



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**PERANCANGAN SISTEM *AMINE RECLAIMING UNIT*
UNTUK PEMURNIAN *ACTIVATED*
METHYLDIETHANOLAMINE YANG JENUH DAN
TERDEGRADASI MENGGUNAKAN METODE
PERTUKARAN ION**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

Sahl Asa Bafaqih

NIM. 2202319012

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2025**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**PERANCANGAN SISTEM *AMINE RECLAIMING UNIT*
UNTUK PEMURNIAN *ACTIVATED*
METHYLDIETHANOLAMINE YANG JENUH DAN
TERDEGRADASI MENGGUNAKAN METODE
PERTUKARAN ION**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

Sahl Asa Bafaqih

NIM. 2202319012

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
JULI, 2025**



“Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk ayah, ibu, bangsa, dan almamater”

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN SISTEM AMINE RECLAIMING UNIT UNTUK
PEMURNIAN ACTIVATED METHYLDIETHANOLAMINE YANG JENUH
DAN TERDEGRADASI MENGGUNAKAN METODE PERTUKARAN ION**

Oleh:

Sahl Asa Bafaqih

NIM. 2202319012

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Muhammad Prasha Risfi Silitonga

S.Si., M.T.

NIP. 1994031922022031006

Pembimbing 2

Ir. Robby S. Dharmawan S.T., M.B.A.,

I.P.M., ASEAN Eng., CHCP-A

No Badge 133212

Ketua Program Studi

D III Teknik Mesin

Budi Yuwono, S.T

NIP. 196306191990031002

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN SISTEM *AMINE RECLAIMING UNIT* UNTUK PEMURNIAN *ACTIVATED METHYLDIETHANOLAMINE* YANG JENUH DAN TERDEGRADASI MENGGUNAKAN METODE PERTUKARAN ION

Oleh:

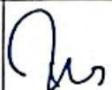
Sahl Asa Bafaqih

NIM. 2202319012

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan
Penguji pada tanggal 16 Juli 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi D III Teknik Mesin
Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Muhammad Prasha R.S., S.Si., M.T. NIP. 1994031922022031006	Ketua Penguji		17/25 /7
2.	Yuli Mafendro D.E.S., S.Pd., M.T. NIP. 199403092019031013	Penguji 1		17/25 /7
3.	Ir. Anto Yamashita Saputra, S.T., M.K.K.K., IPM No Badge. 133163	Penguji 2		17/25 /7



Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Jungs Musfimin, S.T., M.T., IWE

NIP. 197707142008121005



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sahl Asa Bafaqih

NIM 2202319012

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (Plagiasi) karya orang lain baik Sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas Akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Bontang, 12 Juli 2025

Sahl Asa Bafaqih

NIM. 2202319012

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

UNTUK PEMURNIAN *ACTIVATED METHYLDIETHANOLAMINE* YANG JENUH DAN TERDEGRADASI MENGGUNAKAN METODE PERTUKARAN ION

Sahl Asa Bafaqih¹⁾, Muhammad Prasha Risfi Silitonga²⁾, Robby Sukma Dharmawan³⁾

¹Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

²Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

³LNG Academy Bidang Penelitian dan Pengembangan, Kalimantan Timur. 75324, Indonesia

Email : sahl.asa.bafaqih.tm22@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRAK

Larutan *Activated Methyldiethanolamine* (aMDEA) yang digunakan dalam pemurnian gas alam mengalami degradasi akibat akumulasi *Heat Stable Salts* (HSS), ion logam, dan natrium. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji sistem pemurnian skala laboratorium dan pilot menggunakan metode pertukaran ion. Resin yang digunakan adalah AmberLite IRA402 sebagai penukar anion dan IRC120 sebagai penukar kation. Uji laboratorium menunjukkan penurunan signifikan terhadap kandungan HSS, ion logam, dan Na⁺, dengan *recovery* amina sebesar 100%. Pada uji skala pilot dengan variasi suhu 35 – 55 °C, hasil terbaik diperoleh pada suhu 50 – 55 °C, dengan penurunan Na⁺ dan Cl⁻ lebih dari 70%, logam Fe dan Cr di atas 90%, serta viskositas berkurang hampir 50%. Warna larutan berubah menjadi kuning cerah dan konduktivitas menurun secara signifikan. Hasil ini menunjukkan sistem *reclaiming* berbasis pertukaran ion mampu memulihkan kualitas aMDEA secara efektif dan berpotensi diterapkan dalam skala industri.

Kata Kunci: aMDEA, pemurnian, pertukaran ion, HSS, viskositas, logam



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

PURIFICATION OF SATURATED AND DEGRADED ACTIVATED METHYLDIETHANOLAMINE USING ION EXCHANGE METHOD

Sahl Asa Bafaqih¹⁾, Muhammad Prasha Risfi Silitonga²⁾, Robby Sukma Dharmawan³⁾

¹Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

²Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

³LNG Academy Bidang Penelitian dan Pengembangan, Kalimantan Timur. 75324, Indonesia

Email : sahl.asa.bafaqih.tm22@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRACT

Activated Methyldiethanolamine (aMDEA) solution used in natural gas purification may degrade due to the accumulation of Heat Stable Salts (HSS), metal ions, and sodium. This study aims to design and evaluate a purification system at both laboratory and pilot scales using the ion exchange method. The resins used are AmberLite IRA402 as the anion exchanger and IRC120 as the cation exchanger. Laboratory-scale tests showed significant reductions in HSS, metal ions, and Na⁺ content, with amine recovery reaching 100%. In pilot-scale testing with temperature variations from 35 to 55 °C, the best results were achieved at 50–55 °C, with Na⁺ and Cl⁻ reduced by more than 70%, Fe and Cr reduced by over 90%, and viscosity decreased by nearly 50%. The solution color changed to bright yellow, and conductivity dropped significantly. These results indicate that the ion exchange-based reclaiming system is effective in restoring degraded aMDEA quality and has strong potential for industrial-scale application.

