

**RANCANG BANGUN ALAT PEMURNIAN BIOGAS
BERBAHAN ZEOLIT**

SKRIPSI



Disusun Oleh :

ZAEHUL HAKIMIN
2020C1B029

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
MATARAM
2024**

HALAMAN PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN ALAT PEMURNIAN BIOGAS BERBAHAN ZEOLIT

Disusun Oleh :

ZAEHUL HAKIMIN
NIM : 2020C1B029


Setelah Membaca Dengan Seksama Kami Berpendapat Bahwa Skripsi Ini Telah Memenuhi Syarat Sebagai Karya Tulis Ilmiah

Telah Mendapat Persetujuan Pada Tanggal 22 Januari 2024

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,


Sirrajuddin H Abdullah, S.TP.,MP
NIDN: 0001017123


Muanah, S.TP.,M.Si
NIDN: 0831129007

Mengetahui
Universitas Muhammadiyah Mataram
Fakultas Pertanian
Dekan,


Buyu Wiryono, SP., MSi
NIDN: 0805018101



HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN ALAT PEMURNIAN BIOGAS BERBAHAN ZEOLIT

Disusun Oleh:

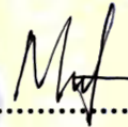
ZAEHUL HAKIMIN
NIM: 2020C1B029

Pada hari Rabu, 24 Januari 2024
Telah dipertahankan di depan tim penguji

Tim Penguji:

1. **Sirrajuddin H Abdullah, S TP.,MP**
Ketua
2. **Muanah, S.TP.,M.Si**
Anggota
3. **Karvanik, ST., M.T**
Anggota


(.....)



(.....)


(.....)

Skripsi Ini Telah Diterima Sebagai Bagian Dari Persyaratan Yang Diperlukan Untuk Mencapai Kebulatan Studi Program Strata Satu (S1) Untuk Mencapai Tingkat Sarjana Pada Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram

Mengetahui :
Universitas Muhammadiyah Mataram
Fakutas Pertanian
Dekan,




Budy Wirvono, SP., M.Si
NIDN: 0805018101

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Muhammadiyah Mataram maupun di perguruan tinggi lain.
2. Skripsi ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Tim pembimbing.
3. Skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku diperguruan tinggi ini

Mataram, Februari 2024

Yang membuat pernyataan



ZAEHUL HAKIMIN
NIM: 2020C1B029



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT**
Jl. K.H.A. Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : perpustakaan@ummat.ac.id

**SURAT PERNYATAAN BEBAS
PLAGIARISME**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : zaehul hakim
 NIM : 2020 C1 B029
 Tempat/Tgl Lahir : Senanggalin 10 Juli 2001
 Program Studi : Teknik Pertanian
 Fakultas : Pertanian
 No. Hp : 081 229 378 909
 Email : zaehulhakim@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi/~~KTI~~/Tesis* saya yang berjudul :

Rancang Bangun Alat Pemurnian Biogas Berbahan geofe

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 28%

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari Skripsi/KTI/Tesis* tersebut terdapat indikasi plagiarisme atau bagian dari karya ilmiah milik orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dan disebutkan sumber secara lengkap dalam daftar pustaka, saya **bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum** sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Mataram.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun dan untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Mataram, 29 Februari.....2024
 Penulis



zaehul Hakim
 NIM. 2020 C1 B029

Mengetahui,
 Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

Iskandar, S.Sos., M.A.
 NIDN. 0802048904

*pilih salah satu yang sesuai



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT**

Jl. K.H.A. Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : perpustakaan@ummat.ac.id

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : zaehul Hakim
 NIM : 2020C1B029
 Tempat/Tgl Lahir : Senanggalih 10 Juli 2001
 Program Studi : Teknik Pertanian
 Fakultas : Pertanian
 No. Hp/Email : 081 239 278 94 / zaehul.hakim@gmail.com
 Jenis Penelitian : Skripsi KTI Tesis

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama *tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta* atas karya ilmiah saya berjudul:

Rancang bangun alat pemurnian biogas berbahan septe

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Mataram, 29 Februari2024
 Penulis



zaehul Hakim
 NIM. 2020C1B029

Mengetahui,
 Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



Iskandar, S.Sos.,M.A.
 NIDN. 0802048904 *uly*

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Maka sesungguhnya Bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada tuhanmulah engkau berharap”

(QS. Al-Insyirah, 6-8)

“Dan bersabarlah kamu, sesungguhnya janji Allah adalah benar”

(QS. Ar-Ruum : 60)

PERSEMBAHAN:

- ❖ Untuk orang tuaku tercinta yang telah membesarkanku dengan penuh kasih sayang, kesabaran dan keikhlasan, yang telah mendidik serta membiayai hidupku selama ini sehingga aku bisa jadi seperti yang sekarang ini terima kasih ayah dan ibu semoga Allah merahmatimu.
- ❖ Untuk kakak dan adik-adikku terimakasih atas semua perhatian dan kasih sayang dan pengertiannya untukku.
- ❖ Untuk keluarga besarku yang tak bisa aku sebut satu persatu terimakasih atas motifasinya, dukungan dan perhatiannya selama proses penyusunan skripsi ini.
- ❖ Untuk orang yang selalu membimbingku dan selalu memberikanku arahan “Bapak Sirajuddin H Abdullah, S.TP, MP dan ibu Muanah, S TP.,M,Si terimakasih telah membantuku dalam menyelesaikan skripsi.

KATA PENGANTAR

Allhamdulillahirobbil alamin, Dengan menyebut nama Allah Subhanahuwata'ala yang maha pengasih lagi maha penyayang yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayahnya sehingga mampu mengantarkan penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul **“RANCANG BANGUN ALAT PEMURNIAN BIOGAS DENGAN PEMURNIAN MENGGUNAKAN ZEOLIT”** dapat di selesaikan dengan baik.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa segala hal yang tertuang dalam skripsi ini tidak akan terwujud apabila tidak adanya bantuan materi, moril dan spiritual dari berbagai banyak pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Budy Wiryono, SP.,M.Si, Selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Mtataram.
2. Bapak Syirril Ihromi, SP, M.P, Selaku Wakil Dekan I Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Matarm.
3. Bapak Adi Saputrayadi, SP., M.Si, Selaku Wakil Dekan II Fakultas Pertanian Universitas Muhammdiyah Mataram.
4. Ibu Muliatiningsih,SP.,MP, Selaku Ketua Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram.
5. Bapak Sirajuddin H Abdullah, S.TP, MP, selaku pembimbing utama.
6. Ibu Muanah, S TP.,M,Si. selaku pembimbing pendamping.

