



© 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PERANCANGAN SISTEM DAN OPTIMASI PARAMETER OPERASI
PEMANFAATAN CO₂ FLUE GAS BOILER PADA PROSES SINTESIS
NATRIUM KARBONAT MENGGUNAKAN NAOH**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh :
Bagus Ridwan Arifin
NIM. 1902322004

PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2022



© 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



Badak LNG
Center Of Excellence

**PERANCANGAN SISTEM DAN OPTIMASI PARAMETER OPERASI
PEMANFAATAN CO₂ FLUE GAS BOILER PADA PROSES SINTESIS
NATRIUM KARBONAT MENGGUNAKAN NAOH**

LAPORAN TUGAS AKHIR

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

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

Bagus Ridwan Arifin
NIM. 1902322004

**PROGRAM STUDI TEKNIK KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2022



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 DAN OPTIMASI PARAMETER OPERASI
PEMANFAATAN CO₂ FLUE GAS BOILER PADA PROSES SINTESIS
NATRIUM KARBONAT MENGGUNAKAN NAOH

Oleh:

Bagus Ridwan Arifin

NIM. 1902322004

Program Studi Diploma Teknik Konversi Energi

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh Pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Noer Hidayati, S.T., M.Sc.

NIP. 199008042019032019

Nugrahanto Widagdo, S.T., M.Sc.

NIP. 129983

Kepala Program Studi

Diploma III Teknik Konversi Energi

Yuli Mafendro Deslet Eka Saputra, S. Pd., M.T

NIP. 199403092019031012



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

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN SISTEM DAN OPTIMASI PARAMETER OPERASI
PEMANFAATAN CO₂ FLUE GAS BOILER PADA PROSES SINTESIS
NATRIUM KARBONAT MENGGUNAKAN NAOH**

Oleh:

Bagus Ridwan Arifin
NIM. 1902322004

Program Studi Teknik Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang tugas akhir di hadapan Dewan Penguji
pada tanggal 28 Agustus 2022 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Teknik Konversi Energi

Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Ir. Mehammad Arief Sediawan, S.T., M.T., I.P.M NIP. 130249	Penguji 1		28/8/2022
2.	Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T. NIP. 197707142008121005	Penguji 2		28/8/2022
3.	Isnanda Nuriskasari, S.Si., M.T NIP. 199306062019032030	Penguji 3		28/8/2022

Batang, 28 Agustus 2022

Dfsahkan Oleh:

Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T.
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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bagus Ridwan Arifin

NIM : 1902322004

Program Studi : Teknik Konversi Energi

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 sejujur-jujurnya.

Bontang, 28 Agustus 2022



Bagus Ridwan Arifin

NIM. 1902322004



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 DAN OPTIMASI PARAMETER OPERASI PEMANFAATAN CO₂ FLUE GAS BOILER PADA PROSES SINTESIS NATRIUM KARBONAT MENGGUNAKAN NAOH

Bagus Ridwan Arifin¹⁾, Noor Hidayati¹⁾, Nugrahanto Widagdo²⁾

Program Studi Diploma III Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin,

Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

PT. Badak NGL, Bontang – Kalimantan Timur, 75324

Email: bagusridwan888@gmail.com

ABSTRAK

Berdasarkan dokumen Indonesia Energy Outlook 2019, rata-rata peningkatan emisi gas rumah kaca di Indonesia akan meningkat setiap tahunnya sebesar 3,9%, hal ini dapat menimbulkan berbagai masalah seperti pemanasan global, polusi udara dan perubahan iklim. Berdasarkan pasal 13 UU Harmonisasi Perpajakan tahun 2021, Indonesia akan memberlakukan *Carbon tax* bagi perusahaan yang menghasilkan emisi gas buang CO₂ senilai Rp 30 per kg CO₂e. Disisi lain, kebutuhan natrium karbonat terus meningkat sebesar 3,48%/pertahun dan hampir 100% masih bergantung pada import dari negara lain. Oleh karena itu, diperlukan inovasi untuk memanfaatkan gas buang CO₂, khususnya dari Flue Gas Boiler untuk dimanfaatkan kembali menjadi natrium karbonat. Pada penelitian ini, penulis hanya berfokus pada perancangan sistem dan optimasi parameter operasi pemanfaatan CO₂ flue gas boiler pada proses sintesis natrium karbonat menggunakan NaOH dengan variasi konsentrasi NaOH (5M, 10M, 15M), variasi temperatur NaOH (50°C, 60°C, 70°C, 80°C, dan 90°C), serta variasi suhu evaporasi (110°C, 115°C, dan 120°C). Berdasarkan penelitian, didapatkan bahwa pada proses yang dirancang berhasil menghasilkan Na₂CO₃ dengan kapasitas produksi sebesar 12,65 gram dalam waktu 1 jam reaksi dengan menggunakan 40 L volume flue gas boiler. Lalu, pada konsentrasi >10 M maka %-yield produk yang dihasilkan tidak berubah secara signifikan, Temperatur optimum dari larutan NaOH yang didapatkan dari penelitian ini adalah 70°C dengan %-yield mencapai 96-97%. Variasi suhu evaporasi tidak mempengaruhi %-yield reaksi, tetapi mengubah fase Na₂CO₃.10H₂O menjadi fase anhidrat. Selain itu, dilakukan uji kualitatif menggunakan pereaksi HCl pekat dan HgCl₂ yang menunjukkan bahwa endapan yang diperoleh positif natrium karbonat (Na₂CO₃).

Kata kunci: Absorpsi NaOH, Emisi CO₂, Flue Gas Boiler, Natrium Karbonat



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

SYSTEM DESIGN AND OPTIMIZATION OF OPERATING PARAMETERS FOR UTILIZATION OF CO₂ FLUE GAS BOILERS IN THE SODIUM CARBONATE SYNTHESIS PROCESS USING NAOH

Bagus Ridwan Arifin¹⁾, Noor Hidayati¹⁾, Nugrahanto Widagdo²⁾

Program Studi Diploma III Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin,

Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

PT. Badak NGL, Bontang – Kalimantan Timur, 75324

Email: bagusridwan888@gmail.com

ABSTRACT

Based on the Indonesia Energy Outlook 2019 document, the average increase in greenhouse gas emissions in Indonesia will increase every year by 3.9%, this can cause various problems such as global warming, air pollution and climate change. Based on article 13 of the Tax Harmonization Law in 2021, Indonesia will impose a Carbon tax for companies that produce CO₂ exhaust emissions worth IDR 30 per kg of CO₂e. On the other hand, the need for sodium carbonate continues to increase by 3.48% / per year and almost 100% is still dependent on imports from other countries. Therefore, innovation is needed to utilize CO₂ exhaust gas, especially from Flue Gas Boiler to be reused into sodium carbonate. In this study, the author only focused on system design and optimization of operating parameters for the utilization of CO₂ flue gas boilers in the sodium carbonate synthesis process using NaOH with variations in NaOH concentrations (5M, 10M, 15M), variations in NaOH temperatures (50°C, 60°C, 70°C, 80°C, and 90°C), as well as variations in evaporation temperatures (110°C, 115°C, and 120°C). Based on research, it was found that the designed process succeeded in producing Na₂CO₃ with a production capacity of 12,65 grams within 1 hour of reaction using 40 L volume of flue gas. Then, at a concentration of >10 M, the %-yield of the resulting product does not change significantly, the optimum temperature of the NaOH solution obtained from this study was 70°C with a %-yield of 96-97%. Evaporation temperature variations do not affect the %-yield of the reaction, but convert the Na₂CO₃.10H₂O phase into the anhydrous phase. In addition, qualitative tests were carried out using concentrated HCl and HgCl₂ reagents which showed that the precipitate obtained was positive for sodium carbonate (Na₂CO₃)

Keywords: NaOH Absorption, CO₂ Emission, Flue Gas Boiler, Sodium Carbonate



KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Perancangan Sistem Dan Optimasi Parameter Operasi Pemanfaatan CO₂ Flue Gas Boiler Pada Proses Sintesis Natrium Karbonat Menggunakan NaOH”**. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Dipoma III Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Johan Anindhito Indriawan selaku Direktur LNG Academy PT Badak NGL.
3. Ibu Noor Hidayati, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing dari Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Bapak Nugrahanto Widagdo, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing dari PT Badak NGL yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ir. Muhammad Arief Setiawan, S.T., M.T., I.P.M selaku Ketua Jurusan konsentrasi Pengolahan Gas yang telah memberikan bantuan dalam mengarahkan dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh pekerja MHE, Instrument Section, Lab&EC Section, dan MPTA Section yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir kami.
7. Kakak tingkat LNG Academy di berbagai seksi yang telah membantu kelancaran tugas akhir kami.

