

**SKRIPSI**

**MODEL PERHITUNGAN KEBUTUHAN QUENCH AIR  
PADA REAKSI PEMBAKARAN DALAM SISTEM  
THERMAL OXIDIZER PADA GAS CENTRAL  
PROCESSING PLANT LAPANGAN SINGA  
LEMATANG ASSET PT MEDCO E&P  
INDONESIA**



**ELAN NARISAH**

**NIM. 03101002003**

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2016**

S  
620.107

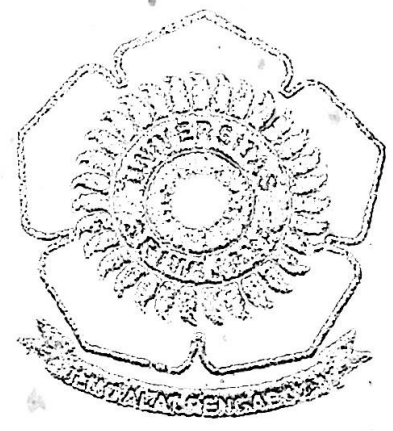
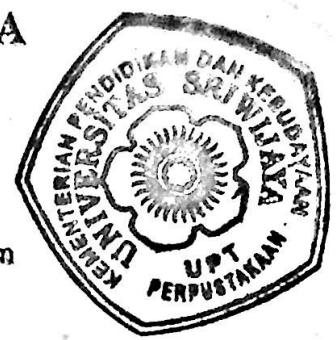
R:26620/27181

Ela  
m  
2014

**SKRIPSI**

**MODEL PERHITUNGAN KEBUTUHAN QUENCH AIR  
PADA REAKSI PEMBAKARAN DALAM SISTEM  
THERMAL OXIDIZER PADA GAS CENTRAL  
PROCESSING PLANT LAPANGAN SINGA  
LEMATANG ASSET PT MEDCO E&P  
INDONESIA**

Ditujukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan  
Gelar Sarjana Teknik Pada Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya



**OLEH**

**ELAN NARISAH**

**NIM. 03101002009**

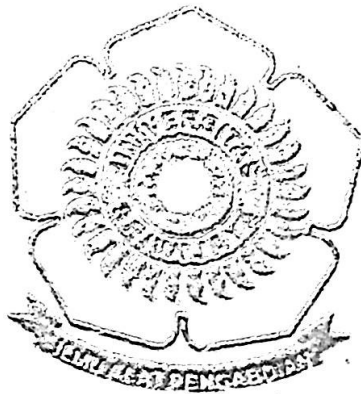
**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2014**

**SKRIPSI**

**MODEL PERHITUNGAN KEBUTUHAN *QUENCH AIR*  
PADA REAKSI PEMBAKARAN DALAM SISTEM  
*THERMAL OXIDIZER* PADA GAS *CENTRAL*  
*PROCESSING PLANT* LAPANGAN SINGA  
LEMATANG ASSET PT MEDCO E&P  
INDONESIA**

*Disajikan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Teknik*



**ELAN NARISAH**

**NIM. 03101002009**

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2014**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**MODEL PERHITUNGAN KEBUTUHAN *QUENCH AIR*  
PADA REAKSI PEMBAKARAN DALAM SISTEM  
*THERMAL OXIDIZER* PADA GAS CENTRAL  
*PROCESSING PLANT* LAPANGAN SINGA  
LEMATANG ASSET PT MEDCO E&P  
INDONESIA**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

**ELAN NARISAH**  
03101002009

Pembimbing I

Inderalaya, April 2014  
Pembimbing II

Ir. Muktiat M.Sc  
NIP. 195811221986021002



Ir. M. Akib Abro M.T.  
NIP. 194508231973021001



**Mengetahui,**  
**Dekan Fakultas Teknik**

Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA  
NIP.195308141985031002

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Elan Narisah  
NIM : 03101002009  
Judul : Model Perhitungan Kebutuhan *Quench Air* pada Reaksi Pembakaran dalam Sistem *Thermal Oxidizer* pada Gas *Central Processing Plant* Lapangan Singa Lematang Asset PT Medco E&P Indonesia

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur peniplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Inderalaya, Mei 2014



## KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas berkah dan kuasa-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir. Pengambilan data Tugas Akhir di lapangan dilaksanakan pada 2 Januari - 30 Januari 2014 di Facilities Engineering Department Lematang Asset PT Medco E&P Indonesia. Tugas akhir ini diselesaikan dengan bimbingan dari Ir. Mukiat M.Sc dan Ir. M. Akib Abro M.T. Penulis mengucapkan terima kasih kepada pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Pada kesempatan ini Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya sekaligus pemimbing akademik.
2. Rr. Harminuke Eko Handayani, ST, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
3. Bochori, ST. MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
4. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
5. Tim akademik Fakultas Teknik dan Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
6. Heru Wijaya Pamungkas, Rustian Aquadesianto Hernowo, dan Bram Dwi Prasetyo selaku pembimbing lapangan.

