

**ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN
GAS FLARE MENJADI ENERGI ALTERNATIF
SEBAGAI TEROBOSAN PENCAPAIAN
ZERO ROUTINE FLARING**

TESIS

Oleh
PETRI YUSRINA
NIM : 147025007/TI



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
MEDAN
2017**

**ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN
GAS FLARE MENJADI ENERGI ALTERNATIF
SEBAGAI TEROBOSAN PENCAPAIAN
ZERO ROUTINE FLARING**

Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Magister Teknik
dalam Program Studi Teknik Industri
pada Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara

Oleh
PETRI YUSRINA
NIM : 147025007/TI

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
MEDAN
2017**

Judul Tesis : **ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN GAS FLARE MENJADI ENERGI ALTERNATIF SEBAGAI TEROBOSAN PENCAPAIAN ZERO ROUTINE FLARING**

Nama Mahasiswa : **Petri Yusrina**
Nomor Pokok : **147025007**
Program Studi : **Teknik Industri**

Menyetujui
Komisi Pembimbing

(Prof. Dr. Ir. Humala L. Napitupulu, DEA)
Ketua

(Dr. Ir. Juliza Hidayati, MT)
Anggota

Ketua Program Studi

Dekan

(Prof. Dr. Ir. Humala L. Napitupulu, DEA)

(Ir. Seri Maulina, M.Si, Ph.D)

Tanggal Lulus : 10 Februari 2017

Telah diuji pada

Tanggal : 10 Februari 2017

PANITIA PENGUJI TESIS

Ketua : Prof. Dr. Ir. Humala Napitupulu, DEA

Anggota : Dr. Ir. Juliza Hidayati, MT

Prof. Dr. Ir. A. Rahim Matondang, MSIE

Dr. Eng. Listiani Nurul Huda, MT

Dr. Meilita Triana Sembiring, ST, MT

ABSTRAK

Kegiatan eksplorasi dan eksploitasi minyak bumi dan gas alam pada sebuah perusahaan migas menghasilkan gas buangan yang dikenal dengan *gas flare* sebanyak 0,584 MMSCFD. *Gas flare* merupakan gas sisa yang selama ini dilakukan pembakaran di *flare stack* untuk menghindari gas beracun seperti H₂S dan CO yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Namun aktivitas pembakaran dapat menimbulkan isu pencemaran lingkungan dan dianggap *losses* karena masih memiliki kandungan energi layaknya gas bumi. Beberapa kebijakan mendorong perlunya dilakukan pemanfaatan *gas flare* diantaranya adalah kebijakan *Zero Routine Flaring* tahun 2030 yang dikeluarkan oleh *world bank* dan konsep *green productivity* untuk mengurangi limbah dan pencegahan polusi. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi aktivitas pembakaran dan polusi tersebut adalah dengan memanfaatkan *gas flare* sebagai energi alternatif.

Penelitian ini bertujuan menentukan penggunaan *gas flare* sehingga bernilai ekonomi sekaligus sebagai upaya pencapaian *Zero Routine Flaring* dan ramah lingkungan. Penelitian diawali dengan analisa penentuan alternatif penggunaan *gas flare* berdasarkan faktor volume/laju *gas flare*, komposisi *gas flare* dan estimasi sisa cadangan gas. Analisis dari segi volume/laju gas dan komposisi digunakan sebagai penentuan kelayakan secara teknis dan estimasi sisa cadangan sebagai salah satu penentuan keekonomian suatu lapangan.

Perhitungan kelayakan ekonomi diperoleh IRR= 19,32% dan PP selama 5 tahun yang menunjukkan bahwa penggunaan *gas flare* sebagai bahan baku untuk *power plant* layak diimplementasikan. Apabila usulan alternatif ini diterapkan pada perusahaan disamping dapat meningkatkan nilai *gas flare* secara ekonomi juga menjadi terobosan pencapaian kebijakan *Zero Routine Flaring* dan ramah lingkungan.

Kata Kunci: *Gas flare, Zero Routine Flaring, Power Plant, Mini Plant LPG, Analisis Teknis dan Ekonomis.*

ABSTRACT

The activity of exploring and exploiting natural oil and gas in a migas (oil and gas) company will produce gas flare of 0.584 MMSCFD. Gas flare is the combustion of remaining gas in flare stack to avoid poisonous gas like H₂S and CO which is very dangerous for human and environmental health. However, the combustion can bring about environmental pollution and is regarded as losses because it still contains energy content as natural gas. Some policies which have been made to encourage the use of gas flare are the policy on Zero Routine Flaring in 2030 issued by the World Bank and the concept of green productivity to reduce waste and to forestall pollution. One of the methods which can reduce the activity of combustion and pollution is by using gas flare as alternative energy.

The objective of the research was to determine the use of gas flare so that it will have economic value and can achieve Zero Routine Flaring and friendly environment. The research was started by analyzing the alternative of using gas flare, based on the factors of gas flare volume/rate, gas flare composition, and the estimation of the remaining gas reserve. The analysis of gas volume/rate and composition was used as feasibility determination technically, and the estimation of the gas reserve as the determination of the economy in a certain field.

