

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini digolongkan menjadi dua yaitu pada persiapan bahan dan alat. Persiapan alat dilakukan di PT PLN Indonesia Power PLTU Jateng 2 Adipala PGU pada bulan Desember 2022 – Januari 2023 dan pengujian alat di lakukan pada bulan Juni 2023 di Laboratorium Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan Politeknik Negeri Cilacap.

Penelitian ini dilaksanakan selama 5 bulan, dimana penelitian dan pengujian dilakukan selama 4 bulan dimulai dari bulan Februari sampai dengan bulan Juni 2023.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

No	Mesin/Alat	Spesifikasi	Kegunaan
1.	Drum Plastik	<ul style="list-style-type: none"> • Kapasitas 75 liter • Tinggi 62, diameter 34 • Bahan HDPE 	Untuk proses fermentasi dari kotoran sapi dan air
2.	Selang <i>pneumatic</i> 8 mm	<ul style="list-style-type: none"> • Ukuran 8mm x 5mm, • warna merah, bahan polyurethane 	Mengalirkan biogas dalam proses penjerapan CO ₂
3.	<i>Housing filter</i> 10 inch	<ul style="list-style-type: none"> • Panjang 24 cm, diameter 5 cm • Warna bening • Bahan plastik polypropylene 	Sebagai kolom karbon aktif komersial untuk mengadsorpsi gas-gas pengotor dalam biogas.
4.	Lem besi	<ul style="list-style-type: none"> • Tahan dan kuat terhadap temperatur, tekanan tinggi dan tahan air 	Sebagai bahan perekat plat ACP pada penutup motor DC

No	Mesin/Alat	Spesifikasi	Kegunaan
5.	Besi siku	<ul style="list-style-type: none"> • Panjang 30 cm • Tebal 1,4 mm • Terbuat dari plat besi lapisan anti karat 	Sebagai material kerangka pembuatan alat rancang bangun
6.	Plat Acp (<i>Aluminium Composite Panel</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Ketebalan 10 mm, ringan, mudah di pasang, dibentuk, dilipat, di bor, di lengkungkan 	Sebagai dudukan reaktor biogas dan dudukan sistem kolom karbon aktif
7.	Pengaduk	<ul style="list-style-type: none"> • Terbuat dari besi, ukuran 100x600 mm 	Untuk mengaduk kotoran sapi yang ada didalam reaktor
8.	Motor DC	<ul style="list-style-type: none"> • Kapasitas 250 watt • Lama pengadukan 5 menit 	Untuk menggerakkan pengaduk
9.	Roda	<ul style="list-style-type: none"> • Tipe bulat (TG50) • Bisa berputar 360 derajat • Terbuat dari karet, warna hitam 	Untuk mempermudah perpindahan alat
10.	<i>Flow Meter</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Flow meter 25 L/M</i> • Bahan dari <i>aluminium with brass inner</i> 	Mengukur laju aliran biogas
11.	<i>Gas Bag</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Kapasitas 1 liter, • material 4 layer aluminium foil, 	Sebagai wadah untuk menampung sampel gas yang akan di analisa

		<ul style="list-style-type: none"> • maksimal tekanan 6kpa dan dimensi sekitar 192 x 160 mm 	
12.	Mur dan baut	<ul style="list-style-type: none"> • Terbuat dari baja hitam dan terbuat dari besi biasa • M8x 8mm L : 1.000 mm 	Sebagai sambungan tidak tetap antar material
13.	Pompa Vakum Angin	<ul style="list-style-type: none"> • Tegangan listrik AC 220-240V, • Aliran yang dapat ditarik oleh pompa berkisar antara 0,75 - 2,5 L/menit. 	Pompa angin berfungsi untuk menyedot biogas yang dihasilkan dalam reaktor.