Semoga segala bantuan dan bimbingan yang telah diberikan kepada Penulis akan mendapatkan ridho dari Allah SWT sebagai amal ibadah. Akhir kata, semoga Laporan Kuliah Kerja Lapangan ini dapat bermanfaat bagi kita semua, Amin.

Inderalaya, Mei 2014

Penulis.

## RINGKASAN

### MODEL PERHITUNGAN KEBUTUHAN QUENCH AIR PADA REAKSI PEMBAKARAN DALAM SISTEM THERMAL OXIDIZER PADA GAS CENTRAL PROCESSING PLANT LAPANGAN SINGA LEMATANG ASSET PT MEDCO E&P INDONESIA

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, April 2014

Elan Narisah; Dibimbing oleh Mukiat dan M. Akib Abro

Calculation Modeling of Quench Air Needed for Oxidation Reaction in Thermal Oxidation System at Central Processing Plant Field Singa Lematang Asset PT Medco E&P Indonesia

xvi + 59 halaman, 26 tabel, 57 gambar, 5 lampiran

PT Medco E&P Indonesia pada Lapangan Singa memproduksi kurang lebih 40 mmscfd gas alam untuk dijual keperluan pembangkit listrik. Komposisi gas alam Lapangan Singa didominasi oleh gas metana dengan pengotor berupa gas hidrogen sulfida ( $H_2S$ ) dan gas karbon dioksida ( $CO_2$ ) yang harus diturunkan persentasinya agar gas yang dijual memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Kandungan  $CO_2$  dan  $H_2S$  pada *feed gas* masing-masing sebesar 38.41% volume dan 350 ppmv, kemudian diturunkan menjadi 4% volume dan 4 ppmv. Sehingga sebelum gas dijual dilakukan pengolahan terlebih dahulu untuk mengurangi kandungan  $H_2S$  dan  $CO_2$ . Proses pengolahan ini disebut dengan proses gas *sweetening*, proses ini dilakukan pada *central processing plant* (CPP) singa. *Thermal oxidizer* (TOx) merupakan bagian dari fasilitas pada CPP yang digunakan dalam pembakaran *waste gas* sebelum dilepas ke lingkungan. *Waste gas* dari proses gas *sweetening* terdiri atas *acid gas* dan *permeate*.

Reaksi pembakaran yang terjadi pada TOx merupakan reaksi pembakaran sempurna dengan temperatur yang tinggi yaitu kurang lebih 1,600 °F. TOx memiliki nilai ambang batas atas dan bawah untuk temperatur. Jika temperatur mencapai 1,800 °F, maka sistem TOx akan mati secara otomatis. Sehingga untuk menjaga agar temperatur berada pada kondisi normal, diperlukan *quench air* untuk mendinginkan *flue gas*. Pada sistem TOx di CPP singa, tidak tersedia *flowrate transmitter* untuk *quench air*, sehingga penulis membuat rumusan perhitungan *quench air* dengan membuat pemodelan TOx berdasarkan pendekatan teoritis.

Pemodelan teoritis TOx dilakukan dengan memasukkan data *input* harian, berdasarkan pemodelan ini suhu yang dicapai pada *combustion area* berkisar antara 1,768.99-2,469.152 °F. Dengan rata-rata nilai kebutuhan *quench air* sebesar 14,269.4 lb/hr. Kemudian dibuat simulasi perhitungan kebutuhan *quench air* TOx dalam kondisi *high high* dan didapatkan nilai optimum sebesar 19,094 lb/hr. Rumusan perhitungan ini dapat diintegrasikan ke *digital control system* TOx untuk dimanfaatkan sebagai *flowrate transmitter* teoritis.

**Kata Kunci** : TOx, Pembakaran, Acid Gas, Permeate  
**Kepustakaan** : 7 (1999-2013)

## SUMMARY

MODELING OF QUENCH AIR NEEDED FOR OXIDATION REACTION IN THERMAL OXIDATION SYSTEM AT CENTRAL PROCESSING PLANT FIELD SINGA LEMATANG ASSET PT MEDCO E&P INDONESIA  
Scientific Paper in the form of Skripsi, April 2014

Elan Narisah; supervised by Mukiat and M. Akib Abro

Pembuatan Model Perhitungan Kebutuhan Quench Air pada Reaksi Pembakaran dalam Sistem Thermal Oxidizer pada Gas Central Processing Plant Lapangan Singa Lematang Asset PT Medco E&P Indonesia

xvi + 59 pages, 26 table, 57 pictures, 5 attachment

PT Medco E&P Indonesia at Singa Field produces approximately 40 mmscfd of natural gas power plants for sale purposes. Composition of natural gas Singa Field is dominated by methane gas with impurities such as hydrogen sulfide gas ( $H_2S$ ) and carbon dioxide ( $CO_2$ ) to be derived gases sold presentations that meet desired specifications. The content of  $CO_2$  and  $H_2S$  in the feed gas respectively by 38.41% and a volume of 350 ppmv, and then lowered to 4% by volume and 4ppmv. So the processing is done before the gas sold in advance to reduce the content of  $H_2S$  and  $CO_2$ . The processing is called a gas sweetening process, the process is performed at a central processing plant (CPP). Thermal Oxidizer (TOx) is part of the CPP facility used in the combustion of waste gases from being emitted into the environment. Waste gases from the gas sweetening process consist of acid gas and permeate.