7. Ucapan banyak terimakasih kepada kedua orang tua tercinta, kakak, beserta adek tersayang yang telah banyak memberikan dukungan dan support terbaik dalam pengerjaan skripsi ini.
8. Sahabat seperjuangan yang selalu memberikan semangat serta motivasi untuk terus berjuang agar dapat menyelesaikan studi dengan tepat waktu.
9. Kepada semua pihak yang telah membantu proses pengerjaan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan dan kelemahan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu saran dan kritik sangat dibutuhkan oleh penulis untuk dalam menyempurnakan skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat memperkaya ilmu pengetahuan bagi seluruh Mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram khususnya, dan pembaca pada umumnya.

Mataram, 24 Januari 2024

Penyusun,

Zaehul Hakimin
NIM : 2020C1B029

RANCANG BANGUN ALAT PEMURNIAN BIOGAS BERBAHAN ZEOLIT

Zaehul Hakimin¹, Sirrajuddin H Abdullah², Muanah³

ABSTRAK

Biogas merupakan campuran gas yang dihasilkan dari penguraian limbah organik dengan bantuan bakteri melalui proses fermentasi anaerob (kedap udara). Biogas dengan kandungan metana tinggi dihasilkan dengan menghilangkan gas CO₂, H₂O, dan H₂S. Tujuan dari penelitian ini untuk melakukan rancangan alat pemurnian biogas, mengetahui sistem kerja alat pemurnian biogas dan mengetahui hasil uji kinerja alat pemurnian biogas. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental dimana dilakukan sebuah perancangan alat dan dilakukan uji kinerja pada alat yang dirancang. Penelitian ini mengukur 3 parameter pengukuran yaitu pengukuran kandungan karbondioksida (CO₂), kandungan gas metana (CH₄), dan tekanan. Penurunan rerata kandungan karbon dioksida (CO₂) setelah dilakukan proses pemurnian yaitu pada minggu pertama sebesar 483 ppm, pada minggu kedua sebesar 485 ppm, minggu ketiga sebesar 520 ppm, minggu keempat sebesar 538 ppm dan pada minggu kelima sebesar 497 ppm. Peningkatan rerata kandungan gas metan (CH₄) setelah dilakukan proses pemurnian yaitu pada minggu pertama sebesar 23,44 ppm, pada minggu kedua sebesar 23,36 ppm, minggu ketiga sebesar 24,90 ppm, minggu keempat sebesar 24,59 ppm dan pada minggu kelima sebesar 23,15 ppm. Tekanan pada biogas yang diukur selama 5 minggu pengukuran memiliki rerata tekanan yang stabil (tidak berbeda jauh) dimana tekanan pada minggu pertama memiliki tekanan mencapai 3.05 kPa, minggu kedua pengukuran tekanan mencapai 3.03 kPa, minggu ketiga mencapai 3.04 kPa, minggu keempat mencapai 3.05 kPa, dan minggu kelima mendapatkan jumlah tekanan mencapai 3.03 kPa.

Kata Kunci: Biogas, Alat Pemurnian Biogas, Karbondiosida, Gas Metana

1. Mahasiswa
2. Pembimbing Utama
3. Pembimbing Pendamping

DESIGN AND CONSTRUCTION OF ZEOLITE-BASED BIOGAS PURIFICATION DEVICE

Zaehul Hakimin¹, Sirrajuddin H Abdullah², Muanah³

ABSTRACT

Biogas is a gas mixture produced from the decomposition of organic waste with the assistance of bacteria through anaerobic (airtight) fermentation processes. Biogas with high methane content is produced by removing CO₂, H₂O, and H₂S gases. The purpose of this research is to design a biogas purification device, understand the working system of the biogas purification device, and determine the performance test results of the biogas purification device. The method used in this research is experimental method where a device design is carried out and performance tests are conducted on the designed device. This study measures 3 measurement parameters: carbon dioxide (CO₂) content measurement, methane gas (CH₄) content, and pressure. The average decrease in carbon dioxide (CO₂) content after the purification process is in the first week at 483 ppm, in the second week at 485 ppm, in the third week at 520 ppm, in the fourth week at 538 ppm, and in the fifth week at 497 ppm. The average increase in methane gas (CH₄) content after the purification process is in the first week at 23.44 ppm, in the second week at 23.36 ppm, in the third week at 24.90 ppm, in the fourth week at 24.59 ppm, and in the fifth week at 23.15 ppm. The pressure on biogas measured during the 5-week measurement has a stable pressure average (not significantly different), where the pressure in the first week reaches 3.05 kPa, the second week pressure measurement reaches 3.03 kPa, the third week reaches 3.04 kPa, the fourth week reaches 3.05 kPa, and the fifth week obtains a pressure amount of 3.03 kPa.

Keywords: Biogas, Biogas Purification Device, Carbon Dioxide, Methane Gas

1. Student
2. Main Supervisor
3. Assistant Supervisor



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	v
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
MOTO DAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.3.1. Tujuan Penelitian	3
1.3.2. Manfaat Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Produksi Biogas.....	4
2.2. Kandungan Biogas	6
2.3. Metode Pemurnian Biogas	8
2.4. Bahan Untuk Memurnikan Biogas	10

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian.....	12
3.2. Rancangan Percobaan	13
3.3. Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.3.1. Waktu Penelitian	13
3.3.2. Tempat Penelitian.....	13
3.4. Alat dan Bahan Penelitian	14
3.4.1. Alat Penelitian	14
3.4.2. Bahan Penelitian.....	14
3.5. Pelaksanaan Penelitian	14
3.6. Parameter dan Cara Pengukuran	15
3.6.1. Pengukuran CO ₂	15
3.6.2. Pengukuran CH ₄	15
3.6.3. Pengukuran Tekanan	16
3.7. Diagram Alir Penelitian	17
3.8. Analisis Data	18

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Perancangan Alat Pemurnian Biogas.....	19
4.2. Hasil Uji kinerja alat pemurnian biogas.....	21
4.2.1. Karbon Dioksida (CO ₂).....	22
4.2.2. Gas Metana (CH ₄).....	25
4.2.3. Tekanan	27