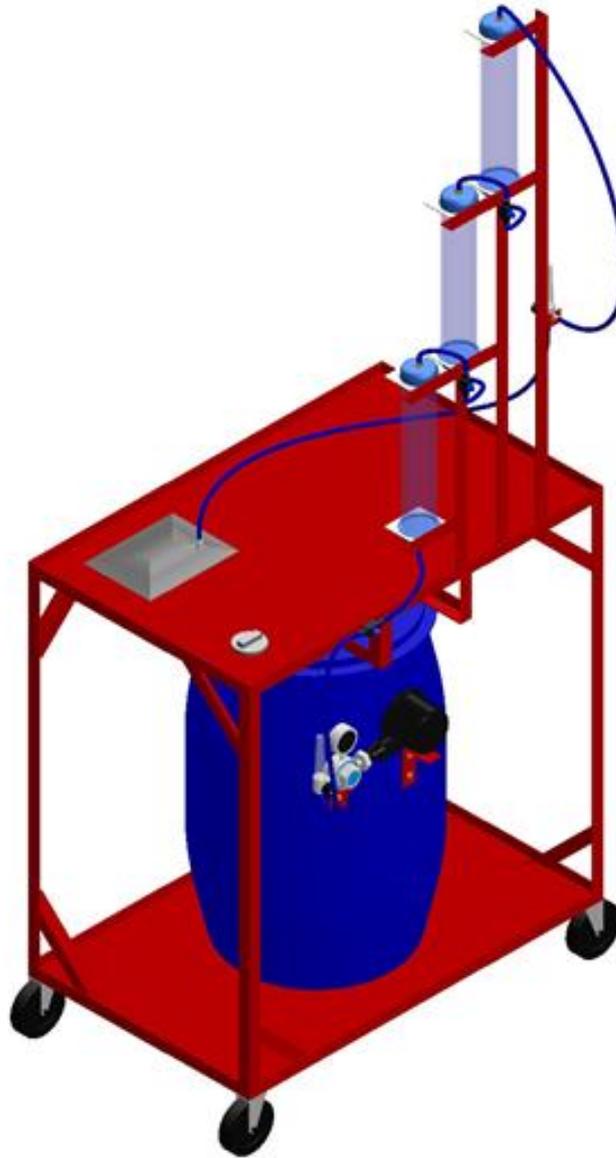
3.3 Alat Pengujian Kadar Gas CO₂

Alat yang digunakan adalah *portable gas analyzer* Sauerman Si-Ca 230. Pengujian dari alat ini terbaca dalam satuan persen (%).