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 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

8. Pihak-pihak yang berasal dari PNJ dan PT Badak NGL yang membantu penyelesaian tugas akhir ini yang tidak kami sebutkan satu persatu.
9. Kedua orang tua yang telah memberikan doa kepada penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
10. Teman-teman LNG Academy angkatan IX yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyelesaian Tugas Akhir.

Penulis sangat menyadari betapa banyak kesalahan dan kekurangan yang mungkin ada pada laporan ini. Oleh karena itu, jika pembaca memiliki pesan dan saran mohon disampaikan kepada penulis sebagai rujukan bagi penulis dimasa yang akan datang.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada pembaca yang telah meluangkan waktunya untuk membaca laporan ini dan berharap laporan yang disusun ini dapat bermanfaat bagi pembaca juga bagi penulis dan bagi ilmu pengetahuan.

Bontang, 28 Agustus 2022

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Penulis



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 ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat	4
1.6 Lokasi Objek	5
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II	7
KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Polusi Udara	7
2.2 Gas Rumah Kaca	8
2.2.1 Definisi Gas Rumah Kaca	8
2.2.2 Klasifikasi Gas Rumah Kaca	8
2.2.3 Sumber Gas Rumah Kaca	9
2.3 Gas Karbon Dioksida (CO ₂)	9
2.4 Upaya Pengurangan CO ₂ di Indonesia	12
2.5 Impementasi Pajak Karbon di Indonesia	13
2.6 Upaya Pengurangan CO ₂	13
2.7 Absorpsi Karbon Dioksida (CO ₂)	15
2.8 Natrium Hidroksida (NaOH)	16
2.9 Natrium Karbonat (Na ₂ CO ₃)	17
2.10 Proses Pembuatan Soda Ash	18



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

2.11 Kebutuhan Natrium Karbonat di Indonesia	22
2.12 Kristal Na_2CO_3	22
2.13 Proses Evaporasi	22
2.12 Proses Filtrasi	23
2.13 Konsentrasi	24
2.14 Konsep Mol	24
2.15 Stoikiometri	25
2.16 Yield	26
2.17 Metode Vogel	26
2.18 Kinetika Reaksi	27
BAB III	29
METODE PENELITIAN	29
3.1 Diagram Alir Pengerjaan	29
3.1.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	29
3.1.2 Penjelasan Diagram Alir	30
3.2 Langkah Pengerjaan	31
3.2.1 Perancangan Sistem Proses Alat	31
3.2.2 Pemilihan Spesifikasi Alat	33
3.2.3 Proses Penyediaan Bahan Baku	37
3.2.4 Proses Reaksi	38
3.2.5 Analisa Produk	40
3.3 Metode Pemecahan Masalah	41
3.3.1 Metode Penyelesaian Masalah	41
3.3.2 Metode Analisis Data	43
3.4 Titik Pengambilan Data	46
BAB IV	48
HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4.1 Proses Pemanfaatan CO_2 Flue Gas Boiler Pada Proses Sintesis Natrium Karbonat	48
4.2 Proses Pemanfaatan CO_2 Flue Gas Boiler Pada Proses Sintesis Natrium Karbonat Menggunakan Variasi Konsentrasi NaOH	50
4.3 Proses Pemanfaatan CO_2 Flue Gas Boiler Pada Proses Sintesis Natrium Karbonat Menggunakan Variasi Temperatur NaOH	54



© 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

4.4	Proses Pemanfaatan CO_2 Flue Gas Boiler Pada Proses Sintesis Natrium Karbonat Menggunakan Variasi Temperatur Evaporator	58
4.5	Identifikasi Ion Carbonat (CO_3^{2-}).....	63
4.5.1	Identifikasi Ion Carbonat (CO_3^{2-}) dengan HCl	63
4.5.2	Identifikasi Ion Carbonat (CO_3^{2-}) dengan HgCl_2	65
BAB V	.....	67
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	67
5.1	Kesimpulan.....	67
5.2	Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	.....	69
LAMPIRAN A	.....	75
LAMPIRAN B	.....	92
LAMPIRAN C	.....	94
BIODATA MAHASISWA	.....	95

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 TABEL

Tabel 2. 1 Data Konversi Emisi Gas Rumah Kaca [19]	9
Tabel 2. 2 Perbandingan Proses Pembuatan Natrium Karbonat	21
Tabel 3. 1 Data %-yield Hasil Variasi Kondisi 1	42
Tabel 3. 2 Data %-yield Hasil Variasi Kondisi 2	42
Tabel 3. 3 Data %-yield Hasil Variasi Kondisi 3	43
Tabel 3. 4 Penjelasan Perhitungan Stoikiometri	43
Tabel 3. 5 Penjelasan Titik Pengambilan Sampel	46





DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sumber-sumber Gas Rumah Kaca [20].....	9
Gambar 2. 2 Ikatan Gas Karbon Dioksida [9].	11
Gambar 2. 3 Peningkatan Emisi Gas Rumah Kaca di Indonesia [23]	13
Gambar 2. 4 Komponen Terjadinya Reaksi Kimia.....	25
Gambar 3. 1 Diagram Alir Pengerjaan.....	29
Gambar 3. 2 Skema Kerja.....	32
Gambar 3. 3 Tangki NaOH.....	33
Gambar 3. 4 Solenoid Valve.....	34
Gambar 3. 5 Reaktor Penyerapan	35
Gambar 3. 6 CO ₂ sensor.....	35
Gambar 3. 7 Kompresor.....	36
Gambar 3. 8 Unit Evaporator.....	36
Gambar 3. 9 Ayakan Mesh No.400.....	37
Gambar 3. 10 Proses Flow Diagram Alat.....	38
Gambar 3. 11 Perhitungan Stoikiometri	43
Gambar 3. 12 Titik Pengambilan Data.....	46
Gambar 4. 1 Alat Proses Penyerapan CO ₂ dalam Larutan NaOH	49
Gambar 4. 2 Alat Proses Penyerapan CO ₂ dalam Larutan NaOH.....	50
Gambar 4. 3 Pengaruh Konsentrasi NaOH saat Suhu Evaporasi 110°C.....	51
Gambar 4. 4 Pengaruh Konsentrasi NaOH saat Suhu Evaporasi 115°C.....	52
Gambar 4. 5 Pengaruh Konsentrasi NaOH saat Suhu Evaporasi 120°C.....	53
Gambar 4. 6 Pengaruh Temperature NaOH dengan Kondisi NaOH 5 M.....	55
Gambar 4. 7 Pengaruh Temperature NaOH dengan Kondisi NaOH 10 M.....	56
Gambar 4. 8 Pengaruh Temperature NaOH dengan Kondisi NaOH 15 M.....	57
Gambar 4. 9 Foto hasil produk menggunakan Evaporasi	59
Gambar 4. 10 Foto hasil produk tanpa proses evaporasi	59
Gambar 4. 11 Variasi Suhu Evaporasi saat Kondisi NaOH 5 M	60
Gambar 4. 12 Variasi Suhu Evaporasi saat Kondisi NaOH 10 M	61
Gambar 4. 13 Variasi Suhu Evaporasi saat Kondisi NaOH 15 M	62
Gambar 4. 14 Analisa Kualitatif dengan Pereaksi HCl (1).....	63
Gambar 4. 15 Analisa Kualitatif dengan Pereaksi HCl (2).....	63
Gambar 4. 16 Analisa Kualitatif dengan Pereaksi HCl (3).....	64
Gambar 4. 17 Analisa Kualitatif dengan Pereaksi HCl (4).....	64
Gambar 4. 18 Analisa Kualitatif dengan Pereaksi HgCl ₂ (1).....	65
Gambar 4. 19 Analisa Kualitatif dengan Pereaksi HgCl ₂ (2).....	65