The calculation of the economic feasibility was $IRR = 19.32\%$ and the PP in the 5 year-period indicated that the use of gas flare as raw material for power plant was feasible to be implemented. When this alternative suggestion is implemented in the company, it can increase gas flare value economically and can become a breakthrough in achieving the friendly environmentally Zero Routine Flaring policy.

Keywords: Gas Flare, Zero Routine Flaring, Power Plant, LPG Mini Plant, Technical and Economical Analysis

RIWAYAT HIDUP

Petri Yusrina lahir di Padang, Sumatera Barat, pada tanggal 09 Februari 1984, merupakan anak Pertama dari enam bersaudara pasangan Bapak Yusra dan Ibu Asna. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar tahun 1996 di SD N 43 Ganting Tambuo, pendidikan sekolah menengah pertama di SLTP N 1 Tilatang Kamang pada tahun 1999, dan pendidikan sekolah menengah atas di SMU Negeri 1 Tilatang Kamang pada tahun 2002. Pada tahun 2002, melanjutkan kuliah di Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Andalas dan menyelesaikan pendidikan pada tahun 2007. Pada tahun 2014 penulis melanjutkan pendidikan S2 di Universitas Sumatera Utara Departemen Teknik Industri. Dan saat ini penulis merupakan salah satu staf pengajar di Universitas Teuku Umar Meulaboh, Aceh.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “Analisis Teknis dan Ekonomis Penggunaan *Gas Flare* Menjadi Energi Alternatif Sebagai Terobosan Pencapaian *Zero Routine Flaring*”.

Dalam penyusunan tesis ini, penulis banyak mendapat dukungan moril dan usulan perbaikan serta penyempurnaan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada Ir. Seri Maulina, M.Si, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara. Prof. Dr. Ir. Humala Napitupulu, DEA selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Program Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara dan pembimbing utama serta Ibu Dr. Ir. Juliza Hidayati, MT sebagai anggota komisi pembimbing yang telah banyak memberikan dukungan, arahan, dan petunjuk dalam penyelesaian tesis ini.

Prof. Dr. Ir. Rahim Matondang, MSIE, Ibu Dr. Meilita Tryana Sembiring, ST, MT dan Dr. Eng. Listiani Nurul Huda, MT sebagai tim penguji yang telah banyak memberikan masukan serta saran yang bersifat membangun dalam penyempurnaan tesis ini. Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Harmawan Prasetyadi selaku *Field Manager* yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian di PT.Pertamina EP Asset 1 Field Rantau dan kepada Bapak Mulki Hakiem Mustakim serta Bapak Eri Prasetyo selaku pembimbing lapangan yang telah berbagi ilmu dan pengalaman bagi penulis.

Terimakasih juga penulis ucapkan kepada dosen pengajar Magister Teknik Industri USU yang telah mendidik dan mencerahkan dengan berbagai ilmu yang diberikan. Terimakasih kepada staf Magister Teknik Industri USU dan teman-teman seperjuangan angkatan 19. Teristimewa untuk kedua orang tua penulis, suami tercinta Rudi Siska, ST yang selalu memberi dukungan dan semangat kepada penulis beserta kedua putra kecil penulis Mahesa Artito dan Azib Safaraz.

Penulis menyadari tesis ini masih jauh dari sempurna, hal ini tidak terlepas dari keterbatasan penulis. Doa dan harapan penulis semoga tesis ini dapat

memberikan manfaat bagi semua pihak. Semoga Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang akan membalas semua jasa baik yang telah diberikan.

Medan, Februari 2017

Penulis,

Petri Yusrina

147025007/TI

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis yang berjudul:

**ANALISIS TEKNIS DAN EKONOMIS PENGGUNAAN GAS FLARE
MENJADI ENERGI ALTERNATIF SEBAGAI TEROBOSAN PENCAPAIAN
ZERO ROUTINE FLARING**

Adalah benar hasil karya saya sendiri dan belum pernah dipublikasikan oleh
siapapun sebelumnya. Sumber-sumber data dan informasi yang digunakan
dinyatakan secara benar dan jelas.

Medan, Februari 2017
Yang membuat pernyataan,

Petri Yusrina

147025007/TI

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
RIWAYAT HIDUP	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERNYATAAN	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	7
1.3. Tujuan Penelitian	8
1.4. Manfaat Penelitian	8
1.5. Ruang Lingkup dan Batasan	9
1.6. Asumsi	9
BAB 2 LANDASAN TEORI	10
2.1. Deskripsi Teori	10
2.1.1. Gas bumi	10
2.1.2. <i>Green Engineering</i>	21
2.1.3 <i>Zero Routine Flaring</i>	24
2.1.4 Konsep Tekno Ekonomi	26
2.2. Review Hasil Penelitian	31
BAB 3 MODEL KONSEPTUAL	36
3.1. Model Konseptual	36
3.2. Definisi Operasional	38
BAB 4 RANCANGAN PENELITIAN	40
4.1. Tipe Penelitian	40
4.2. Lokasi dan Waktu Penelitian	40