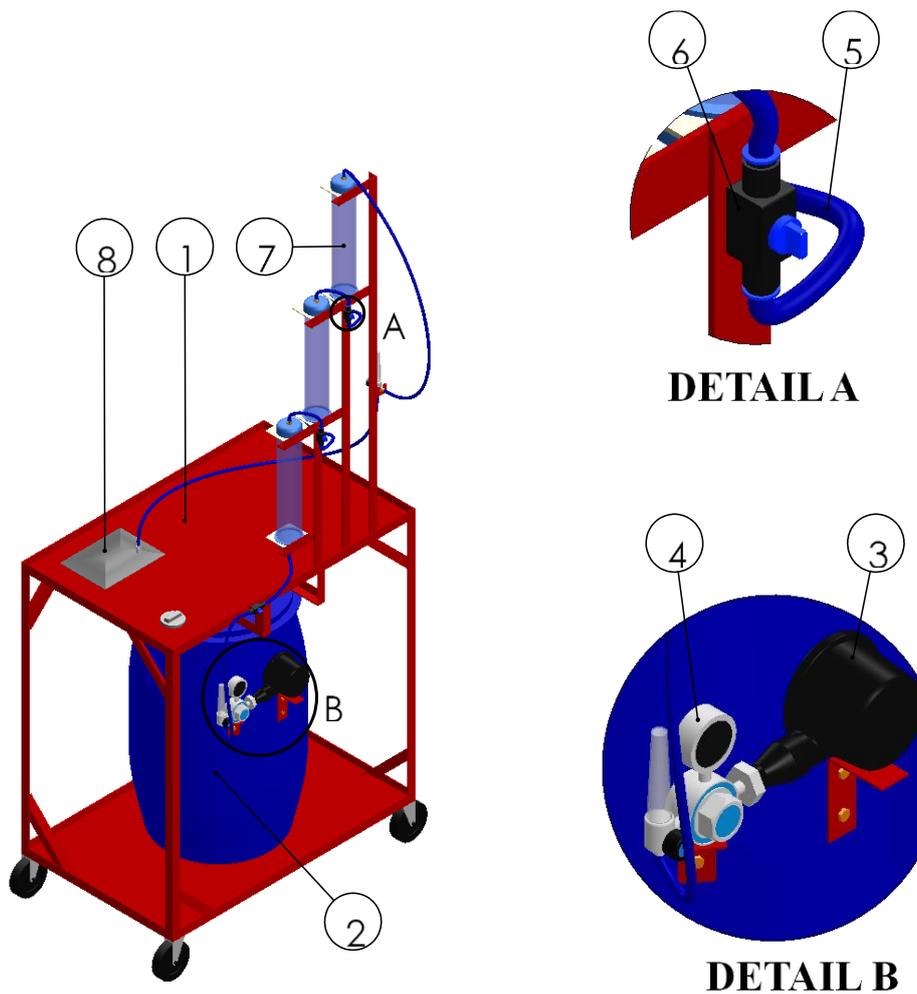


Gambar 3.1 Alat *Portable Gas Analyzer*

3.4 Gambar Rancang Bangun Prototipe Penjerap Gas CO₂



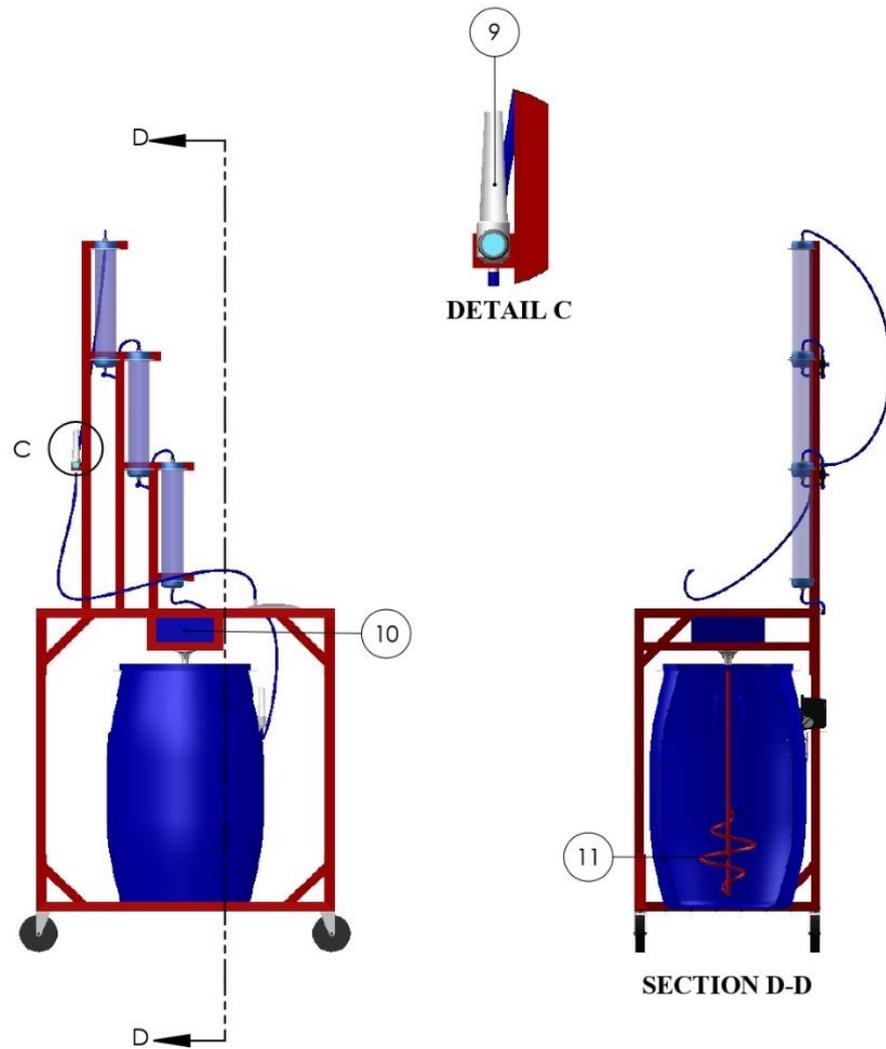
Gambar 3.2. Gambar *Full View* Rancang Bangun Prototipe Penjerap Gas CO₂ dengan menggunakan *software solid*