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



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 I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan dokumen Indonesia Energy Outlook 2019, rata-rata peningkatan emisi gas rumah kaca di Indonesia akan meningkat setiap tahunnya sebesar 3,9% dengan proyeksi total emisi pada tahun 2030 akan meningkat menjadi 912 juta ton CO₂ equivalent [1]. Oleh sebab itu, Indonesia berkomitmen untuk menurunkan emisi GRK sebesar 29% di tahun 2030 serta diharapkan bahwa dalam sector energi Indonesia dapat menurunkan emisi GRK sebesar 314 juta ton CO₂ [2]. Berdasarkan Pasal 13 Bab VI Undang-Undang Harmonisasi Peraturan Perpajakan tahun 2021 telah disebutkan bahwa pajak karbon adalah pajak yang dikenakan atas pembelian barang yang mengandung karbon atau aktivitas yang menghasilkan emisi karbon. Tarif pajak karbon yang ditetapkan sebesar Rp 30,00 per kilogram karbon dioksida ekuivalen (CO₂e) [3].

PT BADAQ NGL merupakan *world class company* dalam bidang pengolahan gas bumi menjadi produk LNG. Proses produksi LNG yang dilakukan secara konsisten selalu memperhatikan aspek *safety, health, dan environment*. PT BADAQ NGL sendiri memiliki emisi gas buang CO₂ yang dihasilkan bersumber dari Acid Gas Removal Unit (AGRU) atau Plant-1 menggunakan a-MDEA dengan buangan gas CO₂ sebesar 90%, flue gas boiler dengan kandungan CO₂ sebesar 7,5 – 8%, serta gas buang dari gas turbin yang jarang digunakan. PT BADAQ NGL juga senantiasa berupaya dalam melakukan tindakan pencegahan atau pengurangan limbah maupun emisi terhadap lingkungan sekitar, berupa pengurangan emisi gas rumah kaca 29% pada tahun 2030.

Terdapat beberapa upaya yang telah dilakukan oleh pemerintah dunia serta Indonesia dalam mengurangi emisi gas CO₂ yang dihasilkan [4], seperti konsep EGS (*Enhanced Geothermal Systems*) yang akan menggunakan CO₂ sebagai pengganti air sebagai fluida transmisi panas, *carbon capture utilization* (CCU)



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

untuk mengubah emisi CO₂ sebagai bahan baku karbon yang dapat diperbarui, menjadi produk dan menyimpannya secara permanen, serta CCS (*carbon capture and storage*) yang mengubah emisi CO₂ dan menggunakannya dalam reaksi kimia terutama karena sifat CO₂ itu sendiri yang stabil secara termodinamika [5]. Teknologi penyerapan CO₂ dalam NaOH merupakan reaksi yang cenderung dipilih karena laju reaksi dan kapasitas absorpsi yang dimiliki tinggi, serta NaOH yang lebih berlimpah, murah dan dikenal oleh masyarakat [6]. Selain itu, CO₂ yang bereaksi dengan larutan NaOH dapat membentuk produk Na₂CO₃ yang memiliki banyak fungsi dalam industri.

Natrium karbonat adalah bahan kimia yang digunakan di beberapa cabang industri, termasuk industri kaca, deterjen, industri metalurgi, dan industri kimia. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup, rata-rata kebutuhan natrium karbonat di Indonesia meningkat sebesar 3,48% pertahun [7]. Menurut US Geological Survey (USGS) pada tahun 2012 ada 10 negara yang mengimpor 68% dari total ekspor natrium karbonat AS, yaitu Meksiko, 18%; Brasil, 11%; Indonesia, 10%; serta negara lainnya [8]. Berdasarkan data tersebut, menunjukkan bahwa kebutuhan natrium karbonat Indonesia masih bergantung pada impor dari negara lain.

Nava Sapitri telah melakukan penelitian bahwa gas buang kendaraan bermotor dapat diserap menggunakan larutan NaOH dan berpotensi untuk menghasilkan produk berupa natrium karbonat, namun diperlukan penelitian lebih lanjut terkait variasi yang dilakukan agar mendapatkan produk yang optimum [9]. Penelitian juga telah dilakukan oleh Ari Selastian berupa pengaruh temperature NaOH serta konsentrasi NaOH, namun belum mencapai keadaan optimum dari reaksi pembentukan natrium karbonat dari rentang temperatur 30 – 60°C dan masih memerlukan kelanjutan dari variasi temperatur serta konsentrasi NaOH [10]. Berdasarkan penelitian Ahmed Yusuf, menyebutkan bahwa proses evaporasi di angka melebihi 109°C, akan mengubah fase dekahidrat Na₂CO₃ menjadi fase anhidratnya, namun belum diketahui pengaruhnya terhadap %-yield reaksi yang dihasilkan [11].

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



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 paparan latar belakang tersebut, penulis mengajukan tugas akhir yang berjudul **“Perancangan Sistem Dan Optimasi Parameter Operasi Pemanfaatan CO₂ Flue Gas Boiler Pada Proses Sintesis Natrium Karbonat Menggunakan NaOH”**.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam proses penyerapan kandungan gas CO₂ dalam flue gas boiler untuk kemudian dimanfaatkan kembali menjadi natrium karbonat, terdapat beberapa hal yang perlu dirumuskan, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana proses sistem yang digunakan untuk menyerap kandungan CO₂ dari flue gas boiler untuk menghasilkan natrium karbonat?
2. Bagaimana analisis terkait pengaruh parameter operasi yang dirancang untuk mendapatkan kondisi optimum reaksi?
3. Apakah produk yang dihasilkan merupakan padatan Na₂CO₃?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut,

1. Merancang system proses untuk menghasilkan natrium karbonat melalui proses penyerapan CO₂ flue gas boiler dengan absorpsi NaOH.
2. Menganalisis parameter operasi untuk menghasilkan natrium karbonat melalui proses penyerapan CO₂ flue gas boiler dengan absorpsi NaOH yang optimum.
3. Melakukan validasi produk untuk memastikan bahwa endapan yang dihasilkan adalah padatan Na₂CO₃

1.4 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Alat ini hanya berfokus pada pemanfaatan gas buang dari Unit Flue Gas Boiler PT BADAQ NGL
2. Feed yang digunakan tidak secara continuous (batch)
3. Perancangan mini plant proses pemanfaatan gas buang CO₂ menjadi natrium karbonat