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

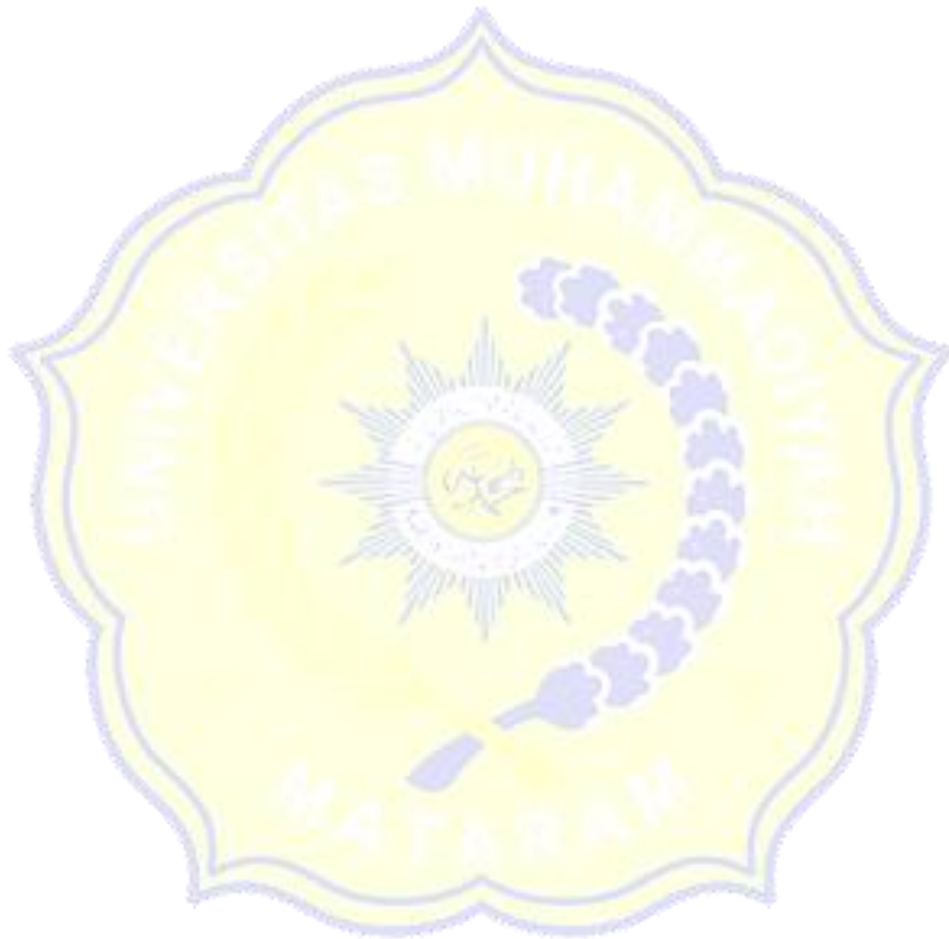
5.1. Kesimpulan	29
5.2. Saran.....	30

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN.....

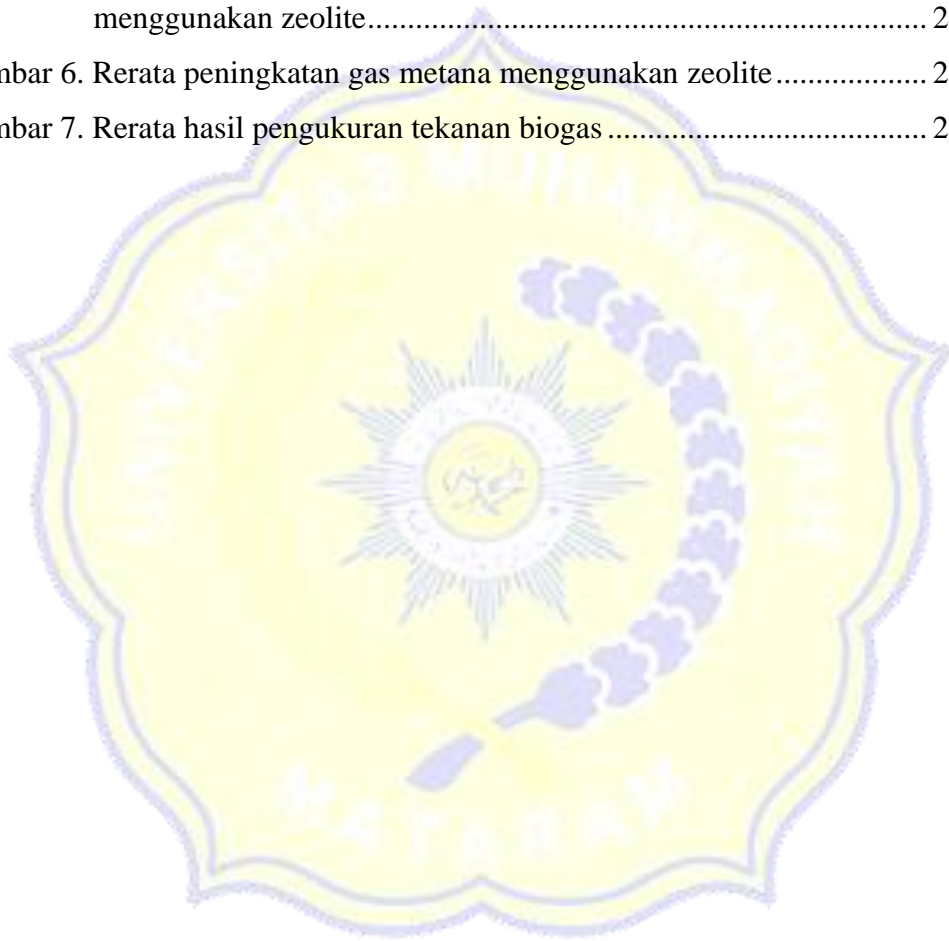
DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi pada Biogas.....	7
Tabel 2. volume tabung.....	20
Tabel 3. Hasil pemurnian karbon dioksida dengan menggunakan zeolite.....	22
Tabel 4. Hasil pemurnian gas metana menggunakan zeolite	25