Keywords: aMDEA, reclaiming, ion exchange, HSS, viscosity, metals



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul **“Perancangan Sistem *Amine Reclaiming Unit* untuk Pemurnian *Activated Methyldiethanolamine* yang Jenuh dan Terdegradasi Menggunakan Metode Pertukaran Ion”**. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi DIII Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Tugas Akhir ini dapat terselesaikan berkat dukungan dan bimbingan berbagai pihak. Dengan hormat, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T., IWE selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan arahan dan dukungan selama masa studi penulis.
2. Bapak Ir. Anas Malik Abdillah, S.T., MBA., IPM., selaku Direktur LNG Academy yang telah membuka kesempatan dan memberikan fasilitas serta dukungan penuh dalam pelaksanaan kegiatan akademik maupun tugas akhir ini.
3. Bapak Muhammad Prasha Risfi Silitonga, S.Si., M.T., selaku dosen pembimbing akademik yang telah dengan sabar memberikan arahan, masukan konstruktif, dan motivasi selama proses penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Robby Sukma Dharmawan, selaku pembimbing lapangan dari LNG Academy yang telah membimbing penulis secara langsung dalam kegiatan praktikum, eksperimen, hingga evaluasi hasil Tugas Akhir di lapangan dengan penuh ketelitian dan dedikasi.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada seluruh dosen dan staf pengajar LNG Academy atas ilmu, bimbingan, serta dukungan yang telah diberikan selama masa studi. Penulis menyadari Tugas Akhir ini masih memiliki keterbatasan, namun diharapkan dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi di bidang teknik mesin dan pengolahan gas. Semoga Allah SWT meridhoi setiap proses dan ilmu yang diperoleh selama penyusunan Tugas Akhir ini.

Bontang, 16 Juli 2025

Sahl Asa Bafaqih

NIM. 2202319012



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang Penulisan Laporan Tugas Akhir	1
1.2 Tujuan Penulisan Laporan Tugas Akhir.....	6
1.3 Batasan Masalah.....	7
1.4 Manfaat Penulisan Laporan Tugas Akhir	7
1.5 Metode Penulisan Laporan Tugas Akhir	8
1.6 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir	8
BAB II.....	10
2.1 <i>Activated Methyl-diethanolamine</i>	10
2.2 Degradasi aMDEA	12
2.3 Heat Stable Salt	12
2.4 Batasan logam dalam aMDEA	13
2.5 Pertukaran Ion	14
2.6 Unit Penghilangan Gas Asam	16
2.7 Penelitian Sebelumnya	16
BAB III.....	18
3.1 Diagram Alir Pengerjaan	18
3.2 Penjelasan Langkah Kerja	20
3.3 Metode Pemecahan Masalah	21
3.4 Pembuatan Larutan Regeneran	22
3.4.1 Pembuatan Larutan NaOH 4%	22
3.4.2 Pembuatan Larutan H ₂ SO ₄ 4%	23



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.5 Aktivasi resin.....	25
3.5.1 Aktivasi Resin Skala Laboratory	26
3.5.2 Aktivasi Resin Skala Pilot	27
3.6 Pengambilan dan Analisis Sample Feed dan Produk.....	28
3.6.1 Pengambilan Sampel	28
3.6.2 Metode Analisis	29
3.7 Perhitungan Kebutuhan Resin	30
3.7.1 Rumus Volume.....	30
3.7.2 Hubungan Dengan Bed Volume.....	31
3.8 Pemilihan Variabel suhu	31
3.9 Penentuan Batasan Konduktivitas	32
3.10 Penentuan Laju Alir Regenerasi, Ketinggian Resin dan Suhu <i>Hot Demin</i>	32
3.11 Metode Analisis Laboratorium	34
3.11.1 Pengecekan aMDEA Strength	34
3.11.2 Pengecekan Kandungan Logam	34
3.11.3 Pengecekan Viskositas aMDEA	34
BAB IV	36
4.1 Pelaksanaan Proses Skala Laboratorium	36
4.1.1 Rancangan Kolom dan Bahan Uji	36
4.1.2 Proses <i>Reclaiming</i> Skala Laboratory	38
4.1.2.1 Aktivasi Resin	38
4.1.2.2 Hasil <i>Reclaiming</i>	41
4.1.2.3 Efisiensi regenerasi.....	44
4.2 Hasil Perancangan <i>Amine Reclaiming Unit</i>	48
4.2.1 Fasilitas Utama dan Deskripsi Proses.....	48
4.2.2 Fasilitas Pendukung.....	49
4.3 Hasil Rancang Bangun Skala Pilot.....	50
4.3.2 Hasil <i>Reclaiming</i> Skala Pilot.....	52
4.3.1 Masalah yang terjadi dan pemecahan masalah.....	62
BAB V	65
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA.....	67
DAFTAR LAMPIRAN.....	69
BIODATA MAHASISWA.....	73



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Nilai maksimum pada aMDEA	2
Tabel 1.2 Komponen aMDEA	3
Tabel 2.1 Batas Maksimum Logam aMDEA	14
Tabel 4.1 Sample Feed aMDEA	37
Tabel 4.2 Kontaminasi Resin	39
Tabel 4.3 Regenerasi Sesuai Manufaktur	39
Tabel 4.4 Bed Volume Manufaktur	41
Tabel 4.5 Efisiensi Regenerasi Resin	44
Tabel 4.6 Modifikasi <i>Bed Volume</i> Regeneran	45
Tabel 4.7 Spesifikasi Vessel penukar Ion Skala Pilot	51
Tabel 4.8 Regenerasi yang diinginkan	62

