

TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN PENGADUK MANUAL PADA
DIGESTER BIOGAS KOTORAN SAPI UNTUK
MENINGKATKAN PEMBENTUKAN
GAS METANA



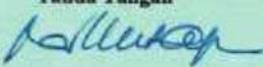
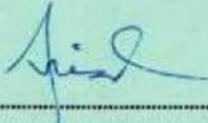
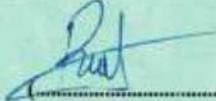
NAMA : CANDRA TRI KURNIAWAN

NIM : 1826201004

*Diajukan sebagai persyaratan untuk mendapatkan
Gelar Sarjana S1 Teknik Industri*

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PAHLAWAN TUANKU TAMBUSAI
RIAU
2022

**LEMBARAN PERSETUJUAN DEWAN PENGUJI
TUGAS AKHIR S1 TEKNIK INDUSTRI**

No	Nama	Tanda Tangan
1.	<u>Prof. Dr. Amir Luthfi</u> Ketua	 (.....)
2.	<u>Aris Fianto, S.T., M.T.</u> Sekretaris	 (.....)
3.	<u>Emon Azriadi, S.T., M.Sc.E.</u> Penguji I	 (.....)
4.	<u>Resv Kumala Sari, S.T., M.S.</u> Penguji II	 (.....)

Mahasiswa :
Nama : CANDRA TRI KURNIAWAN
NIM : 1826201004
Tanggal Ujian : 31 Agustus 2022

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir yang Berjudul :

**RANCANG BANGUN PENGADUK MANUAL PADA DIGESTER BIOGAS
KOTORAN SAPI UNTUK MENINGKATKAN GAS METANA**

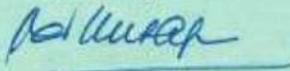
Disusun Oleh :

Nama : Candra Tri Kurniawan
NIM : 1826201004
Program Studi : S1 Teknik Industri

Bangkinang, 31 Agustus 2022

Disetujui oleh:

Pembimbing I



Prof. Dr. Amir Luthfi

Pembimbing II

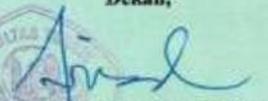


Aris Fiatno, S.T., M.T.
NIP TT: 096 542 169

Mengetahui,

Fakultas Teknik

Dekan,


Emon Azriadi, S.T., M.Sc.E.
NIP TT: 096 542 190

Program Studi S1 Teknik Industri

Ketua,


Aris Fiatno, S.T., M.T.
NIP TT 096 542 169

RANCANG BANGUN PENGADUK MANUAL PADA DIGESTER BIOGAS KOTORAN SAPI UNTUK MENINGKATKAN PEMBENTUKAN GAS METANA

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membangun dan meningkatkan kadar gas metana pada digester biogas berbasis pengaduk manual. Dimana selama ini bahan biogas masih menggunakan fermentasi secara alami tanpa bantuan manusia. Tahapan awal pembuatan alat kontrol pengaduk bahan biogas ini dengan melihat bentuk asli pengolahan bahan biogas. Pada bangunan pengolah biogas, ada tiga tempat bagian penting dalam pengolahan biogas, yaitu inlet (tempat ini digunakan untuk mencampurkan campuran kotoran ternak dan air ke dalam digester), digester (disebut juga reaktor berfungsi sebagai tempat mengolah kotoran sapi melalui proses difermentasi oleh bakteri-bakteri untuk menghasilkan gas) dan Outlet (saluran ini digunakan untuk mengeluarkan kotoran yang telah difermentasi oleh bakteri. Saluran ini bekerja berdasarkan prinsip kesetimbangan tekanan hidrostatik). Dibagian inlet inilah ada alat pencampur. Alat ini digunakan untuk mempersiapkan campuran yang baik antara air dan kotoran hewan. Alat pengaduk manual ini terbuat dari beberapa komponen penting, yaitu seperti baling baling, besi inti dan pegangan pengaduk yang menggunakan prinsip kerja manual. Dengan adanya alat ini dapat membantu peningkatan pembentukan gas metana pada digester biogas

