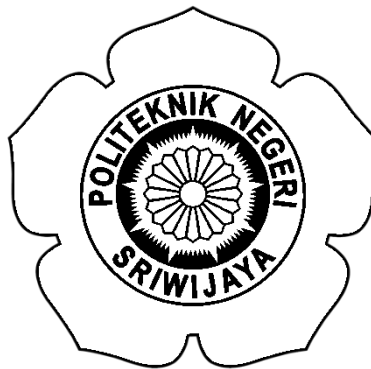


SKRIPSI
PENGARUH TEMPERATUR RENDAH DAN *RESIDENCE*
***TIME* TERHADAP PRODUKSI METANA PADA PROSES**
METANASI CO₂



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

OLEH:
ANDINI DWINOPTA
062240422473

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PENGARUH TEMPERATUR RENDAH DAN *RESIDENCE TIME*
TERHADAP PRODUKSI METANA PADA PROSES METANASI CO₂**

OLEH

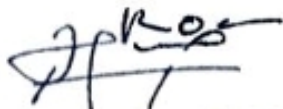
**ANDINI DWINOPTA
0622 4042 2473**

Palembang, Juli 2026

Menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II



**Ir. Robert Junaidi, M.T.
NUPTK. 0066071207**



**Didiek Hari Nugroho, S.T., M.T.
NUPTK.4444770671130292**

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.T.
NIP.197306211999032001**



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.S.T., M.T
NUPTK. 5459772673230303

Tanda Tangan

()
()
()
()

Palembang, 13 Juli 2026

Mengetahui,
Koordinator Program Studi
D-IV Teknologi Kimia Industri



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

NIP 197306211999032001

MOTTO

“Sekalipun hidup mengambil terlalu banyak dariku, aku akan tetap hidup sebagai jawaban atas doa-doa baik yang pernah dipanjatkan untukku.”

-

“Maka ingatlah Aku, niscaya Aku akan mengingatmu.”

(QS. Al-Baqarah [2]:152)



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : ANDINI DWINOPTA
NPM : 062240422473
Jurusan : Teknik Kimia
Program Studi : D-IV Teknologi Kimia Industri

Menyatakan bahwa dalam penelitian tugas akhir dengan judul **“Pengaruh Temperatur Rendah dan Residence Time terhadap Produksi Metana pada Proses Metanasi CO₂”**, 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,

Ir. Robert Junaidi, M. T
NUPTK. 0066071207

Pembimbing II,

Didiek Hari Nugroho, S.T., M.T.
NUPTK. 4444770671130292

Palembang, Juli 2026
Penulis,

ANDINI DWINOPTA
NPM. 062240422473

ABSTRAK

PENGARUH TEMPERATUR RENDAH DAN *RESIDENCE TIME* TERHADAP PRODUKSI METANA PADA PROSES METANASI CO₂

(Andini Dwinopta, 2026, 58 Halaman, 13 Tabel, 13 Gambar, 3 Lampiran)

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh temperatur rendah (170–190°C) dan *Residence Time* (10–50 menit) terhadap konversi CO₂ dan konsentrasi CH₄, mengevaluasi peran *Residence Time* dalam mengatasi keterbatasan kinetika reaksi, serta menentukan hubungan modifikasi konfigurasi reaktor dengan peningkatan produksi metana pada proses metanasi CO₂ dengan menggunakan bantuan katalis Ni/Al₂O₃ dalam sistem *catalytic batch reactor* berbasis sirkulasi loop. Penelitian dilakukan dengan menggunakan katalis Ni/Al₂O₃ sebanyak 50 gram, promotor Zn 15 gram, larutan NaOH 4 M sebanyak 250 mL, dan gas CO₂ sebagai bahan baku. Komposisi gas hasil reaksi dianalisis dengan menggunakan *Multi Gas Detector Analyzer*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kenaikan temperatur dan *Residence Time* meningkatkan konversi CO₂ dan pembentukan CH₄. Kondisi terbaik diperoleh pada temperatur 190°C dengan *Residence Time* 50 menit menghasilkan konsentrasi CH₄ sebesar 41,11% dan konversi CO₂ sebesar 46,82%, sedangkan hasil terendah diperoleh pada temperatur 170°C dengan *Residence Time* 10 menit (CH₄ 10,82%; konversi CO₂ 15,16%). Analisis kinetika menunjukkan reaksi mengikuti orde 1 terhadap CO₂ dengan konstanta laju reaksi meningkat dari 0,0067 menit⁻¹ (170°C) menjadi 0,0116 menit⁻¹ (190°C) dan energi aktivasi 46,91 kJ/mol. Modifikasi konfigurasi reaktor terbukti efektif meningkatkan kontak antara reaktan dan katalis sehingga proses konversi CO₂ menjadi metana berlangsung lebih optimal. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan pengembangan teknologi metanasi CO₂ pada kondisi operasi bertemperatur rendah.

