

**ANALISIS AMINE TREATMENT PROCESS TERHADAP
PENGEMBANGAN FASILITAS PRODUKSI
SUMUR MINYAK DAN GAS LAPANGAN PT. X**

Tesis

Untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Pendidikan Strata Dua (S-2)
sebagai Magister Energi pada Program Studi Magister Energi



Oleh:

HARDITO SUSSATRIO
30000419410002

**PROGRAM STUDI MAGISTER ENERGI
SEKOLAH PASCASARJANA UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2023**

PERSETUJUAN UJIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini. Dosen Pembimbing dari

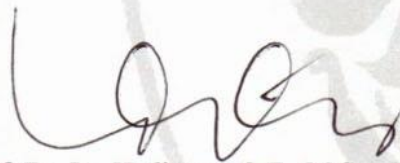
Mahasiswa : Hardito Sussatrio
NIM : 30000419410002
Program Studi : Magister Energi
Judul Tesis : ANALISIS AMINE TREATMENT PROCESS TERHADAP
PENGEMBANGAN FASILITAS PRODUKSI
SUMUR MINYAK DAN GAS LAPANGAN PT.X

Menyatakan bahwa mahasiswa tersebut telah melaksanakan Ujian Proposal, Ujian Kemajuan Tesis dan Ujian Seminar Tesis sehingga menyetujui dan layak untuk melaksanakan Ujian Tesis.

Semarang, 01 Desember 2023

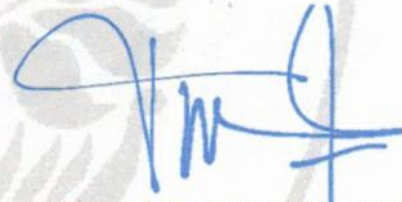
Pembimbing Pertama

Pembimbing Kedua



Prof. Dr. Ir. Hadiyanto S.T., M.Sc., IPU

NIP. 197510281999031004



Prof. Dr. Ir. Widayat S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng

NIP. 197206091998031001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah ditulis atau diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Semarang, 01 Desember 2023



Hardito Sussatrio

NIM. 30000419410002

**HALAMAN PENGESAHAN
TESIS**

**ANALIS AMINE TREATMENT PROCESS TERHADAP
PENGEMBANGAN FASILITAS PRODUKSI
SUMUR MINYAK DAN GAS LAPANGAN PT X**

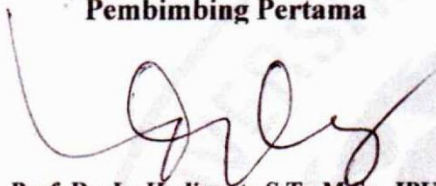
Disusun Oleh:

**HARDITO SUSSATRIO
30000419410002**

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji Pada tanggal 04 Desember 2023

Tim Penguji

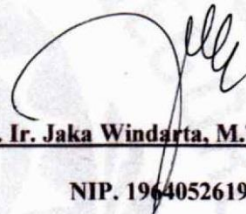
Pembimbing Pertama



Prof. Dr. Ir. Hadivanto S.T., M.Sc., IPU

NIP. 197510281999031004

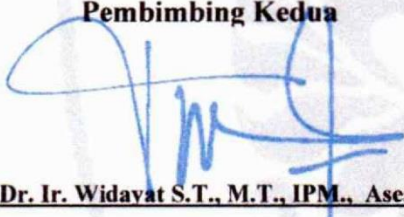
Penguji Pertama



Dr. Ir. Jaka Windarta, M.T., IPU, Asean.Eng

NIP. 196405261989031002

Pembimbing Kedua



Prof. Dr. Ir. Widayat S.T., M.T., IPM., Asean.Eng

NIP. 197206091998031001

Penguji Kedua



Ir. Marcelinus Christwardana, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. H.7.199004152022041001

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Energi Tanggal 19 Desember 2023

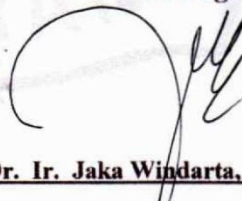
Dekan Sekolah Pascasarjana



Dr. RB Surtarto, S. H., M. Hum

NIP. 196701011991031005

Ketua Program Studi Magister Energi



Dr. Ir. Jaka Windarta, M.T., Asean.Eng

NIP. 196405261989031002

**PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai bagian sivitas akademik Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hardito Sussatrio
NIM : 30000419410002
Program Studi : Magister Energi
Sekolah : Program Pascasarjana
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul ::

