



**POLITEKNIK NEGERI
CILACAP**

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE PENJERAP GAS CO₂ DALAM
RANGKAIAN REAKTOR BIOGAS DENGAN SISTEM BERTINGKAT 3**

***DESIGN OF PROTOTYPE OF CO₂ ADSORB IN RANGE OF BIOGAS
REACTORS WITH 3 LEVEL SYSTEM***

Oleh:

TARISA DWI ARYANI

NPM : 19.02.07.059

Dosen Pembimbing :

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

NIP. 198403102019032010

THERESIA EVILA PURWANTI SRI RAHAYU, S.T., M.Eng.

NIP. 198410252019032010

**JURUSAN REKAYASA MESIN DAN INDUSTRI PERTANIAN
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNIK PENGENDALIAN PENCEMARAN LINGKUNGAN
POLITEKNIK NEGERI CILACAP**

2023



**POLITEKNIK NEGERI
CILACAP**

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE PENJERAP GAS CO₂ DALAM
RANGKAIAN REAKTOR BIOGAS DENGAN SISTEM BERTINGKAT 3**

***DESIGN OF PROTOTYPE OF CO₂ ABSORB IN RANGE OF BIOGAS
REACTORS WITH 3 LEVEL SYSTEM***

Oleh:

TARISA DWI ARYANI

NPM : 19.02.07.059

Dosen Pembimbing :

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

NIP. 198403102019032010

THERESIA EVILA PURWANTI SRI RAHAYU, S.T., M.Eng.

NIP. 198410252019032010

**JURUSAN REKAYASA MESIN DAN INDUSTRI PERTANIAN
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNIK PENGENDALIAN PENCEMARAN LINGKUNGAN
POLITEKNIK NEGERI CILACAP
CILACAP**

2023

HALAMAN PENGESAHAN
RANCANG BANGUN PROTOTIPE PENJERAP GAS CO₂ DALAM
RANGKAIAN REAKTOR BIOGAS DENGAN SISTEM BERTINGKAT 3

Telah disusun oleh :

TARISA DWI ARYANI

NPM. 190207059

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

Dosen Pembimbing I



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

Dosen Pembimbing II



Theresia Evila P.S.R, S.T., M.Eng
NIP. 198410252019032010

Dosen Penguji I



Ilma Fadlilah, S.Si., M.Eng
NIP. 199201032019032022

Dosen Penguji II



Nurlinda Ayu Triwuri, S.T., M. Eng
NPAK. 04.17.8032

Mengetahui

Koordinator Program Studi Sarjana Terapan
Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan



Theresia Evila Purwanti Sri Rahayu, S.T., M.Eng
NIP. 198410252019032010

Ketua Jurusan Rekayasa Mesin dan
Industri Pertanian



Mohammad Nurhilal, S.T., M.Pd., M.T
NIP. 197610152021211005

LEMBAR PERSETUJUAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul:

"RANCANG BANGUN PROTOTYPE PENJERAP GAS CO₂ DALAM RANGKAIAN REAKTOR BIOGAS DENGAN SISTEM BERTINGKAT 3"

"DESIGN OF PROTOTYPE OF CO₂ ADSORB IN RANGE OF BIOGAS REACTORS WITH 3 LEVEL SYSTEM"

yang ditulis oleh Tarisa Dwi Aryani NPM. 190207059 ini telah diperiksa dan disetujui, serta layak diujikan di seminar akhir TA.

Cilacap, 16 Agustus 2023

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Rosita Dwitvaningsih, S.Si., M.Eng.

Theresia Evila P.S.R, S.T., M.Eng.

NIP. 198403102019032010

NIP. 198410252019032010

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Sarjana Terapan
Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan



Theresia Evila Purwanti Sri Rahayu, S.T., M.Eng.

TPPL
NIP. 198410252019032010

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 2023

Yang menyatakan,



Tarisa Dwi Aryani

NPM 19.02.07.059

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

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tarisa Dwi Aryani

NPM : 19.02.07.059

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:

**“Rancang Bangun Prototipe Penjerap Gas CO₂ Dalam Rangkaian Reaktor
Biogas Dengan Sistem Bertingkat 3”**

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



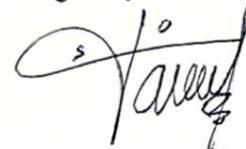
1. Rosita Dwityaningsih, S.Si, M.Eng.
NIP. 198403102019032010



2. Theresia Evila Purwanti Sri R, S.T., M.Eng
NIP. 198410252019032010

Cilacap, 16 Agustus 2023

Yang Menyatakan,



(Tarisa Dwi Aryani)
NPM: 190207059

SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN PUBLIKASI ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tarisa Dwi Aryani
NPM : 19.02.07.059
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