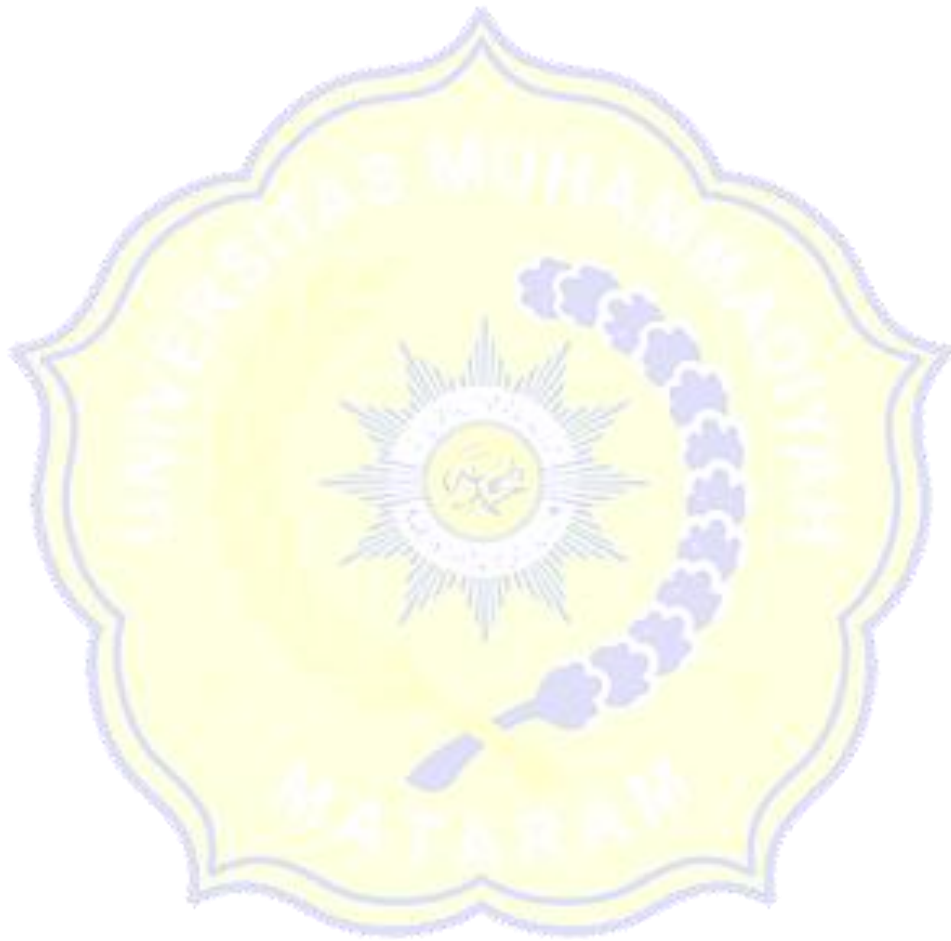
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Desain alat pemurnian biogas nampak depan	12
Gambar 2. Desain alat pemurnian biogas nampak atas.....	13
Gambar 3. Diagram alir Penelitian.....	17
Gambar 4. Instalasi Alat Pemurnian biogas	29
Gambar 5. Rerata penurunan kandungan karbon dioksida menggunakan zeolite.....	24
Gambar 6. Rerata peningkatan gas metana menggunakan zeolite.....	26
Gambar 7. Rerata hasil pengukuran tekanan biogas	27



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi hasil penelitian.....	34
---	----



BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Konsumsi energi yang bersumber dari fosil semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk sehingga menimbulkan krisis energi. Salah satu gejala krisis energi yang terjadi akhir-akhir ini yaitu kelangkaan gas LPG. Sejak tahun 2014 masyarakat sudah meninggalkan kayu bakar untuk kebutuhan memasak dan beralih sepenuhnya menggunakan gas LPG dengan alasan lebih nyaman dan tidak berasap. Hal ini menjadikan masyarakat sangat bergantung dengan keberadaan gas LPG. Untuk mengatasi permasalahan ini dibutuhkan energi alternatif yaitu biogas.

Biogas merupakan campuran gas yang dihasilkan dari penguraian limbah organik dengan bantuan bakteri melalui proses fermentasi anaerob (kedap udara). Komposisi biogas yang dihasilkan berbeda-beda baik itu secara kuantitas maupun kualitas tergantung jenis limbah yang digunakan. Pada biogas kualitas dapat dilihat berdasarkan persentase kandungan yang dihasilkan yaitu gas metana (CH_4), karbondioksida (CO_2), H_2S , air (H_2O) dan lain sebagainya. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Delvis.,dkk, 2017 bahwa limbah organik memiliki kandungan gas metan (CH_4) sebesar 50-70%, Karbondioksida (CO_2) 25-45%, Hidrogen (H_2) 1,0-5%, Hidrogen Sulfida) H_2S 0-3%, dan Oksigen (O_2) 0,1-0,5%. Jadi berdasarkan hasil kajian tersebut dapat dilihat bahwa komposisi kandungan tertinggi ditemukan pada gas metan dan karbondioksida.

Metana adalah hidrokarbon paling basa dalam bentuk gas, yang diwakili oleh rumus kimia CH_4 . Meskipun metana murni tidak berbau, bau belerang yang samar biasanya disertakan untuk penggunaan komersial guna membantu mengidentifikasi kebocoran. Metana merupakan sumber bahan bakar utama sebagai salah satu komponen gas alam, dimana semakin tinggi kandungannya maka kualitas biogas juga semakin tinggi. Sedangkan karbondioksida adalah sisa dari hasil suatu pembakaran bahan fosil dan biomasa, karbondioksida juga tidak memiliki warna dan tidak berbau, berbanding terbalik dengan gas metana yaitu semakin tinggi kandungan nya maka kualitas gas yang dihasilkan semakin rendah.

Biogas dengan kandungan metana tinggi dihasilkan dengan menghilangkan gas CO_2 , H_2O , dan H_2S . Pemurnian melibatkan beberapa langkah yang bervariasi berdasarkan laju aliran gas dan pertimbangan ekonomi. (Wellinger,2011). Maka dari itu untuk mendapatkan biogas dengan kualitas tinggi dilakukan proses pemurnian. Pada dasarnya pemurnian biogas dilakukan dengan menghilangkan atau menekan gas karbondioksida sehingga kandungan gas metan semakin meningkat. Namun dalam prosesnya dibutuhkan alat pemurnian biogas, sehingga fungsi dari alat pemurnian dapat digunakan atau dikembangkan lebih luas oleh masyarakat khususnya daerah Nusa Tenggara Barat (NTB). Masyarakat sudah mulai mengembangkan biogas skala rumah tangga baik itu dari kotoran ternak sapi, limbah sisa rumah tangga maupun limbah industri tahu dan tempe, Namun biogas yang dihasilkan memiliki kualitas yang masih rendah sehingga dibutuhkan teknologi yang

tepat, efektif, dan efisien, maka dari itu pada penelitian ini dilakukan penelitian dengan judul Rancang Bangun Alat Pemurnian Biogas Berbahan Zeolit.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut.

- a. Bagaimana merancang alat pemurnian biogas?
- b. Bagaimana sistem kerja alat pemurnian biogas?
- c. Bagaimana hasil uji kinerja rancangan alat pemurnian biogas?

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Melakukan rancangan alat pemurnian biogas.
- b. Mengetahui sistem kerja alat pemurnian biogas?
- c. Mengetahui hasil uji kinerja alat pemurnian biogas?

1.3.2. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Menghasilkan satu set alat pemurnian biogas yang dapat digunakan atau dikembangkan oleh pengguna biogas.
- b. Mengetahui dan dapat meningkatkan kualitas biogas yang di hasilkan
- c. Dapat dijadikan refrensi untuk penelitian selanjutnya dengan tujuan lebih baik dari sebelumnya .