Kata kunci : Rancang bangun, Pengaduk manual, Meningkatkan gas metana

**DESIGN AND DEVELOPMENT OF MANUAL STIRNER IN COW
MANURE BIOGAS DIGESTER TO IMPROVE FORMATION**

ABSTRACT

This study aims to design, build and increase the concentration of methane gas in manual stirrer-based biogas digester. Where so far the biogas material still uses natural calls without human assistance. The initial stage of making this biogas stirrer control device was by looking at the original form of processing the biogas material. In the biogas processing building, there are three important parts in biogas processing, namely the inlet (this place is used to mix the mixture of manure and water into the digester), the digester (also called the reactor functions as a place to process cow dung through a process fermented by bacteria to produce gas) and outlet (this channel is used to remove impurities that have been fermented by bacteria. This channel works on the principle of hydrostatic pressure equilibrium). In this inlet section there is a mixer. This tool is used to prepare a good mixture of water and animal manure. This manual stirrer is made of several important components, such as a propeller, iron core and stirrer handle which uses the principle of manual work this tool can help increase the formation of methane gas in the biogas digester.

Keywords : design, manual mixer, increase methane gas.

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Tugas Akhir saya dengan judul “Rancang Bangun Pengaduk Manual Pada Digester Biogas Kotoran Sapi Untuk Meningkatkan Gas Metana” adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik baik di Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai di Perguruan tinggi lainnya.
2. Tugas Akhir ini murni gagasan, penilaian, dan rumusan saya sendiri, tanpa bantuan tidak sah dari pihak lain, kecuali arahan dari pembimbing.
3. Di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat hasil karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali dikutip secara tertulis dengan jelas dan dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah saya dengan disebutkan nama pengarangnya dan dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar yang saya peroleh karena Tugas Akhir ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Bangkinang, 31 Agustus 2022
Saya yang Menyatakan

Candra Tri Kurniawan
NIM. 1826201004

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis ucapkan kepada Allah S.W.T atas segala rahmat, karunia serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sesuai dengan waktu yang ditetapkan. Shalawat serta salam semoga terlimpahkan kepada Nabi Muhammad S.A.W. Tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Pengaduk Manual Pada Digester Biogas Kotoran Sapi Untuk Meningkatkan Gas Metana” ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Strata-1 Sarjana Teknik (ST) di Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai. Penulis menyadari dalam Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan serta kesalahan, untuk itu penulis mengharapkan adanya masukan berupa kritik dan saran dari berbagai pihak untuk kesempurnaan tugas akhir ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Amir Luthfi, Rektor Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai, sekaligus pembimbing 1 yang telah memberikan masukan terkait tugas akhir ini.
2. Bapak Emon Azriadi, S.T., M.Sc.E., Dekan Fakultas Teknik Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai. Sekaligus penguji 1.
3. Bapak Aris Fiatno, S.T., M.T., Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai sekaligus pembimbing 2 yang telah memberikan masukan terkait tugas akhir ini.
4. Ibu Resi Kumalasari S.T., M.T., Sekretaris Program Teknik Industri Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai, Sekaligus penguji 2.

5. Kedua Orang tua, Terima kasih atas doa, semangat serta dukungan moril dan dukungan materil yang telah diberikan.
6. Saudara penulis, terima kasih atas support dan doa yang telah diberikan.
7. Rekan-Rekan Seperguruan dan Sejurusan, terima kasih atas support dan doa yang telah diberikan.

Akhirnya kepada semua pihak yang telah memberikan dorongan dan bantuan. Penulis hanya dapat memanjatkan doa, semoga bantuan, kebaikan dan pengorbanan yang diberikan mendapat balasan kebaikan yang setimpal dari Allah SWT. Aamiin.