**“ANALISIS AMINE TREATMENT PROCESS TERHADAP
PENGEMBANGAN FASILITAS PRODUKSI SUMUR MINYAK DAN GAS
LAPANGAN PT. X”**

Beserta perangkat yang ada. Dengan Hak bebas Royalti Noneksklusif ini Program Studi Magister Energi Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media/ formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database) merawat, dan mempublikasikan tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta

Dibuat di: Semarang

Pada Tanggal, **01 Desember 2023**

Yang Membuat pernyataan



Hardito Sussatrio

NIM. 30000419410002

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke Hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas kelimpahan rahmat dan kasih-Nya kepada saya sehingga proposal Tesis ini dapat terwujud dengan judul “ANALIS AMINE TREATMENT PROCESS TERHADAP PENGEMBANGAN FASILITAS PRODUKSI SUMUR MINYAK DAN GAS LAPANGAN PT. X”. Tesis ini telah disusun dengan tujuan sebagai salah satu syarat untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Magister Energi Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang

Ucapan terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada para pihak yang telah membantu saya sampaikan kepada :

1. Dekan Pascasarjana, Universitas Diponegoro Semarang.
2. Dr. Ir. Jaka Windarta, MT selaku Ketua Program Studi Magister Energi Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.
3. Prof. Dr. Ir. Hadiyanto S.T., M.Sc., IPU selaku Dosen Pembimbing Pertama atas arahan, petunjuk dan bimbingan yang diberikan selama mengerjakan proposal ini.
4. Prof. Dr. Ir. Widayat S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng selaku Dosen Pembimbing kedua atas bimbingan, penjelasan, dan motivasi yang diberikan.
5. Prof. Ir. Purnomo Yusgiantoro, M.Sc., M.A., Ph.D. yang telah memberikan pedoman hidup dan dukungan yang besar.
6. Keluarga besar saya, terutama Ibu dan Istri saya atas dukungan moral sehingga proposal Tesis ini dapat saya selesaikan.
7. Bapak dan Ibu dosen Magister Energi yang telah memberikan pengajaran dan ilmu kepada penulis.
8. Bapak Juchiro Tampi Direktur Utama PT X
9. Rekan - rekan Magister Energi yang telah bersedia berdiskusi dengan penulis sehingga proposal ini dapat diselesaikan.

Semarang, Januari 2023

Hardito Sussatrio

NIP. 30000419410002

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN UJIAN TESIS	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN TESIS	
Error! Bookmark not defined.	
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xii
INTISARI	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Originalitas Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Lapangan Sumur A PT. X.....	9
2.2 Gas Alam.....	10
2.2.1 Karbon Dioksida (CO ₂).....	10
2.2.2 Nitrogen (N ₂)	11
2.2.3 Water (H ₂ O)	11
2.2.4 Aspal	12
2.3 Pengolahan Gas Alam.....	12
2.3.1 <i>Gas Separation Unit (GSU)</i>	13
2.3.2 <i>Acid Gas Removal Unit (AGRU)</i>	14
2.3.3 <i>Dehydration Unit (DHU)</i>	14
2.4 Konservasi Energi	15
2.5 <i>Carbon Capture Storage (CCS)</i>	16
2.6 Amine Treatment	17
2.6.1 Monoethanolamine (MEA).....	19
2.6.2 Metildietanolamina (MDEA).....	20
2.6.3 Larutan Amina Campuran/Hibrida (MEA – MDEA).....	21
2.7 Monetisasi Gas	22
2.8 Ekonomi Teknik dalam Konservasi Energi Lapangan Migas	23
2.8.1 Analisis Ekonomi dalam Konservasi Energi dengan Amine Treatment pada Pengembangan Fasilitas Produksi Sumur Migas	23
2.8.2 Biaya Pengiriman Unit.....	24
2.8.3 <i>Capital Investment</i>	24