© 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

4. Parameter desain yang dianalisa yaitu variasi konsentrasi NaOH, variasi suhu NaOH, serta variasi evaporasi endapan Na_2CO_3 .
5. Tugas akhir ini tidak membahas masalah keekonomian
6. Tugas akhir ini tidak membahas mengenai design dan perancangan fabrikasi alat, pengelasan (*welding*) yang digunakan serta material alat.
7. Tugas akhir ini tidak menghitung %kadar kemurnian Na_2CO_3 yang dihasilkan
8. Kondisi Operasi Alat yang ditetapkan dan digunakan berupa pressure Flue Gas Boiler sebesar 2 kg/cm² sebanyak 40 L dengan volume NaOH yang direaksikan sebesar 1,5 L.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Bagi Penulis
 - a) Sebagai syarat untuk memenuhi penyusunan Tugas Akhir guna mendapatkan gelar Diploma III dari Program Studi Teknik Konversi Energi di Politeknik Negeri Jakarta.
 - b) Menambah pengalaman dan keterampilan dalam merancang bangun suatu alat industri.
 - c) Dapat mengimplementasikan pengetahuan yang telah diperoleh selama masa perkuliahan dengan mempraktikkannya secara nyata.
- Bagi LNG Academy dan Politeknik Negeri Jakarta

Sebagai media pembelajaran dan penelitian unit penyerapan CO_2 flue gas boiler dengan design *compact* serta berbasis *automatic control system* untuk mengurangi emisi gas buang ke lingkungan.
- Bagi PT BADAQ NGL dan Dunia Industri



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

- a) Mengoptimalkan pemanfaatan flue gas boiler yang dihasilkan di PT BADAQ NGL.
- b) Merupakan upaya untuk mengurangi emisi gas buang CO₂ di lingkungan PT BADAQ NGL dari Flue Gas Boiler dalam mensukseskan program Net-Zero Emission dari pemerintah
- c) Menjadikan sebagai studi lanjutan bagi PT BADAQ NGL untuk mengetahui potensi gas buang CO₂ yang dihasilkan berupa konversi menjadi natrium karbonat

1.6 Lokasi Objek

Lokasi objek Tugas Akhir berada di Workshop LNG Academy dan Bengkel Induk PT BADAQ NGL, Bontang, Kalimantan Timur.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini merujuk pada “Buku Pedoman Penulisan Tugas Akhir Tahun 2020” yang diterbitkan oleh Politeknik Negeri Jakarta.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini, penyusun laporan menguraikan latar belakang pemilihan topik, tujuan umum dan khusus, ruang lingkup penelitian dan batasan masalah, manfaat yang akan didapat, metode penelitian, dan sistematika penulisan keseluruhan laporan tugas akhir.

BAB II STUDI PUSTAKA

Studi Pustaka/Tinjauan Pustaka berisi sumber bacaan atau literatur, memaparkan rangkuman kritis atas pustaka yang menunjang penyusunan atau penelitian, meliputi pembahasan tentang topik yang dikaji dalam tugas akhir.

BAB III METODE PENELITIAN

Penyusun laporan menguraikan tentang metodologi, yaitu metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah atau penelitian, meliputi prosedur,

pengambilan sampel dan pengumpulan data, pengumpulan data, teknik analisis data atau teknis perancangan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini terdapat hasil dan analisis data, perhitungan-perhitungan aktual yang diperoleh dari analisis, serta interpretasi dan pembahasan hasil perhitungan.

BAB V KESIMPULAN

Pada bab ini memaparkan kesimpulan dari seluruh analisis data dan pembahasan hasil perhitungan/penelitian. Isi kesimpulan akan menjawab permasalahan dan tujuan yang telah ditetapkan dalam tugas akhir disertai saran – saran atau opini yang berkaitan dengan tugas akhir.



© 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan data penelitian yang telah didapatkan, didapatkan bahwa kandungan CO₂ yang dimiliki oleh Flue Gas Boiler PT Badak NGL, dapat dimanfaatkan sebagai feed gas untuk proses sintesis natrium karbonat dengan system proses yang telah dirancang menggunakan larutan NaOH dengan %-yield optimum mencapai angka 97,063%. Kondisi optimum yang dihasilkan adalah larutan NaOH 10 M dengan suhu 70°C, suhu evaporasi 120°C, pressure Flue Gas Boiler 2 kg/cm², dengan volume NaOH sebesar 1,5 L dan volume Flue Gas Boiler sebesar 40 L.
2. Berdasarkan data penelitian terkait pengaruh konsentrasi NaOH, maka dapat diketahui bahwa pada konsentrasi >10 M maka %-yield produk yang dihasilkan tidak berubah secara signifikan walaupun terjadi kenaikan nilai.
3. Temperatur optimum dari larutan NaOH yang digunakan dalam proses reaksi sintesis natrium karbonat adalah 70°C dan berlaku untuk setiap konsentrasi dan suhu evaporasi yang sama.
4. Temperatur evaporasi yang digunakan tidak mempengaruhi %-yield reaksi sintesis natrium karbonat yang dihasilkan, namun mempengaruhi kualitas dari padatan natrium karbonat yang dihasilkan. Pada saat suhu evaporasi sebesar 120°C, endapan natrium karbonat yang dihasilkan lebih kristal dan kering apabila dibandingkan dengan produk Na₂CO₃ yang dievaporasi dengan suhu dibawahnya ataupun tanpa suhu evaporasi sama sekali.
5. Produk padatan Na₂CO₃ yang dihasilkan telah dilakukan uji kualitatif dengan menggunakan pereaksi HCl serta HgCl₂, dan didapatkan bahwa produk yang dihasilkan benar-benar positif Na₂CO₃. Hal tersebut ditandai

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 mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dengan munculnya gas CO_2 serta timbulnya endapan merah bata yang dihasilkan dari uji kualitatif yang telah dilakukan.

5.2 Saran

Adapun saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan antara lain sebagai berikut,

1. Menetapkan kondisi operasi untuk konsentrasi NaOH sebesar 10 M dengan temperature yang dimiliki mencapai 70°C serta suhu evaporasi sebesar 120°C agar mendapatkan kondisi optimum dari reaksi sintesis natrium karbonat yang terjadi.
2. Untuk jenis reactor yang digunakan dalam proses sintesis ini dapat diganti menjadi tipe prilling tower agar semua kandungan CO_2 bereaksi dengan larutan NaOH dan efisiensi lebih optimal.
3. Jenis larutan basa yang digunakan dapat diganti dengan menggunakan larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ apabila menginginkan produk berupa kalsium karbonat atau batu kapur (*lime*).
4. Pada penyerapan gas buang karbon dioksida (CO_2) dengan menggunakan larutan basa dapat dilakukan dengan menggunakan variasi lainnya seperti suhu dan pressure gas CO_2 , volume, waktu reaksi, diameter lubang *bubbling* reaktor dan sebagainya



DAFTAR PUSTAKA

- [1] KESDM, "Indonesia Energy Outlook 2019," *Outlook Energi Indonesia 2019*, pp. 72-78, 2019.
- [2] KESDM, Data Inventory Emisi GRK Sektor Energi, Jakarta Pusat: Pusat Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2016.
- [3] DJP, Undang-Undang Harmonisasi Peraturan Perpajakan, Indonesia: Direktorat Jenderal Pajak RI, 2021.
- [4] H. d. Khalilian, "Accounting For CO₂ Emissions From International Shipping: Burden Sharing Under Different UNFCCC Allocation Options And Regime Scenarios.," *Marine Policy*, US, 2011.
- [5] K. Anyrudh and A. Ahmed, *Carbon Capture and Utilization Update*, US: Energy Technology, 2017.
- [6] J. K. Stolaroff, "Carbonate solutions for carbon capture: A summary," , 2013. [Online]. Available: <https://core.ac.uk/display/71291414>. [Accessed 27 3 2022].
- [7] KLHK, "Laporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca," *Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan*, 2014.
- [8] USGS, "USGS," 1 March 2012. [Online]. Available: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2018/mcs2018.pdf>.
- [9] N. Sapitri, "PENJERAPAN GAS BUANG KARBON DIOKSIDA (CO₂) PADA KENDARAAN BERMOTOR MENGGUNAKAN LARUTAN PENJERAP NATRIUM HIDROKSIDA (NaOH)," *Kimia FMIPA UII*, Yogyakarta, 2020.
- [10] M. A. S. P. D. E. R. D. S. M. Ari Selastian Saputra, "STUDI AWAL PEMANFAATAN CO₂ UNTUK PEMBENTUKAN NATRIUM KARBONAT : KAJIAN KINETIKA REAKSI," *Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta, Padang*, 2019.
- [11] A. G. E. O. M. O. M. A. A. H. M. R. A.-Z. Ahmed Yusuf, "CO₂ utilization from power plant: A comparative techno-economic assessment of soda ash