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Warna aMDEA Train G dan Train E.....	2
Gambar 1.2 Perbandingan Laju Alir aMDEA	4
Gambar 1.3 Kandungan CO ₂ pada Rich aMDEA.....	4
Gambar 1.4 Kandungan CO ₂ pada gas umpan.....	5
Gambar 2.1 Rumus Kimia <i>Methyldiethanolamine</i>	10
Gambar 2.2 Piperazine	11
Gambar 2.3 Reaksi aMDEA dengan HSS	13
Gambar 3.1 Diagram Alir 1.....	18
Gambar 3.2 Aktivasi Resin Anion.....	25
Gambar 3.3 Aktivasi Resin Kation.....	25
Gambar 4.1 Alat Skala Laboratorium.....	36
Gambar 4.2 Feed aMDEA.....	38
Gambar 4.3 Perubahan Warna aMDEA.....	41
Gambar 4.4 Viskositas Percobaan	42
Gambar 4.5 Kandungan Logam Pada aMDEA Percobaan.....	43
Gambar 4.6 Kandungan Klorida Percobaan	43
Gambar 4.7 Warna aMDEA Validasi	45
Gambar 4.8 Validasi Viskositas.....	46
Gambar 4.9 Validasi Metal Content	47
Gambar 4.10 Validasi Klorida.....	47
Gambar 4.11 PFD Skala Pilot	48
Gambar 4.12 <i>Amine Reclaiming</i> Unit.....	51
Gambar 4.13 Perbandingan Warna Larutan aMDEA	53
Gambar 4.14 Grafik Viskositas Larutan aMDEA Terhadap Suhu	54
Gambar 4.15 Grafik Konduktivitas Larutan aMDEA Terhadap Suhu.....	55
Gambar 4.16 Grafik Konsentrasi Natrium (Na ⁺) Terhadap Suhu	56
Gambar 4.17 Grafik Konsentrasi Nikel (Ni ²⁺) Terhadap Suhu	57
Gambar 4.18 Grafik Konsentrasi Besi (Fe ³⁺) terhadap Suhu	57
Gambar 4.19 Grafik Konsentrasi Kromium (Cr ³⁺) Terhadap Suhu	58



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.20 Grafik Konsentrasi Klorida (Cl^-) Terhadap Suhu	59
Gambar 4.21 Persentase Penurunan Kontaminan.....	60





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penulisan Laporan Tugas Akhir

Pemurnian gas alam dari kandungan karbon dioksida (CO_2) merupakan salah satu tahapan paling krusial dalam industri Liquefied Natural Gas (LNG). Kandungan CO_2 memiliki titik beku sebesar -78°C yang berisiko menyebabkan penyumbatan pada heat exchanger kriogenik saat proses pencairan gas alam berlangsung, sehingga harus dihilangkan keberadaannya (CO_2 Meter, 2023) (Saeid Mokhatab, 2015). Selain itu, CO_2 juga dapat membentuk gas hidrat, yaitu struktur kristal padat yang terbentuk dari molekul air dan gas, yang sangat berisiko menyebabkan penyumbatan di dalam pipa (Adikharisma, 2014). Oleh karena itu, eliminasi CO_2 sejak awal proses sangat penting untuk menjamin kontinuitas operasional.

Salah satu metode yang umum digunakan dalam industri LNG adalah proses absorpsi menggunakan larutan *Activated Methyldiethanolamine* (aMDEA). Larutan ini dipilih karena kemampuannya dalam menangkap CO_2 secara selektif, efisiensi regenerasi yang tinggi, dan sifat kimianya yang relatif stabil dalam operasi jangka panjang (PT Badak NGL, 2014). Seiring berjalannya waktu, larutan aMDEA mengalami degradasi kualitas akibat kombinasi antara suhu operasi, paparan oksigen, dan keberadaan pengotor dalam feed gas (Teeradet Supap, 2014). Proses degradasi ini mengakibatkan terbentuknya senyawa-senyawa turunan seperti asam organik serta ion logam yang berasal dari korosi peralatan. Salah satu bentuk degradasi yang paling merugikan adalah akumulasi *Heat Stable Salts* (HSS), yaitu garam dari asam kuat seperti asetat, format, sulfat, oksalat, dan klorida yang tidak dapat dihilangkan melalui proses regenerasi termal biasa yang menyebabkan penurunan efektivitas larutan dalam menyerap gas asam, peningkatan viskositas, serta peningkatan laju korosi.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

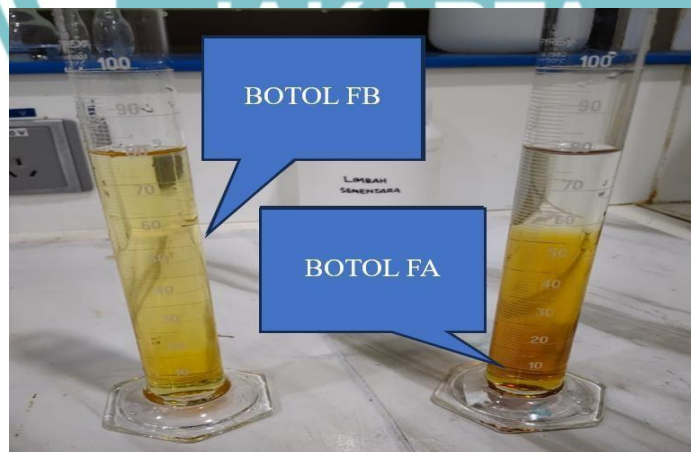
Kondisi ini tidak hanya berdampak pada penurunan kinerja unit absorber, tetapi juga memicu peningkatan konsumsi energi dan penurunan efisiensi proses secara keseluruhan (ElMoudir, 2012).

Untuk mengurangi potensi kerusakan lebih lanjut akibat degradasi amina, sejumlah standar spesifikasi teknis untuk aMDEA telah diterapkan berdasarkan praktik umum industri pengolahan *Liquified Natural gas* (LNG), mencakup parameter seperti kekuatan amina, kandungan aktivator serta ion logam terlarut.