Combustion reaction that occurs in TOx is perfect combustion reaction with a high temperature of approximately 1,600 °F. TOx has a threshold value for the upper and lower temperature. If the temperature reaches 1,800 °F, then the system will automatically shut down. So to keep the temperature is its normal condition, quench air required to cool the flue gas. The TOx system in CPP lion, the quench air flowrate transmitter is not available, so the author makes the formulation of quench air calculations by made the modeling of TOx based on theoretical approaches.

TOx theoretical modeling is done by entering the daily input data, based on this modeling the combustion temperature achieved in the area ranged from 1,768.99-2,469.152 °F. With an average value requirements for quench air 14,269.4 lb / hr. Then the simulation calculations for quench air needs made in the conditions of high high and obtained optimum in 19,094 lb/hr. The calculation formula can be integrated into the digital control system to be used as flowrate theoretical transmitter for TOx.

**Keywords** : TOx, Combustion, Acid Gas, Permeate  
**Citations** : 7 (1999-2013)





**DAFTAR ISI**

	<b>Halaman</b>
Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Halaman Pernyataan.....	iii
Kata Pengantar.....	iv
Ringkasan.....	v
Summary.....	vi
Daftar Isi.....	vii
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Tabel.....	xiv
Daftar Lampiran.....	xvi
 <b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Metode Penelitian.....	4
1.6. Manfaat Penelitian.....	5
 <b>BAB 2. TINJAUAN UMUM</b>	
2.1. Latar Belakang dan Sejarah Lapangan Singa PT Medco E&P Lematang.....	7
2.2. Lokasi dan Kesempaan Daerah.....	9
2.3. Kegiatan Operasi Produksi di Lapangan Singa PT Medco E&P Lematang.....	10
2.4. <i>Central Gas Processing Plant</i> .....	12
2.2.1. <i>Flowline Manifold Skid</i> .....	12
2.2.2. <i>Inlet Separator</i> .....	12
2.2.3. <i>Inlet Cooler</i> .....	12
2.2.4. <i>Production Separator</i> .....	13
2.2.5. <i>Gas Filter Separator</i> .....	13
2.2.6. <i>Acid Gas Removal Unit</i> .....	13

	<b>Halaman</b>
2.4.6.1. <i>Membrane Unit</i> .....	14
2.4.6.1.1. <i>1<sup>st</sup> Stage Membrane Pre Treatment</i> .....	14
2.4.6.1.2. <i>1st Stage Membrane Skid Package</i> .....	15
2.4.6.1.3. <i>2<sup>nd</sup> Stage Membrane Pre Treatment System</i> .....	16
2.4.6.1.4. <i>2nd Stage Membrane Skid Package</i> .....	16
2.4.6.2. <i>Amine Unit</i> .....	17
2.4.6.2.1. <i>Amine Absorber System</i> .....	17
2.4.6.2.2. <i>Amine Regeneration System</i> .....	17
2.4.6.2.3. <i>Amine Filtration System</i> .....	18
2.4.6.2.4. <i>Acid Gas System</i> .....	19
2.4.6.2.5. <i>Antifoam Injection System</i> .....	19
2.4.6.2.6. <i>Amine Make-Up System</i> .....	20
2.5. <i>Simplified PFD dan Kondisi Desain Inlet Outlet CPP Singa</i> .....	21

### BAB 3. TINJAUAN PUSTAKA

3.1. <i>Proses dan Reaksi Pembakaran</i> .....	24
3.2. <i>Pembakaran Sempurna</i> .....	25
3.3. <i>Hukum Termodinamika</i> .....	26
3.4. <i>Physical Properties of Gas</i> .....	29
3.4.1. <i>Densitas</i> .....	29
3.4.2. <i>Berat Molekul</i> .....	30
3.4.3. <i>Heating Value</i> .....	30
3.4.4. <i>Spesific Heat</i> .....	31
3.5. <i>Thermal Oxidizer</i> .....	31
3.5.1. <i>Regenerative Thermal Oxidizer (RTO)</i> .....	31
3.5.2. <i>Regenerative Catalytic Oxidizer (RCO)</i> .....	32
3.5.3. <i>Ventilation Air Methane Thermal Oxidizer (VAMTOX)</i> ...	32
3.5.4. <i>Thermal Recuperative Oxidizer</i> .....	33
3.5.5. <i>Catalytic Oxidizer</i> .....	33
3.5.6. <i>Direct Fired Oxidizer</i> .....	34

