

TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI MASSA KATALIS $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ DAN WAKTU OPERASI TERHADAP METANASI CO_2 MENGUNAKAN ALAT *FIXED BED REACTOR*



**Disusun sebagai persyaratan pelaksanaan kegiatan
Tugas Akhir Pendidikan Sarjana Terapan (DIV)
Pada Jurusan Teknik Kimia Progran Studi Teknologi Kimia Industri**

OLEH:

**YONGKI PRATAMA
0621 4042 2583**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2025**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI MASSA KATALIS $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ DAN WAKTU OPERASI TERHADAP METANASI CO_2 MENGUNAKAN ALAT *FIXED BED REACTOR*

OLEH:

YONGKI PRATAMA
0621 4042 2583

Palembang, Agustus 2025

Menyetujui,
Pembimbing I



Ir. Robert Junaidi, M.T.
NIDN 0012076607

Pembimbing II



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

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



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



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN
TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar – Palembang 30139, Telepon (0711) 353414

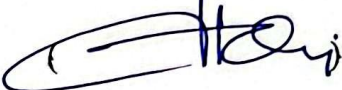
Laman: <https://polsri.ac.id> Pos El.: info@polsri.ac.id

**Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji
Di Program Diploma IV – Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
Pada Tanggal 21 Juli 2025**

Tim Penguji

1. Adi Syakdani, S.T., M.T.
NIDN 0011046904
2. Dr. Drs. Yulianto Wasiran, M.M.
NIDN 0018076706
3. Ir. Mustain Zamheri, M.Si.
NIDN 0018066113
4. Akbar Ismi Aziz P, S.T., M.T.
NIDN 0005059308

Tanda Tangan

()
()
()
()

Palembang, Juli 2025
Mengetahui,
Koordinator Program Studi
D-IV Teknologi Kimia Industri



Dr. Yuniar, S.T., M.Si.
NIP 197306211990032001



MOTTO

“Harapan itu penting, tetapi jangan terlalu berharap dan jauh dari harapan.”

-(Yongki Pratama)

“Jangan pernah merasa tertinggal, setiap orang punya proses dan rezekinya masing – masing.”

-(Q.S. Maryam: 4)

“Kalau kita masuk dalam ilmu pengetahuan, kita mesti tinggalkan seluruh kecurigaan kita tentang dosa.”

-(Rocky Gerung)

“Pendidikan adalah perang terhadap kedunguan.”

-(Rocky Gerung)



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
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

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yongki Pratama
NIM : 062140422583
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia/D-IV Teknologi Kimia Industri

Menyatakan bahwa dalam penelitian laporan akhir dengan judul “Pengaruh Variasi Massa Katalis Ni/Al₂O₃ dan Waktu Operasi Terhadap Metanasi CO₂ Menggunakan Menggunakan Katalis Ni-Zn/Al₂O₃” 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

Penulis,

Ir. Robert Junaidi, M.T.
NIDN 0012076607

Yongki Pratama
NIM 06214042283

Pembimbing II,

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



ABSTRAK

PENGARUH VARIASI MASSA KATALIS $\text{Ni/Al}_2\text{O}_3$ DAN WAKTU OPERASI TERHADAP METANASI CO_2 MENGGUNAKAN ALAT *FIXED BED REACTOR*

Karbon Dioksida (CO_2) menjadi salah satu penyumbang terbesar efek rumah kaca. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia (2024), emisi gas rumah kaca (GRK) di Indonesia terus mengalami peningkatan dalam lima tahun terakhir. Total emisi GRK selama periode 2018–2022 mencapai 4,56 miliar ton dengan kontribusi CO_2 yang berasal dari sektor industri pengolahan, pembangkit listrik, dan transportasi, yang secara kolektif menyumbang lebih dari 80% dari total emisi nasional. Salah satu cara untuk mengurangi karbondioksida (CO_2) adalah dengan mengubah karbondioksida (CO_2) menjadi metana (CH_4) dengan menggunakan reaksi Sabatier, reaksi ini melibatkan hidrogenasi CO_2 dengan bantuan katalis dan metode yang digunakan adalah *in situ*. Tujuan dari penelitian ini adalah mengoptimalkan konversi karbon dioksida (CO_2) menjadi metana (CH_4) melalui proses metanasi menggunakan alat *Fixed Bed Reactor*. Dalam Penelitian ini, menggunakan CO_2 sebagai bahan baku dengan katalis $\text{Ni/Al}_2\text{O}_3$ dan Zn sebagai promotor. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan massa katalis $\text{Ni/Al}_2\text{O}_3$ 55 gram dan 60 gram dan waktu operasi 90, 100, 110, 120 dan 130 menit serta menambahkan promotor Zn untuk meningkatkan kinerja stabilitas katalis. Untuk analisis gas Metana (CH_4) yang dihasilkan menggunakan alat *Multi Gas Detector Analyzer*. Hasil penelitian ini menunjukkan persentase gas metana (CH_4) yang paling banyak dihasilkan diperoleh pada sampel 10 dengan massa katalis $\text{Ni/Al}_2\text{O}_3$ sebanyak 60 gram dan waktu operasi selama 130 menit yaitu sebesar 58,35%.

