

SKRIPSI
KONVERSI CO₂ MENJADI METANA PADA PROSES
METANASI MENGGUNAKAN KATALIS Ni/Al₂O₃



Diajukan Sebagai Persyaratan Mata Kuliah Skripsi Program Diploma IV
Pada Jurusan Teknik Kimia
Program Studi Teknologi Kimia Industri

OLEH:
MUHAMMAD FIKRI
(062240422486)

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

KONVERSI CO₂ MENJADI METANA PADA PROSES
METANASI MENGGUNAKAN KATALIS Ni/Al₂O₃

OLEH:
MUHAMMAD FIKRI
062240422486

Palembang, 15 Juli 2026

Menyetujui,

Pembimbing I,



Erika Dwi Oktaviani, S.T., M.Eng.
NUPTK 7335772673230253

Pembimbing II,



Didiek Hari Nugroho, S.T., M.T.
NUPTK 5362758659130123

Mengetahui,

Ketua Jurusan
Teknik Kimia



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

Koordinator Program Studi
D-IV Teknologi Kimia Industri



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



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jalan Srijaya Negara Bukit Besar - Palembang 30139
Telepon (0711) 353414 Laman: <http://polsri.ac.id>, Pos El : kimia@polsri.ac.id

Telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji
Di Program Diploma IV – Teknologi Kimia Industri Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
Pada tanggal 29 Juni 2026

Tim Penguji :

1. Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si.
NUPTK. 9451745646231073
2. Dr. Yuniar, S.T. M.Si.
NUPTK. 2953751652230102
3. Ir. Aisyah Suci Ningsih, M.T.
NUPTK. 5551747648230082
4. Rara Eka Dyla Putri, S.T., M.T
NUPTK. 5459772673230303

Tanda Tangan

()
()
()
()

Palembang, 08 Juli 2026
Mengetahui,
Koordinator Program Studi
D-IV Teknologi Kimia Industri



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





KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jalan Srijaya Negara Bukit Besar - Palembang 30139
Telepon (0711) 353414 Laman: <http://polsri.ac.id>, Pos El : kimia@polsri.ac.id

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Fikri
NIM : 062240422486
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia/D-IV Teknologi Kimia Industri

Menyatakan bahwa dalam penelitian laporan akhir dengan judul **"Konversi CO₂ menjadi Metana pada Proses Metanasi Menggunakan Katalis Ni/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.

Pembimbing I,

Erika Dwi Oktaviani, S.T., M.Eng.
NUPTK. 7335772673230253

Pembimbing II,

Didiek Hari Nugroho, S.T., M.T.
NUPTK. 5362758659130123

Palembang, 08 Juli 2026
Penulis

Muhammad Fikri
NIM. 062240422486



ABSTRAK

KONVERSI CO₂ MENJADI METANA PADA PROSES METANASI MENGUNAKAN KATALIS Ni/Al₂O₃

Muhammad Fikri, 2026, 83 Halaman, 14 Tabel, 9 Gambar, 4 Lampiran

Peningkatan emisi gas rumah kaca, terutama karbon dioksida (CO₂), menjadi tantangan global yang mendorong pengembangan teknologi konversi karbon menjadi energi alternatif. Proses metanasi atau reaksi Sabatier menawarkan solusi dengan mengubah CO₂ menjadi metana (CH₄) yang memiliki nilai kalor tinggi dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar sintetis. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh variasi suhu reaktor (180–300°C) dan waktu operasi (60–180 menit) terhadap konversi CO₂ menjadi metana menggunakan katalis Ni/Al₂O₃ dengan promotor Zn dalam sistem reaktor unggun tetap (*fixed-bed*) yang terintegrasi dengan unit absorpsi larutan NaOH. Kebaruan penelitian terletak pada integrasi fungsi NaOH sebagai media absorpsi di dalam reaktor sekaligus sebagai pemurni gas pada *absorber* pasca-reaktor, serta penggunaan sistem *tray* untuk mendistribusikan aliran gas secara merata melalui katalis. Proses diawali dengan aktivasi katalis menggunakan larutan NaOH 4M pada suhu 110°C selama 2 jam, dilanjutkan kalsinasi pada 600°C. Proses metanasi berlangsung pada tekanan 1 bar dengan laju alir gas tetap 0,05 L/menit. Produk gas dianalisis menggunakan *Multi Gas Detector Analyzer* untuk menentukan konsentrasi CH₄, CO₂, dan H₂ sisa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu 260°C memberikan konversi terbaik pada setiap variasi waktu operasi, sedangkan pada suhu 300°C terjadi penurunan konversi akibat kesetimbangan reaksi eksotermis yang bergeser ke arah reaktan dan konsumsi Zn yang berlebihan. Waktu operasi 120 menit merupakan waktu optimum pada rentang suhu 260°C dan 300°C, sementara pada waktu 150 dan 180 menit terjadi penurunan konversi akibat keterbatasan reduktor Zn dan potensi deaktivasi katalis. Kondisi operasi optimal dicapai pada suhu 260°C dengan waktu operasi 120 menit, yang menghasilkan konversi CO₂ tertinggi sebesar 65,59%, dengan konsentrasi CH₄ 63,22% dan sisa CO₂ 34,41%. Penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan teknologi konversi CO₂ menjadi bahan bakar alternatif yang efisien dan berkelanjutan.