### BAB 4. PENGOLAHAN DATA DAN PERHITUNGAN

4.1. <i>Pembagian Sistem pada Thermal Oxidizer</i> .....	35
4.2. <i>Sistematika Perhitungan dan Pemodelan Thermal Oxidizer</i> .....	37
4.2.1. <i>Perhitungan Temperatur Burner Product</i> .....	37
4.2.2. <i>Perhitungan Temperatur Flue Gas 1</i> .....	38
4.2.3. <i>Perhitungan Temperatur Flue Gas 2</i> .....	38
4.2.4. <i>Perhitungan Udara pada Quenching Area</i> .....	39
4.3. <i>Skematika Reaksi Pembakaran pada Thermal Oxidizer</i> .....	39
4.3.1. <i>Reaksi Pembakaran pada Burner Area</i> .....	39

	<b>Halaman</b>
4.3.2. Reaksi Pembakaran pada <i>Combustion Area</i> .....	40
4.4. Data <i>Input</i> dalam Pemodelan.....	41
4.5. Tahapan Perhitungan <i>Quench Air</i> .....	42
4.5.1. <i>Burner Area</i> .....	43
4.5.2. <i>Combustion Area</i> .....	45
4.5.3. <i>Quenching Area</i> .....	46
4.6. Hasil Perhitungan Temperatur <i>Combustion Area</i> 23 Desember 2013- 21 Januari 2014.....	46
4.7. Hasil Perhitungan Kebutuhan <i>Quench Air</i> 23 Desember 2013 – 21 Januari 2014.....	48

## BAB 5. ANALISA DAN PEMBAHASAN

5.1. Pembahasan Hasil Perhitungan Temperatur <i>Combustion Area</i> dan Flowrate <i>Quench Air</i> .....	51
5.2. Perbandingan Hasil Perhitungan dari Pemodelan dengan data Aktual <i>Opening Quench Air Valve</i> dari <i>Digital Control System</i>	51
5.3. Parameter Operasi <i>Thermal Oxidizer</i> .....	52
5.4. Simulasi Kondisi <i>High High</i> .....	53
5.4.1. Simulasi Perhitungan 1.....	54
5.4.2. Simulasi Perhitungan 2.....	54
5.4.3. Simulasi Perhitungan 3.....	55
5.4.4. Simulasi Perhitungan 4.....	55
5.4.5. Simulasi Perhitungan 5.....	56
5.4.6. Simulasi Perhitungan 6.....	56
5.5. Analisa Hasil Simulasi.....	56
5.6. Analisa Penggunaan Flowrate <i>Transmitter</i> Teoritis dalam Perhitungan <i>Quench Air</i> pada <i>Thermal Oxidizer</i> .....	57

## BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan.....	59
6.2. Rekomendasi.....	60

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
1.1. Bagan alir metode penelitian.....	6
2.1. Peta lokasi dan kesampaian daerah.....	9
2.2. Peta isopach penyebaran sumur Lapangan Singa.....	10
2.3. Diagram proses Singa gas <i>central processing plant</i> .....	22
3.1. Skema sistem termodinamika.....	28
3.2. Energy balance pada sistem termodinamika.....	29
4.1. Sistematika pemodelan thermal oxidizer.....	36
4.2. Penjabaran input, proses, output dalam pemodelan.....	36
5.1. Grafik quench air valve (1) dan grafik quench air (2).....	51
B.1. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 23 desember 2013.....	B-1
B.2. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 24 desember 2013.....	B-2
B.3. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 25 desember 2013.....	B-3
B.4. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 26 desember 2013.....	B-4
B.5. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 27 desember 2013.....	B-5
B.6. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 28 desember 2013.....	B-6
B.7. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 29 desember 2013.....	B-7
B.8. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 30 desember 2013.....	B-8
B.9. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 31 desember 2013.....	B-9
B.10. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 1 januari 2014.....	B-10
B.11. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 2 januari 2014.....	B-11
B.12. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 3 januari 2014.....	B-12
B.13. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 4 januari 2014.....	B-13
B.14. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 5 januari 2014.....	B-14
B.15. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 6 januari 2014.....	B-15
B.16. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 7 januari 2014.....	B-16
B.17. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 8 januari 2014.....	B-17
B.18. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 9 januari 2014.....	B-18