Tabel 1.1 Nilai maksimum pada aMDEA

Jenis	Satuan	Minimum	Maximum
total aMDEA	Wt-%	37	43
Aktivator	Wt-%	5.2	7.8
Ni	Ppm-wt		5
Cr	Ppm-wt		5
Fe	Ppm-wt		10
Klorida	Ppm-wt		100

Berdasarkan hasil pemantauan aktual pada salah satu fasilitas pemurnian gas alam, ditemukan bahwa larutan aMDEA dari Fasilitas A (FA) menunjukkan degradasi yang signifikan. Indikator utama terlihat dari perubahan warna larutan menjadi kuning pekat.



Gambar 1.1 Warna aMDEA Train G dan Train E



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pada Gambar 1.1, terlihat perubahan warna aMDEA antara Botol FA (Fasilitas A) dan Botol FB (Fasilitas B). Larutan pada Botol FB berwarna kuning cerah, sedangkan Botol FA menunjukkan warna kuning pekat hingga kecokelatan. Perubahan warna pada larutan aMDEA dapat merepresentasikan tingkat korosi yang terjadi dalam sistem. Warna coklat menandakan bahwa laju korosi telah melebihi kapasitas sistem penyaringan, sedangkan warna hitam mengindikasikan tingkat korosi yang sangat tinggi dan berpotensi membahayakan integritas peralatan. (sulfurrecovery, 2024). Dalam kata lain, hal ini sudah mengindikasikan bahwa aMDEA pada Botol FA sudah Terdegradasi

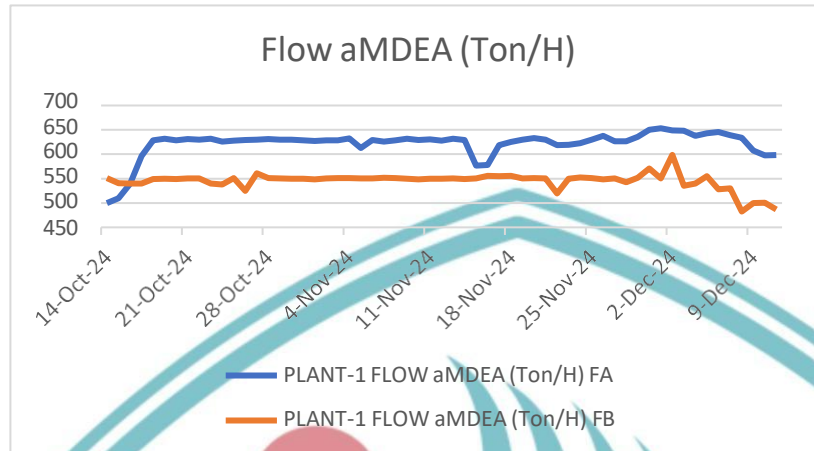
Tabel 1.2 Komponen aMDEA

Komponen	FA	FB
Fe	56.22	68.29
Ni	8.57	8.24
Cr	0.38	0.67
Na	131.04	89.6
Cl-	202.0604	138.1609
Viskositas	4.8	4.6

Berdasarkan data pada Tabel 1.2, larutan aMDEA dari Fasilitas A (FA) menunjukkan viskositas yang tinggi, yaitu sebesar 4,8 mPa·s, serta kandungan ion natrium (Na^+) dan klorida (Cl^-) yang mencapai 131,04 mg/L dan 202,06 mg/L. Viskositas yang tinggi ini berimplikasi pada terhambatnya difusi CO_2 ke dalam pelarut, sehingga menurunkan efektivitas proses penyerapan gas asam (ChemGroup, 2018). Meskipun kadar logam seperti Fe dan Ni di FA sedikit lebih rendah dibandingkan Fasilitas B (FB), akumulasi ion Na^+ dan Cl^- di FA secara signifikan berkontribusi terhadap peningkatan viskositas.

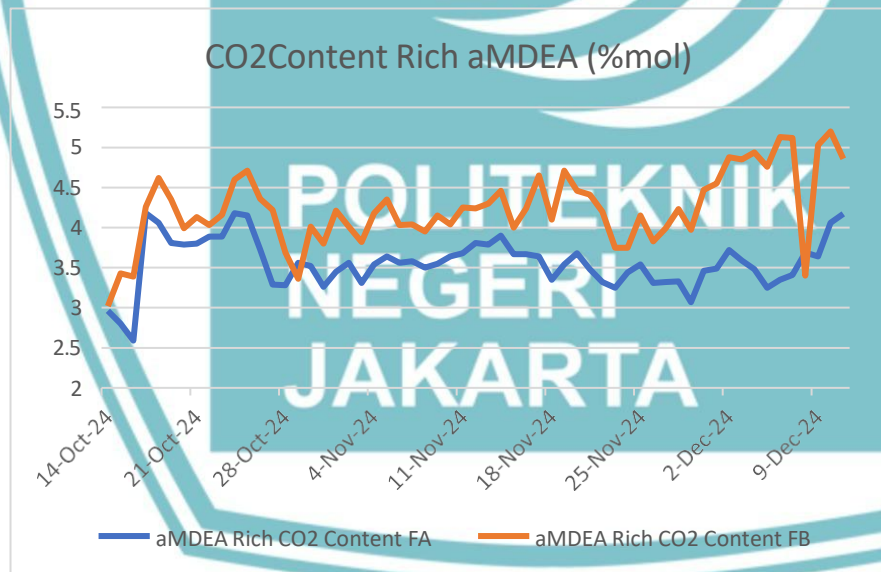
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 1.2 Perbandingan Laju Alir aMDEA

Akibatnya, meskipun laju alir aMDEA di FA tercatat lebih tinggi dibandingkan FB sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.2, kandungan CO₂ dalam larutan rich amine dari FA justru lebih rendah, yakni sekitar 2,8 – 4,0 %mol, dibandingkan FB yang mencapai 4,0 – 5,2 %mol (Gambar 1.3).