Kata Kunci: CO_2 , CH_4 , Katalis $\text{Ni/Al}_2\text{O}_3$, Metanasi CO_2 , *Fixed Bed Reactor*

ABSTRACT

THE EFFECT OF $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ CATALYST MASS VARIATION AND OPERATION TIME ON CO_2 METHANATION USING A FIXED BED REACTOR

Carbon Dioxide (CO_2) is one of the largest contributors to the greenhouse effect. Based on data from the Central Statistics Agency (BPS) of Indonesia (2024), greenhouse gas (GHG) emissions in Indonesia have continued to increase over the past five years. The total GHG emissions during the 2018–2022 period reached 4.56 billion tons, with CO_2 contributions coming from the processing industry, power generation, and transportation sectors, which collectively account for more than 80% of the national total emissions. One way to reduce carbon dioxide (CO_2) is by converting carbon dioxide (CO_2) into methane (CH_4) using the Sabatier reaction. This reaction involves the hydrogenation of CO_2 with the help of a catalyst, and the method used is in situ. The aim of this research is to optimize the conversion of carbon dioxide (CO_2) into methane (CH_4) through the methanation process using a Fixed Bed Reactor. In this research, CO_2 is used as the raw material with $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ catalyst and Zn as the promoter. The study was conducted by varying the mass of the $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ catalyst to 55 grams and 60 grams and the operation time to 90, 100, 110, 120, and 130 minutes, as well as adding the Zn promoter to enhance the catalyst's stability performance. For the analysis of methane (CH_4) gas produced, a Multi Gas Detector Analyzer was used. The results of this study show that the highest percentage produced methane (CH_4) gas was obtained in sample 10 with a $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ catalyst mass of 60 grams and an operation time of 130 minutes, which was 58.35%.

Keywords: CO_2 , CH_4 , $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ Catalyst, CO_2 Methanation, Fixed Bed Reactor

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan baik. Tugas Akhir yang berjudul "Pengaruh Variasi Massa Katalis Ni/Al₂O₃ dan Waktu Operasi Terhadap Metanasi CO₂ Menggunakan Alat *Fixed Bed Reactor*". Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan mata kuliah Tugas Akhir pada Program Studi DIV Teknologi Kimia Industri, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak. Maka pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Irawan Rusnadi, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya,
2. Dr. Yusri, S.Pd., M.Pd. selaku Wakil 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 DIV Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya,
6. Ir. Robert Junaidi, M.T. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang selalu memberikan bimbingan, motivasi, arahan serta dorongan yang tidak hentinya kepada penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik,
7. Didiek Hari Nugroho, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang selalu memberikan bimbingan, motivasi, arahan serta dorongan yang tidak hentinya kepada penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik,
8. Dosen Jurusan Teknik Kimia Program Studi DIV Teknologi Kimia Industri yang tidak dapat penulis sebut satu per satu karena telah memberikan banyak ilmu dan masukan kepada penulis,
9. Yang paling utama kepada kedua orang tua, Bapak Asnawi dan Ibu Ermawati yang telah memberikan motivasi dan dukungan, baik secara materi dan moril,

serta do'a yang tulus untuk kelancaran saat penyusunan sampai dengan penyelesaian Tugas Akhir ini,

10. Teman – teman sepenelitian Kelompok Gas Metana yang selalu saling mendukung, membantu dan memberikan kebahagiaan selama proses penelitian dan pengerjaan Tugas Akhir ini,
11. Teman – teman kelas 8 KIM angkatan 2021 terima kasih atas suka dan duka yang telah kita lalui, semoga kita semua menjadi orang yang sukses, *see you guys*,
12. Semua pihak yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir baik itu berupa saran, do'a, maupun dukungan yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, ada banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan di dalamnya. Oleh karena itu, penulis menyambut baik seluruh saran dan kritik yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan penulisan di masa yang akan datang. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberi wawasan dan pengetahuan baru bagi para pembaca, terutama bagi penulis sendiri.