Kata kunci: metanasi CO₂, metana, temperatur rendah, *Residence Time*, Ni/Al₂O₃.

ABSTRACT

THE EFFECT OF LOW TEMPERATURE AND RESIDENCE TIME ON METHANE PRODUCTION IN THE CO₂ METHANATION PROCESS

(Andini Dwinopta, 2026, 58 Pages, 13 Tables, 13 Figure, 3 Appendices)

This study aimed to analyze the effects of low temperature (170–190°C) and residence time (10–50 minutes) on CO₂ conversion and CH₄ concentration, evaluate the role of residence time in overcoming kinetic limitations, and determine the relationship between modified reactor configuration and methane production enhancement in the CO₂ methanation process with the assistance of a Ni/Al₂O₃ catalyst in a modified catalytic batch reactor with a loop circulation system. The experiments were carried out using 50 g of Ni/Al₂O₃ catalyst, 15 g of Zn promoter, 250 mL of 4 M NaOH solution, and CO₂ as the feed gas. The product gas composition was analyzed using a Multi Gas Detector Analyzer. The results showed that increasing temperature and residence time improved CO₂ conversion and methane production. The best performance was achieved at 190°C with a 50-minute residence time, yielding 41.11% CH₄ concentration and 46.82% CO₂ conversion, while the lowest results were obtained at 170°C with a 10-minute residence time (10.82% CH₄; 15.16% CO₂ conversion). Kinetic analysis revealed that the reaction followed first-order kinetics with respect to CO₂, with the rate constant increasing from 0.0067 min⁻¹ (170°C) to 0.0116 min⁻¹ (190°C) and an activation energy of 46.91 kJ/mol. The modified reactor configuration effectively enhanced contact between reactants and the catalyst, leading to more optimal CO₂ conversion to methane. These findings provide a reference for the development of low-temperature CO₂ methanation technology.

Keywords: CO₂ methanation, methane production, low temperature, residence time, Ni/Al₂O₃ catalyst.

KATA PENGANTAR

Tiada kata yang lebih layak mengawali tulisan ini selain ungkapan syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, pertolongan, dan kesempatan yang telah dianugerahkan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Temperatur Rendah dan *Residence Time* terhadap Produksi Metana pada Proses Metanasi CO₂”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi D-IV Teknologi Kimia Industri, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya.

Penyusunan skripsi ini merupakan proses yang penuh dengan tantangan, pengalaman, dan pembelajaran yang berharga. Selama proses tersebut, penulis memperoleh bantuan, bimbingan, doa, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan 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. 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 yang telah memberikan dukungan dan arahan selama proses akademik.
6. Ir. Robert Junaidi, M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berarti sejak pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi ini.
7. Didiek Hari Nugroho, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan, arahan, serta saran yang membangun selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.
8. Prof. Dr. Ir. Muhammad Yerizam, M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang senantiasa memberikan bimbingan dan motivasi selama penulis menempuh pendidikan di Politeknik Negeri Sriwijaya.

9. Kedua orang tua, saudara, dan seluruh keluarga besar penulis yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dan dukungan baik moril maupun materil, serta pengorbanan yang tiada henti selama penulis menempuh pendidikan hingga menyelesaikan skripsi ini.
10. Misda Apriyanti, Mela Agustina, dan Ongkik yang senantiasa memotivasi penulis sehingga penulis yakin mampu menyelesaikan studi ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada AKKC dan TeLeng yang telah menjadi bagian dari perjalanan penulis, serta kepada Grup Daun Suji, Ciwi-Ciwi Kost, atas kebersamaan, dukungan, dan semangat yang telah diberikan selama masa perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
11. Teman-teman seperjuangan KIB 22', dan Kelompok Metanasi 25' Program Studi D-IV Teknologi Kimia Industri yang telah memberikan dukungan, dan kerja sama, selama masa perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini.
12. Diri penulis sendiri yang telah bertahan dalam setiap proses, mempercayai setiap langkah, dan tidak berhenti berusaha hingga akhirnya mampu menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan sebagai bahan perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, menambah wawasan, serta menjadi salah satu referensi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Teknik Kimia dan penelitian mengenai pemanfaatan CO₂ melalui proses metanasi.