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



© 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 mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- production and scrubbing by monoethanolamine," *Journal of Cleaner Production*, vol. 237, no. 117760, pp. 1-10, 2019.
- [12] P. Sunu, *Melindungi Lingkungan Dengan Menerapkan ISO 1400*, Jakarta: PT. Gramedia Widia Sarana Indonesia, 2001.
 - [13] WHO, "Air Pollution," World Health Organization, 30 July 2019. [Online]. Available: https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_2. [Accessed 20 January 2022].
 - [14] A. Budiyono, "Pencemaran Udara: Dampak Pencemaran Udara Pada Lingkungan," *Berita Dirgantara*, vol. 2, no. 1, pp. 21-27, 2001.
 - [15] JDIH BPK RI, "Peraturan Pemerintah (PP) No. 41 Tahun 1999," [Online]. Available: <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/54332/pp-no-41-tahun-1999>. [Accessed 20 January 2022].
 - [16] US EPA, "Overview of Greenhouse Gases," US EPA, 19 November 2021. [Online]. Available: <https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases#overview>. [Accessed 20 January 2022].
 - [17] S. M. J. W. W. T. D. D. R. Johansson, Greenhouse gas emission reduction and cost from the United States biofuels mandate, US: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109513>, 2020.
 - [18] United Nation Climate Change, "Glossary of climate change acronyms and terms," United Nation Climate Change, [Online]. Available: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-convention/glossary-of-climate-change-acronyms-and-terms>. [Accessed 20 January 2022].
 - [19] A. Porteous, *Dictionary of Environmental Science and Technology*, Fourth Edition, New York, United States: John Wiley & Sons Inc, 2008.
 - [20] Kementerian Lingkungan Hidup, "INDONESIA THE FIRST NATIONAL COMMUNICATION UNDER THE UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE," Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 24 August 2015. [Online]. Available: <http://perpustakaan.menlhk.go.id/pustaka/home/index.php?page=ebook&code=plh&view=yes&id=874> . [Accessed 20 January 2022].
 - [21] B. R. Singh, *Global Warming: Impacts and Future Perspective*, Rijeka, Croatia: InTech Publishing, 2012.



© 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 mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [22] S. S.R and A. A.F, "Pemetaan Distribusi Konsentrasi Karbon Dioksida (CO₂) dari Kontribusi Kendaraan Bermotor di Kampus ITS Surabaya," *Karya Ilmiah Surabaya Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS*, 2010.
- [23] D. W. G. Marylee Z. Southard, *Perry's Chemical Engineers' Handbook 9th Edition*, New York: McGraw-Hill, 2018.
- [24] K. ESDM, *Indonesia Energy Outlook*, Indonesia: Kementrian ESDM, 2018.
- [25] G. A and D. A, "An investigation of the feasibility of proposed solutions for water sustainability and security in water-stressed environment," *Clean Production 165*, pp. 721-733, 2017.
- [26] S. Bachu, "Review of CO₂ storage efficiency in deep saline aquifers," *International Journal Greenhouse Gas*, pp. 188-202, 2015.
- [27] Z. V. H. M. R. P. F. A. W. Y. C. J. W. T. L. S.-Y. M. B. B. R. G. R. W. M. Dai, "CO₂ Accounting and risk analysis for CO₂ sequestration at enhanced oil recovery sites.," *Environ Science Technology*, pp. 7546-7554, 2016.
- [28] P. Luis, *Use of monoethanolamine (MEA) for CO₂ capture in a global scenario: consequences and alternatives*, US: Desalination, 2016.
- [29] S. F. P. M. D. N. Soltani, " gas-fired power plants using monoethanolamine (MEA)," *INternational Journal Greenhouse Gas Control*, pp. 321-328, 2017.
- [30] F. W. S. H. A. S. H. C. C. Qin, "Kinetics of CO₂absorption in aqueous ammonia solution," *INternational Journal Greenhouse Gas Control*, pp. 729-738, 2010.
- [31] C. P. S. C. G. Ampelli, "CO₂ utilization: an enabling element to move to a resource- and energy-efficient chemical and fuel production," *Philos Trans*, pp. 20140177-20140177, 2015.
- [32] D. C. G. M.-V. M. Leung, "status of carbon dioxide capture and storage technologies," *Renewable Sustainability Energy Rev.*39, pp. 426-443, 2014.
- [33] D. D. A. A. Z. M. Quang, "The Utilization of CO₂, Alkaline SolidWaste, and Desalination Reject Brine in Soda Ash Production," pp. 153-184, 2019.
- [34] Kumoro and Hadiyanto, "Absorbsi Karbon Dioksida dengan Larutan Soda Api dalam Kolom Unggun Tetap," *Forum Teknik 24(2)*, pp. 186-195, 2000.
- [35] J. Meldon, *Simplify Calculations Chemical Reactions Chemical Engineering*, 1999, pp. 86-91.



© 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 mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [36] Earthworks, "Flaring and Venting," Earthworks, 5 February 2018. [Online]. Available: https://earthworks.org/issues/flaring_and_venting/. [Accessed 21 January 2022].
- [37] R. Z. A. G. L. H. Novi Sylvia, "Tinjauan Proses Penyerapan Gas Karbon Dioksida (CO₂)," in *Seminar Nasional Teknik Kimia 2018*, Lhokseumawe, 2018.
- [38] Greenwood and Earnshaw, *Chemistry of the Elements*, 2nd ed., UK Oxford: Butterworth-Heinemann, 1997.
- [39] G. Svehla, *Vogel's Textbook of Macro and Semimicro Qualitative Inorganic Analysis 5th Edition*, New York: Longman Inc., 1979.
- [40] Industrial Minerals Association, "What is Soda Ash?," Industrial Minerals Association, [Online]. Available: https://www.ima-na.org/page/what_is_soda_ash#:~:text=Soda%20ash%2C%20also%20known%20as,can%20be%20produced%2C%20or%20manufactured. [Accessed 21 January 2022].
- [41] S. A. D. Linda Selvianingrum, "Pengaruh Tipe Pembakaran terhadap Kualitas Genteng Berglasir Serbuk Kaca/TiO₂ serta Penentuan Kemampuan Fotokatalisisnya," *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, vol. 16, no. 3, pp. 84-89, 2013.
- [42] Kazan Soda Elektrik, "How Soda Ash is used," Kazan Soda Elektrik, 6 July 2020. [Online]. Available: <https://www.kazansoda.com/en/soda-ash-used/#:%7E:text=Soda%20Ash%20has%20many%20other,like%20baking%20soda%2C%20a%20key>. [Accessed 21 January 2022].
- [43] R. D. Nyamiati, A. Ramadhani, S. Nurkhamidah and Y. Rahmawati, "Pra-Desain Pabrik Pembuatan Natrium Karbonat (Soda Abu) dengan Menggunakan Proses Solvay," *JURNAL TEKNIK ITS Vol. 8, No. 1, (2019) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)*, pp. F41-F45, 2019.
- [44] Fleischer, *Biomass productivity and carrying of the natural grassland on the Accra Plains of Ghana*, Ghana: Agric, 1996.
- [45] F. T. d. A. A. Muhammad Fadlan Minallah, "Desain Pabrik Sodium Karbonat Dari CO₂ Flue Gas Pabrik Semen," *JURNAL TEKNIK ITS Vol. 6, No. 1, (2017) ISSN: 2337-3539*, pp. 142-144, 2017.
- [46] R. D. Nyamiati, A. Ramadhani, S. Nurkhamidah and Y. Rahmawati, "Pra-Desain Pabrik Pembuatan Natrium Karbonat (Soda Abu) dengan