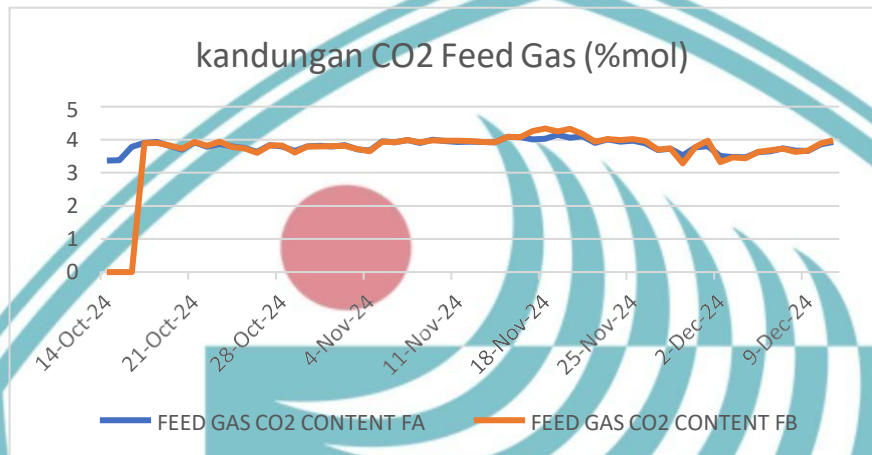
Gambar 1.3 Kandungan CO₂ pada Rich aMDEA

Data tersebut menegaskan bahwa kualitas larutan aMDEA memiliki pengaruh yang signifikan terhadap performa proses absorpsi CO₂. Berdasarkan Gambar 1.4, kedua fasilitas menerima gas umpan dengan kadar CO₂ yang relatif serupa, yaitu dalam rentang 3,5–4,5 %mol. Hal ini mengindikasikan bahwa penurunan kinerja absorpsi pada Fasilitas A (FA) tidak disebabkan oleh variasi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

komposisi *feed gas*, melainkan akibat penurunan mutu aMDEA itu sendiri. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem reclaiming yang efektif untuk memulihkan performa larutan aMDEA, khususnya melalui penurunan konsentrasi HSS dan ion logam yang telah terakumulasi selama operasi.



Gambar 1.4 Kandungan CO2 pada gas umpan

Berbagai metode reclaiming telah dikembangkan untuk mengatasi degradasi ini. *Thermal reclaiming*, meskipun efektif dalam memecah senyawa HSS, memiliki risiko degradasi termal dan kehilangan aMDEA yang tinggi. Metode *electrodialysis* menawarkan hasil yang baik dalam memisahkan ion, namun konsumsi energinya sangat besar dan berpotensi menyebabkan fouling pada membran (Dr. Andrew Sexton, 2016). Oleh karena itu, metode pertukaran ion dipilih sebagai solusi alternatif yang lebih efisien dan selektif dalam proses *reclaiming* larutan aMDEA. Resin anion kuat seperti AmberLite IRA-402 efektif dalam menghilangkan senyawa HSS bermuatan negatif, sedangkan resin kation kuat seperti AmberLite IRC-120 digunakan untuk menyerap ion logam serta ion natrium (Na^+) yang terakumulasi dalam larutan. Metode ini dinilai lebih unggul dibandingkan teknik reclaiming lainnya karena mampu menurunkan kebutuhan bahan kimia, energi secara signifikan. Selain itu, limbah yang dihasilkan relatif minim dan hampir tidak mengandung pelarut amina, sehingga risiko kehilangan amina serta dampak lingkungan dapat ditekan secara optimal (ElMoudir, 2012).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Berdasarkan latar belakang tersebut, dilakukan perancangan sistem reclaiming larutan aMDEA menggunakan metode pertukaran ion dengan konfigurasi dual bed, yang bertujuan untuk menghasilkan proses pemurnian menyeluruh. Sistem ini dirancang agar mampu menurunkan kadar kontaminan anorganik, mengurangi viskositas, serta memulihkan kembali efektivitas aMDEA dalam menyerap CO₂, sehingga mendukung keberlanjutan dan efisiensi operasi pemurnian gas alam. Dalam konteks menjaga keandalan sistem pengolahan gas, pendekatan ini sejalan dengan berbagai studi sebelumnya yang menyoroti pentingnya strategi pemeliharaan dan regenerasi pada unit-unit pendukung fasilitas LNG. Salah satunya adalah studi terkait evaluasi waktu penggantian molecular sieve pada unit dehidrasi LNG (Lando Deardo Siringoringo, 2024), yang relevan dalam hal pemantauan siklus regenerasi. Studi tersebut menjadi landasan penting dalam mengadopsi prinsip efisiensi dan keberlanjutan pada sistem reclaiming aMDEA, khususnya dalam aspek perancangan teknis dan validasi performa sistem.

1.2 Tujuan Penulisan Laporan Tugas Akhir

A. Tujuan Umum

1. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma III Politeknik Negeri Jakarta.
2. Mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya dalam bidang pengolahan gas, Mekanikal Rotating, dan listrik instrumentasi serta mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh selama mengikuti proses belajar mengajar.

B. Tujuan Khusus

1. Melakukan uji laboratorium untuk mengevaluasi efektivitas proses *amine reclaiming* menggunakan metode pertukaran ion.
2. Merancang *amine reclaiming unit* berbasis pertukaran ion untuk menurunkan kontaminan pada larutan aMDEA skala pilot.
3. Menganalisis pengaruh suhu terhadap kinerja proses *amine reclaiming*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.3 Batasan Masalah

- A. Penelitian ini terbatas pada metode pertukaran ion.
- B. Variabel bebas yang divariasikan hanya suhu, sedangkan parameter tetap seperti tinggi resin, laju alir, dan konsentrasi regenerasi ditetapkan berdasarkan data teknis dari produsen resin.
- C. Proses regenerasi resin dalam penelitian ini mengikuti prosedur standar dari fasilitas pemurnian gas alam.

