



**POLITEKNIK NEGERI  
CILACAP**

**TUGAS AKHIR**

**PROTOTYPE ALAT PEREDUKSI CO<sub>2</sub> MENGGUNAKAN LARUTAN  
NaOH DAN KARBON AKTIF KOMERSIAL**

***PROTOTYPE OF CO<sub>2</sub> REDUCING DEVICE USING NaOH SOLUTION AND  
COMMERCIAL ACTIVATED CARBON***

Oleh:

**RACHMAWATI YUNITA**

**NPM : 18.02.07.020**

**Dosen Pembimbing :**

**ROSITA DWITYANINGSIH, S.Si., M.Eng.**

**NIP. 198403102019032010**

**DODI SATRIAWAN, S.T., M.Eng.**

**NIP. 198805072019031009**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNIK PENGENDALIAN PENCEMARAN LINGKUNGAN  
POLITEKNIK NEGERI CILACAP  
CILACAP**

**2022**



**POLITEKNIK NEGERI  
CILACAP**

**TUGAS AKHIR**

**PROTOTYPE ALAT PEREDUKSI CO<sub>2</sub> MENGGUNAKAN LARUTAN  
NaOH DAN KARBON AKTIF KOMERSIAL**

***PROTOTYPE OF CO<sub>2</sub> REDUCING DEVICE USING NaOH SOLUTION AND  
COMMERCIAL ACTIVATED CARBON***

Oleh:

**RACHMAWATI YUNITA**

**NPM : 18.02.07.020**

**Dosen Pembimbing :**

**ROSITA DWITYANINGSIH, S.Si., M.Eng.**

**NIP. 198403102019032010**

**DODI SATRIAWAN, S.T., M.Eng.**

**NIP. 198805072019031009**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNIK PENGENDALIAN PENCEMARAN LINGKUNGAN  
POLITEKNIK NEGERI CILACAP  
CILACAP**

**2022**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PROTOTIPE ALAT PEREDUKSI CO<sub>2</sub> MENGGUNAKAN LARUTAN  
NaOH DAN KARBON AKTIF KOMERSIAL**

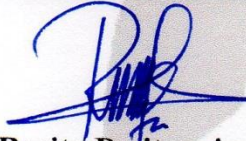
Telah disusun Oleh :

**RACHMAWATI YUNITA**

**NPM 18.02.07.020**

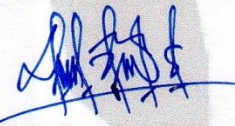
**Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat  
Untuk memperoleh Gelar Sarjana Terapan  
di  
Politeknik Negeri Cilacap**

**Dosen Pembimbing 1**



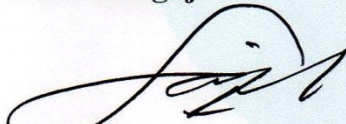
**Rosita Dwityaningsih, S.Si., M.Eng.**  
NIP. 198403102019032010

**Dosen Pembimbing II**



**Dodi Satriawan, S.T., M.Eng.**  
NIP. 198805072019031009

**Dosen Penguji 1**



**Saipul Bahri, S.T., M.Eng.**  
NPAK. 04.17.8031

**Dosen Penguji II**



**Ayu Pramita, S.T., M.M., M.Eng.**  
NPAK. 08.17.8040

**Mengetahui,**

**Koordinator Program Studi Sarjana Terapan  
Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan**



**Taufan Ratri Harjanto, S.T., M.Eng.**  
TPPL NPAK. 04.17.8028

## LEMBAR PERSETUJUAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul:

**“PROTOTYPE ALAT PEREDUKSI CO<sub>2</sub> MENGGUNAKAN LARUTAN  
NaOH DAN KARBON AKTIF KOMERSIAL”**

**“PROTOTYPE OF CO<sub>2</sub> REDUCING DEVICE USING NaOH SOLUTION  
AND COMMERCIAL ACTIVATED CARBON”**

yang ditulis oleh Rachmawati Yunita NPM. 180207020 ini telah diperiksa dan  
disetujui, serta layak diujikan di seminar akhir TA.