Kata Kunci: CO₂, metanasi CO₂, katalis Ni/Al₂O₃, Logam Zn

ABSTRACT

CONVERSION OF CO₂ TO METHANE IN THE METHANATION PROCESS USING Ni/Al₂O₃ CATALYST

Muhammad Fikri, 2026, 83 pages, 14 Tables, 9 Figures, 4 Appendices

The increase in greenhouse gas emissions, particularly carbon dioxide (CO₂), poses a global challenge that drives the development of carbon conversion technologies for alternative energy. The methanation process, also known as the Sabatier reaction, offers a solution by converting CO₂ into methane (CH₄), which has a high calorific value and can be utilized as a synthetic fuel. This study aims to investigate the effect of reactor temperature variations (180–300°C) and operating time variations (60–180 minutes) on the conversion of CO₂ to methane using a Ni/Al₂O₃ catalyst with Zn promoter in a fixed-bed reactor system integrated with a NaOH solution absorption unit. The novelty of this research lies in the integration of two functions of NaOH in a single process configuration: NaOH is fed directly into the reactor together with the Zn-promoted Ni/Al₂O₃ catalyst, while also being circulated to the post-condenser absorber unit, as well as the use of a tray system to ensure even gas flow distribution through the catalyst bed. The process begins with catalyst activation using 4M NaOH solution at 110°C for 2 hours, followed by calcination at 600°C. The methanation process is carried out at a pressure of 1 bar with a constant gas flow rate of 0.05 L/min. The product gas is analyzed using a Multi Gas Detector Analyzer to determine the concentrations of CH₄, residual CO₂, and residual H₂. The results showed that a temperature of 260°C provided the best conversion for each operating time variation, while at 300°C the conversion decreased due to the shifting equilibrium of the exothermic reaction toward the reactants and excessive Zn consumption. An operating time of 120 minutes was found to be optimal in the temperature range of 260°C and 300°C, while at 150 and 180 minutes the conversion decreased due to limited Zn reductant and potential catalyst deactivation. The optimal operating condition was achieved at a temperature of 260°C with an operating time of 120 minutes, yielding the highest CO₂ conversion of 65.59%, with CH₄ concentration of 63.22% and residual CO₂ of 34.41%. This study contributes scientifically to the development of efficient and sustainable CO₂ conversion technology into alternative fuels.

Keywords: CO₂, CO₂ methanation, Ni/Al₂O₃ catalyst, Zn metal

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul **"Konversi CO₂ menjadi Metana pada Proses Metanasi Menggunakan Katalis Ni/Al₂O₃"** tepat pada waktunya. Laporan ini merupakan hasil rangkaian penelitian yang telah penulis laksanakan sebagai persyaratan kelulusan pada Program Studi D-IV Teknologi Kimia Industri, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis banyak memperoleh dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak, baik dari lingkungan akademik maupun non-akademik. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya 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. Bapak Tahdid, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Isnandar Yunanto, S.ST., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Yuniar, S.T., M.Si. selaku Koordinator Program Studi D-IV Teknologi Kimia Industri, Politeknik Negeri Sriwijaya, yang telah memberikan dukungan akademik dalam pelaksanaan kegiatan.
6. Ibu Erika Dwi Oktaviani, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan evaluasi selama pelaksanaan penelitian hingga penyusunan laporan ini.
7. Bapak Didiek Hari Nugroho, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan evaluasi selama pelaksanaan penelitian hingga penyusunan laporan ini.
8. Prof. Dr. Ir. Muhammad Yerizam, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama masa perkuliahan.