Keterangan :

1. Kerangka
2. Reaktor Biogas
3. Pompa Vakum Angin
4. *Flow Meter*
5. *Selang Pneumatic*
6. *Fitting Pneumatic Hand Valve*
7. *Housing Filter*
8. *Gas Bag*

Gambar 3.2. Gambar Detail Bagian-Bagian Rancang Bangun Prototipe Penjerap Gas CO₂



Keterangan :

- 9. *Flow meter*
- 10. Motor DC
- 11. Pengaduk

Gambar 3.3. Gambar Lanjutan Detail Bagian-Bagian Rancang Bangun Prototipe Penjerap Gas CO₂

3.4.1 Reaktor Biogas



Gambar 3.4 Reaktor biogas

Reaktor biogas memiliki daya tampung 75 liter. Pada bagian ini berfungsi menampung biogas dari limbah cair dan kotoran sapi. Pada bagian penutup diberi klem agar reaktor tertutup dengan rapat sehingga meminimalisir terjadinya kebocoran pada reaktor.

3.3.2 Pengaduk



Gambar 3.5 Pengaduk

Pengadukan dalam reaktor perlu dilakukan untuk mendapatkan campuran substrat homogen dengan ukuran partikel kecil. Pengadukan selama proses fermentasi juga berfungsi mencegah terjadinya benda-benda mengapung pada permukaan serta bermanfaat untuk mencampur methanogen dengan substrat.

Pengadukan juga memberikan kondisi temperature dan pH yang seragam dalam reaktor serta mempermudah pelepasan gas yang dihasilkan oleh bakteri. Berdasar kepentingan meningkatkan kualitas biogas yang dihasilkan, menggunakan pengaduk yang terbuat dari logam dan tahan korosif, ringan dioperasikan, disesuaikan dengan kebutuhan terjaganya proses fermentasi oleh bakteri metanogen.

3.4.3 Kolom Karbon Aktif



Gambar 3.6 Kolom karbon aktif

Bentuk tabung yang digunakan adalah dengan posisi horizontal. Bahan yang dipilih sebagai kolom karbon aktif adalah *housing filter* ukuran Panjang 24cm dan diameter 5cm yang diisi dengan karbon aktif. Pemilihan bahan dimaksudkan untuk mempermudah penggantian media filter yang digunakan. Selain itu juga dapat meningkatkan efisiensi kontak antara biogas dengan karbon aktif komersial dengan ukuran 100 mesh sebanyak 65 gram.

Biogas akan diadsorpsi oleh arang aktif yang berada di dalam tiga *purifier* yang disusun. *Purifier* disusun dengan 1 *purifier* berada di bawah dan 2 *purifier* lainnya berada lebih tinggi, sehingga filtrasi tersebut dinamakan dengan sistem *purifier* bertingkat. 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.