	<b>Halaman</b>
B.18. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 9 januari 2014.....	B-18
B.19. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 10 januari 2014.....	B-19
B.20. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 11 januari 2014.....	B-20
B.21. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 12 januari 2014.....	B-21
B.22. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 13 januari 2014.....	B-22
B.23. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 14 januari 2014.....	B-23
B.24. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 15 januari 2014.....	B-24
B.25. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 16 januari 2014.....	B-25
B.26. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 17 januari 2014.....	B-26
B.27. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 18 januari 2014.....	B-27
B.28. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 19 januari 2014.....	B-28
B.29. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 20 januari 2014.....	B-29
B.30. Perhitungan <i>quench air data sheet</i> 21 januari 2014.....	B-30
C.1. Perhitungan <i>quench air</i> simulasi kondisi flowrate <i>all max</i> .....	C-1
C.2. Perhitungan <i>quench air</i> simulasi kondisi flowrate <i>max acid gas</i> dan <i>permeate</i> .....	C-2
C.3. Perhitungan <i>quench air</i> simulasi kondisi flowrate <i>min fuel gas max acid gas</i> dan <i>permeate</i> .....	C-3
C.4. Perhitungan <i>quench air</i> simulasi kondisi flowrate <i>max fuel gas max acid</i> <i>gas</i> dan <i>permeate</i> .....	C-4
C.5. Perhitungan <i>quench air</i> simulasi kondisi flowrate <i>min fuel gas max acid</i> <i>gas, permeate &amp; methane loss</i> .....	C-5
C.6. Perhitungan <i>quench air</i> simulasi kondisi flowrate <i>min fuel gas max acid</i> <i>gas &amp; permeate max methane loss</i> .....	C-6
D.1. <i>Thermal oxidizer</i> .....	D-1
D.2. <i>Flowline fuel gas ke burner</i> .....	D-2
D.3. <i>Flowline ignition fuel gas</i> (pipa kecil berwarna kuning).....	D-2
D.4. <i>Flowline acid gas</i> (bawah) dan <i>permeate</i> (atas).....	D-3
D.5. <i>Temperature transmitter</i> 603 A.....	D-3
D.6. <i>Temperature transmitter</i> 603 B Dan 603 C.....	D-4
D.7. <i>Burner</i> pada TOx.....	D-4

	<b>Halaman</b>
D.8. <i>Air blower</i> .....	D-5
D.9. <i>Burner air, combustion air dan quench air duck</i> .....	D-5
D.10. <i>Panel control TOx</i> .....	D-6
E.1. <i>Printscreen monitor digital control system TOx</i> .....	E-2
E.2. <i>Fan performance curve</i> .....	E-3
E.3. <i>Simplified Process Flow Diagram</i> .....	E-4

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
2.1. Kondisi desain <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> singa gas <i>processing plant</i> .....	22
4.1. Data sekunder <i>input</i> pemodelan TOx.....	42
4.2. Data <i>input</i> perhitungan dalam pemodelan TOx.....	42
4.3. Hasil perhitungan temperatur <i>combustion area</i> .....	47
4.4. Hasil perhitungan <i>quench air</i> .....	48
4.5. Data bukaan ( <i>opening</i> ) <i>quench air valve</i> dari DCS.....	49
5.1. Data input simulasi perhitungan.....	54
5.2. Hasil simulasi 1.....	54
5.3. Hasil simulasi 2.....	54
5.4. Hasil simulasi 3.....	55
5.5. Hasil simulasi 4.....	55
5.6. Hasil simulasi 5.....	56
5.7. Hasil simulasi 6.....	56
5.8. Komparasi flowrate <i>quench air</i> simulasi 1-6.....	57
A.1. <i>Record</i> DCS <i>burner combustion air flow</i> dan <i>waste gas combustion air flow</i> .....	A-1
A.2. <i>Record</i> DCS <i>acid gas</i> ke TOx.....	A-2
A.3. <i>Record</i> DCS <i>permeate gas</i> ke TOx.....	A-3
A.4. <i>Record</i> DCS <i>fuel gas</i> ke TOx.....	A-4
A.5. <i>Record</i> DCS <i>temperature transmitter</i> TOx.....	A-5
A.6. Komposisi <i>permeate gas</i> .....	A-6
A.7. Komposisi <i>acid gas</i> .....	A-7
A.8. Komposisi <i>fuel gas</i> .....	A-8
A.9. Nilai <i>heat capacity</i> , GHV, MR, & spesifik volume referensi ( <i>pressure</i> 15 psi <i>temperature</i> 60 °F).....	A-9
A.10. Nilai <i>heat capacity</i> , GHV, MR, & spesifik volume <i>permeate</i> .....	A-10
A.11. Nilai <i>heat capacity</i> , GHV, MR, & spesifik volume <i>acid gas</i> .....	A-11

**Halaman**

A.12. Nilai *heat capacity*, GHV, MR, & spesific volume fuel gas..... A-12



## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
A. Data <i>Input</i> dari <i>Digital Control System</i> dan <i>Daily Report</i> .....	A-1
B. Perhitungan <i>Quench Air</i> 23 Desember 2013-21 Januari 2014.....	B-1
C. Perhitungan <i>Quench Air</i> pada Berbagai Simulasi Kondisi <i>High High</i> ....	C-1
D. Kondisi Aktual <i>Thermal Oxidizer</i> .....	D-1
E. <i>Print Screen Monitor DCS TOx, Fan Performance Curve &amp; Simplified PFD</i> .....	E-1