© 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 mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Menggunakan Proses Solvay," *JURNAL TEKNIK ITS Vol. 8*, pp. F41-F46, 2019.
- [47] S. Fitra, "Petrokimia Gresik Bangun Pabrik Soda Ash Pertama di Indonesia Rp 4,5 T," *Katadata.co.id*, 2021.
- [48] M. K. Mahmoudkhani, "Low-energy sodium hydroxide recovery for CO₂ capture from atmospheric air-Thermodynamic analysis," *International Greenhouse Gas Control*, pp. 376-384, 2009.
- [49] A. G. a. E. O. M. b. O. M. b. A. A. H. a. M. R. A.-Z. Ahmed Yusuf a, "CO₂ utilization from power plant: A comparative techno-economic assessment of soda ash production and scrubbing by monoethanolamine," *Journal of Cleaner Production*, pp. 1-10, 2019.
- [50] C. J. Geankoplis, *Transport Processes and Unit Operations*, US: Prentice-Hall, 2000.
- [51] Vogel, *A Textbook of Macro and Semimicro Qualitative Inorganic Analysis* 5th edition, London: Green and Co, 1957.
- [52] A. F. A. A. Fakhri Saputra, "Kinetika Reaksi pada Sintesis Hidroksiapatit dengan Metode Presipitasi," *JOM FTEKNIK*, vol. 3, no. 1, pp. 1-6, 2016.
- [53] A. S. Saputra, M. A. Syach and P. D. E. R. Desmiarti, "STUDI AWAL PEMANFAATAN CO₂ UNTUK PEMBENTUKAN NATRIUM KARBONAT : KAJIAN KINETIKA REAKSI," *Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta, Padang*, 2019.
- [54] M. D. Putra, "Penentuan Suhu dan Waktu Optimum Metanolisis Minyak Curah dengan Katalisator NaOH," *INFO-TEKNIK*, vol. 8, no. 1, pp. 42-48, 2007.
- [55] A. A. E. S. Arif Kurnia, "PENGARUH KONSENTRASI REAKTAN TERHADAP KONVERSI LIMBAH PELEPAH SAWIT MENJADI ASAM LEVULINAT DENGAN METODE HIDROLISIS MENGGUNAKAN KATALIS ASAM SULFAT," *Universitas Riau, Riau*, 2014.
- [56] Kemenperin, "Kementrian Perindustrian RI," 20 December 2017. [Online]. Available: <https://www.kemenperin.go.id/artikel/18586/Langkah-Indonesia-Menjadi-Negara-Industri-Baru>.
- [57] KLHK, "Tagar," 6 December 2019. [Online]. Available: <https://www.tagar.id/indonesia-lima-besar-penyumbang-emisi-gas-rumah-kaca>.

- [58] Coulson and Richardson, Chemical Engineering Design Fourth Edition, US: R. K. Sinnott, 2005.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :


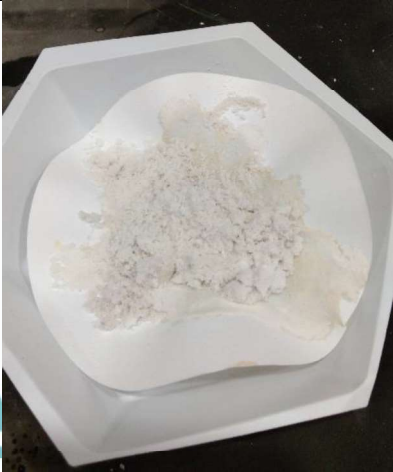
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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





LAMPIRAN A

Lampiran A digunakan untuk melampirkan massa endapan dari semua proses reaksi yang dihasilkan dari reaksi sintesis natrium karbonat yang terjadi.

Konsentrasi NaOH	Foto	Keterangan
5 M		Temperatur NaOH 50°C & suhu evaporasi 110°C
		Temperatur NaOH 60°C & suhu evaporasi 110°C

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

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

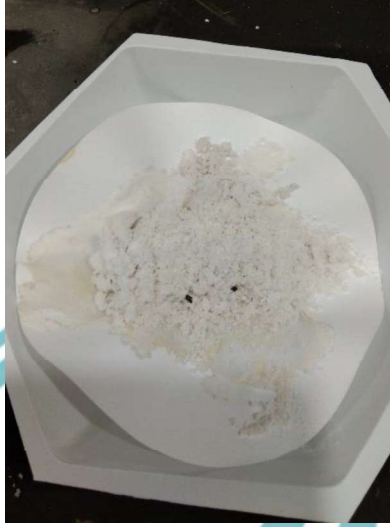
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

	<p>Temperatur NaOH 70°C & suhu evaporasi 110°C</p>
	<p>Temperatur NaOH 80°C & suhu evaporasi 110°C</p>
	<p>Temperatur NaOH 90°C & suhu evaporasi 110°C</p>

© 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



Temperatur NaOH
50°C & suhu evaporasi
115°C



Temperatur NaOH
60°C & suhu evaporasi
115°C

JAKARTA

NIK

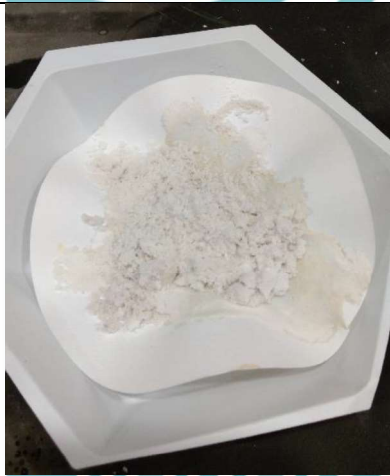
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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



Temperatur NaOH
70°C & suhu evaporasi
115°C




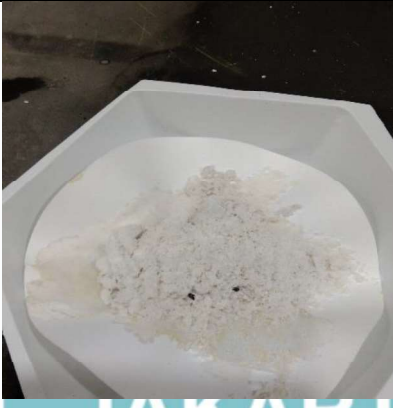
Temperatur NaOH
80°C & suhu evaporasi
115°C

© 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

	Temperatur NaOH 90°C & suhu evaporasi 115°C
	Temperatur NaOH 50°C & suhu evaporasi 120°C



© 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


	<p>Temperatur NaOH 60°C & suhu evaporasi 120°C</p>
	<p>Temperatur NaOH 70°C & suhu evaporasi 120°C</p>
	<p>Temperatur NaOH 80°C & suhu evaporasi 120°C</p>



© 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

		<p>Temperatur NaOH 90°C & suhu evaporasi 120°C</p>
--	------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------