Palembang, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	i
MOTTO	ii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 4
2.1 Metanasi Karbon Dioksida (CO ₂)	4
2.2 Karbon Dioksida (CO ₂).....	5
2.3 Katalis	6
2.4 Nikel-Alumina (Ni/Al ₂ O ₃)	8
2.5 Promotor Zinc (Zn)	9
2.6 Natrium Hidroksida (NaOH)	11
2.7 Silika Gel.....	11
2.8 Metana (CH ₄)	12
2.9 <i>Fixed Bed Reactor</i>	14
2.10 Faktor-faktor yang mempengaruhi Metanasi CO ₂	15
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	 18
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2. Alat dan Bahan Penelitian.....	18
3.3. Rancangan Penelitian	19
3.4. Prosedur Penelitian.....	19
3.4.1 Pembuatan larutan Natrium Hidroksida (NaOH)	19
3.4.2 Aktivasi Katalis Ni/Al ₂ O ₃	20
3.4.3 Prosedur Operasi Unit.....	21
3.4.4 Rangkaian Alat Metanasi CO ₂	22
3.4.5 Diagram Alir Proses Metanasi CO ₂	26
3.5. Analisis Hasil Percobaan.....	26
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	 27
4.1 Hasil	27
4.2 Pembahasan.....	28

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1. Kesimpulan	33
5.2. Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3. 1 Alat yang digunakan untuk penelitian.....	18
3. 2 Bahan yang digunakan untuk penelitian	18
4. 1 Hasil Analisis Kandungan Gas	27
4. 2 Hasil Analisis Kandungan Gas CO ₂	27
A. 1 Hasil Analisis Kandungan Gas	38
A. 2 Hasil Analisis Kandungan Gas CO ₂	38
B. 1 Volume CO ₂ Yang Digunakan	40
B. 2 Mol CO ₂	41
B. 3 Mol CO ₂ Yang Masuk.....	41
B. 4 Hasil Konversi CO ₂ Pada Massa Katalis Ni/Al ₂ O ₃ 55 gr.....	42
B. 5 Hasil Konversi CO ₂ Pada Massa Katalis Ni/Al ₂ O ₃ 60 gr.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2. 1 Reaksi Metanasi CO ₂ Secara <i>In Situ</i>	5
2. 3 Struktur Karbon Dioksida (CO ₂).....	6
2. 4 Nikel Alumina (Ni/Al ₂ O ₃).....	9
2. 5 Zinc (Zn) Powder	10
2. 6 Natrium Hidroksida (NaOH)	11
2. 7 Silika Gel.....	12
2. 8 Struktur Metana (CH ₄)	13
2. 9 <i>Fixed Bed Reactor</i>	14
3. 1 Diagram Alir Pembuatan Larutan NaOH	20
3. 2 Diagram Alir Proses Aktivasi Katalis Ni/Al ₂ O ₃	20
3. 3 Skema Proses Metanasi CO ₂	22
3. 4 Alat Metanasi CO ₂	24
3. 5 Diagram Alir Proses Metanasi CO ₂	26
4. 1 Pengaruh Variasi Massa Katalis Ni/Al ₂ O ₃ dan Waktu Operasi Terhadap Hasil Gas Metana (CH ₄)	28
4. 2 Pengaruh Variasi Massa Katalis Ni/Al ₂ O ₃ dan Waktu Operasi Terhadap Sisa Gas Karbon Dioksida (CO ₂)	30
4. 3 Pengaruh Variasi Massa Katalis Ni/Al ₂ O ₃ dan Waktu Operasi Terhadap Pembentukan Gas Hidrogen (H ₂).....	31
C. 1 Aktivasi Katalis Ni/Al ₂ O ₃	44
C. 2 Pembuatan Larutan NaOH	45
C. 3 Proses Metanasi CO ₂ pada alat <i>Fixed Bed Reactor</i>	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Data Pengamatan	38
B. Perhitungan	39
C. Dokumentasi	43
D. Surat Menyurat	49