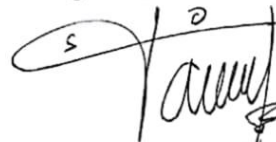
1. Rosita Dwityaningsih, S.Si, M.Eng.
NIP. 198403102019032010



2. Theresia Evila Purwanti Sri R, S.T., M.Eng
NIP. 198410252019032010

Cilacap, 16 Agustus 2022

Yang Menyatakan,



(Tarisa Dwi Aryani)
NPM: 180207020

ABSTRAK

Biogas merupakan gas mudah terbakar yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri anaerob. Prinsip pembuatan biogas adalah adanya dekomposisi bahan organik secara anaerobik (tertutup dari udara bebas) untuk menghasilkan gas yang sebagian besar kandungannya adalah gas metana (CH_4) dan karbondioksida (CO_2). Proses dekomposisi anaerobik dibantu oleh sejumlah mikroorganisme, terutama bakteri penghasil metan. Proses ini akan menghasilkan pemurnian biogas sebagai energi alternatif yang dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan rancang bangun prototipe penjerapan gas CO_2 dalam rangkaian reaktor biogas dengan sistem bertingkat 3, mendapatkan laju alir yang optimal dalam menurunkan kadar CO_2 dan mengetahui manakah yang paling efektif pada karbon aktif komersial dalam *housing filter* tingkat 1, tingkat 2, dan tingkat 3 dalam menurunkan kadar CO_2 . Pada penelitian ini rancang bangun dibuat dengan sederhana, sistematis, dan efisien. Desain dibuat menggunakan *software solid* pada desain dilakukan modifikasi yang pertama pompa vakum dan flow meter di letakan di dalam reaktor dan terjadi penyumbatan oleh *sludge* dan pengaduk mengenai pompa pada saat proses pengadukan. Kemudian dilakukan modifikasi yaitu pada bagian pompa dan *flow meter* diletakan di samping reaktor dan diberi dudukan, hanya bagian depan pompa yang masuk ke dalam reaktor untuk menyedot gas kemudian di alirkan menuju ke *housing filter* tingkat 1. Dengan alat ini, biogas di adsorpsi menggunakan karbon aktif komersial ukuran 100 *mesh* sebanyak 65 gram. Hasil dari proses penjerapan laju alir 2 L/menit pada tingkat 2 mampu menurunkan kadar CO_2 sebesar 96% dan yang paling efektif dalam menurunkan kadar CO_2 yaitu pada tingkat 3 sebesar 92%

Kata kunci: biogas, karbon dioksida (CO_2), karbon aktif komersial, rancang bangun, pemurnian biogas bertingkat dan berpengaduk.

ABSTRACT

Biogas is a flammable gas produced from the fermentation process of organic materials by anaerobic bacteria. The principle of making biogas is the decomposition of organic materials anaerobically (closed from free air) to produce gas, the majority of which is methane gas (CH₄) and carbon dioxide (CO₂). The anaerobic decomposition process is assisted by a number of microorganisms, especially methane-producing bacteria. This process will produce biogas purification as an alternative energy that can reduce the use of fossil fuels. This research aims to produce a prototype design for CO₂ gas adsorption in a series of biogas reactors with a 3-stage system, obtain optimal flow rates in reducing CO₂ levels and find out which is the most effective commercial activated carbon in level 1, level 2 and level filter housings. 3 in reducing CO₂ levels. In this research, the design was made in a simple, systematic and efficient manner. The design was made using solid software. In the design, modifications were made, first the vacuum pump and flow meter were placed in the reactor and a blockage occurred by sludge and the stirrer hitting the pump during the stirring process. Then modifications were made, namely that the pump and flow meter were placed next to the reactor and given a stand, only the front of the pump entered the reactor to suck up the gas and then flowed to the level 1 filter housing. With this tool, the biogas was adsorbed using activated carbon. Commercial size 100 mesh is 65 grams. The results of the absorption process with a flow rate of 2 L/minute at level 2 were able to reduce CO₂ levels by 96% and the most effective in reducing CO₂ levels was at level 3 by 92%.

Key words: *biogas, carbon dioxide (CO₂), commercial activated carbon, design, staged and stirred biogas purification.*

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh,

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

“Rancang Bangun Prototipe Penjerap Gas CO₂ Dalam Rangkaian Reaktor Biogas Dengan Sistem Bertingkat 3”

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.T).