1.4 Manfaat Penulisan Laporan Tugas Akhir

A. Bagi Penulis

1. Sebagai salah satu bentuk pemenuhan kewajiban akademik dalam menyelesaikan Tugas Akhir untuk memperoleh gelar Diploma III dari Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.
2. Menjadi sarana untuk mengasah kemampuan dalam merancang, melakukan pengujian, serta mengevaluasi sistem rekayasa secara sistematis.
3. Memberikan pengalaman aplikatif dalam penerapan metode pertukaran ion pada sistem *reclaiming* larutan amina skala laboratorium dan skala pilot.

B. Bagi LNG Academy dan Politeknik Negeri Jakarta

Sebagai media pembelajaran dan sarana penelitian mengenai sistem *Amine Reclaiming Unit* yang dirancang secara *compact* dan terintegrasi dengan sistem kontrol otomatis, untuk mengurangi kadar kontaminan aMDEA berdasarkan kondisi operasional nyata di salah satu fasilitas pemurnian gas alam, sehingga dapat memberikan Gambaran aplikatif mengenai proses pemulihan pelarut amina yang jenuh dan terdegradasi.

C. Bagi PT Badak NGL dan Dunia Industri

1. Meningkatkan penyerapan CO₂ yang terkandung dalam feed gas dengan menggunakan *Activated Methyldiethanolamine* yang telah melewati proses pemurnian kembali.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Berpotensi menurunkan konsumsi larutan aMDEA baru dengan memulihkan larutan terdegradasi melalui proses *reclaiming*, sehingga mendukung efisiensi biaya operasional.
3. Memberikan alternatif solusi teknis terhadap penurunan kualitas pelarut aMDEA yang terjadi di lapangan, terutama dalam menghadapi akumulasi HSS dan ion logam.

1.5 Metode Penulisan Laporan Tugas Akhir

Penulisan laporan tugas akhir ini menggunakan pendekatan eksperimental dengan data utama berasal dari hasil uji laboratorium dan sistem skala pilot, seperti pengujian viskositas, analisis logam menggunakan AAS, serta efektivitas proses *reclaiming*. Data sekunder diperoleh dari literatur, manual book, dan data teknis resin untuk menentukan batasan parameter seperti suhu, konduktivitas, dan laju regenerasi. Pengumpulan data dilakukan melalui percobaan langsung dan observasi lapangan, serta diskusi teknis untuk memperkuat latar belakang masalah. Analisis dilakukan secara kuantitatif pada parameter tertentu dan deskriptif untuk membandingkan hasil *reclaiming*, baik pada skala laboratorium maupun pilot. Penulisan disusun secara sistematis dari latar belakang hingga kesimpulan agar memberikan Gambaran menyeluruh terhadap proses *reclaiming* menggunakan metode pertukaran ion.

1.6 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

BAB I PENDAHULUAN

Bab I berisi penjabaran mengenai latar belakang pentingnya dilakukan penelitian, tujuan yang ingin dicapai oleh penulis, manfaat yang diperoleh baik secara praktis maupun teoritis, metode penulisan yang digunakan seperti jenis data dan cara pengumpulan data, serta sistematika penulisan laporan yang mengGambarkan susunan isi laporan dari awal hingga akhir secara umum.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Bab II memuat hasil telaah teori-teori dan referensi yang relevan sebagai dasar kajian terhadap permasalahan yang diangkat dalam laporan tugas akhir. Kegiatan ini mencakup proses mencari, membaca, dan menelaah literatur, dengan penekanan pada penggunaan sumber-sumber pustaka terkini untuk memastikan kesesuaian dan keakuratan data yang digunakan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab III membahas secara sistematis langkah-langkah penyelesaian permasalahan dalam penelitian, yang meliputi penyajian diagram alir sebagai Gambaran umum proses kerja, penjelasan detail mengenai urutan kegiatan yang dilakukan, serta metode pemecahan masalah yang disesuaikan dengan jenis penelitian, seperti perancangan, pengujian, atau fabrikasi.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab IV menyajikan uraian hasil yang diperoleh dan dianalisis berdasarkan tujuan yang telah dirumuskan sebelumnya, dengan pembagian subbab yang disesuaikan dengan jumlah tujuan penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab V berisi ringkasan inti dari hasil pembahasan sebagai jawaban atas tujuan penelitian, serta saran yang bersifat tentatif dan disusun berdasarkan temuan serta analisis yang telah dilakukan selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Hasil Uji *Reclaiming* Skala Laboratorium

Proses *amine reclaiming* skala laboratorium dapat meningkatkan kualitas amina, yaitu penurunan viskositas dan kontaminan yang signifikan serta warna larutan yang lebih cerah. Selain itu, pengurangan volume regenerasi terbukti dapat mengurangi konsumsi bahan kimia dengan tetap menghasilkan maksimum produksi sebesar 4 *Bed Volume (BV)*.

2. Perancangan Sistem *Reclaiming* Skala Pilot

Sistem *reclaiming* aMDEA skala pilot dirancang semi-kontinu dengan dua vessel vertikal berisi resin amberlite IRA-402 (anion) dan IRC-120 (kation), dilengkapi kontrol suhu, sensor konduktivitas, dan pompa yang dapat diatur laju alirnya.

3. Hasil Uji *Reclaiming* Skala Pilot

Uji *reclaiming* skala pilot pada suhu 50–55 °C menghasilkan perubahan warna larutan menjadi kuning jernih serta penurunan viskositas turun hampir 50%, Na^+ dan Cl^- >70%, Fe dan Cr >90% yang menunjukkan kualitas aMDEA berhasil dipulihkan mendekati spesifikasi awal.

