

LAPORAN TUGAS AKHIR

OPTIMASI PROSES METANASI DENGAN MENGGUNAKAN KATALIS $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ PADA *CATALYTIC BATCH REACTOR*



**Diusulkan Sebagai Persyaratan Menyelesaikan Pendidikan Sarjana
Terapan Diploma IV Pada Jurusan Teknik Kimia
Program Studi Teknologi Kimia Industri**

OLEH:

**ARIEF SIDRATUL MUNTAHA
062140422552**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2025**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**OPTIMASI PROSES METANASI DENGAN
MENGUNAKAN KATALIS $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ PADA *CATALYTIC
BATCH REACTOR***

OLEH :
ARIEF SIDRATUL MUNTAHA
062140422552

Disahkan dan disetujui oleh :

Menyetujui,
Pembimbing I,



Didiek Hari Nugroho, S.T., M.T.
NIP 198010302023211007

Palembang, Juli 2025

Pembimbing II,



Ir. Robert Junaidi, M.T.
NIP 196607121993031003



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Tahdid, S.T., M.T.
NIP 197201131997021001



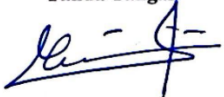
KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSANTEKNIK KIMIA
Jalan Srijaya Negara Bukit Besar - Palembang 30139 Telepon 0711-353414
Laman : <http://polsri.ac.id>, Pos El : info@polsri.ac.id

Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji
di Program Diploma IV – Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
pada 22 Juli 2025

Tim Penguji :

1. Dr. Ir. Muhammad Yerizam, M.T.
NIDN 0009076106
2. Anerasari Meidinariasty, B.Eng., M.Si
NIDN 0031056604
3. Dr. Yuniar, S.T., M.Si.
NIDN 0021067303

Tanda Tangan

()

()

()

Palembang, Juli 2025

Koordinator Program Studi Sarjana
Terapan (DIV) Teknologi Kimia
Industri



Dr. Yuniar, S.T., M.Si.
NIP 197306211999032001



MOTTO

*-Hidup ini hanyalah ujian-
"Untuk menguji kamu, siapa di antara kamu yang paling baik amalnya."
(Qs. Al-Mulk:2)*

*"Ad Maiora Natus Sum"
-Aku dilahirkan untuk hal-hal yang lebih besar-*

*"Life is a process, just like a distillation column."
-Hidup itu proses, seperti kolom distilasi naik turun tapi tetap menuju
kemurnian-*

*"Aku membahayakan nyawa ibuku untuk lahir ke dunia, jadi tidak mungkin
aku tidak ada artinya"*



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jalan Srijaya Negara, PALEMBANG 30139
Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918. E-mail : kimia@polsri.ac.id.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arief Sidratul Muntaha
NIM : 062140422552
Jurusan : Teknik Kimia

Menyatakan bahwa dalam penelitian tugas akhir dengan Judul Optimasi Proses Metanasi dengan Menggunakan Katalis $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ pada *Catalytic Batch Reactor*, tidak mengandung unsur "PLAGIAT" sesuai dengan PERMENDIKNAS No. 17 Tahun 2010.

Bila pada kemudian hari terdapat unsur-unsur plagiat dalam penelitian ini, saya bersedia diberikan sanksi peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan tidak ada paksaan dari pihak manapun.

Palembang, Juli 2025

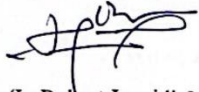
Pembimbing I,

Penulis,


(Didiek Hari Nugroho, S.T., M.T.)
NIDN. 0130108001


(Arief Sidratul Muntaha)
NPM 062140422552

Pembimbing II,


(Ir. Robert Junaidi, M.T.)
NIDN. 0012076607



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya. Tugas Akhir yang berjudul “**Optimasi Proses Metanasi Dengan Menggunakan Katalis Ni/Al₂O₃ Pada *Catalytic Batch Reactor***” ini berhasil disusun dengan baik sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (DIV) pada Jurusan Teknik Kimia, Program Studi Teknologi Kimia Industri, Politeknik Negeri Sriwijaya.

Penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, serta partisipasi berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berkontribusi:

1. Ir. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Dr. Yusri, S.Pd., M.Pd., selaku Pembantu Direktur I Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Tahdid, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Isnandar Yunanto, S.ST., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Dr. Yuniar, S.T., M.Si., selaku Koordinator Program Studi D-IV Teknologi Kimia Industri Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Didiek Hari Nugroho, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia membimbing selama pelaksanaan penelitian dan pengerjaan laporan Tugas Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Ir. Robert Junaidi, M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia membimbing selama pelaksanaan penelitian dan pengerjaan laporan Tugas Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Seluruh Dosen, teknisi dan staff administrasi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah banyak membantu dan memberikan pengajaran yang dapat bermanfaat bagi kami.
9. Kedua orang tua, ayahanda Artaban dan Ibunda Lilis Suryani yang telah memberikan motivasi, dukungan, dan do’a, baik secara materi dan morel,

demi kelancaran saat pelaksanaan penelitian sampai dengan penyelesaian penulisan laporan ini.

10. Kedua adik tercinta, Talita Syarifah Aqilah dan Atta Hafiz Alfahrizi, yang senantiasa selalu memberikan dukungan dan do'a kepada penulis.
11. Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada rekan-rekan seperjuangan: Yoga, Satrio Bayu Kriswanto, Karisma Ramadhan, dan Martin Josep Samosir, atas segala dukungan, motivasi, serta do'a yang senantiasa diberikan selama proses penulisan laporan ini..
12. Kepada rekan-rekan kelompok metana, yang telah menjadi rekan dalam perjuangan selama pelaksanaan penelitian, terima kasih atas kebersamaan dan bantuan yang tak ternilai dari awal hingga akhir proses. Terima kasih atas kerja sama, dukungan, serta semangat kebersamaan yang telah terjalin dalam setiap langkah penelitian ini.
13. Seluruh rekan-rekan seperjuangan angkatan 2021 Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya, khususnya kelas 8 KID yang telah memberikan masukan dan saran dalam penyelesaian laporan ini.
14. Seluruh pihak lain yang telah membantu dalam penyelesaian laporan ini yang namanya tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan akhir ini masih jauh dari sempurna dan kemungkinan masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap kritik serta saran yang bersifat membangun demi perbaikan laporan ini ke depannya. Akhir kata, penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca serta turut berkontribusi dalam dunia pendidikan.

Palembang, Juli 2025

Penulis

ABSTRAK

OPTIMASI PROSES METANASI DENGAN MENGGUNAKAN KATALIS Ni/Al₂O₃ PADA *CATALYTIC BATCH REACTOR*

(Arief Sidratul Muntaha, 2025, 47 Halaman, 4 Tabel, 10 Gambar, 4 Lampiran)

Peningkatan emisi karbon dioksida (CO₂) sebagai salah satu gas rumah kaca utama berdampak signifikan terhadap pemanasan global. Salah satu inovasi yang dikembangkan untuk mengatasi masalah ini adalah konversi CO₂ menjadi metana (CH₄) melalui proses metanasi. Proses ini memungkinkan pemanfaatan CO₂ sebagai bahan baku energi terbarukan sekaligus mengurangi polusi. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi konversi CO₂ menjadi CH₄ dengan menggunakan katalis Ni/Al₂O₃ yang dipadukan dengan promotor Zn dalam Catalytic Batch Reactor. Variabel yang diamati adalah konsentrasi NaOH (3,5–5,5 M) dan laju alir gas CO₂ (0,05–0,1 L/menit). Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi NaOH dan penurunan laju alir CO₂ memberikan pengaruh signifikan terhadap konversi CO₂ menjadi CH₄. Kondisi optimum diperoleh pada konsentrasi NaOH 5,5 M dan laju alir CO₂ 0,05 L/menit, yang menghasilkan persentase konversi metana tertinggi sebesar 52,89% pada suhu 200°C selama 60 menit operasi. Penambahan promotor Zn pada katalis Ni/Al₂O₃ juga terbukti meningkatkan efisiensi reaksi dan kestabilan katalis. Temuan ini menunjukkan potensi besar teknologi metanasi CO₂ untuk mendukung pengembangan energi ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Kata kunci: *Metanasi, Karbon dioksida (CO₂), Metana (CH₄), Katalis Ni/Al₂O₃, Laju Alir Gas CO₂, Konsentrasi NaOH, Catalytic Batch Reactor.*

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF THE METHANATION PROCESS USING Ni/Al₂O₃ CATALYST IN A CATALYTIC BATCH REACTOR

(Arief Sidratul Muntaha, 2025, 47 Pages, 4 Tables, 10 Figures, 4 Appendix)