Bangkinang, 31 Agustus 2022

Candra Tri Kurniawan

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN DEWAN PENGUJI	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan.....	5
D. Manfaat Penelitian.....	5
E. BatasanMasalah.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Biogas	7
1. Definisi	7
2. Komposisi Biogas.....	7
3. Proses Pembuatan Biogas.....	9
4. Faktor-faktor yang Mempegaruhi Pembentukan Biogas.....	10
B. Jenis Digester	13
1. Jenis Digester Berdasarkan Bahan Baku Pembuatannya	15
2. Jenis Digester Berdasarkan Cara Pengisian Bahan Baku.....	18
3. Jenis Digester Berdasarkan Bentuk Konstruksi.....	20
C. Komponen Digester.....	21
D. Pengaduk Manual	25
1. Pengaduk	25
2. Cara Kerja Pengaduk	25

E.	Manometer U.....	25
1.	Fungsi manometer U	26
2.	Penggunaan Manometer	26
F.	Penelitian Terkait	27
BAB III	METODE PENELITIAN.....	29
A.	Lokasi dan Waktu.....	29
B.	Data Primer	29
1.	Data pengaduk dan non pengaduk selama 3 hari	29
2.	Data Kuesioner	29
3.	Rancangan Pengaduk Manual	30
C.	Langkah-langkah Pembuatan	34
1.	Pengolahan Data Perancangan.....	34
2.	Perakitan Pengaduk Manual	34
D.	Langkah Pengujian.....	35
1.	Tahap Persiapan.....	35
2.	Tahap Pengujian	35
3.	Pengujian Hasil.....	36
E.	Alat dan Bahan	37
1.	Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian	37
2.	Alat dan Bahan Untuk Pembuatan Pengaduk Manual.....	38
F.	Diagram Alir	42
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	43
A.	Hasil	43
1.	Rekap data kuesioner.....	43
2.	Data tekanan gas metana sebelum menggunakan pengaduk manual	44
3.	Tahap-Tahap Pembuatan Alat	46
4.	Tahap Pemasangan Alat	51
5.	Pengujian Menggunakan Tekanan.....	53
B.	Pembahasan.....	56
BAB V	PENUTUP.....	58
A.	Kesimpulan.....	58
B.	Saran.....	58

DAFTAR PUSTAKA	59
----------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Reaktor Biogas	3
Gambar 2.1 Digester Tipe Kubah	16
Gambar 2.2 Digester Silinder.....	17
Gambar 2.3 Digester Balon.....	17
Gambar 2.4 Digester Fiber Glass	18
Gambar 2.5 Manometer U.....	25
Gambar 3.1 Deasain Reaktor Pengaduk Biogas	30
Gambar 3.2 Mesin Gerinda	38
Gambar 3.3 Mesin Las	39
Gambar 3.4 Mesin Bor	39
Gambar 3.5 Besi Inti	40
Gambar 3.6 Besi plat.....	40
Gambar 3.7 Besi Angker.....	41
Gambar 3.8 Diagram Alir	42
Gambar 4.1 Sebelum Menggunakan Pengaduk	44
Gambar 4.2 Manometer U.....	45
Gambar 4.3 Pengaduk Manual	46
Gambar 4.4 Pemasangan Bearing	47
Gambar 4.5 Pembuatan Holder	47
Gambar 4.6 Pengelasan Besi Holder bagian Luar	48
Gambar 4.7 Pengelasan Besi Holder bagian Dalam	49
Gambar 4.8 Pemasangan Sekrup.....	49
Gambar 4.9 Pegangan Pengaduk.....	50
Gambar 4.10 Pengelasan Blade.....	51
Gambar 4.11 Pelubangan Tutup Digester	51
Gambar 4.12 Pembongkaran Penutup Digester	52
Gambar 4.13 Pemasangan Pengaduk manual ke Digester Manual.....	53
Gambar 4.14 Menggunakan Pengaduk Manual	54
Gambar 4.15 Perbandingan Grafik	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Biogas	7
Tabel 3.1 Kuesioner Yang dibarkan Ke Warga.....	30
Tabel 3.2 Tabel Pengukuran Suhu	36
Tabel 4.1 Hasil Kuesioner.....	43
Table 4.2 Tekanan gas Sebelum Menggunakan Pengaduk Manual.....	44
Tabel 4.3 Menggunakan Pengaduk Manual.....	53
Tabel 4.4 Kuesioner Pengaduk Manual	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Kuesioner Penelitian.....	61
Lampiran 2 : Data Tekanan Gas Sebelum Menggunakan Pengaduk Manual.....	68
Lampiran 3 : Data Tekanan Gas Menggunakan Pengaduk Manual.....	69
Lampiran 4 : Kuesioner Penelitian.....	70