Cilacap, 9 Agustus 2022

**Dosen Pembimbing I**



**Rosita Dwityaningsih, S.Si., M.Eng.**

**NIP. 198403102019032010**

**Dosen Pembimbing II**



**Dodi Satriawan, S.T., M.Eng.**

**NIP. 198805072019031009**

**Mengetahui,**

**Koordinator Program Studi Sarjana Terapan  
Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan**



**Taufan Ratri Harjanto, S.T., M.Eng.**

**NPAK. 04.17.8028**

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Cilacap, 19 Agustus 2022

Yang menyatakan,



Rachmawati Yunita

NPM 18.02.07.020



**SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN MEMBERIKAN  
HAK BEBAS ROYALTI NONEKSLUSIF**

---

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rachmawati Yunita  
NPM : 18.02.07.020  
Prodi : D4 Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan  
Jenis Karya Ilmiah : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Cilacap Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty- Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“Prototipe Alat Pereduksi CO<sub>2</sub> Menggunakan Larutan NaOH Dan Karbon Aktif Komersial”**

Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Politeknik Negeri Cilacap berhak menyimpan, alih media/format, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui,

Tim Pembimbing



1. Rosita Dwityaningsih, S.Si, M.Eng.  
NIP. 198403102019032010



2. Dodi Satriawan, S.T., M.Eng.  
NIP. 198805072019031009

Cilacap, 19 Agustus 2022

Yang Menyatakan,



(Rachmawati Yunita)  
NPM: 180207020

## **SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN PUBLIKASI ILMIAH**

---

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rachmawati Yunita

NPM : 18.02.07.020

Prodi : D4 Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan

Jenis Karya Ilmiah : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk melaksanakan kegiatan publikasi karya ilmiah sebagai luaran tugas akhir/skripsi ke dalam bentuk jurnal Nasional/Internasional maupun Paten/Paten sederhana maksimal sebelum pendaftaran wisuda. Apabila dalam waktu yang ditentukan, saya belum menghasilkan luaran minimal dalam status submit, maka sebagai konsekuensi saya tidak berhak mendapatkan nilai dari hasil tugas akhir saya.

Demikian pernyataan ini saya buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui,

Tim Pembimbing



1. Rosita Dwityaningsih, S.Si, M.Eng.  
NIP. 198403102019032010



2. Dodi Satriawan, S.T., M.Eng.  
NIP. 198805072019031009

Cilacap, 19 Agustus 2022

Yang Menyatakan,



(Rachmawati Yunita)  
NPM: 180207020

## ABSTRAK

Biogas merupakan salah satu sumber energi alternatif terbarukan yang berasal dari bahan organik yang didegradasi secara anaerobik oleh bakteri dalam lingkungan bebas oksigen. Komponen utama dari biogas secara umum yaitu metana ( $\text{CH}_4$ ) 54-70%-vol, karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) 20-45%-vol), dan gas lain dalam jumlah yang relatif kecil. Kandungan gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) ini dapat menurunkan nilai kalor pada pembakaran biogas. Penelitian ini bertujuan untuk mereduksi kadar karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dari biogas dengan menggunakan larutan NaOH dan karbon aktif komersial. Pada penelitian ini juga membuat prototipe alat pereduksi  $\text{CO}_2$  yang sederhana, sistematis, dan efektif. Biogas yang digunakan pada penelitian ini menggunakan bahan limbah cair tahu dan kotoran sapi sebagai *starter* dengan perbandingan 1:1. Dalam penelitian ini menggunakan reaktor biogas dengan kapasitas volume sebesar 15 liter dimana 3 liter dari volume tersebut diisi dengan kotoran sapi dan 3 liter dengan limbah cair tahu. Sedangkan sisa ruang dalam reaktor digunakan sebagai ruang untuk gas yang dihasilkan dari proses biogas. Dengan alat ini,  $\text{CO}_2$  dalam biogas dijerap menggunakan larutan NaOH dengan konsentrasi 1 M dan 3 M dengan volume 500 ml dan dengan karbon aktif komersial sebanyak 65 gram. Kemudian pada proses reduksi  $\text{CO}_2$  menggunakan variasi laju alir 1 L/menit, 1,5 L/menit, dan 2 L/menit dengan waktu kontak 2 menit, 4 menit dan 6 menit. Hasil efektivitas penurunan  $\text{CO}_2$  tertinggi sebesar 96 % dengan larutan NaOH 1 M pada laju alir 1,5 L/menit dan waktu kontak 4 menit. Sedangkan dengan larutan NaOH 3 M menghasilkan efektivitas tertinggi sebesar 90% pada laju alir 1,5 liter/menit dan waktu kontak 4 menit. Kadar  $\text{CO}_2$  tertinggi pada *inlet* yang didapatkan sebesar 2,7% dan kadar terendah sebesar 0,3%. Sedangkan kadar  $\text{CO}_2$  tertinggi pada *outlet* tertinggi sebesar 0,4% dan dan terendah sebesar 0,1%.