4.3. Metodologi Penelitian	40
4.3.1. Pengumpulan Data.....	43
4.3.2. Pengolahan Data	43
4.3.3. Analisis Teknis dan Ekonomis	44
4.3.4. Kesimpulan dan Saran	44
BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	45
5.1. Alternatif Penggunaan <i>Gas Flare</i>	45
5.1.1. Penentuan Alternatif Berdasarkan Volume dan Laju Gas	45
5.1.2. Penentuan Alternatif Berdasarkan Komposisi Gas	47
5.1.3. Teknologi Pemanfaatan <i>Gas Flare</i>	51
5.2. Penentuan Estimasi Sisa Cadangan.....	54
5.3. Analisa Pemanfaatan <i>Gas Flare</i> Terhadap Lingkungan	63
5.4. <i>Mini Plant LPG</i>	66
5.4.1 Aspek Kelayakan Teknis <i>Mini Plant LPG</i>	67
5.4.2 Peralatan <i>Mini Plant LPG</i>	70
5.4.3 Aspek Kelayakan Ekonomis <i>Mini Plant LPG</i>	72
5.5. <i>Power Plant</i>	78
5.5.1 Aspek Kelayakan Teknis <i>Power Plant</i>	79
5.5.2 Penentuan Kapasitas dan Jumlah <i>Gas Engine Generator</i>	84
5.5.3 Aspek Kelayakan Ekonomis <i>Power Plant</i>	86
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....	95
6.1. Kesimpulan.....	95
6.2. Saran	96
DAFTAR PUSTAKA	97

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
1.1.	Data <i>Gas Flare</i> Tahun 2012 s.d 2015	5
2.1	Spesifikasi Gas Bumi untuk <i>Power Plant</i>	13
2.2	Komposisi LPG Campuran Pertamina	14
2.3	Review Hasil Penelitian.....	32
5.1	Data Penggunaan Gas Periode Januari 2012 s.d 2015.....	45
5.2	Komposisi Gas PT.Pertamina EP Asset 1 Field Rantau	47
5.3	Perbandingan Komposisi LNG, CNG, LPG dan <i>Power Plant</i>	49
5.4	Pemilihan Alternatif Pemanfaatan Gas Berdasarkan Faktor Laju/ Volume dan Komposisi.....	53
5.5	Perbandingan Metode Penentuan Cadangan Reservoir	56
5.6	Data Produksi Minyak dan Gas per Bulan.....	57
5.7	Identifikasi Jenis Kurva dengan Metode <i>Loss Ratio</i>	59
5.8	Estimasi Produksi Minyak dan Gas Tahun 2013 sd 2023	63
5.9	Efek Kesehatan Akibat Paparan Senyawa Hidrokarbon.....	66
5.10	Penentuan Jumlah Produk <i>Mini Plant</i> LPG dari Gas <i>Flare</i>	69
5.11	Rincian Biaya Tenaga Kerja <i>Mini Plant</i> LPG	73
5.12	Estimasi Harga dan Jenis Peralatan <i>Mini Plant</i> LPG.....	74
5.13	Biaya Investasi dan Modal Kerja <i>Mini Plant</i> LPG	75
5.14	Saldo Kas Akhir <i>Mini Plant</i> LPG	77
5.15	Rekapitulasi Perhitungan Proyek <i>Mini Plant</i> LPG	78
5.16	Spesifikasi <i>Gas Engine</i> PT.Pertamina	79
5.17	Perbandingan <i>Engine</i> untuk <i>Power Plant</i>	81
5.18	Perbandingan Daya Beberapa Merek <i>Gas Engine</i>	85
5.19	Rencana Anggaran Biaya <i>Power Plant</i>	86
5.20	Rincian Biaya Tenaga Kerja <i>Power Plant</i>	87
5.21	Rincian Biaya Investasi dan Modal Kerja <i>Power Plant</i>	89
5.22	Proyeksi Laba Bersih <i>Developer</i>	90

5.23	Proyeksi Royalti Bagi Pemilik.....	91
5.24	Saldo Kas Akhir <i>Power Plant</i>	92
5.25	Proyeksi Neraca <i>Power Plant</i>	92
5.26	Rekapitulasi Perhitungan Kelayakan Proyek <i>Power Plant</i>	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
1.1	Aliran Proses Produksi pada PT. Pertamina EP <i>Asset 1 Filed Rantau</i>	2
2.1	Bagian Mesin Pembakaran dalam <i>Gas Engine</i>	12
2.2	Hirarki Pencegahan Polusi	23
3.1	Kerangka Konseptual	37
4.1	Langkah-langkah Penelitian	41
5.1	Produksi Minyak	58
5.2	Kecendrungan Penurunan Produksi Minyak	59
5.3	Grafik Persamaan Penurunan Produksi Minyak.....	61
5.4	Grafik Persamaan Penurunan Produksi Gas.....	62
5.5	Produk Hasil <i>Mini Plant</i> LPG	67
5.6	Aliran Proses Produksi LPG dari <i>Gas Flare</i>	68
5.7	Turbin Gas	80

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1.	Tabel Konversi Energi	99
2.	<i>Mini Plant LPG</i>	101
3.	<i>Power Plant</i>	111