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kebutuhan terhadap penggunaan energi semakin meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan peningkatan konsumsi energi oleh masyarakat akibat penggunaan berbagai macam peralatan untuk menunjang kenyamanan dalam hidup. Sumber energi yang selama ini digunakan sebagian besar berasal dari bahan bakar fosil seperti batubara, minyak bumi, gas alam dan lain-lain. Bahan bakar fosil merupakan sumber energi yang proses terbentuknya memerlukan waktu jutaan tahun dan dapat dikatakan merupakan energi tak terbarukan. Selain merupakan energi tak-terbarukan, penggunaan energi fosil mengakibatkan meningkatnya gas rumah kaca (Munazzirah, 2016).

Energi merupakan bagian penting dalam kehidupan manusia, karena hampir semua aktivitas manusia selalu membutuhkan energi baik itu energi alam maupun energi buatan, sebagian besar energi yang digunakan di Indonesia berasal dari energi fosil yang berbentuk minyak bumi dan gas bumi. Jika dilihat dari segi perkembangannya, sistem keenergian di Indonesia selama ini menunjukkan bahwa sumber daya energi fosil masih menjadi penopang utama sumber energi dalam memenuhi kebutuhan energi di dalam negeri. Energi fosil yang menjadi andalan adalah minyak bumi, gas bumi, dan batubara. Selama puluhan tahun, minyak bumi mendominasi penyediaan dan pemanfaatan energi di dalam negeri berupa bahan bakar minyak (BBM) dan listrik (Ekonomi et al., 2013)

Energi minyak bumi yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari adalah premium, pertamax, pertalit dan solar, sedangkan untuk keperluan rumah tangga masyarakat lebih memilih menggunakan minyak tanah. Namun karena adanya program pemerintahan minyak tanah diganti dengan gas LPG (liquefied petroleum gas), harga minyak tanah dipasaran tinggi dan keberadaannya susah ditemukan, sehingga masyarakat banyak yang beralih untuk menggunakan gas LPG (liquefied petroleum gas) dalam memenuhi kebutuhan energinya. Tetapi dengan adanya program tersebut juga tidak menyelesaikan masalah bahan bakar dimasyarakat. Hal ini dikarenakan kekhawatiran masyarakat akan potensi bahaya kebocoran tabung gas yang memicu ledakan yang cukup kuat, selain itu pendistribusiannya belum merata kesemua wilayah di Indonesia yang menimbulkan kelangkaan gas LPG (*liquefied petroleum gas*) di beberapa daerah (Ekonomi et al., 2013).

Desa SP 1 Laboy Jaya berada di kecamatan Bangkinang Kota Kabupaten Kampar propinsi Riau merupakan salah satu daerah transmigrasi perkebunan kelapa sawit, sebagian penduduknya berpencaharian sebagai petani. Untuk mencukupi kebutuhan hidup dan menambah penghasilan sebagian besar dari mereka berternak sapi dan kambing. Sistem peternakan mereka masih peternakan tradisional. Dalam pengelolaan limbah padat kotoran sapi ditampung ke dalam goni atau karung yang ditumpuk di samping kandang dan dibiarkan mengering. Pada penelitian ini memanfaatkan feses ternak sapi sebagai energi alternatif biogas, untuk menghemat kayu bakar, minyak tanah dan gas LPG (*liquefied petroleum gas*), serta membantu penghematan pengeluaran untuk kebutuhan rumah tangga (Fiatno et al., 2018)

Pada saat ini pemakaian biogas di Desa Laboy Jaya kurang memenuhi kebutuhan pengguna. Dari kapasitas 2×5000 L hanya menghasilkan tekan gas sekitar 3.6 CmHg menggunakan alat ukur manometer U, Dengan kapasitas tersebut seharusnya tekanan gas yang dihasilkan bisa dimaksimalkan lagi.



Gambar 1. 1 Reaktor Biogas

Kotoran sapi mengandung bakteri metanogenik yang membantu dalam proses fermentasi sehingga mempercepat proses pembentukan biogas. Percobaan ini telah diteliti dengan menggunakan Gas Kromatografi, sehingga dari penelitian ini didapatkan hasil konsentrasi terbaik yakni konsentrasi kotoran sapi pada 55,5%, konsentrasi serbuk gergaji 22,2%, dan konsentrasi larutan *Effective Microorganism (EM-4)* 10,25% (Dewi & Dewi, 2014).