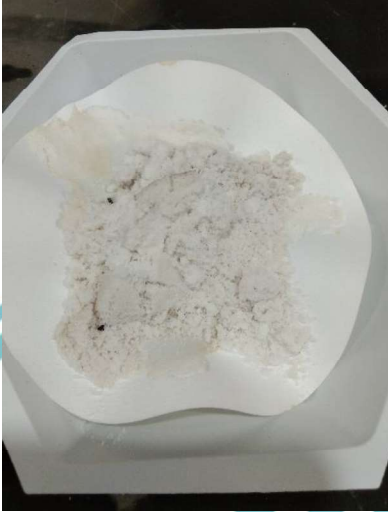
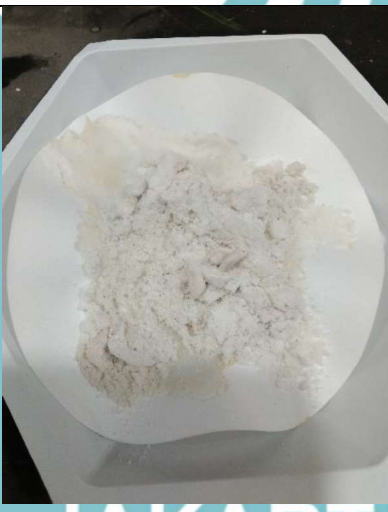

Konsentrasi NaOH	Foto	Keterangan
10 M		<p>Temperatur NaOH 50°C & suhu evaporasi 110°C</p>

© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



	<p>Temperatur NaOH 60°C & suhu evaporasi 110°C</p>
	<p>Temperatur NaOH 70°C & suhu evaporasi 110°C</p>
	<p>Temperatur NaOH 80°C & suhu evaporasi 110°C</p>

© 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


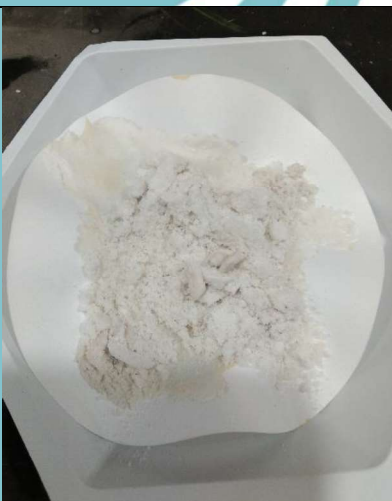

	<p>Temperatur NaOH 90°C & suhu evaporasi 110°C</p>
	<p>Temperatur NaOH 50°C & suhu evaporasi 115°C</p>
	<p>Temperatur NaOH 60°C & suhu evaporasi 115°C</p>

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :


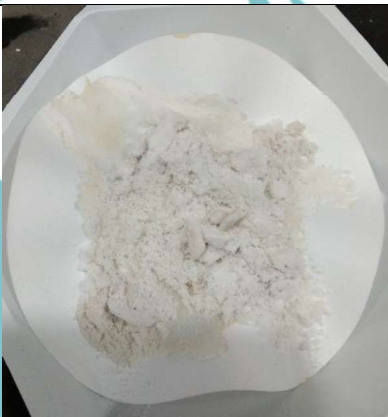

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

	<p>Temperatur NaOH 70°C & suhu evaporasi 115°C</p>
	<p>Temperatur NaOH 80°C & suhu evaporasi 115°C</p>
	<p>Temperatur NaOH 90°C & suhu evaporasi 115°C</p>

© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

	<p>Temperatur NaOH 50°C & suhu evaporasi 120°C</p>
	<p>Temperatur NaOH 60°C & suhu evaporasi 120°C</p>
	<p>Temperatur NaOH 70°C & suhu evaporasi 120°C</p>



© 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

		Temperatur NaOH 80°C & suhu evaporasi 120°C
		Temperatur NaOH 90°C & suhu evaporasi 120°C
Konsentrasi NaOH	Foto	Keterangan
15 M		Temperatur NaOH 50°C & suhu evaporasi 110°C



© 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

	<p>Temperatur NaOH 60°C & suhu evaporasi 110°C</p>
	<p>Temperatur NaOH 70°C & suhu evaporasi 110°C</p>
	<p>Temperatur NaOH 80°C & suhu evaporasi 110°C</p>



© 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

	<p>Temperatur NaOH 90°C & suhu evaporasi 110°C</p>
	<p>Temperatur NaOH 50°C & suhu evaporasi 115°C</p>
	<p>Temperatur NaOH 60°C & suhu evaporasi 115°C</p>



© 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

	<p>Temperatur NaOH 70°C & suhu evaporasi 115°C</p>
	<p>Temperatur NaOH 80°C & suhu evaporasi 115°C</p>
	<p>Temperatur NaOH 90°C & suhu evaporasi 115°C</p>

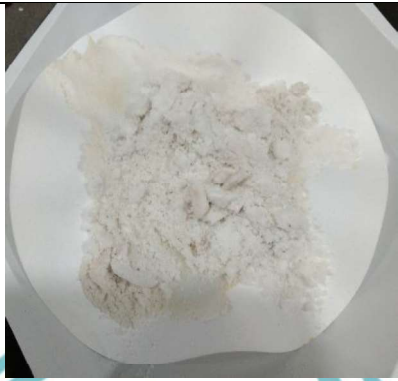


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

	<p>Temperatur NaOH 50°C & suhu evaporasi 120°C</p>
	<p>Temperatur NaOH 60°C & suhu evaporasi 120°C</p>
	<p>Temperatur NaOH 70°C & suhu evaporasi 120°C</p>
	<p>Temperatur NaOH 80°C & suhu evaporasi 120°C</p>

	Temperatur NaOH 90°C & suhu evaporasi 120°C
-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------

© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





LAMPIRAN B

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan penulis, maka telah didapatkan hasil %-yield yang sudah terangkum dalam tabel berikut. Tabel ini akan digunakan sebagai pembahasan mengenai pengaruh konsentrasi NaOH, temperatur NaOH serta pengaruh dari temperatur evaporasi.

Konsentrasi NaOH 5M			
Temperatur NaOH (°C)	Suhu Evaporasi 110°C	Suhu Evaporasi 115°C	Suhu Evaporasi 120°C
50	0	0	0
60	0	0	0
70	56,01257862	56,08930818	56,16603774
80	55,4754717	55,62893082	55,62893082
90	55,63660377	55,70566038	55,78238994

Konsentrasi NaOH 10M			
Temperatur NaOH (°C)	Suhu Evaporasi 110°C	Suhu Evaporasi 115°C	Suhu Evaporasi 120°C
50	83,25157233	83,40503145	83,86540881
60	85,09308176	85,16981132	85,55345912
70	96,8327044	96,90943396	96,91710692
80	92,91949686	93,22641509	93,53333333
90	92,30566038	92,53584906	92,68930818

Konsentrasi NaOH 15M			
Temperatur NaOH (°C)	Suhu Evaporasi 110°C	Suhu Evaporasi 115°C	Suhu Evaporasi 120°C
50	86,5509434	86,70440252	86,93459119
60	88,46918239	88,62264151	88,69937107

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 mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

70	96,90943396	96,98616352	97,06289308
80	93,22641509	93,45660377	93,53333333
90	92,8427673	92,99622642	93,07295597

Tabel %-yield di atas akan dijadikan sebagai acuan data untuk menganalisis pengaruh dari variasi konsentrasi NaOH, variasi temperatur NaOH serta variasi temperatur evaporasi NaOH terhadap %-yield yang dimiliki dari setiap perlakuan yang digunakan.