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Produksi Biogas

Biogas merupakan salah satu bentuk energi biomassa yang berasal dari bahan organik yaitu sumber non-fosil seperti kotoran manusia, kotoran hewan, dan sisa tumbuhan. Sampah organik mudah didapat dan terjamin kelestariannya. Selain itu, sampah organik juga ramah lingkungan. Hal ini dapat menjadi aspek kunci ketika mengevaluasi biogas sebagai sumber energi prospektif. Biogas dihasilkan oleh fermentasi anaerobik bahan organik oleh bakteri tertentu. Gas yang dihasilkan terutama terdiri dari metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2), serta sejumlah kecil gas lainnya. Kandungan energi biogas ditentukan oleh konsentrasi CH_4 . Kandungan metana (CH_4) yang lebih tinggi mengakibatkan kandungan energi pada biogas meningkat, sedangkan konsentrasi metana yang lebih rendah menyebabkan kandungan energi pada biogas menurun (Pambudi, 2008).

Biogas merupakan sumber energi terbarukan yang dapat membantu memenuhi kebutuhan bahan bakar. Sumber energi ini berasal dari bahan non-fosil, biasanya limbah atau kotoran ternak. Pembangkitannya bergantung pada keberadaan rumput yang selalu tersedia dan terbarukan asalkan dikelola dengan baik. Gas alam tidak dianggap terbarukan karena berasal dari fosil yang membutuhkan waktu jutaan tahun untuk diproduksi.

Kotoran sapi merupakan bahan baku yang digunakan dalam produksi biogas. Kotoran sapi mengandung gas metana (CH_4) sebesar 65,7% (Wulandari & Labiba, 2017). Konsentrasi gas kotoran sapi yang tinggi menjadikannya bahan baku yang cocok untuk memproduksi biogas

(Wulandari dan Labiba, 2017). Kotoran sapi umumnya digunakan sebagai bahan utama produksi biogas karena rasio C/N optimalnya sebesar 26,5 (Fairuz, 2015). Kotoran ayam memiliki rasio karbon terhadap nitrogen yang rendah yaitu 9,1 (Sanjaya, 2015).

Gas metana memiliki nilai kalor berkisar antara 4800 kkal/m³ hingga 6700 kkal/m³, sedangkan gas metana murni memiliki kandungan energi sebesar 8900 kkal/m³. Hal ini membuat biogas cocok untuk aplikasi seperti penerangan, memasak, dan menyalakan mesin. Setiap 1m³ biogas setara dengan 0,46 kg liquefied petroleum gas (LPG), 0,62 liter solar, 0,52 liter bensin, 0,80 liter minyak tanah, dan 3,5 kilogram kayu bakar (Irawan & Ridhuan, 2017).

Bahan sumber biogas berasal dari substrat organik atau sisa mikroorganisme, baik yang sudah membusuk maupun segar. Menurut Wahyuni (2013), seekor sapi dapat menghasilkan 20 hingga 29 kilogram sampah segar setiap harinya. Biogas adalah gas yang dihasilkan dari penguraian bahan organik oleh mikroorganisme tanpa adanya oksigen.

Biogas dapat diproduksi melalui penguraian bahan organik dalam lingkungan anaerobik, seperti sistem tertutup, pencernaan anaerobik, usus besar hewan ruminansia, atau oleh rayap dan organisme kecil lainnya. Biogas diproduksi melalui pencernaan anaerobik, suatu proses di mana mikroorganisme memfermentasi sampah organik dalam lingkungan bebas oksigen. Rapport (2008) dalam Abbasi, Tauseef dan Abbasi (2012) menggambarkan fermentasi menjadi empat tahap dasar.

- 1 Senyawa organik besar termasuk karbohidrat, protein, dan lemak dipecah oleh mikroorganisme fermentasi dan hidrolisis menjadi asam amino, asam lemak rantai panjang, dan gula melalui proses hidrolisis.
- 2 Bakteri mengubah produk hidrolisis menjadi asam lemak yang mudah menguap, seperti laktat, propionat, butirat, dan valerat, pada langkah awal fermentasi asidogenesis.
- 3 Selama asetogenesis, bakteri asetogenik mengonsumsi produk samping fermentasi untuk menghasilkan asam asetat, karbon dioksida, dan hidrogen.
- 4 Tahap ini melibatkan dua kelompok bakteri penghasil metana yang berbeda. Satu kelompok mengubah hidrogen dan karbon dioksida menjadi metana, sementara kelompok lainnya menghasilkan metana melalui dekarboksilasi asetat. Organisme metanogenik memetabolisme asetat, hidrogen, dan karbon dioksida untuk menghasilkan metana.

2.2. Kandungan Biogas

Biogas sebagian besar terdiri dari metana (CH_4), karbon dioksida (CO_2), hidrogen sulfida (H_2S), dan banyak gas lainnya dalam jumlah kecil. CO_2 dalam biogas dapat menurunkan nilai kalornya. Tingkat kemurnian gas metana yang tinggi dalam biogas harus diperhitungkan untuk menjamin pembakaran yang optimal. Oleh karena itu, penting untuk memurnikan biogas dengan menghilangkan gas pengotor untuk mencapai kandungan gas metana yang tinggi. Pemurnian biogas dapat dicapai melalui banyak teknik termasuk

adsorpsi, pemisahan kriogenik, penggosokan air, filtrasi membran, dan penyerapan bahan kimia. (Bambang, 2017).

Tabel 1. Komposisi pada Biogas

Komposisi Gas	Jumlah (%)
Metan (NH ₄)	50 – 70
Nitrogen (N ₂)	0 - 0,3
Karbon Dioksida (CO ₂)	25 – 45
Hidrogen (H ₂)	1,0 – 5
Oksigen (O ₂)	0,1 - 0,5
Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	0 – 3

Sumber : Delvis., dkk, 2017

Metana adalah hidrokarbon paling dasar dan memiliki rumus kimia CH₄. Meskipun metana murni tidak berbau, sejumlah kecil bau belerang biasanya ditambahkan untuk penggunaan komersial guna memudahkan pendeteksian potensi kebocoran. Metana adalah sumber bahan bakar utama karena merupakan komponen utama gas alam. Pembakaran molekul metana dengan oksigen menghasilkan satu molekul karbon dioksida dan dua molekul air : $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$.

Pengukuran produksi gas metana dapat ditentukan dengan persamaan hubungan $G = 5,62 (eF - 1.42A)$

Dimana :

G = Produksi CH₄, ft³/hari

e = Penyisihan efisiensi BOD, (1,32)

F = kenaikan BOD, lb/hari

A = Total Suspended Solid (TSS), lb/hari

Gas metana dihasilkan oleh pemecahan bahan organik dengan bantuan berbagai bakteri. Biogas dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan panas, listrik, dan bahan bakar menurut Avicioglu dan Turker (2012).