# BAB 1

## PENDAHULUAN

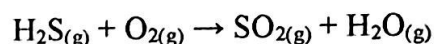


### 1.1. Latar Belakang

Gas alam merupakan salah satu energi yang digunakan untuk menghasilkan kalori yang dimanfaatkan untuk berbagai sektor baik untuk industri maupun keperluan rumah tangga. Gas alam digunakan sebagai bahan baku pada pembangkit listrik. PT. Medco E&P Lematang merupakan salah satu perusahaan yang memasok gas untuk keperluan pembangkit listrik. Gas alam terbagi menjadi beberapa jenis yaitu gas kering, gas basah dan kondensat. Komponen utama gas alam yang diproduksi oleh PT. Medco E&P Lematang adalah gas *methane*. Gas alam yang diproduksi oleh PT. Medco E&P Lematang merupakan gas yang berasosiasi dengan air dan komposisinya mengandung *waste gas* yang meliputi  $H_2S$  dan  $CO_2$ . *Waste gas* merupakan gas yang tidak bernilai ekonomis untuk dijual. Gas alam yang diproduksi oleh PT Medco E&P Lematang harus memenuhi beberapa parameter sebelum dialirkan ke Pagardewa untuk dijual ke Perusahaan Listrik Negara (PLN). Untuk memenuhi spesifikasi yang diharuskan maka gas perlu diproses terlebih dahulu pada *Central Processing Plant* (CPP). Proses yang dilakukan pada CPP disebut dengan proses *gas sweetening* sehingga gas yang dihasilkan dari proses pada CPP disebut *sweet gas* karena sebagian besar kandungan *acid gas* di dalamnya telah dihilangkan.

*Central Processing Plant* merupakan suatu sistem yang terdiri dari unit-unit yang masing-masing nya menjalankan proses yang berbeda, namun pada dasarnya tujuan dari CPP adalah untuk meningkatkan mutu dari gas dengan menurunkan persen  $H_2O$ ,  $CO_2$  dan  $H_2S$  dalam gas. Limbah utama dari proses pada CPP adalah  $H_2S$  dan  $CO_2$ . Hidrogen sulfida ( $H_2S$ ) dan karbon dioksida ( $CO_2$ ) termasuk gas beracun yang sangat berbahaya jika terhirup pada konsentrasi yang besar, bahkan bisa menyebabkan kematian. Sehingga sebelum dilepas ke lingkungan gas  $H_2S$  dan  $CO_2$  harus diproses terlebih dahulu agar dampaknya terhadap lingkungan dapat diminimalisir. Usaha PT. Medco E&P Lematang dalam meminimalkan dampak lingkungan adalah dengan melakukan proses pembakaran (oksidasi) terhadap *waste gas*. Proses oksidasi dilakukan pada *flare* dan *thermal oxidizer*.

Proses oksidasi yang dilakukan bertujuan untuk memutuskan ikatan antar molekul *waste gas*. Reaksi pembakaran hidrogen sulfida yang terjadi adalah sebagai berikut:



Dari reaksi di atas dapat dilihat bahwa reaksi yang terjadi menghasilkan gas  $\text{SO}_2$  jika pembakaran berjalan sempurna. Pembakaran sempurna adalah kondisi pembakaran dimana terdapat oksigen yang cukup untuk bereaksi. Pembakaran tidak sempurna menghasilkan gas  $\text{SO}_x$ . Gas  $\text{SO}_x$  merupakan gas yang dapat mencemari lingkungan, jika kandungan  $\text{SO}_x$  yang terekspos ke lingkungan melebihi ambang batas yang diperbolehkan dan bereaksi dengan air hujan akan menyebabkan terjadinya hujan asam yang berdampak buruk untuk lingkungan.

Proses pembakaran *waste gas* pada PT Medco E&P Lematang dilakukan dengan menggunakan dua media yaitu *flare* dan *thermal oxidizer (TOx)*. Proses pembakaran yang terjadi pada *flare* merupakan proses pembakaran tidak sempurna, sedangkan proses pembakaran pada TOx merupakan proses pembakaran sempurna. *Waste gas* dari *Acid Gas Removal Unit (AGRU)* dialirkan ke *flare* dan TOx dengan proporsi flowrate ke TOx lebih besar.

Pada kondisi normal temperatur TOx berada pada temperatur kurang lebih 1600 °F. *Thermal oxidizer* memiliki temperatur maksimum dan temperatur minimum. Temperatur maksimum TOx berhubungan dengan ketahanan material TOx. Temperatur maksimum TOx adalah 1800 °F, pada kondisi ini sistem TOx akan mati secara keseluruhan. Sehingga udara dibutuhkan untuk mendinginkan gas hasil dari proses oksidasi pada TOx. Supply udara ke TOx dialirkan dengan menggunakan *forced draft fan* yang menghisap udara luar untuk di alirkan ke TOX. Udara dari *forced draft fan* di alirkan melalui tiga *duck* yaitu 37 FV 704, 37 FV 705 dan 37 TV 703. 37 FV 704 merupakan *supply burner air* untuk pembakaran *fuel gas*, 37 FV 705 merupakan *supply waste gas combustion air* untuk pembakaran *acid gas* dan *permeate*, sedangkan 37 TV 703 merupakan *supply quench air* untuk mendinginkan gas hasil pembakaran *acid gas* dan *permeate*. Flowrate transmitter untuk 37 FV 704 dan 37 FV 705 tersedia, sedangkan untuk 37 TV 703 tidak tersedia flowrate transmitter sehingga data flowrate *quench air* tidak dapat diketahui. Oleh karena itu penulis dalam

penelitian ini membuat pemodelan TOx secara teoritis dan membuat rumusan untuk menghitung *supply* udara *quench air*. Rumusan ini dapat dijadikan sebagai *theoretical transmitter* untuk mengetahui *supply quench air* yang dialirkan ke TOx.