3.4.4 Gas Bag



Gambar 3.7. Gas bag

Gas bag berfungsi untuk menampung gas keluar dari rangkaian alat Rancang Bangun Portotipe Pemurni Biogas Sistem Bertingkat 3 atau dapat disebut dengan *gas holder*. Gas pada penampungan ini akan diuji untuk dianalisis kadar CO₂ yang terdapat dalam kandungan biogas. *Gas bag* yang digunakan memiliki volume 1 liter.

3.4.5 Flow Meter



Gambar 3.8. *Flow meter*

Flow meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan laju aliran gas. Aliran maksimum yang dapat diukur oleh *flow meter* ini sebesar 25 L/menit.

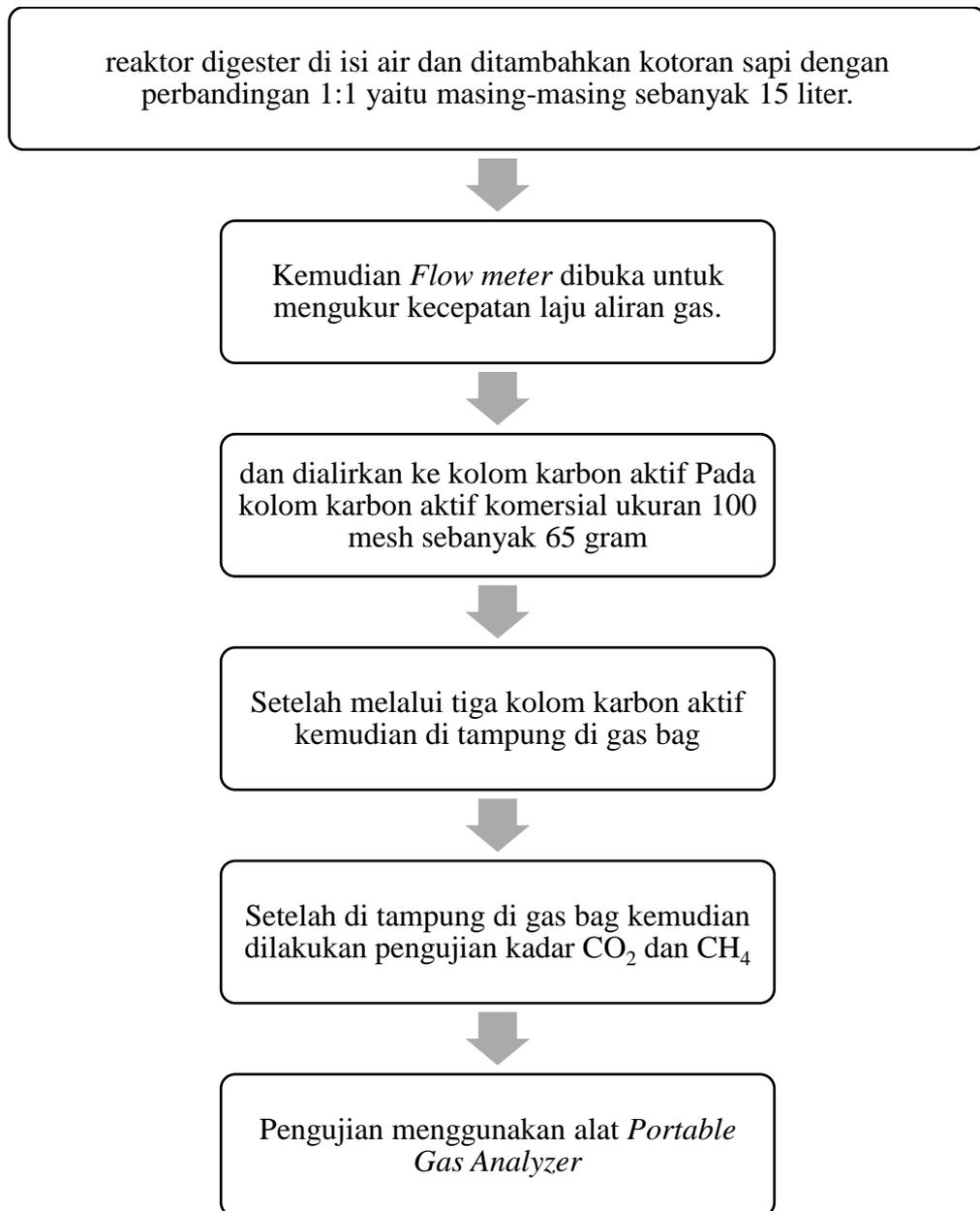
3.4.6 Pompa Vakum Angin



Gambar 3.9. Pompa vakum angin