© 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





LAMPIRAN C

Lampiran B digunakan untuk menunjukkan material data sheet keselamatan atau MSDS dari natrium hidroksida atau NaOH yang digunakan dalam penelitian ini. Data MSDS yang dilampirkan bertujuan untuk memberikan pengetahuan serta sikap kepada peneliti agar selalu memperhatikan aspek keselamatan/*safety* selama penelitian berlangsung, serta juga dapat mengetahui bahaya maupun resiko yang dapat ditimbulkan dari penggunaan larutan NaOH ini.

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 mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Material Safety Data Sheet (MSDS) – Caustic Soda (NaOH)

Bagian 1. Identifikasi					Bagian 7. Penanganan dan Penyimpanan				
Nomor Produk	C2584	Kesehatan:	3	Menyimpan di tempat yang sejuk, kering, berventilasi baik tempat yang jauh dari bahan-bahan yang tidak kompatibel. Tetap tertutup rapat.					
Nama Produk	Sodium Hydroxide Technical Grade, Flake	Kemungkinan terbakar	0	Cuci bersih setelah memegang material.					
Nama Dagang		Reaktivitas	2	Bagian 8. Pengendalian dan Perlindungan Diri					
Formula:	NaOH			Proteksi pernapasan yang disetujui NIOSH/MSHA					
RTECS:	WB4900000			Pakai sarung tangan yg tepat untuk mencegah kulit yang terpapar					
C.A.S	CAS# 1310-73-2			Ventilasi: Mekanik : <input checked="" type="checkbox"/> Proteksi Kaca mata debu dan Pelindung Wajah Exhaust lokal: <input checked="" type="checkbox"/>					
Bagian 2. Komposisi					Perlindungan lain Peralatan: pakaian untuk mencegah kerusakan kulit				
Sara 313	Komponen	Nomor CAS	%	Dim	Batas penggunaan:	Bagian 9. Data Fisik dan Kimia			
	Sodium Hydroxide	CAS# 1310-73-2	100.00%	W/W	OSHA PEL 2 mg/mf ACGIH 2mg/mf	Titik leleh	318°C (604°F)	Gravitasi spesifik	Tidak tersedia
Bagian 3. Pengenalan Bahaya					Titik Didih				
Parah menyebabkan iritasi dan luka bakar. Berbahaya jika tertelan. Hindari menghirup uap atau debunya. Gunakan dengan ventilasi yang memadai. Hindari kontak dengan mata, kulit, dan pakaian. Cuci tangan sampai bersih setelah memegang. Jagalah agar wadah tertutup.					1390°C (2534°F)				
Bagian 4. Tata Cara Pertolongan Pertama					Tekanan Uap				
Pertolongan Pertama : PANGGIL DOKTER					Diabaikan				
KULIT: Dalam kasus kontak, segera basuh kulit dengan air selama minimal 15 menit sambil melepas pakaian dan sepatu yang tercemar. Bersihkan pakaian dan sepatu sampai benar-benar bersih sebelum digunakan kembali.					Kepadatan Uap				
MATA: Cuci mata dengan banyak air sedikitnya selama 15 menit, buka tutup mata beberapa kali. Cari pertolongan medis. PERNAFASAN: Hirup udara segar. Jika tidak bernapas, berikan pernapasan buatan. Jika sulit bernapas, berikan oksigen					>1				
Tertelan: Berikan beberapa gelas susu atau air. Muntah dapat terjadi secara spontan, tetapi JANGAN DIBUAT MUNTAH! Jangan memberikan apapun melalui mulut kepada orang yang tidak sadar.					Kelarutan dalam air:				
Bagian 5. Tata Cara Penanggulangan Kebakaran					Larut				
Tipe Pemadam Kebakaran: Semua pemadam dapat digunakan. Tambahan air akan melepaskan panas.					Penampilan dan bau:				
Bahaya api / ledakan: Tidak berbahaya kebakaran, tetapi material panas atau cair dapat bereaksi hebat dengan air atau metal					Kristal deliquescent putih				
Prosedur penanggulangan kebakaran: Pakailah diri alat bantu pernapasan dan pakaian pelindung untuk mencegah kontak dengan kulit dan pakaian.					Titik nyala:				
Bagian 6. Tata Cara Penanggulangan Tumpahan					Tidak mudah terbakar				
Pakaian pelindung diperlukan saat menyapu, menyedok, atau mengambil materi tumpah. Pindahkan ke wadah logam yang sebaiknya tertutup untuk pembuangan limbah ke fasilitas yang telah disetujui.					Stabilitas: Stabil				
Bagian 7. Penanganan dan Penyimpanan					Kondisi yang dihindari: air, material yg sifatnya tidak sesuai, suhu ekstrim				
Bagian 8. Pengendalian dan Perlindungan Diri					Bahaya yang dihindari: Suhu menyala sendiri				
Bagian 9. Data Fisik dan Kimia					Produk dekomposisi berbahaya: Natrium Oksida				
Bagian 10. Stabilitas dan Reaktivitas					Polimerisasi berbahaya: Tidak akan terjadi				
Bagian 11. Informasi Tambahan					Kondisi untuk dihindari: Tidak diketahui				
Bahaya ! Korosif !					Bagian 11. Informasi Tambahan				
Dapat berakibat fatal jika tertelan ! Dapat berbahaya jika dihirup. Menyebabkan luka bakar untuk setiap bagian yang terkena ! Untuk mata atau kontak kulit, segera bilas dengan air selama paling sedikit 15 menit. Dalam kasus tertelan, JANGAN dibuat muntah. Berikan sejumlah besar air atau susu. Dapatkan pertolongan medis segera.					Klasifikasi DOT: Sodium Hydroxide Solid, 8, UN1823, PG II				
Peraturan DOT Bisa berubah dari waktu ke waktu. Silakan cari versi terbaru peraturan yang relevan					Revision				
Tanggal data masuk: 9/1/2006					Disetujui oleh: WPF				

Informasi yang terkandung disini dianggap dan akurat dan dibuat untuk kepentingan pertimbangan dan pemikiran pengguna. Tidak ada garansi yang dapat diluarakan atau dinyatakan atas kelengkapan ataupun keakuratan informasi ini, semuanya didapat dari Science Stuff, Inc. atau dari tempat lain. Pengguna materi ini seharusnya melengkapi dirinya dengan investigasi pribadi dan informasi medis terkini, agar material ini dapat dilangani dengan aman.

Sumber: Science Stuff, Inc
<http://www.sciencestuff.com/msds/C2584.html>

Okt 2009 - From: www.itokindo.org (free pdf - Manajemen Modern dan Kesehatan Masyarakat)



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BIODATA MAHASISWA

- | | | | |
|----|-----------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Nama Lengkap | : | Bagus Ridwan Arifin |
| 2 | NIM | : | 1902322004 |
| 3 | Tempat, Tanggal Lahir | : | Klaten, 17 Juli 2001 |
| 4 | Jenis Kelamin | : | Laki-laki |
| 5 | Alamat | : | Jalan Akasia PC6C/No.66A Kompleks
Perumahan Badak LNG, Kelurahan
Satimpo, Kecamatan Bontang Selatan,
Bontang, Kalimantan Timur |
| 6 | Email | : | bagusridwan888@gmail.com |
| 7 | Pendidikan | : | SD (2007 – 2013) SD Negeri 1 Malang
SMP (2013 – 2016) SMP Negeri 1 Tulung
SMA (2016 – 2019) SMA Negeri 1 Boyolali |
| 8 | Program Studi | : | Teknik Konversi Energi |
| 9 | Bidang Peminatan | : | <i>Gas Processing</i> |
| 10 | Topik Tugas Akhir | : | Perancangan Sistem Dan Optimasi
Parameter Operasi Pemanfaatan CO ₂
Flue Gas Boiler Pada Proses Sintesis
Natrium Karbonat Menggunakan
NaOH |