mini	40
Gambar 4.3 Skema Proses Kilang LNG Mini	41
Gambar 4.4 Diagram Alir Proses Separasi dan Kompresi	41
Gambar 4.5 Sistem Membran	43
Gambar 4.6 Diagram Alir Proses AGRU	43

Gambar 4.7	Diagram alir proses unit dehidrasi	44
Gambar 4.8	Diagram Alir Proses Pencairan	45
Gambar 4.9	Wilayah Kerja JOB Pertamina - PetroChina East Java	47
Gambar 4.10	Process Flow Diagram Lapangan Tuban	47
Gambar 4.11	Simulasi Proses Kilang Mini LNG Tuban	48
Gambar 4.12	Diagram Alir ProsesUnit Kompresi dan Separasi Kilang LNG Mini Tuban	52
Gambar 4.13	Diagram Proses Unit Membran Kilang LNG Mini Tuban	53
Gambar 4.14	Diagram Alir Proses Unit Amine Kilang LNG Mini Tuban	54
Gambar 4.15	Diagram Alir Proses Unit Dehidrasi Kilang LNG Mini Tuban	55
Gambar 4.16	Diagram Alir Proses Unit Pencairan LNG Mini Tuban	56
Gambar 4.17	Blok Diagram Kilang LNG Mini Tuban	58
Gambar 4.18	Simulasi Proses Kilang LNG Mini Cemara Barat	60
Gambar 4.19	Diagram Alir ProsesUnit Kompresi dan Separasi Kilang LNG Mini Cemara Barat	64
Gambar 4.20	Diagram Alir Proses Unit Amine Kilang LNG Mini Cemara Barat	65
Gambar 4.21	Diagram Alir Proses Unit Dehidrasi Kilang LNG Mini Cemara Barat	66
Gambar 4.22	Diagram Alir Proses Unit Pencairan Kilang LNG Mini Cemara Barat	67
Gambar 4.23	Blok Diagram Kilang LNG Mini cemara Barat	69
Gambar 5.1	NPV vs ROR	71
Gambar 5.2	Kurva <i>Cash Flow</i> secara umum pada suatu proyek	72
Gambar 5.3	Tahapan Perhitungan Keekonomian	75
Gambar 5.4	Analisa Keekonomian	75