**Kata kunci** : biogas, karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), karbon aktif, larutan NaOH, prototipe alat pereduksi  $\text{CO}_2$ .



## ABSTRACT

*Biogas is a renewable alternative energy source derived from organic matter which is degraded anaerobically by bacteria in an oxygen-free environment. The main components of biogas in general are methane (CH<sub>4</sub>) 54-70%-vol, carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) 20-45%-vol, and other gases in relatively small amounts. The content of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) gas can reduce the calorific value of biogas combustion. This study aims to reduce the level of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) from biogas by using a solution of NaOH and commercial activated carbon. In this study also made a prototype of a simple, systematic, and effective CO<sub>2</sub> reducing device. The biogas used in this study used tofu liquid waste and cow dung as a starter with a ratio of 1:1. In this study, a biogas reactor with a volume capacity of 15 liters was used where 3 liters of the volume were filled with cow dung and 3 liters with tofu liquid waste. While the remaining space in the reactor is used as a space for the gas produced from the biogas process. With this tool, CO<sub>2</sub> in biogas is adsorbed using NaOH solution with a concentration of 1 M and 3 M with a volume of 500 ml and with commercial activated carbon as much as 65 grams. Then in the CO<sub>2</sub> reducing process using a variation of flow rates of 1 L/min, 1.5 L/min, and 2 L/min with a contact time of 2 minutes, 4 minutes and 6 minutes. The results of the highest CO<sub>2</sub> reduction effectiveness were 96% with 1 M NaOH solution at a flow rate of 1.5 L/minute and a contact time of 4 minutes. Meanwhile, the 3 M NaOH solution produced the highest effectiveness of 90% at a flow rate of 1.5 liters/minute and a contact time of 4 minutes. The highest CO<sub>2</sub> level at the inlet obtained was 2.7% and the lowest level was 0.3%. While the highest level of CO<sub>2</sub> at the highest outlet was 0.4% and the lowest was 0.1%.*

**Keywords** : *activated carbon, biogas, carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), NaOH solution, prototype CO<sub>2</sub> reducing device.*

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh,*

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanallahu wata'ala, karena hanya dengan berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul:

**“Prototipe Alat Pereduksi CO<sub>2</sub> Menggunakan Larutan NaOH Dan Karbon Aktif Komersial”**

Tugas Akhir disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan Politeknik Negeri Cilacap dan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr).

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan akhir ini masih terdapat kekurangan dan kekeliruan, baik mengenai isi maupun cara penulisan. Untuk itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga laporan dan perancangan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua.

*Wassamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh.*

Cilacap, 19 Agustus 2022

Penulis

(Rachmawati Yunita)

## UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji bagi Allah Subhanallahu wata'ala yang telah memberikan kelancaran dan kebarokahan serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Prototipe Alat Pereduksi CO<sub>2</sub> Menggunakan Larutan NaOH Dan Karbon Aktif Komersial”**.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam proses pembelajaran di Politeknik Negeri Cilacap, maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Allah Subhanallahu wata'ala yang telah memberi ridho dan barokah-Nya sehingga dapat terselesaikannya Tugas Akhir ini.
- 2) Kedua orang tua saya Bapak Abrori dan Ibu Eli Maryanti (Almh) serta kakak kandung saya Dimas Praditya yang senantiasa memberikan dukungan baik moril dan materil, semangat, maupun doa setiap hari. Terimakasih Bapak dan Ibuku.
- 3) Bapak Taufan Ratri Harjanto, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan.
- 4) Ibu Rosita Dwityaningsih, S.Si., M.Eng. selaku dosen pembimbing I tugas akhir, terima kasih atas dukungan, motivasi, arahan serta bimbingannya sehingga terselesaikannya tugas akhir ini.
- 5) Bapak Dodi Satriawan, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing II tugas akhir, terima kasih atas semua dukungan, motivasi, arahan serta bimbingannya sehingga terselesaikannya tugas akhir ini.
- 6) Ibu Nurlinda Triwuri, S.T., M.Eng. selaku koordinator pelaksanaan tugas akhir Program Studi Sarjana Terapan Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan.
- 7) Bapak Saipul Bahri, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji I tugas akhir yang telah memberikan motivasi dan masukan.
- 8) Ibu Ayu Pramita, S.T., M.M., M.Eng. selaku dosen penguji II tugas akhir yang telah memberikan motivasi dan masukan.

- 9) Seluruh Dosen Program Studi Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, yang telah memberi ilmu yang bermanfaat untuk bekal masa depan.
- 10) Bapak Samuri selaku peternak sapi yang telah bersedia memberikan kotoran sapi sebagai bahan baku biogas.
- 11) Bapak Sawin selaku pemilik industri tahu yang telah bersedia memberikan limbah cair tahu sebagai bahan baku biogas.
- 12) Almira Lutfiyah Amanda Saputro dan Ratna Eka Noviana karena telah begitu baik dan simpatik sehingga saya dapat mengatasi semua tantangan ini. Saya tidak bisa menjelaskan betapa bersyukurya saya memiliki teman seperti kalian dalam hidup saya.
- 13) Levia Citta Insani selaku sahabat saya sejak kecil. Terima kasih telah menyediakan pundak dan telinga keluh kesahku saat aku sedang tidak baik-baik saja.
- 14) Adelita Galuh Intani terima kasih telah memberikan bantuan saat aku membutuhkannya, tanpa dukungan dan bantuanmu saya dapat mencapai titik ini.
- 15) Seluruh teman-teman yang telah membantu penelitian ini sehingga, penelitian dapat terlaksana dengan baik dan dapat terselesaikan.
- 16) *Least but not least, I wanna thank to me for believing in me, I wanna thank to me for doing all this hard work, I wanna thank to me for having no days off, I wanna thank me never quitting, for just being me at all times.*

Penyusun juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan Tugas Akhir, dan penyusun berharap Tugas Akhir yang telah dibuat dapat memberikan manfaat bagi pembacanya.

Cilacap, 19 Agustus 2022

Rachmawati Yunita  
NPM. 180207020



## **MOTTO**

“Tidak ada yang sempurna karena kesempurnaan hanya milik Allah Subhana wata’ala. Begitu juga dengan Tugas Akhir dan penelitian.”