Gas metana, yang sering disebut CH_4 , merupakan komponen utama biogas dan berperan penting dalam pembakaran. Selain gas metana (CH_4) yang penting untuk pembakaran, ada komponen lain yang dapat mengganggu atau merugikan proses tersebut. Biogas yang dihasilkan oleh reaktor memerlukan pemurnian untuk menghilangkan gas pengotor sebelum dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar mesin bensin. CO_2 merupakan salah satu polutan yang perlu dikurangi. Peningkatan konsentrasi CO_2 dalam biogas mengakibatkan penurunan nilai pembakarannya. (Nurdin & Aries, 2018)

2.3. Metode Pemurnian Biogas

Berbagai teknologi pemurnian biogas telah dikembangkan, seperti teknologi water scrubbing, penyerapan kimia, pemurnian membran, dan adsorpsi. Metode adsorpsi biogas menggunakan prinsip penyerapan gas, khususnya menargetkan CO_2 , untuk meningkatkan konsentrasi metana (CH_4) dalam biogas.

Adsorpsi adalah fenomena ketika molekul fluida bersentuhan dan menempel pada permukaan suatu bahan padat (Nasruddin, 2005). Adsorpsi adalah proses melekatnya molekul gas atau cairan pada permukaan padat melalui kontak sehingga menyebabkan terjadinya kondensasi molekul tertentu pada permukaan tersebut (Suryawan, 2004). Adsorbat adalah zat yang diserap pada permukaan, sedangkan bahan tempat terakumulasinya adsorbat disebut

adsorben (Duang D., 1998). Metode adsorpsi untuk pemurnian biogas menggunakan adsorben padat seperti karbon aktif atau zeolit untuk menyerap CO_2 .

Ryckebosch (2011) menyatakan bahwa pemurnian biogas melibatkan dua langkah utama: menghilangkan komponen jejak seperti hidrogen sulfida dan uap air yang menyebabkan korosi, dan mengekstraksi gas karbon dioksida untuk meningkatkan nilai kalor. Proses pemurnian biogas dapat dilakukan dengan beberapa metode pemurnian antara lain dengan menggunakan water scrubbing, penyerapan kimia menggunakan adsorpsi ayunan tekanan MEA dan DEA serta pemisahan kriogenik.

Pemurnian biogas melibatkan penggosokan air melalui proses penyerapan fisik. Proses pemurnian melibatkan kontak gas-cair berlawanan arah pada suhu sekitar dan tekanan 8 bar. Gas karbon dioksida (CO_2) dan hidrogen sulfida (H_2S) diserap ke dalam cairan saat mengalir ke bawah kolom. Gas CO_2 dan H_2S mempunyai kelarutan yang lebih tinggi dalam air dibandingkan dengan gas CH_4 . Air yang mengandung karbon dioksida (CO_2) dan hidrogen sulfida (H_2S) kemudian direduksi dalam kolom stripper.

Pemurnian biogas melalui Penyerapan Kimia didasarkan pada reaksi kimia antara gas dan cairan penyerap. Penyerap yang umum digunakan termasuk amina seperti monoetanolamina (MEA), di-etanolamin (DEA), metil di-etanolamin (MDEA), dan zat alkali seperti natrium, kalium, dan kalsium hidroksida. MEA dan DEA dipilih karena prosedur dapat dilakukan pada suhu kamar dan tekanan 1 bar. Namun untuk proses regenerasi penyerap diperlukan

pemanasan hingga suhu 90-120°C. Hal ini sangat menguntungkan bila diterapkan pada skala kecil di lapangan.

Metode Adsorpsi Ayunan Tekanan memanfaatkan adsorpsi, yaitu proses pemindahan komponen terlarut dalam suatu fluida ke permukaan bahan padat. Zat terlarut diadsorpsi secara selektif karena gaya fisika atau gaya van der Waals. Adsorben yang biasa digunakan adalah zeolit, karbon aktif, atau silika. Sebelum menggunakan teknik Adsorpsi Swing Tekanan, disarankan untuk menghilangkan gas H₂S dari biogas untuk meningkatkan ketahanan adsorben yang digunakan dalam proses. Hal ini disebabkan gas H₂S bersifat toksik terhadap adsorben dan sulit untuk diregenerasi. Besi oksida (Fe₂O₃) dapat digunakan untuk adsorpsi untuk menghilangkan H₂S.

Metode Pemisahan Kriogenik untuk pemurnian biogas memisahkan campuran gas melalui kondensasi dan distilasi pada suhu yang sangat rendah. Metode ini menghasilkan komponen cair murni yang mudah diangkut, namun memerlukan biaya yang besar. Selama proses ini, biogas dikompresi hingga 40 bar pada suhu -80 derajat Celcius. Proses kompresi melibatkan beberapa tahap termasuk antar-pendinginan.

2.4. Bahan Untuk Memurnikan Biogas

Karbon aktif merupakan adsorben yang digunakan dalam industri kimia. Karbon aktif mempunyai kemampuan membersihkan biogas. Karbon aktif memiliki luas permukaan yang bervariasi antara 300 hingga 2000 m²/g. Hal ini berkaitan dengan struktur pori bagian dalam karbon aktif, yang memberikan kemampuan adsorben. Karbon aktif mempunyai kemampuan

dalam mengadsorpsi gas dan zat kimia tertentu, dengan kemampuan adsorpsinya bersifat selektif berdasarkan ukuran, volume pori-pori, dan luas permukaan. Karbon aktif mempunyai daya serap yang tinggi, berkisar antara 25% hingga 100% dari beratnya. Sumbernya adalah Arifin (2010).

Zeolit adalah senyawa terhidrasi yang terdiri dari tetrahedra SiO_4 dan AlO_4 yang dihubungkan oleh atom oksigen untuk membuat kerangka. Dalam struktur zeolit, setiap atom Al memiliki muatan negatif yang diseimbangkan dengan membentuk ikatan dengan kation yang mudah tergantikan. Interaksi ini mempengaruhi perilaku adsorpsi dan karakteristik termal zeolit (Ozkan et al., 2008).

Zeolit harus menjalani proses aktivasi untuk meningkatkan kemampuan uniknya sebagai adsorben dan menghilangkan kontaminan (Rosita et al, 2004). Prosedur aktivasi dapat mengubah jenis kation, rasio Si/Al, dan sifat zeolit untuk menyesuaikan bahan yang akan diserap. Zeolit dapat menyerap dan menyerap molekul H_2O , CO_2 , SO_2 , dan H_2S karena strukturnya. Zeolit dapat mengatur gas-gas yang menyebabkan dampak utama rumah kaca, khususnya CO_2 dan N_2O , namun tidak dapat menyerap CH_4 . (Delahay et al, 2002).