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 2023

Penulis

(Tarisa Dwi Aryani)

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 **“Rancang Bangun Prototipe Penjerap Gas CO₂ Dalam Rangkaian Reaktor Biogas Dengan Sistem Bertingkat 3”**.

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 Ritanto dan Ibu Rita Wahyu Diana (Almh) serta kakak kandung saya Bagus Setyawan yang senantiasa memberikan dukungan baik moril dan materil, semangat, maupun doa setiap hari. Terimakasih Bapak dan Ibu.
- 3) Bapak Riyadi Purwanto, S.T.,M selaku Direktur Politeknik Negeri Cilacap.
- 4) Bapak Mohammad Nurhilal, S.T., M.Pd., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Rekayasa Mesin dan Industri Pertanian Politeknik Negeri Cilacap.
- 5) Ibu Theresia Evila Purwanti Sri Rahayu, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan.
- 6) 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.
- 7) Ibu Theresia Evila Purwanti Sri Rahayu, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing II tugas akhir, terima kasih atas semua dukungan, motivasi, arahan serta bimbingannya sehingga terselesaikannya tugas akhir ini.
- 8) Ibu Nurlinda Triwuri, S.T., M.Eng. selaku koordinator pelaksanaan tugas akhir Program Studi Sarjana Terapan Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan.
- 9) Ibu Ilma Fadlilah, S.Si., M.Eng. selaku dosen penguji I tugas akhir yang telah memberikan motivasi dan masukan.

- 10) Bapak Kusdiharta, S.T., M.P. selaku dosen penguji II tugas akhir yang telah memberikan motivasi dan masukan.
- 11) Seluruh Dosen Program Studi Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, yang telah memberi ilmu yang bermanfaat untuk bekal masa depan.
- 12) Bapak Samuri selaku peternak sapi yang telah bersedia memberikan kotoran sapi sebagai bahan baku biogas.
- 13) Seluruh teman-teman yang telah membantu penelitian ini sehingga, penelitian dapat terlaksana dengan baik dan dapat terselesaikan.

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 2023

Tarisa Dwi Aryani
NPM. 190207059

MOTTO

“Saya datang, saya bimbingan, saya ujian, saya revisi, saya lulus dan saya menang.”

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

“Sabar, ikhlas, dan bersyukur”

(Tarisa Dwi Aryani)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN MEMBERIKAN HAK BEBAS ROYALTI NONEKSKLUSIF	v
SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN PUBLIKASI ILMIAH	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
UCAPAN TERIMA KASIH	x
MOTTO.....	xii
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	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Teori Yang Relevan	9
2.2.1 Biogas.....	9
2.2.2 Komposisi Biogas	9

2.2.3 Bahan Baku Biogas	10
2.2.4 Tangki Berpengaduk	11
2.2.5 Pemurnian (<i>Purifikasi</i>)	11
2.2.6 Karbon Dioksida (CO ₂)	12
2.2.7 Metode Fisika	12
BAB III METODE PENELITIAN	14
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3 Alat Pengujian Kadar Gas CO ₂	16
3.4 Gambar Rancang Bangun Penjerap Gas CO ₂	17
3.4.1 Reaktor Biogas	20
3.4.2 Pengaduk	20
3.4.3 Kolom Karbon Aktif	21
3.4.4 <i>Gas Bag</i>	21
3.4.5 <i>Flow Meter</i>	22
3.4.6 Pompa Vakum Angin	22
3.5 Diagram Sistem Rancang Bangun Penjerapan Gas CO ₂	23
3.6 Prosedur Penelitian	24
3.7 Metode Analisa Data	25
3.7.1 Pengujian Kebocoran Alat	25
3.7.2 Kadar CO ₂ Sebelum dan Setelah Melalui Rancang Bangun	25
3.8 Variabel Penelitian	26
3.9 Jadwal Kegiatan Penelitian	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil Perancangan Alat	28
4.1.1 Perancangan	30
4.1.2 Pemilahan Alat	32
4.1.3 Pemilahan Material	33
4.1.4 Modifikasi Alat	36