2.8.4	<i>Production Cost</i>	26
2.8.5	Keuntungan Total Setiap Tahun	27
2.8.6	Parameter Analisa Keekonomian.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		31
3.1	Lokasi dan Jadwal Penelitian.....	31
3.2	Jenis Penelitian	31
3.3	Kerangka Pikir Penelitian	31
3.4	Ruang Lingkup Penelitian	32
3.5	Jenis dan Sumber Data.....	33
3.6	Teknik Pengumpulan Data	33
3.7	Teknik Analisa Data	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1	Deskripsi Proses	35
4.2	Spesifikasi dan Simulasi	36
4.3	Pengaruh Jenis Amina terhadap Absorpsi Gas CO ₂	39
4.1.1	Pengaruh MEA atau MDEA tunggal dan Kombinasi MEA dengan MDEA terhadap Absorpsi Gas CO ₂	39
4.4	Pengaruh penggunaan MEA atau MDEA tunggal dan Kombinasi MEA dengan MDEA terhadap Kinerja dan Energi.....	41
4.5	Pengaruh Jenis Amina terhadap CO ₂ Gas <i>Loading</i>	42
4.6	Aspek Amina <i>Losses</i> dan <i>Water Losses</i> pada <i>sweetening</i> Gas CO ₂	46
4.4.1	Pengaruh MEA atau MDEA tunggal dan Kombinasi MEA dengan MDEA terhadap Amina <i>Losses</i>	46
4.4.2	Pengaruh MEA atau MDEA tunggal dan Kombinasi MEA dengan MDEA terhadap <i>Water Losses</i>	45
4.7	Pengaruh MEA dan Kombinasi MEA dengan MDEA terhadap Nilai <i>Heating Value</i>	47
4.8	Penilaian Ekonomi terhadap Pengaruh Kombinasi antara MEA dengan MDEA ..	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		53
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA		55
DAFTAR LAMPIRAN.....		61

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Ringkasan Penelitian Terdahulu	4
Tabel 2.1 Komposisi dari berbagai alkanolamina.....	18
Tabel 2.2 Variabel proses untuk proses MEA	19
Tabel 2.3 Variabel proses untuk proses MDEA	21
Tabel 2.4 Perhitungan Nilai Direct Plant Cost (DPC)	25
Tabel 2.5 Tabel Pembantu Perhitungan Nilai Indirect Plant Cost (IPC)	25
Tabel 2.6 Tabel Pembantu Perhitungan Fixed Charge (FC) dan Plant Overhead Cost (POC)	26
Tabel 2.7 Tabel Pembantu Perhitungan Nilai General Expenses (GE)	27
Tabel 3.1 Profil Sumur.....	33
Tabel 3.2 Tabel Analisa Komposisi Gas.....	34
Tabel 4.1 Kondisi Umpan	37
Tabel 4.2 Komposisi dari berbagai jenis variasi model amina	37
Tabel 4.3 Nilai kebutuhan energi pada masing-masing amina	41
Tabel 4.4 Indikator Keekonomian	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Layout Lokasi Sumur A dan Sumur B	9
Gambar 2.2 Blok Diagram Gas Plant	13
Gambar 2.3 Sumber Emisi Lapangan Produksi Minyak dan Gas	17
Gambar 2.4 Diagram alir proses MEA	18
Gambar 2.5 Diagram alir proses MEA	22
Gambar 2.6 Volume produksi berbanding jarak ke pasar untuk teknologi gas	23
Gambar 2.7 Perbandingan biaya pengangkutan gas melalui pipa dan LNG; untuk 1 tcf/tahun dan termasuk biaya regasifikasi	23
Gambar 3.1 Diagram alir Penelitian	32
Gambar 4.1 Diagram alir pada proses pemurnian gas dengan amina.....	35
Gambar 4.2 Diagram alir pada proses sweetening gas oleh Aspen HYSYS	38
Gambar 4.3 Hasil pencampuran berbagai jenis amina terhadap mol fraksi gas CO ₂ pada aliran sweet gas	39
Gambar 4.4 Profil Suhu Absorber pada Berbagai Stage.....	42
Gambar 4.5 Pengaruh berbagai jenis amina terhadap lean loading	43
Gambar 4.6 Pengaruh berbagai jenis amina terhadap rich loading	43
Gambar 4.7 Perbandingan laju korosi pelarut 40 % wt MDEA dan 40 % wt MDEA pada 10 % wt MEA, 50 °C dengan CO ₂ loading 0.4.....	45
Gambar 4.8 Pengaruh berbagai jenis amina amina terhadap laju kehilangan MDEA.....	46
Gambar 4.9 Pengaruh berbagai jenis amina	46
Gambar 4.10 Hasil pencampuran berbagai jenis amina terhadap laju kehilangan air	46
Gambar 4.11 Hasil pencampuran berbagai jenis amina terhadap nilai heating value	47
Gambar 4.12 Hasil perhitungan biaya CAPEX dan OPEX	49
Gambar 4.13 Indikator sensitivitas Net Contribution Share (MM\$) terhadap Sensivity (%).....	50
Gambar 4.14 Indikator sensitivitas NPV Contractor (MM\$) terhadap Sensivity (%).....	51
Gambar 4.15 Indikator sensitivitas IRR (%) terhadap Sensivity (%)	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Keekonomian.....	61
Lampiran B	Opsi Perhitungan Keekonomian	62
Lampiran C	Simulasi HYSYS	67