5.2 Saran

1. Pompa dengan kapasitas aliran yang sesuai diperlukan agar waktu regenerasi berjalan optimal. Tangki pemanas sebaiknya menggunakan bahan logam dengan elemen pemanas yang lebih panjang untuk menjaga kestabilan suhu, serta sistem *reclaiming* perlu dirancang lebih *compact* dan kedap udara untuk efisiensi ruang dan operasional serta menutup potensi penyebab degradasi oksidatif aMDEA.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Kombinasi suhu reclaiming perlu dievaluasi ulang agar viskositas dan kejernihan larutan mencapai kondisi optimal secara bersamaan. Selain itu, variasi ketinggian resin serta *lifetime* resin perlu dilakukan untuk menentukan titik optimal di mana resin bekerja paling efektif, sehingga hasil pemurnian memenuhi spesifikasi yang ditargetkan dengan menambahkan parameter tambahan berupa pH dan juga *aMDEA Strength*.
3. Uji lanjutan disarankan pada skala lebih besar atau sistem semi-kontinu untuk menguji keandalan sistem, sekaligus mengevaluasi efisiensi, target reclaiming, dan tingkat ekonomisnya, serta melakukan uji kontaminan anionik yang lebih spesifik.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Adikharisma, R. (2014). *ANALISIS KINERJA PROSES CO₂ REMOVAL PADA KOLOM ABSORBER DI PABRIK AMONIAK UNIT 1 PT. PETROKIMIA GRESIK*. Surabaya, Indonesia: ITS.
- Appah, U. N. (2024). Optimization of CO₂ Absorption Using Advanced Control and Selective Amine and Demineralized Water Make-up System. *International Journal of Engineering and Modern Technology (IJEMT)*, 53 - 72.
- Arthur L Kohl, R. N. (1997). *Gas Purification*. Gulf Publishing Company.
- Arthur L Kohl, R. N. (1997). *Gas Purification*. Gulf Professional Publishing / Elsevier.
- Behrouz Bayati, M. M.-F. (2018). *Removal of HSS from industrial amine solution by anionic resin (case study: Ilam gas refinery)*. Springer Nature Link.
- ChemGroup. (2018). Retrieved from https://chem-group.com/wp-content/uploads/2018/12/Amine-Reclamation-QA.pdf?utm_source=chatgpt.com
- CO₂ Meter. (2023, Desember 7). *Apa itu Karbon Dioksida (CO₂)?* Retrieved from [https://www.co2meter.com/blogs/news/10709101-what-is-carbon-dioxide#:~:text=CO2%20biasanya%20berwujud%20gas%2C%20tetapi,F%20\(%2D78%C2%B0C\).](https://www.co2meter.com/blogs/news/10709101-what-is-carbon-dioxide#:~:text=CO2%20biasanya%20berwujud%20gas%2C%20tetapi,F%20(%2D78%C2%B0C).)
- Dr. Andrew Sexton, K. F. (2016). Evaluation Of Amine Reclaimer Operation And Waste Disposal From Post-Combustion CO₂ Capture. *Laurance Reid Gas Conditioning Conference*. Norman, Oklahoma .
- DuPont. (2023). *DuPont™ AmberLite™ IRA402 Cl Ion Exchange Resin*. Dupont.
- Dupont. (2024). *DuPont™ AmberLite™ IRC120 Na Ion Exchange Resin*. Dupont.
- ElMoudir, W. S. (2012). Part 6: Solvent recycling and reclaiming issues. *Carbon Management*, 485-509.
- Hanbi Liua, O. A. (2014). Oxidative degradation of amine solvents for CO₂ capture. In *Energy Procedia* 63 (pp. 1546 – 1557). ScienceDirect.
- Jiru Ying, S. R. (2016). The Activator Mechanism of Piperazine in Aqueous. *ScienceDirect*, 2079.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Lando Deardo Siringoringo, M. P. (2024). Evaluasi Periode Waktu Penggantian Molecular Sieve di Unit Dehidrasi terhadap Produksi LNG di PT XYZ. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin*, 1219-1227.
- Lee, S. (2025, May 30). *Menguasai Persamaan Arrhenius*. Retrieved from Mengungkap Rahasia Kinetika Kimia dan Laju Reaksi : <https://www.numberanalytics.com/blog/arrhenius-equation-guide#:~:text=Bagaimana%20suhu%20mempengaruhi%20laju%20reaksi,untuk%20mengatasi%20penghalang%20energi%20aktivasi.>
- M. E. Boot-Handford, J. C. (2014). Carbon capture and storage update. *Energy & Environmental Science*, 130-189.
- Patrick. (2023, September 4). *Memahami Cara Regenerasi Resin Kation dan Anion yang Tepat*. Retrieved from Tanido: https://www.tanindo.net/cara-regenerasi-resin-kation-dan-anion/#1_Persiapan_dan_Pembersihan_Regenerasi
- PT Badak NGL. (2014). Manual Book PT BADAK NGL. Bontang: PT Badak NGL.
- PT. Adimitra Prima Lestari. (n.d.). *Resin Penukar Ion untuk Pemurnian Air*. Retrieved from <https://adimitra.co.id/blog/resin-penukar-ion-untuk-pemurnian-air/#:~:text=Resin%20penukar%20ion%20adalah%20bahan,sehingga%20air%20menjadi%20lebih%20murni.>
- Saeid Mokhatab, W. A. (2015). Chapter 4 - Basic Concepts of Natural Gas Processing. In E. Inc, *Handbook of Natural Gas Transmission and Processing (Fourth Edition)* (pp. 177-189). Gulf Professional Publishing.
- sulfurrecovery. (2024, September 9). *5 Reasons Why Performance Evaluations are Essential for Your Processing Units*. Retrieved from <https://www.sulfurrecovery.com/blog-news/category/Amine+Treating+Unit#:~:text=Canada%2C%20SRE%20was%20involved%20with,an%20increased%20amount%20of%20Bicine>
- Teeradet Supap, C. S. (2014). Part 2: Solvent management: solvent stability and amine degradation in CO₂ capture processes. *Carbon Management*, 551-566.
- Xianglong Hou, Q. R. (2020). Effect of Temperature on the Electrochemical Pitting Corrosion Behavior of 316L. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 1-27.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Penelitian Terdahulu