Pompa angin berfungsi untuk menyedot biogas yang dihasilkan dalam reaktor. Pompa angin yang digunakan memiliki tegangan listrik AC 220-240V, dimensi ukuran pompa dengan panjang dan lebar 10 cm, serta tinggi 12 cm. Aliran yang dapat ditarik oleh pompa berkisar antara 0,75 - 2,5 L/menit.

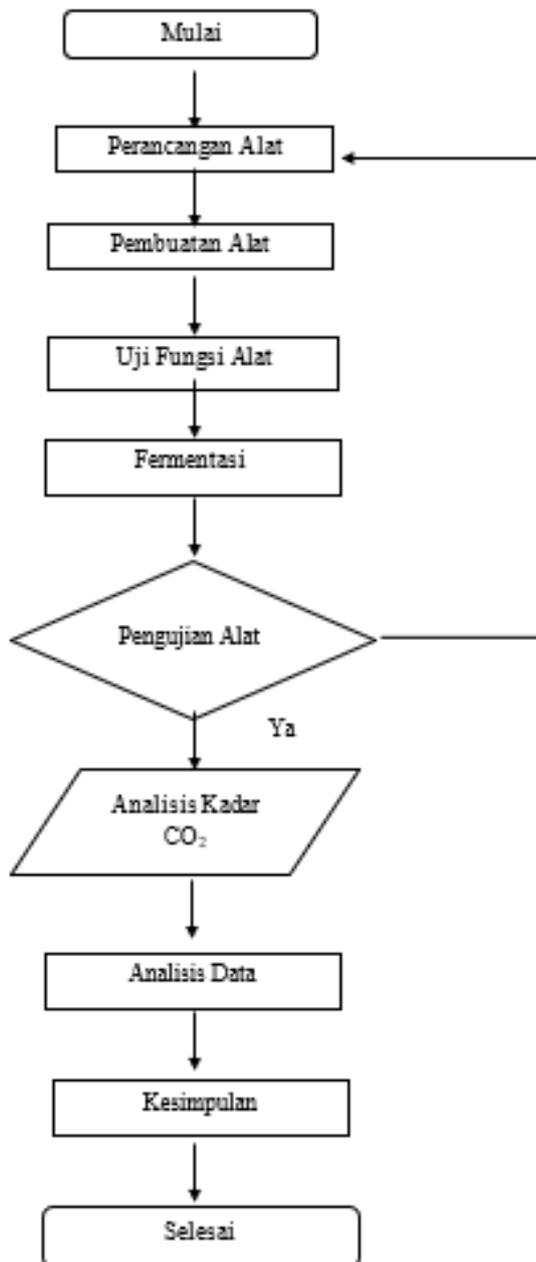
3.5 Diagram Sistem Rancang Bangun Penjerap Gas CO₂



Gambar 3.10. Diagram Alir Sistem Alat Penjerap Gas CO₂

3.6 Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat prosedur penelitian sebagai berikut :



Gambar 3.11. Diagram Alir Penelitian

Langkah awal yang dilakukan adalah persiapan bahan dan alat yang akan digunakan pada saat perancangan alat pemurnian biogas sistem bertingkat 3.