## 1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini meliputi sebagai berikut:

1. Bagaimana pemodelan proses pembakaran yang terjadi pada sistem *thermal oxidizer*?
2. Berdasarkan pemodelan tersebut, berapa temperatur yang terjadi pada TOx pada bagian pembakaran *acid gas* dan *permeate*?
3. Berapa besar *quench air* yang harus ditambahkan agar tidak terjadi kondisi temperatur *high high* (temperatur maksimum TOx-1800 °F)?
4. Bagaimana keterkaitan hasil perhitungan *quench air* dengan data aktual bukaan *quench air valve*?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan akhir dari penelitian ini meliputi sebagai berikut:

1. Membuat pemodelan proses pembakaran yang terjadi pada TOx.
2. Menghitung temperatur yang terjadi pada TOx pada bagian pembakaran *acid gas* dan *permeate* dengan pemodelan secara teoritis.
3. Menghitung flowrate *quench air* yang harus ditambahkan agar tidak terjadi kondisi *temperature high high*.
4. Mengetahui keterkaitan antara hasil perhitungan *quench air* dengan data aktual bukaan *quench air valve*

## 1.4. Batasan Masalah

Penelitian ini terbatas pada pembuatan rumusan flowrate *quench air* yang dibutuhkan untuk pendinginan *flue gas* pada TOx agar kondisi *temperature* pada TOx dapat terjaga pada kondisi normal. Asumsi-asumsi yang digunakan antara lain tidak adanya panas radiasi yang keluar dari sistem dan reaksi pembakaran berjalan sempurna.

## 1.5. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode.

### 1. Studi literatur

Studi literatur dilakukan terhadap literatur-literatur yang berhubungan dengan reaksi pembakaran dan termodinamika.

### 2. Pengumpulan data yang meliputi :

#### a. Data sekunder

Data sekunder yang meliputi sebagai berikut:

- i. Data flowrate dari *fuel gas*, *acid gas* dan *permeate gas* dari flowrate transmitter 37 FT 701, 37 FT 720 dan 37 FIT 702 .
- ii. Data *temperature* dari *temperature transmitter* 603 A, 603 B dan 603 C.
- iii. Data komposisi *fuel gas*, *acid gas* dan *permeate* dari *daily report*.
- iv. Data tekanan *fuel gas*, *acid gas* dan *permeate* dari *pressure transmitter* 37 PIT 703, 37 PT 720 dan 37 PT 751.
- v. Data *temperature fuel gas*, *acid gas* dan *permeate* dari *temperature transmitter* 41 TT 701, 35 TT 712 dan 35 TT 797.
- vi. Data flowrate *burner air* dan *waste gas combustion air* dari 37 FIT 704 dan 37 FIT 705.
- vii. Data *opening quench air valve* dari 37 TY 703.
- viii. Data desain TOx dari vendor
- ix. Data *air performance curve*

### 3. Pemodelan Teoritis

Pemodelan teoritis disusun berdasarkan konsep termodinamika dan reaksi pembakaran.