9. Kedua orang tua, saudara, dan seluruh keluarga besar penulis atas kasih sayang, doa, dukungan, moral, dan perhatian yang tiada henti selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan ini.
10. Seluruh teman-teman kelas 8 KIB seperjuangan yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama masa perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir ini.
11. Seluruh pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, tetapi turut membantu kelancaran pelaksanaan program dan penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki keterbatasan baik dari segi penulisan maupun isi. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi penyempurnaan laporan ini. Besar harapan penulis agar laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, dunia pendidikan, serta bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang teknik kimia.

Palembang, 23 Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat	5
1.5 Luaran Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Karbon Monoksida (CO) dan Karbon Dioksida (CO ₂).....	7
2.2 Metana (CH ₄).....	8
2.3 Proses Metanasi CO ₂	9
2.4 Katalis	14
2.5 Reaktor Katalitik pada Proses Metanasi	16
2.6 Seng (Zn).....	19
2.7 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Metanasi CO ₂	20
2.7.1 Temperatur Reaksi.....	20
2.7.2 Waktu Operasi dan Waktu Kontak.....	21
2.7.3 Karakteristik Katalis	22
2.7.4 Konsentrasi dan Jenis Media Absorpsi.....	22
2.7.5 Keberadaan Promotor dan Reduktor	22
2.7.6 Space Velocity	23
2.7.7 Tekanan Operasi	23
2.8 Penelitian Terdahulu.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	27
3.2 Alat dan Bahan.....	27
3.2.1 Alat yang digunakan	27
3.2.2 Bahan yang digunakan	27
3.3 Rancangan Penelitian	28
3.3.1 Variabel Tetap (Kontrol).....	28
3.3.2 Variabel Bebas	28
3.4 Pengamatan	30
3.5 Prosedur Percobaan.....	30
3.5.1 Membuat Larutan NaOH 4M.....	30
3.5.2 Proses Aktivasi Katalis Ni/Al ₂ O ₃	32
3.5.3 Prosedur Operasi Unit.....	33

3.5.4	Rangkaian Alat Metanasi	34
3.5.5	Membersihkan Alat.....	36
3.5.6	Diagram Alir	37
3.6	Analisa Produk	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		40
4.1	Hasil.....	40
4.2	Pembahasan	41
4.2.1	Pengaruh variasi suhu reaktor terhadap konversi CO ₂ menjadi metana	41
4.2.2	Pengaruh variasi waktu operasi terhadap konversi CO ₂ menjadi metana	44
4.2.3	Kondisi operasi optimal berdasarkan variasi suhu reaktor dan waktu operasi.....	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		49
5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran	49
DAFTAR PUSTAKA		51
LAMPIRAN A PENGAMATAN.....		57
LAMPIRAN B PERHITUNGAN		58
LAMPIRAN C DOKUMENTASI		67

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Sifat Fisik Karbon Monoksida dan Karbon Dioksida	7
2.2 Sifat Fisik Metana	8
2.3 Ringkasan Penelitian Terdahulu Terkait Proses Metanasi CO ₂ Menggunakan Katalis Ni/Al ₂ O ₃	25
3.1 Alat yang digunakan dalam penelitian	27
3.2 Bahan yang digunakan dalam penelitian.....	28
3.3 Matriks rancangan penelitian konversi CO ₂ menjadi metana	30
4.1 Hasil Analisa Sampel Tabung Gas CO ₂	40
4.2 Data Analisis Gas yang dihasilkan.....	40
4.2 Hasil Konversi CO ₂	41
4.4 Matriks Konversi CO ₂ pada Seluruh Kombinasi Suhu dan Waktu Operasi.....	47
A.1 Data Analisis Gas yang dihasilkan	57
A.2 Hasil Analisa Sampel Tabung Gas CO ₂	57
B.1 Volume CO ₂ yang digunakan	59
B.2 Mol CO ₂ Masuk.....	60
B.3 Hasil Konversi CO ₂	61
B.4 Biaya Investasi Awal Alat <i>Methanator</i>	62
B.5 Biaya Operasional per Siklus Produksi (120 menit)	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Katalis Ni/Al ₂ O ₃	16
2.2 <i>Fixed-bed Reactor</i>	19
3.1 Diagram Alir Pembuatan Larutan NaOH 4M	32
3.2 Rangkaian Alat Metanasi	35
3.3 Diagram Alir Proses Metanasi CO ₂	38
4.1 Pengaruh suhu reaktor terhadap gas CO ₂ yang dihasilkan	42
4.2 Pengaruh suhu reaktor terhadap gas CH ₄ yang dihasilkan	43
4.3 Pengaruh waktu operasi terhadap gas CO ₂ yang dihasilkan	45
4.4 Pengaruh waktu operasi terhadap gas CH ₄ yang dihasilkan	46