The increase in carbon dioxide (CO₂) emissions as one of the main greenhouse gases has had a significant impact on global warming. One innovation developed to address this issue is the conversion of CO₂ into methane (CH₄) through the methanation process. This process enables the utilization of CO₂ as a renewable energy feedstock while simultaneously reducing pollution. This study aims to improve the efficiency of CO₂ conversion into CH₄ using a Ni/Al₂O₃ catalyst combined with a Zn promoter in a Catalytic Batch Reactor. The variables observed include NaOH concentration (3.5–5.5 M) and CO₂ gas flow rate (0.05–0.1 L/min). The results show that increasing the NaOH concentration and decreasing the CO₂ flow rate significantly affect the conversion of CO₂ into CH₄. The optimum condition was achieved at a NaOH concentration of 5.5 M and a CO₂ flow rate of 0.05 L/min, yielding the highest methane conversion percentage of 52.89% at 200°C over 60 minutes of operation. The addition of Zn as a promoter to the Ni/Al₂O₃ catalyst also proved to enhance the reaction efficiency and catalyst stability. These findings demonstrate the significant potential of CO₂ methanation technology to support the development of environmentally friendly and sustainable energy solutions.

Keywords: Methanation, Carbon dioxide (CO₂), Methane (CH₄), Ni/Al₂O₃ Catalyst, CO₂ Gass Flow Rate, NaOH Concentration, Catalytic Batch Reactor.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Relevansi	5
1.6 Kebaruan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pemanasan Global	7
2.2 Efek Rumah Kaca	8
2.3 Metanasi Karbon Dioksida (CO ₂)	9
2.4 Karbon Dioksida	10
2.5 Katalis	11
2.6 Nikel	13
2.7 Alumunium Oksida	14
2.8 Zinc (Zn)	14
2.9 Metana	15
2.10 Faktor-Faktor yang dapat Mempengaruhi Metanasi CO ₂	16
2.11 Silika Gel	18
2.12 <i>Catalytic Batch Reactor</i>	18
2.13 <i>Tabel State Of The Art</i>	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan Tempat	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.2.1 Alat yang digunakan	21
3.2.2 Bahan baku untuk penelitian	22
3.3 Rancangan Penelitian	22
3.3.1 Variabel Tetap	22
3.3.2 Variabel Bebas	22
3.4 Prosedur Percobaan	23
3.4.1 Membuat larutan NaOH	23
3.4.2 Proses Aktivasi Katalis Ni/Al ₂ O ₃	23
3.4.3 Langkah-Langkah Unit Operasi	23
3.4.4 Sistem Peralatan Metanasi Karbon Dioksida (CO ₂)	24
3.4.5 Membersihkan Alat	25

3.4.6 Diagram Alir Percobaan	26
3.5 Analisa Data Hasil Percobaan	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil	28
4.2 Pembahasan	29
4.2.1 Pengaruh konsentrasi larutan NaOH dan laju alir CO ₂ terhadap gas metana (CH ₄)	29
4.2.2 Pengaruh konsentrasi larutan NaOH dan laju alir CO ₂ terhadap gas (CO ₂) yang dihasilkan	30
4.2.3 Pengaruh konsentrasi NaOH dan laju alir gas CO ₂ terhadap gas H ₂ yang dihasilkan	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat yang digunakan dalam penelitian	21
Tabel 3.2 Bahan yang digunakan	22
Tabel 4.1 Hasil Analisa Sampel Tabung Gas CO ₂	28
Tabel 4.2 Data Hasil Analisa Gas yang di dapatkan	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peristiwa Pemanasan Global dari Efek Gas Rumah Kaca	8
Gambar 2.2 Grafik Emissions CO ₂	11
Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan NaOH	23
Gambar 3.2 Seperangkat Alat <i>Catalytic Batch Reactor</i>	25
Gambar 3.3 Diagram Alir Proses Metanasi Karbon Dioksida (CO ₂)	26
Gambar 3.4 Diagram Alir Proses Analisa Data Sampling Gas.....	27
Gambar 4.1 Pengaruh konsentrasi larutan NaOH dan laju alir CO ₂ terhadap gas CH ₄ yang dihasilkan	29
Gambar 4.2 Pengaruh konsentrasi larutan NaOH dan laju alir CO ₂ terhadap gas CO ₂ yang dihasilkan	31
Gambar 4.3 Pengaruh konsentrasi larutan NaOH dan laju alir gas CO ₂ terhadap gas H ₂ yang dihasilkan	32

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A DATA HASIL ANALISIS.....	40
LAMPIRAN B PERHITUNGAN.....	41
LAMPIRAN C DOKUMENTASI	45
LAMPIRAN D SURAT-SURAT	48