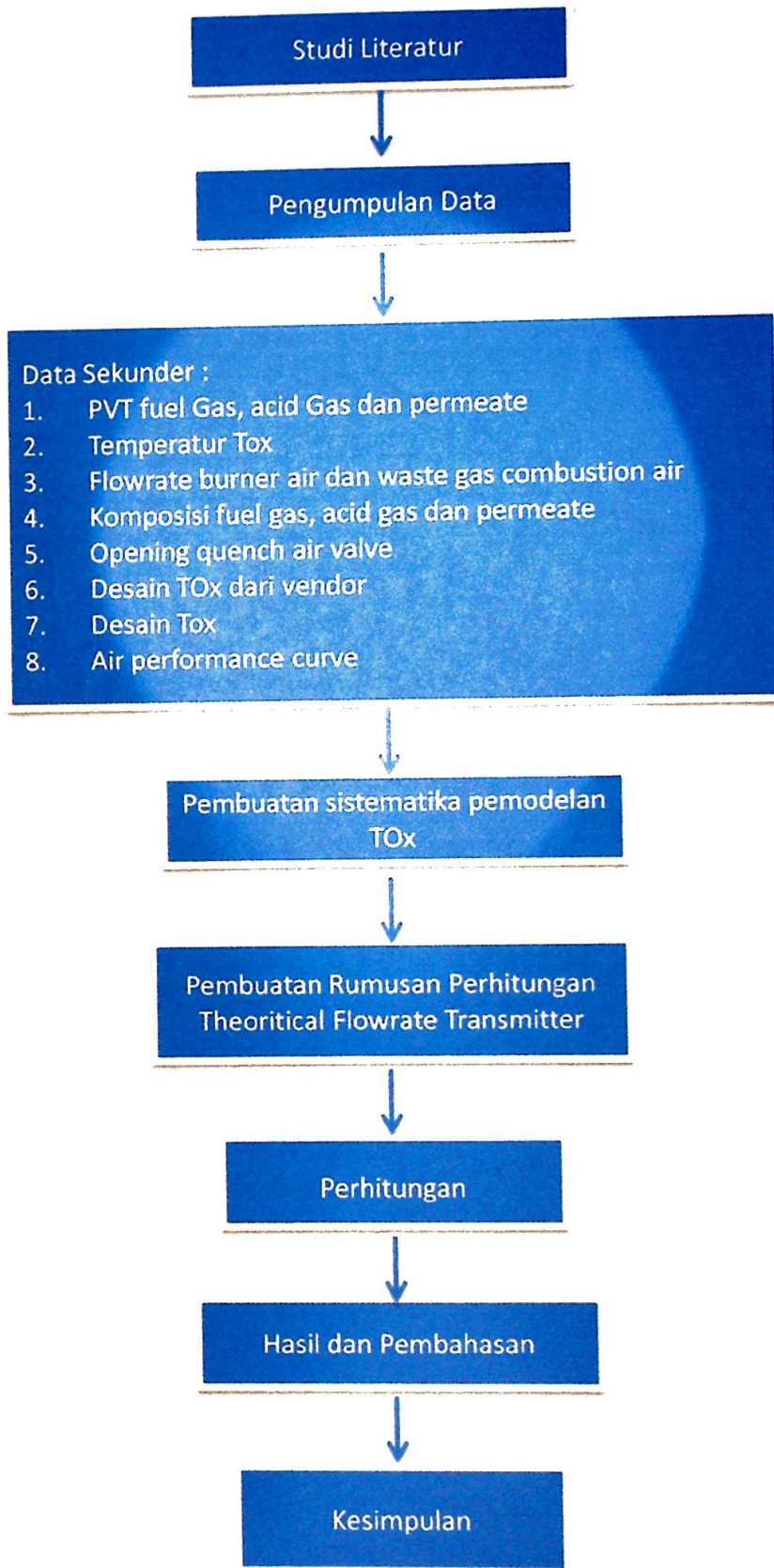
### 4. Pembuatan Rumusan Teoritik Flowrate *Transmitter*

Pemodelan teoritis dibuat untuk mengetahui *temperature flue gas* hasil pembakaran *acid gas* dan *permeate* secara teoritis. Berdasarkan nilai *temperature* ini dibuat rumusan perhitungan *quench air* yang dibutuhkan agar tercapai *temperature flue gas* sesuai pembacaan *temperature* pada *temperature transmitter* 603 B dan 603 C.

tercapai *temperature flue gas* sesuai pembacaan *temperature* pada *temperature transmitter* 603 B dan 603 C.

#### 1.6. Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat diaplikasikan ke sistem DCS (*Digital Control System*) pada *central processing plant* singa *gas plant* sebagai *theoretical transmitter* agar *supply* quench air dapat diketahui tanpa harus dipasang *transmitter* sesungguhnya pada sistem, karena pemasangan *transmitter* tidak bisa dilakukan tanpa mematikan TOx sedangkan TOx merupakan bagian yang penting dari sistem, jika TOx mati maka semua sistem pada *central processing plant* singa *gas plant* akan mati secara keseluruhan. Oleh karena itu hasil pemodelan dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai alternatif *transmitter*.



Gambar 1.1. Bagan alir metode penelitian

## DAFTAR PUSTAKA

John M. Campbell. 2004. "Gas Conditioning and Processing (Volume 1: The Basic Principle)". JMC & Company: Oklahoma U.S.A

John M. Campbell. 2004. "Gas Conditioning and Processing (Volume 2: The Equipment Modules)". JMC & Company: Oklahoma U.S.A

PT Inti Karya Persada Teknik. 2009. "Instalation, Operation and Maintenance (IOM) Manual Thermal Oxidizer with WHRU Package". Singa Gas Development Project Lematang Block: Sumatera Selatan.

PT Inti Karya Persada Teknik. 2009. "General Arragement for Thermal Oxidizer". Singa Gas Development Project Lematang Block: Sumatera Selatan.

PT Inti Karya Persada Teknik. 2009. "Fan Performance Curve". Singa Gas Development Project Lematang Block: Sumatera Selatan.

PT Tracon Energi. 2013. "Laporan Audit Energi di CPP Singa". PT Medco E&P Lematang: Sumatera Selatan

Robert H. Perry & Don W. Green. 1999. "Perry's Chemical Engineer's Handbook". The McGraw-Hill Companies: U.S.A

Surface Facilities Engineering Division. 2012. "Process Flow Diagram of Thermal Oxidizer". PT Medco E&P Indonesia: Jakarta.

Wikipedia The Free Encyclopedia. 2013. "Thermal Oxidizer". Diperoleh 18 Maret 2014, dari [http://en.wikipedia.org/wiki/Thermal\\_oxidizer](http://en.wikipedia.org/wiki/Thermal_oxidizer)