“Tugas akhir terbaik itu bukan yang sempurna, tapi yang selesai”

“Sabar, ikhlas, dan bersyukur”

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN MEMBERIKAN HAK BEBAS ROYALTI NON EKSKLUSIF .....	v
SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN PUBLIKASI ILMIAH .....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
UCAPAN TERIMA KASIH.....	x
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR SIMBOL.....	xvii
DAFTAR ISTILAH .....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Batasan Masalah .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Penelitian Terdahulu .....	4
2.2 Teori-Teori Yang Relevan .....	9
2.2.1 Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> ) .....	9
2.2.2 Metode Kimia.....	10
2.2.3 Metode Fisika .....	10
2.2.4 Biogas .....	11

2.3 Hipotesis .....	11
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>13</b>
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan .....	13
3.2 Bahan dan Alat.....	13
3.3 Gambar Rancangan Prototipe .....	14
3.3.1 Reaktor Biogas .....	15
3.3.2 Kolom Larutan NaOH .....	16
3.3.3 Kolom Karbon Aktif.....	17
3.3.4 <i>Gas Holder</i> .....	17
3.3.5 <i>Flow Meter</i> .....	18
3.4 Prosedur Penelitian .....	19
3.5 Metode Analisa Data.....	20
3.6 Variabel Penelitian.....	22
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>24</b>
4.1 Hasil Perancangan Prototipe .....	24
4.2 Uji Fungsi Dan Pengujian Kebocoran .....	26
4.3 Uji Efektivitas Penurunan Kadar Karbondioksida (CO <sub>2</sub> ) .....	28
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>33</b>
5.1 Kesimpulan .....	33
5.2 Saran .....	34
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>35</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>38</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Ringkasan Penelitian Terdahulu .....	5
Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian .....	23
Tabel 4.1 Hasil Uji Kebocoran Percobaan Pertama.....	27
Tabel 4.2 Hasil Uji Kebocoran Percobaan Kedua .....	27
Tabel 4.3 Hasil Data Pengukuran Kadar CO <sub>2</sub> Pada Konsentrasi NaOH 1M.....	29
Tabel 4.4 Hasil Data Pengukuran Kadar CO <sub>2</sub> Pada Konsentrasi NaOH 3M.....	29



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Gambar Prototipe Alat Pereduksi CO <sub>2</sub> .....	14
Gambar 3.2. Reaktor biogas .....	15
Gambar 3.3. Kolom arutan NaOH .....	16
Gambar 3.4. Kolom karbon aktif .....	17
Gambar 3.5. <i>Gas bag</i> .....	17
Gambar 3.6. <i>Flow meter</i> .....	18
Gambar 3.7. Pompa <i>Vacum Angin</i> .....	18
Gambar 3.8. Diagram alir penelitian.....	19
Gambar 4.1. Prototipe alat pereduksi CO <sub>2</sub> .....	24
Gambar 4.2. Proses Pembuatan Biogas.....	25
Gambar 4.3. Pengujian Kebocoran .....	26

## DAFTAR SIMBOL

M	: Molaritas
%	: Persen
L/menit	: liter per menit
ppm	: <i>part per million</i>
<i>g</i>	: gas
<i>aq</i>	: <i>aqueous</i>
<i>S</i>	: <i>solid</i>
<i>l</i>	: <i>liquid</i>

## DAFTAR ISTILAH

Prototipe	:	model pertama dari produk yang digunakan untuk men-testing konsep atau gambaran dari ide kita
Absorpsi	:	proses pemisahan dengan mengontakkan campuran gas dengan cairan sebagai penyerapnya
Adsorpsi	:	suatu proses dimana molukel-molekul fluida (gas maupun cairan) yang menyentuh dan melekat pada permukaan padatan
Anaerob	:	suatu proses yang dilakukan dengan tanpa adanya udara digunakan untuk mengindikasikan tidak adanya akseptor elektron (oksigen)
<i>Starter</i>	:	sebuah bahan yang digunakan untuk memulai atau memunculkan bakteri pada biogas
<i>Gas holder</i>	:	tempat penampung biogas yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan biogas sebelum dialirkan melalui pipa koneksi menuju generator ataupun kompor biogas
Degradasi	:	penurunan suatu kadar zat
Karbon aktif	:	suatu jenis karbon yang memiliki luas permukaan yang sangat besar.
Titration	:	metode kimia untuk bisa menentukan konsentrasi larutan
Biogas	:	gas yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobik yang mendegradasi bahan-bahan organik