No	Judul	Penulis	Tahun	Metode	Hasil Penelitian
1.	Techno-economic comparison of amine regeneration process with heat-stable amine salt reclaiming units	Lim, Lee, Moon, Cho, Kim	2021	Jenis reclaiming unit (ion exchange vs electrodialysis), jumlah HSAS yang direklamasi, biaya operasi, konsumsi energi	Ion exchange lebih ekonomis untuk reclaiming >36.6 kg-mol/d HSAS; konsumsi bahan kimia tinggi, kehilangan amina lebih rendah dibanding ED
2.	Evaluation of Amine Reclaimer Operation and Waste Disposal from Post-Combustion CO ₂ Capture	Sexton, Fisher, Beitler, Dombrowski, Rochelle, Chen, Nielsen, Davison, Singh, Youngerman	2016	Jenis solvent (MEA, PZ, MDEA/PZ), jenis reclaimer (thermal, ion exchange, electrodialysis), sumber flue gas (coal, NGCC)	Ion exchange memiliki efisiensi tinggi dalam menghilangkan an HSS dan menjaga amina loss tetap rendah; cocok untuk reclaiming kontinu
3.	Part 6: Solvent Recycling and Reclaiming Issues	ElMoudir, Supap, Saiwan, Idem, Tontiwachwu thikul	2012	Jenis teknologi reclaiming (ion exchange, distilasi, elektrodialisis), jenis amina,	Ion exchange efektif menghilangkan an HSS, minim konsumsi air & kimia; teknologi HSSX dan



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

				kandungan HSS, keberadaan logam berat	AmiPur terbukti efisien untuk reclaiming MDEA
--	--	--	--	--	---



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2. Hasil Percobaan Skala Laboratorium

DATA	Satuan	FEED aMDEA	Percobaan 1	Percobaan 2	Validasi Regenerasi	Data Terbaik
AMINECONTENT	%wt	31.39	30.15	28.09	28.70	32.7
PIPERAZINE	%wt	4.00	3.35	3.25	2.91	2.84
TOTAL STRENGTH	%wt	35.39	33.50	31.37	31.75	35.58
Na	mg/L	170.61	95.75	80.14	81.39	56.41
Fe	mg/L	52.96	47.62	10.05	19.50	8.18
Ni	mg/L	9.26	8.92	1.49	3.35	1.74
Cr	mg/L	0.20	0.16	0.06	0.07	0.02
Chloride	mg/L	263.08	147.64	123.57	125.50	86.98279687
VISCOSITY	mPa.s	4.52	3.95	4.12	3.80	4.097
AMINERECOVERY			96%	89%	91%	104%
PIPERAZINERECOVERY			84%	81%	73%	71%
aMDEARECOVERY			95%	89%	90%	101%

Lampiran 3. Hasil Percobaan Skala Pilot

DATE	30-Jul-25							
DATA	Satuan	FEED aMDEA	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	RATA-RATA
AMINE CONTENT	%wt	28.86	19.12	25.14	27.98	26.97	26.35	25.11
PIPERAZINE	%wt	2.86	1.59	1.85	2.01	1.88	1.92	1.85
TOTAL STRENGTH	%wt	31.72	20.71	26.99	29.99	28.85	28.27	26.96
Na	mg/L	370.89	170.07	198.10	136.36	126.03	106.50	147.41
Fe	mg/L	26.02	2.15	1.35	3.45	2.12	1.53	2.12
Ni	mg/L	14.50	8.15	7.33	8.55	6.60	6.48	7.42
Cr	mg/L	0.24	0.01	0.01	0.15	0.06	0.04	0.06
Klorida	mg/L	571.90	262.24	305.47	210.26	194.34	164.22	227.31
Konduktivitas	mikrosiemens/Cm	1643.00	483.00	388.00	440.00	432.20	407.10	430.06
Viskositas	mPa.s	3.66	1.87	2.74	3.06	2.75	2.83	2.65
Warna	-	Coklat gelap	coklat cerah	coklat cerah	coklat cerah	kuning cerah	kuning cerah	
AMINE RECOVERY			66.25%	87.11%	96.95%	93.45%	91.30%	87.01%
PIPERAZINE RECOVERY			55.59%	64.69%	70.28%	65.73%	67.13%	64.69%
aMDEA RECOVERY			65.29%	85.09%	94.55%	90.95%	89.12%	85.00%

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 4. Hasil Penurunan Kontaminan Skala Pilot

DATA	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	RATA-RATA
Na	54%	47%	63%	66%	71%	60%
Fe	92%	95%	87%	92%	94%	92%
Ni	44%	49%	41%	54%	55%	49%
Cr	94%	94%	36%	76%	82%	76%
Klorida	54%	47%	63%	66%	71%	60%
Konduktivitas	71%	76%	73%	74%	75%	74%
Viskositas	49%	25%	16%	25%	23%	28%

Lampiran 5. Dokumentasi Kegiatan





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BIODATA MAHASISWA

Nama Lengkap : Sahl Asa Bafaqih
NIM : 2202319012
Tempat, Tanggal Lahir : Cirebon, 13 Januari 2004
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Alamat : PC6C/No.66A Kompleks Perumahan Badak LNG, Kelurahan Satimpo, Kecamatan Bontang Selatan, Bontang, Kalimantan Timur
Email : sahlasabafaqih@gmail.com
Pendidikan :

- SD (2010 - 2016) : SD Negeri 1 Grogol
- SMP (2017 - 2019) : SMP Negeri 2 Cirebon
- SMA (2020 - 2022) : SMA Negeri 1 Cirebon

Program Studi : Teknik Mesin
Bidang Peminatan : *Gas Processing*
Topik Tugas Akhir : Perancangan Sistem *Amine Reclaiming Unit* Untuk Pemurnian *Activated Methyldiethanolamine* Yang Jenuh Dan Terdegradasi Menggunakan Metode Pertukaran Ion

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**