4.2 Uji Fungsi dan Pengujian Kebocoran	37
4.3 Uji Efektivitas Penjerapan Gas CO ₂	39
BAB V PENUTUP	43
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
Tabel 2.2 Komposisi Biogas dan Kandungan %.....	10
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	27
Tabel 4.1 Daftar Alat.....	32
Tabel 4.2 Varian Material	33
Tabel 4.3 Alasan Pemilihan Material	34
Tabel 4.4 Hasil Uji Kebocoran Percobaan Pertama	38
Tabel 4.5 Hasil Uji Kebocoran Percobaan Kedua.....	39
Tabel 4.6 Hasil Data Pengukuran Kadar CO ₂ Variasi Laju Alir.....	40
Tabel 4.7 Hasil Data Pengukuran Kadar CO ₂ Pada Semua Kolom	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Gambar Alat <i>Portable Gas Analyzer</i>	16
Gambar 3.2 Gambar <i>Full View</i> Rancang Bangun	17
Gambar 3.3 Gambar Detail Bagian Rancang Bangun	18
Gambar 3.4 Reaktor Biogas	20
Gambar 3.5 Pengaduk	20
Gambar 3.6 Kolom Karbon Aktif	21
Gambar 3.7 <i>Gas Bag</i>	21
Gambar 3.8 <i>Flow Meter</i>	22
Gambar 3.9 Pompa Vakum Angin.....	22
Gambar 3.10 Diagram Alir Sistem Penjerapan CO ₂	23
Gambar 3.11 Diagram Alir Penelitian.....	24
Gambar 4.1 Rancang Bangun Penjerapan CO ₂	28
Gambar 4.2 Proses Pembuatan Biogas.....	29
Gambar 4.3 Desain Kerangka Alat.....	31
Gambar 4.4 Desain Alat Sebelum di Modifikasi	36
Gambar 4.5 Desain Alat Setelah di Modifikasi.....	37
Gambar 4.6 Pengujian Kebocoran	38
Gambar 4.7 Laju Alir Terhadap Penjerap Gas CO ₂	41
Gambar 4.8 Tingkat Kolom Terhadap Efektivitas Penjerap Gas CO ₂	42

DAFTAR SIMBOL

%	: Persen
L/menit	: Liter per menit
CO ₂	: Karbon dioksida
H ₂ S	: Hidrogen Sulfida
H ₂	: Hidrogen
N ₂	: Nitrogen
CH ₄	: Metana

DAFTAR ISTILAH

Rancang Bangun	: penggambaran, perencanaan, dan pembuatan sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah ke dalam suatu kesatuan yang utuh dan berfungsi.
Adsorpsi	: suatu proses dimana molekul-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>Gas Holder</i>	: tempat menampung biogas yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan biogas sebelum dialirkan melalui pipa koneksi menuju generator ataupun kompor biogas.
Karbon Aktif	: sebuah material yang didalamnya terdapat begitu banyak pori-pori yang sangat kecil, dengan adanya banyak pori-pori membuat karbon aktif memiliki kemampuan untuk menyerap setiap zat lain yang dekat denganya.
Biogas	: gas yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobik yang mendegradasi bahan-bahan organik
Starter	: sebuah bahan yang digunakan untuk memulai atau memunculkan bakteri pada biogas
Degradasi	: Penurunan kadar suatu zat

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia menghadapi berbagai permasalahan energi dalam beberapa tahun akhir ini. pertumbuhan populasi penduduk dan berkurangnya sumber cadangan minyak serta permasalahan emisi dari bahan bakar fosil, sehingga diperlukan energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan memenuhi kebutuhan energi Indonesia. Salah satu sumber energi alternatif yang dapat memenuhi kebutuhan sehari-hari adalah biogas (Ritonga dkk., 2021).

Biogas merupakan gas mudah terbakar yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri anaerob. Prinsip pembuatan biogas adalah adanya dekomposisi bahan organik secara anaerobik (tertutup dari udara bebas) untuk menghasilkan gas yang sebagian besar kandungannya adalah gas metana (CH_4) dan karbondioksida (CO_2). Proses dekomposisi anaerobik dibantu oleh sejumlah mikroorganisme, terutama bakteri penghasil metan. Proses ini akan menghasilkan biogas sebagai energi alternatif yang dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil (Megawati, 2014).

Biogas memiliki beberapa keunggulan dibandingkan bahan bakar fosil sehingga layak untuk dipertimbangkan sebagai pilihan energi bagi masyarakat. Sifatnya yang dapat diperbarui dan ramah lingkungan merupakan keunggulan yang dimiliki biogas dibandingkan bahan bakar fosil. Kandungan biogas didominasi oleh gas metana (CH_4) kemudian disusul oleh karbondioksida, dimana diketahui CO_2 merupakan sisa hasil dari suatu pembakaran maka akan mengganggu proses pembakaran itu sendiri (Hermawan dkk., 2016).

Kualitas biogas yang dihasilkan dari beberapa macam limbah kotoran ternak masih kurang baik dikarenakan masih banyaknya zat pengotor yang terdapat dalam biogas. Upaya untuk meningkatkan kualitas biogas dari zat pengotor perlu dilakukan proses pemurnian pada biogas dengan menyerap atau mengurangi kandungan zat pengotor pada biogas tersebut (Ritonga dkk., 2021).