Palembang, 23 Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
MOTTO	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Luaran.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sejarah Penelitian.....	5
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Metana (CH ₄)	7
2.2.2 Karbon Dioksida (CO ₂).....	8
2.2.3 Natrium Hidroksida (NaOH)	8
2.2.4 Katalis	9
2.2.5 Seng (Zn).....	10
2.2.6 Reaksi Metanasi CO ₂	11
2.2.7 <i>Catalytic Batch Reactor</i> pada Proses Metanasi	12
2.2.8 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Metanasi CO ₂	14
2.3 Kerangka Pemikiran.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.2.1 Alat yang digunakan	18
3.2.2 Bahan yang Digunakan	18
3.3 Objek dan Variabel Penelitian	18
3.3.1 Objek Penelitian.....	18
3.3.2 Variabel Penelitian.....	19
3.4 Prosedur Penelitian	20
3.4.1 Pembuatan Larutan NaOH 4M	20
3.4.2 Proses Aktivasi Katalis Ni/Al ₂ O ₃	20
3.4.3 Prosedur Operasi Unit.....	21
3.4.4 Rangkaian Alat Metanasi CO ₂	23
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
4.2.1 Pengaruh Temperatur Rendah dan Perpanjangan <i>Residence</i>	

<i>Time</i> terhadap Konversi CO ₂ dan Konsentrasi CH ₄	28
4.2.2 Pengaruh Temperatur dan <i>Residence Time</i> terhadap CO ₂ (%vol).....	34
4.2.3 Pengaruh Temperatur dan <i>Residence Time</i> terhadap H ₂ (%vol).....	35
4.2.4 Pengaruh Modifikasi Konfigurasi Reaktor terhadap Produksi Metana.....	37
4.2.5 Analisis Kinetika dan Orde Reaksi	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN A	49
LAMPIRAN B.....	50
LAMPIRAN C.....	56
LAMPIRAN D	59

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 <i>Stage Of Art</i>	6
2.2 Sifat Fisik Metana	7
2.3 Sifat Fisik Karbon Dioksida.....	8
3.1 Alat yang digunakan untuk percobaan	18
4.1 Hasil Analisa Sampel Tabung Gas CO ₂	27
4.2 Data Analisis Gas yang Dihasilkan.....	27
A.1 Hasil Analisa Sampel Tabung Gas CO ₂	49
A.2 Data Analisis Gas yang dihasilkan	49
B.1 Hasil Konversi CO ₂	52
B.2 Hasil Regresi Linear	54
B.3 ln nCO ₂ vs t.....	54
B.4 Konstanta Laju Reaksi (k).....	54
B.5 Energi Aktivasi (Arrhenius)	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Reaksi metanasi secara <i>in situ</i>	12
2.2 Kerangka Pemikiran.....	17
3.1 Rangkaian Alat Metanasi	23
3.2 Skema Proses Metana CO ₂	25
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	26
4.1 Hubungan Temperatur dan <i>Residence Time</i> Konsentrasi CH ₄	28
4.2 Pengaruh Temperatur terhadap Konversi CO ₂	29
4.3 Pengaruh Suhu dan <i>Residence time</i> terhadap CO ₂ %vol.....	34
4.4 Pengaruh Suhu dan <i>Residence time</i> terhadap H ₂ %vol	36
4.5 Plot Orde 0 (C _A vs t) pada Berbagai Temperatur	40
4.6 Plot Orde 1 (ln C _A vs t) pada Berbagai Temperatur	40
4.7 Plot Orde 2 (1/C _A vs t) pada Berbagai Temperatur	41
4.8 Plot Arrhenius (ln k vs 1/T).....	42