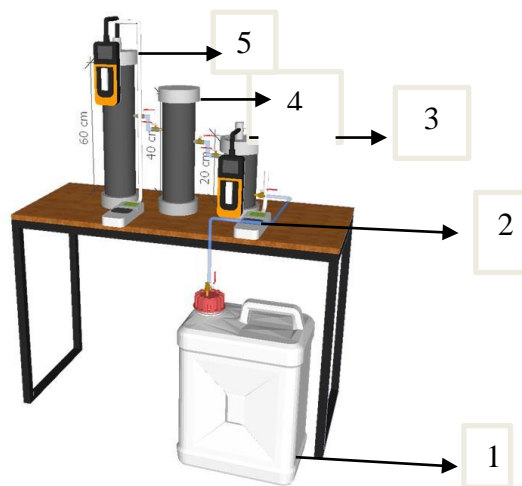
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

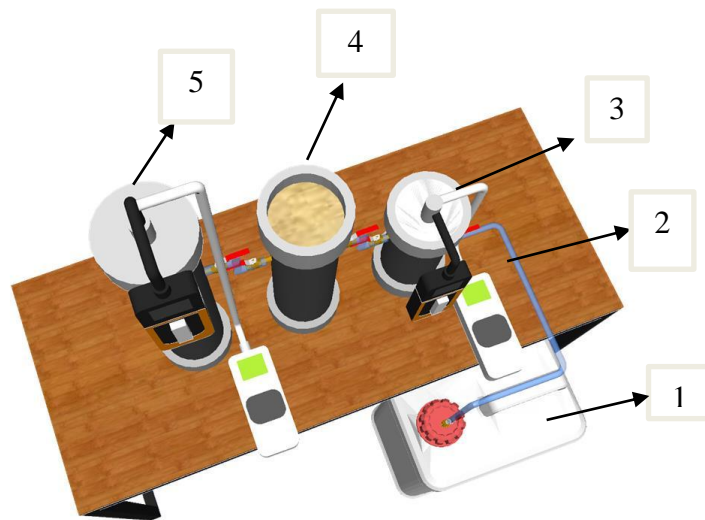
Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental dimana dilakukan sebuah perancangan alat dan dilakukan uji kinerja pada alat yang dirancang.

3.2. Rancangan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua tahapan, dimana tahapan pertama yaitu merancang alat pemurnian biogas dan yang kedua melakukan uji kinerja alat pemurnian biogas. Adapun *lay out* rancangan alat pemurnian biogas dapat dilihat pada Gambar 1, selanjutnya untuk mengetahui tingkat keberhasilan alat ini dilakukan uji kinerja menggunakan bahan zeolit



Gambar 1. Desain alat pemurnian biogas tampak depan



Gambar 2. Desain alat pemurnian biogas tampak atas

Keterangan:

- 1 Tabung reaktor / tempat fermentasi
- 2 Selang/saluran biogas
- 3 Tabung /ruang pengukuran biogas sebelum proses pemurnian
- 4 Tabung / Ruang pemurnian biogas
- 5 Tabung / Ruang setelah pemurnian

3.3. Tempat dan Waktu Penelitian

3.3.1. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan November sampai dengan bulan Desember 2023

3.3.2. Tempat Penelitian

Prancangan dilakukan di Laboratorium perbengkelan Teknik Pertanian dan pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Sumberdaya lahan dan air, Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram

3.4. Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1. Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu gergaji besi, meteran, solder, cater, CO₂ meter, CH₄ meter, dan *pressure gauge* (pengukur tekanan)..

3.4.2. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pipa PVC 4 inchi, selang bening, stop keran, lem, zeolit 50 kg, dan biogas hasil fermentasi dari limbah kotoran sapi.

3.5. Pelaksanaan Penelitian

Adapun sistematis pelaksanaan kegiatan penelitian adalah sebagai berikut:

1 Membuat gambar alat pemurnian biogas

Gambar alat pemurnian biogas terdiri dari 3 bagian yaitu ruang sebelum dilakukan pemurnian, ruang pemurnian, dan ruang setelah dilakukan proses pemurnian. Alat ini dibuat menggunakan pipa PVC ukuran 4 inchi. Dimana antar ruang atau tabung dihubungkan dengan saluran gas yang dilengkap dengan keran sehingga dapat ditutup dan dibuka.

2 Siapkan alat dan bahan untuk perancangan alat pemurnian biogas. Setelah alat selsai dirancang dalam waktu bersamaan sudah dilakukan proses

fermentasi limbah ternak sapi sebagai bahan untuk dilakukan uji kinerja alat pemurnian biogas

3 Proses pemurnian biogas.

Biogas yang sudah dihasilkan dialirkan ketabung pertama untuk mengetahui kandungan biogas (tekanan, karbondioksida (CO_2), dan gas metan (CH_4)). Selanjutnya biogas dialirkan keruang pemurnian dan didiamkan selama ± 5 menit. Biogas yang sudah dimurnikan dialirkan ketabung ketiga untuk dilakukan pengukuran kandungan biogas (karbondioksida (CO_2), dan gas metan (CH_4))