Pada dasarnya bioreaktor *anaerob* merupakan suatu proses yang terdapat kegiatan mikroorganisme dimana digunakan untuk menghasilkan biogas. Pada proses ini anaerob memiliki proses yang berlangsung cukup lama, yang terdiri dari tiga tahap atau fase yang harus dilewati. Fase pertama yaitu dimulai dari hidrolisis saat proses penguraian, kemudian asedogenesis saat-saat untuk fermentasi atau pengasaman serta fase terakhir yaitu metanogenesis saat-saat pembentukan gas metan (Ritonga dkk., 2021).

Beberapa penelitian telah dilakukan terkait teknologi biogas, di antaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh (Yuwono & Soehartanto, 2013) hasilnya yaitu reaktor yang di rancang dengan model *Batch* di lengkapi pengaduk di bantu oleh dinamo (motor DC) mampu menghasilkan biogas lebih baik. Penelitian lain ialah yang dilakukan oleh (Ritonga dkk., 2021) diperoleh hasil penelitian yaitu penyusunan sistem pemurnian biogas secara paralel (*down-up*) bertujuan untuk mendapatkan biogas yang terbaik. Pada proses pemurnian arang aktif di dalam sistem pemurnian akan mengadsorpsi gas-gas pengotor yang terkandung dalam biogas. Proses adsorpsi terjadi dua kali secara berurutan (Ritonga dkk., 2021).

Berdasarkan latar belakang diatas, maka akan dilakukan penelitian dalam meningkatkan kualitas hasil biogas dengan melakukan penjerapan CO₂ dan mengembangkan inovasi baru reaktor yang di rancang dengan model *batch* dilengkapi pengaduk yang digerakan oleh dinamo (motor pengaduk) dan menguji kinerja unit *digester* dari sistem pemurnian biogas bertingkat dengan adsorben karbon aktif komersial.

Penyusunan *purifier* secara bertingkat bertujuan untuk mendapatkan biogas terbaik, yang dapat dilihat pada hasil filtrasinya. Pada proses filtrasi arang aktif di dalam *purifier* akan mengadsorpsi gas-gas pengotor yang terkandung dalam biogas. Proses adsorpsi terjadi tiga kali secara berurutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini, sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang bangun prototipe penjerapan gas CO₂ dalam rangkaian reaktor biogas dengan sistem bertingkat 3?
2. Manakah laju alir gas antara 1 L/menit, 1,5 L/menit, dan 2 L/menit yang mampu menurunkan kadar CO₂ secara efektif?
3. Manakah karbon aktif dalam *housing filter* tingkat 1, tingkat 2, dan tingkat 3 yang paling efektif dalam menurunkan kadar CO₂ dalam biogas?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang telah diuraikan diatas, maka dalam penelitian ini memiliki tujuan, antara lain :

1. Menghasilkan rancang bangun prototipe penjerapan gas CO₂ dalam rangkaian reaktor biogas dengan sistem bertingkat 3
2. Mendapatkan laju alir yang optimal dalam menurunkan kadar CO₂
3. Mengetahui manakah yang paling efektif pada karbon aktif komersial dalam *housing filter* tingkat 1, tingkat 2, dan tingkat 3 dalam menurunkan kadar CO₂

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang akan diberikan dalam penelitian ini, sebagai berikut

1. Bagi mahasiswa, sebagai sarana penerapan ilmu dan pengembangan potensi diri dalam perancangan model alat pemurnian biogas dan menambah referensi untuk memperluas pemahaman mengenai pengembangan energi baru terbarukan.
2. Bagi masyarakat, ini menyediakan alternatif yang terbarukan dan mengurangi pencemaran lingkungan.
3. Bagi negara, menyediakan alternatif mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak.

1.5 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penelitian ini, maka perlu adanya batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya memfokuskan pada penjerapan gas CO₂ dari rangkaian rancang bangun penjerapan gas CO₂ dalam rangkaian reaktor biogas dengan sistem bertingkat 3
2. Biogas yang digunakan pada pengujian ini adalah kotoran sapi yang di fermentasi selama 3 minggu.
3. CO₂ yang dijerap merupakan hasil dari proses fermentasi biogas
4. Proses pengadukan fermentasi biogas menggunakan sumber arus listrik PLN
5. Volume reaktor untuk fermentasi biogas sebesar 75 liter.
6. Karbon aktif yang digunakan merupakan karbon aktif komersial dari tempurung kelapa.