Beberapa penelitian telah dilakukan terkait Teknologi energy terbarukan, di antaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Candrika Widiartanti Yuwono dan Totok Soehartanto dengan judul Perancangan Sistem Pengaduk Pada Bioreaktor model Batch untuk Meningkatkan Produksi Biogas . Diperoleh hasil penelitian yaitu reaktor yang di rancang dengan model Batch di lengkapi pengaduk di bantu oleh dinamo (motor DC) mampu menghasilkan biogas lebih baik (Munazzirah, 2016).

Salah satu metode yang dilakukan untuk meningkatkan produksi biogas adalah dengan menambahkan konsorsium mikroorganisme termofilik hasil isolasi dari kotoran sapi ke dalam proses fermentasi yang berlangsung dalam sebuah digester anaerobik. Variasi konsentrasi konsorsium mikroorganisme yang digunakan dalam digester anaerobik adalah 0% (kontrol), 10%, dan 20% dari volume kerja. Volume gas yang dihasilkan pada digester anaerobik sebesar 5,67 mL, 228,33 mL, dan 85,33 mL dengan makin meningkatnya konsentrasi konsorsium mikroorganisme termofilik (Grace Roma Artha Samosir & Merry Meryam Martgrita, 2021).

Selama ini proses menyesuaikan jumlah tambahan air, suhu serta kelembapannya pun belum dapat diatur agar sesuai dengan suhu serta kelembapan yang optimal untuk proses fermentasi, hal ini berdampak pada kapasitas produksi yang tidak mencukupi untuk kebutuhan warga binaan.

Inovasi teknologi yang diperlukan untuk menyikapi masalah tersebut adalah dengan dilakukan pengadukan secara manual gunanya supaya kelembabannya tetap terjaga dan selalu adanya proses fermentasi yang mengakibatkan meningkatkan hasil produksi biogas. Penerapan sistem ini diharapkan dapat meningkatkan kapasitas produksi biogas.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian yang ingin dicapai antara sebagai berikut :

1. Bagaimana cara meningkatkan pembentukan gas metana yang dihasilkan pada digester dapat stabil dan meningkat?
2. Pengukuran tekanan gas metana yg keluar dari dalam digester ?

C. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam perancangan dan pembuatan pengaduk manual adalah sebagai berikut:

1. Untuk meningkatkan gas metana yang dihasilkan dan mengetahui perbedaan tekanan gas setelah dan sebelum menggunakan pengaduk manual.
2. Untuk mengukur tekanan gas metana yg keluar secara berkala.

D. Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Bagi Peneliti

Dapat memberikan pengetahuan dan pemahaman tentang pengaruh kualitas suatu proses terhadap produk yang dihasilkan dan dapat mempraktekkan teori yang selama ini penulis dapatkan di bangku kuliah.

2. Bagi Pemerintah

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi bagi pemerintah dalam menangani persoalan kurangnya pemasokan gas elpiji dan mengurangi biaya pemakaian gas elpiji.

3. Bagi pihak lain

Penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk menambah pengetahuan dan sekaligus sebagai bahan perbandingan untuk penelitian yang serupa, serta juga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk pihak yang ingin mengolah limbah kotoran sapi.

E. BatasanMasalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Tidak membahas tentang pemipaan gas.
2. Hanya menghitung pengukuran manometer U.
3. Tidak menghitung anggaran pembuatan pengaduk manual.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Biogas

1. Definisi

Biogas adalah gas produk akhir pencernaan atau degradasi anaerobik dari bahan-bahan organik oleh bakteri-bakteri anaerobik, termasuk diantaranya kotoran manusia dan hewan, limbah domestik (rumah tangga), sampah biodegradable atau setiap limbah organik yang biodegradable dalam kondisi anaerobik. Komponen terbesar (penyusun utama) biogas adalah metana (CH_4 , 50 - 70 %) dan karbondioksida (CO_2 , 30 - 40 %) (Yoses, 2020).