4 Proses pengujian selesai dilakukan.

3.6. Parameter dan Cara Pengukuran

3.6.1. Pengukuran Karbondioksida (CO_2)

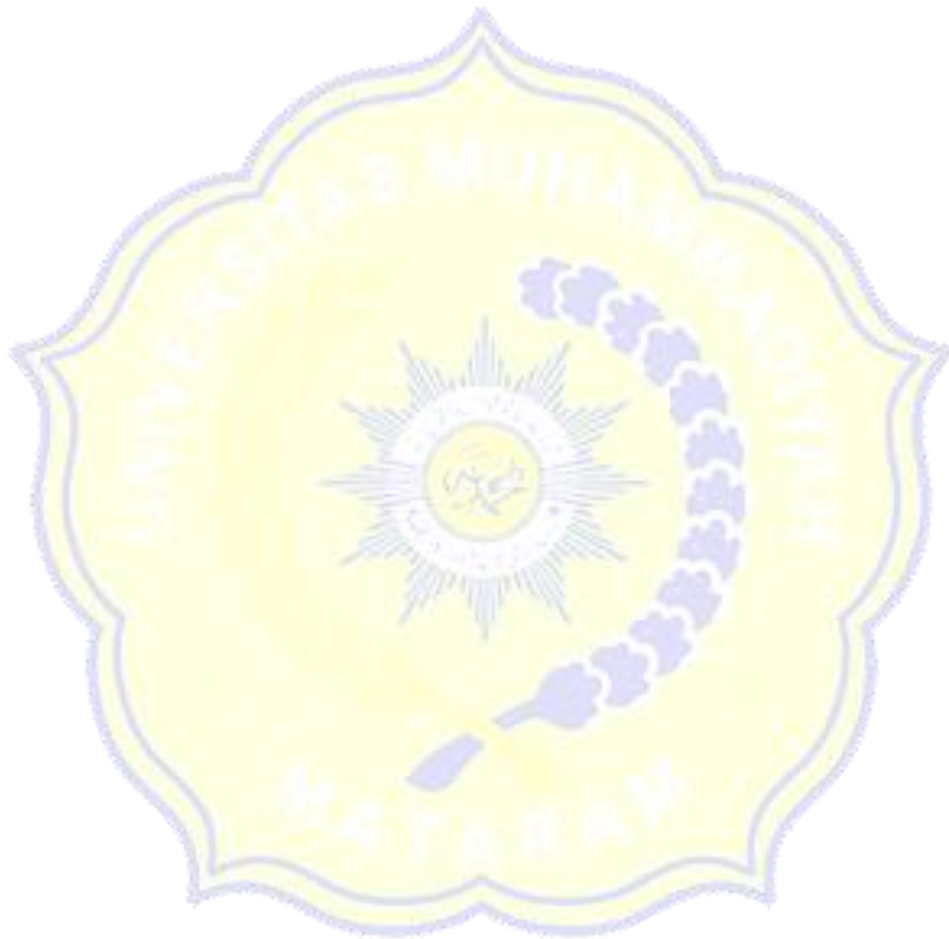
Kandungan Karbondioksida (CO_2) pada biogas diukur dengan menggunakan alat ukur CO_2 meter. Adapun pengukuran dilakukan dengan cara memasukkan sensor CO_2 meter kedalam tempat penampungan biogas yang dialiri dari digester. Karbon dioksida diukur setiap satu minggu sekali.

3.6.2. Pengukuran Gas Metana (CH_4)

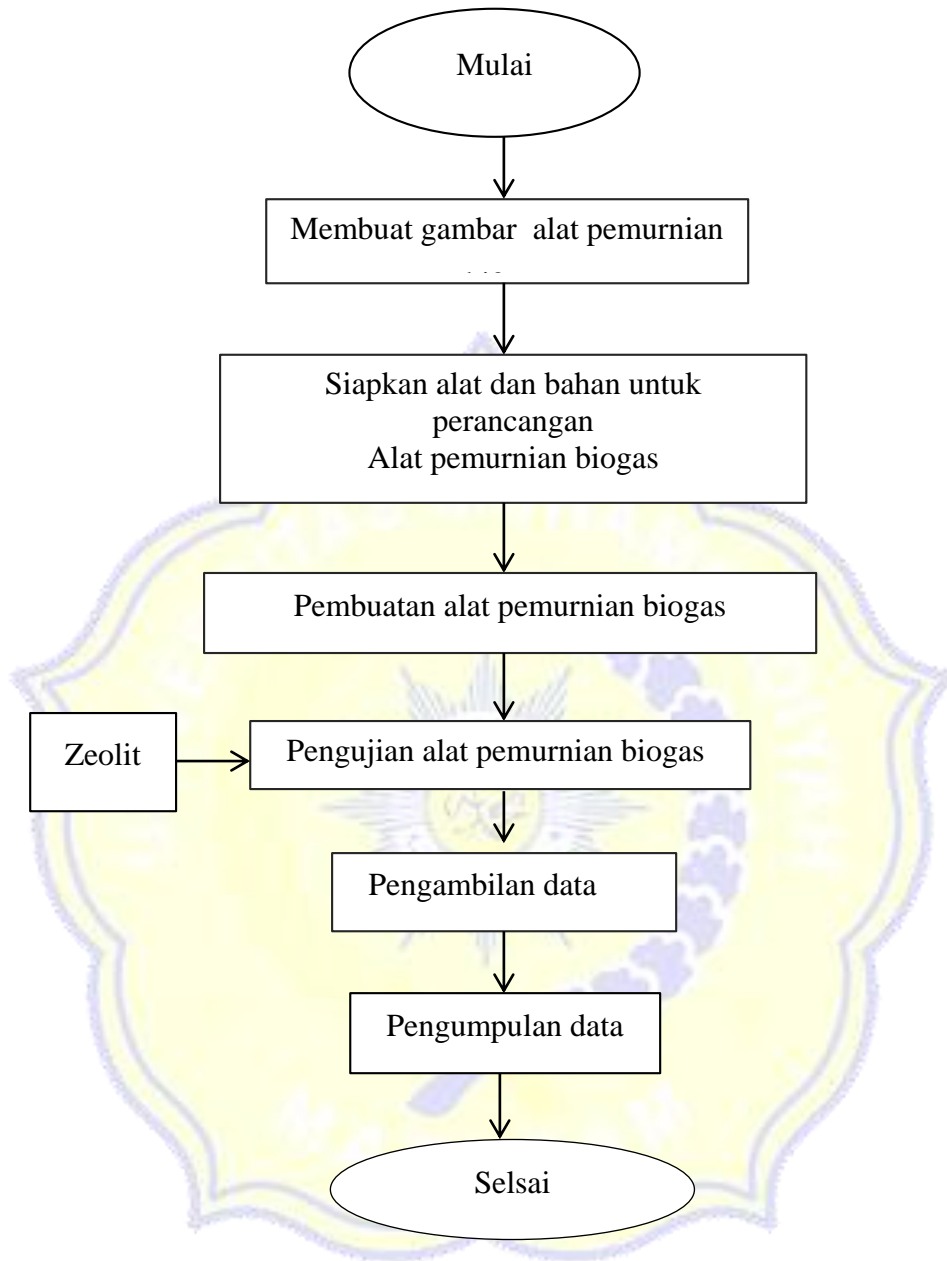
Gas metan (CH_4) merupakan kandungan dari biogas yang ingin dihasilkan dalam pembuatan biogas. Kandungan CH_4 dalam biogas diukur setiap dua minggu sekali sampai dengan selesainya penelitian, alat yang digunakan untuk mengukur kandungan CH_4 dalam biogas adalah CH_4 meter atau *gas detector*.

3.6.3. Pengukuran Tekanan

Pengukuran tekanan dilakukan satu minggu sekali selama 5 minggu untuk mengetahui biogas yang dihasilkan dari limbah kotoran sapi. alat yang digunakan dalam pengukuran tekanan yaitu menggunakan *pressure gauge*



3.7. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. Diagram alir Penelitian

3.8. Analisis Data

Data yang didapat dianalisis dengan matematika sederhana dengan bantuan microscop excel