Kemudian perancangan alat dilakukan dengan perancangan desain dalam bentuk 3 dimensi. Selanjutnya dimulai penyusunan alat setiap komponen dan di rancang hingga terbentuk seperti desain yang telah dibuat. Setelahnya reaktor di isi air dan ditambahkan kotoran sapi dengan perbandingan 1:1 yaitu masing-masing sebanyak 15 liter. Pada *housing filter* akan disini dengan karbon aktif komersial ukuran 100 mesh sebanyak 65 gram. Kemudian dilakukan uji fungsi alat berupa kebocoran pada masing-masing komponen. Apabila masih terdapat kebocoran maka akan dilakukan perbaikan pada komponen yang mengalami kerusakan. Setelah itu dilakukan pengujian alat dengan menganalisis kadar CO₂ sebelum dan setelah melalui rangkaian alat rancang bangun prototipe penjerapan gas CO₂ dengan sistem bertingkat 3. Jika prototipe penjerapan CO₂ sudah diuji dan optimal dalam penggunaannya maka prototipe penjerapan CO₂ sistem bertingkat 3 telah selesai dibuat.

3.7 Metode Analisa Data

Dalam penelitian ini dilakukan pengambilan data dan analisis data sebagai berikut

3.7.1 Pengujian Kebocoran Alat

Pengujian kebocoran dilakukan secara manual dengan memberikan tekanan gas pada *input* alat dan mengisi tabung reaktor dengan air. Udara yang memiliki tekanan pada setiap bagian tabungnya dirasakan menggunakan telapak tangan, jika masih terasa udara berhembus pada tangan maka dilakukan perbaikan dengan menambahkan lem pada bagian yang terasa udara yang keluar atau pada bagian yang masih terdapat kebocoran air.

3.7.2 Kadar CO₂ Sebelum dan Setelah Melalui Rancang Bangun Prototipe Penjerap Gas CO₂

Kadar CO₂ diukur menggunakan *Gas Analyzer portable* yang ada pada laboratorium Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan Politeknik Negeri Cilacap. Pertama, *sampling gas* diambil dengan cara mengarahkan *probe* pada sumber gas. Setelah itu, pada *gas analyzer* akan terbaca berapa konsentrasi kadar CO₂.

Data yang didapatkan kemudian dianalisis secara kuantitatif dengan perhitungan efektivitas penurunan kadar CO₂ dari alat pemurnian biogas sistem bertingkat pada persamaan 3.1.

Efektivitas penurunan kadar CO₂ =

$$\frac{\text{input}-\text{output}}{\text{input}} \times 100\% \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan :

Input : Hasil pengambilan sample gas sebelum pemurnian

output : Hasil pengambilan sample gas setelah pemurnian

3.8 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- a) Variabel tetap adalah variabel yang ikut berpengaruh dalam sebuah penelitian dan dibuat sama (Sembiring, 2019). Variabel tetap dalam penelitian ini adalah volume reaktor biogas 75 liter, dan karbon aktif komersial 65 gram.
- b) Variabel terikat merupakan variabel atau data yang dipengaruhi di dalam penelitian (Sembiring, 2019). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kadar CO₂ dari proses produksi biogas.
- c) Variabel bebas merupakan variabel atau data yang mempengaruhi suatu penelitian (Ulfa, 2021). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah laju alir sebesar 1 L/menit, 1,5 L/menit, 2 L/menit, *housing filter* tingkat 1, tingkat 2, dan tingkat 3.

3.9 Jadwal Kegiatan Penelitian

JENIS KEGIATAN	BULAN							
	Desember 2022	Januari 2023	Februari 2023	Maret 2023	April 2023	Mei 2023	Juni 2023	Juli 2023
Studi Literatur								
Seminar Proposal								
Perancangan Alat								
Persiapan Bahan/Alat								
Pembuatan Prototipe Alat								
Pengujian Prototipe Alat								
Mengumpulkan Data								
Hasil Pengujian								
Pembuatan Laporan TA								
Sidang Laporan TA								
Revisi Laporan TA								
Menyusun Jurnal								