2. Komposisi Biogas

Komposisi biogas bervariasi tergantung dengan asal proses anaerobik yang terjadi. Beberapa kandungan biogas dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2. 1 Kandungan Biogas

Komponen	Persentase%
Metan (CH_4)	50-70%
Karbondioksida (CO_2)	30-40%
Air (H_2O)	0,3%
Hidrogen Sulfide (H_2S)	Sedikit sekali
Nitrogen (N_2)	1-2%
Hidrogen	5-10%

Biogas sangat potensial untuk dijadikan sebagai sumber energi terbarukan karena kandungan metana (CH_4) yang tinggi dan nilai kalornya

yang cukup tinggi. Metana (CH_4) yang hanya memiliki satu karbon dalam setiap rantainya dapat membuat pembakarannya lebih ramah lingkungan dibandingkan bahan bakar berantai karbon panjang. Hal ini disebabkan karena jumlah CO_2 yang dihasilkan selama pembakaran bahan bakar berantai karbon pendek adalah lebih sedikit.

Energi yang terkandung dalam biogas tergantung dari konsentrasi metana (CH_4). Semakin tinggi kandungan metana maka semakin besar kandungan energi (nilai kalor) pada biogas, dan sebaliknya semakin kecil kandungan metana semakin kecil nilai kalor (Nilai kalor briket kotoran sapi yang terendah pada kadar perekat tapioka 20% dengan suhu pengeringan 800°C . Nilai kalor briket kotoran sapi tertinggi pada kadar perekat tapioka 10% dengan suhu pengeringan 1200°C). Kualitas biogas dapat ditingkatkan dengan memperlakukan beberapa parameter yaitu Menghilangkan hidrogen sulphur, kandungan air dan karbondioksida (CO_2). Hidrogen sulphur mengandung racun dan zat yang menyebabkan korosi, bila biogas mengandung senyawa ini maka akan menyebabkan gas yang berbahaya sehingga konsentrasi yang di ijin maksimal 5 ppm. Bila gas dibakar maka hidrogen sulphur akan lebih berbahaya karena akan membentuk senyawa baru bersama oksigen, yaitu sulphur dioksida /sulphur trioksida (SO_2/SO_3). Senyawa ini lebih beracun. Pada saat yang sama akan membentuk asam sulfat (H_2SO_3) suatu senyawa yang lebih korosif. Parameter yang kedua adalah menghilangkan kandungan karbon dioksida yang memiliki tujuan untuk meningkatkan kualitas, sehingga gas dapat digunakan untuk bahan bakar

kendaraan. Kandungan air dalam biogas akan menurunkan titik penyalaan biogas serta dapat menimbulkan korosif (Rinaldi, 2018).

3. Proses Pembuatan Biogas

Pada pembuatan biogas bahan baku harus banyak mengandung selulosa. Bahan baku dalam bentuk selulosa akan lebih mudah dicerna oleh bakteri anaerob. Pembentukan biogas secara biologis dengan memanfaatkan sejumlah mikroorganisme anaerob meliputi tiga tahap, yaitu tahap hidrolisis (tahap pelarutan), Tahap asidogenesis (tahap pengasaman), dan tahap metanogenesis (tahap pembentukan gas metana).

a. Tahap Hidrolisis (Tahap Pelarutan) Pada tahap ini bahan yang tidak larut seperti selulosa, polisakarida dan lemak diubah menjadi bahan yang larut dalam air seperti glukosa. Bakteri berperan mendekomposisi rantai panjang karbohidrat, protein dan lemak menjadi bagian yang lebih pendek. Sebagai contoh, polisakarida diubah menjadi monosakarida. Tahap pelarutan berlangsung pada suhu 25°C di digester.