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

CO ₂	: Carbon Dioxide (Karbon Dioksida)
Emisi GRK	: Emisi Gas Rumah Kaca
EOR	: Enhanced Oil Recovery/
NPV	: Net Present Value (Nilai Kas pada saat sekarang setelah di diskonto)
CF	: Cash Flow (Arus Kas)
CIF	: Cash in Flow (Pendapatan per tahun)
CC	: Capital Cost (Biaya Total)
CRF	: Capital Recovery Factor (Nilai Rata-rata Tahunan yang ekuivalen dengan modal)
FC	: Fuel Consumption (konsumsi bahan bakar)
TC	: Total Cost
HYSYS	: Hypothetical System (sistem hipotesa)
OPEX	: Operating Expense
CAPEX	: Capital Expenditure

INTISARI

ABSTRAK: Optimalisasi komposisi metil dietanolamina (MDEA) dan monoetanolamin (MEA) sebagai absorbent memegang peranan penting dalam proses pemurnian gas. Tujuan utama dari optimalisasi komposisi MDEA dan MEA adalah untuk memaksimalkan penghilangan gas asam karbon dioksida (CO₂) dari aliran gas alam. Pencapaian komposisi yang ideal memastikan proses pemurnian gas yang efektif, sehingga menghasilkan keluaran gas yang lebih bersih dan ramah lingkungan. Proses optimasi memerlukan pemeriksaan rasio penyerap, Studi ini menemukan kinerja teknis dan ekonomi dari proses berbasis amina terhadap proses pemurnian dengan amina yang digunakan dalam unit simulasi. Proses ini dievaluasi dan dinilai berdasarkan kemurnian produk, konsumsi energi, dan kinerja ekonomi. Hasil simulasi menggunakan software HYSYS dengan *fluid packages* pelarut gas asam – kimia. Variabel proses masing-masing terdiri dari MEA 20% berat tunggal dan MDEA 40% berat atau campuran MEA 5% berat / MDEA 30% berat dan MDEA 25% berat / MEA 10% berat. Proses menggunakan amina campuran seperti MDEA 25 % berat / MEA 10% berat terbukti lebih ekonomis dibandingkan amina lainnya dengan pengurangan CAPEX dan OPEX sebesar 1 MM\$ dan 25 MM\$. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa konsentrasi *sweet gas* CO₂ yang rendah (2,5 mol % CO₂), potensi korosif rendah dan kebutuhan energi relatif kecil dengan menggunakan campuran MDEA 25 % wt dengan MEA 10% wt, sehingga kombinasi tersebut menghasilkan energi 7303,85 kW dan nilai kalor 1499 BTU/scf.

Kata Kunci: Konservasi Energi, Amine Treatment, Aspen Hysys, CCS, Energi terbarukan dan Energi ramah lingkungan

ABSTRACT

ABSTRACT: The optimization of methyl diethanolamine (MDEA) and monoethanolamine (MEA) composition as absorbents holds paramount importance in gas sweetening processes. The main purpose of optimizing MDEA and MEA compositions is to maximize the removal of acidic gases a carbon dioxide (CO₂) from natural gas streams. Achieving an ideal composition ensures an effective gas sweetening process, leading to cleaner and environmentally compliant gas output. The optimization process entails a through examination of absorbent ratios, This study discovers the technical and economic performance of amine-based processes to the sweetening process used in simulation units. These process are evaluated and assessed based on the product purity, energy consumption and economic performance. Simulation results using the HYSYS software with acid gas – chemical solvents fluid packages. The variable processes consist of single MEA 20% wt and MDEA 40% wt respectively or mixed of MEA 5% wt / MDEA 30% wt and MDEA 25% wt / MEA 10% wt. Processes using mixed amines such as MDEA 25 % wt / MEA 10% wt prove more economically than other amines with a 1 MM\$ and 25 MM\$ reduction in CAPEX and OPEX. The result also shows that low CO₂ concentration of sweet gas (2,5 mol % CO₂), low corrosive potential and relatively small energy requirements by using a mixed MDEA 25 % wt with MEA 10% wt, so that combination provides an energy 7303.85 kW and a heating value of 1499 BTU/scf.

Keywords: Energy Conservation, Amine Treatment, Aspen Hysys, CCS, Renewable energy and Environmentally friendly energy