Reaksi : $(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \rightarrow n(C_6H_{12}O_6)$ selulosa glukosa

b. Tahap Asidogenesis (Tahap Pengasaman) Pada tahap ini, bakteri asam menghasilkan asam asetat dalam suasana anaerob. Tahap ini berlangsung pada suhu 25o C di digester. Bakteri akan menghasilkan asam yang akan berfungsi untuk mengubah senyawa pendek hasil hidrolisis menjadi asam organik sederhana seperti asam asetat, H₂ dan CO₂ , karena itu bakteri ini disebut pula bakteri penghasil asam (acidogen). Bakteri ini merupakan bakteri anaerob yang dapat tumbuh pada keadaan asam. Untuk menghasilkan asam asetat, bakteri tersebut

memerlukan oksigen dan karbon yang diperoleh dari oksigen yang terlarut dalam larutan. Reaksi:

1) $n \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2n \text{ (C}_2\text{H}_5\text{OH)} + 2n \text{ CO}_2\text{(g)} + \text{kalor}$ glukosa etanol
karbondioksida

2) $2n \text{ (C}_2\text{H}_5\text{OH)}\text{(aq)} + n \text{ CO}_2\text{(g)} \rightarrow 2n \text{ (CH}_3\text{COOH)}\text{(aq)} + n \text{ CH}_4\text{(g)}$
etanol karbondioksida asam asetat metana

c. Tahap Metanogenesis (tahap pembentukan gas metana) Pada tahap ini, bakteri metana membentuk gas metana secara perlahan secara anaerob. Proses ini berlangsung selama 14 hari dengan suhu 25°C di dalam digester. Pada proses ini akan dihasilkan 70% CH₄, 30 % CO₂, sedikit H₂ dan H₂S. Reaksi :

$2n \text{ (CH}_3\text{COOH)} \rightarrow 2n \text{ CH}_4\text{(g)} + 2n \text{ CO}_2\text{(g)}$ Asam asetat gas metana
gas karbondioksida.

4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Biogas

Terdapat beberapa hal yang mempengaruhi produksi gas CH₄ di dalam biogas antara lain adalah :

a. Perbandingan C-N Bahan Isian

Karakteristik utama dari bahan baku yang dapat diolah menjadi biogas adalah adanya kandungan rasio C-N. Rasio C-N tersebutlah yang mempengaruhi kualitas dari biogas. Rasio C-N adalah perbandingan kadar karbon(C) dan kadar Nitrogen (N) dalam satuan bahan. Semua makhluk hidup terbuat dari sejumlah besar bahan Karbon (C) dan Nitrogen (N) dalam jumlah kecil. Untuk menjamin semuanya berjalan lancar, unsur-unsur nutrisi yang

dibutuhkan mikroba harus tersedia secara seimbang. Syarat ideal untuk proses ini adalah rasio C/N = 25 – 30.

b. Lama Fermentasi

Secara umum bahwa proses fermentasi atau pencernaan limbah ternak di dalam tangki pencerna dapat berlangsung 60-90 hari. Lama fermentasi berpengaruh terhadap pembentukan biogas karena jika waktu fermentasi belum mencukupi biogas tidak akan terbentuk. Menurut Sridiyanti (2014) biogas hanya berlangsung 60 hari saja dengan terbentuknya biogas pada hari ke-5 atau ke-10 dengan suhu pencernaan 28°C.

c. Temperatur

Temperatur yang tinggi akan memberikan hasil biogas yang baik. Namun suhu tersebut sebaiknya tidak boleh melebihi suhu kamar. Bakteri ini hanya dapat subur bila suhu disekitarnya berada pada suhu kamar. Suhu yang baik untuk proses pembentukan biogas berkisar antara 20-40°C dan suhu optimum antara 28-30°C (Paimin, 2015). Temperatur selama proses berlangsung sangat penting karena hal ini berkaitan dengan kemampuan hidup bakteri pemroses biogas, yaitu berkisar 27°C-28°C. Dengan temperatur itu proses pembuatan biogas akan berjalan sesuai dengan waktunya. Tetapi berbeda bila temperatur terlalu rendah (dingin), maka waktu untuk membentuk biogas akan lebih lama (Paimin, 2015).

d. PH

PH harus dijaga pada kondisi optimum yaitu antara 6,5 – 7. PH tidak boleh di bawah 6,2. Hal ini disebabkan apabila pH turun akan sehingga mengakibatkan penurunan kuantitas kubiogas. Nilai pH menyebabkan perubahan substrat menjadi biogas terhambat yang terlalu tinggi pun harus dihindari, karena akan menyebabkan produk akhir yang dihasilkan adalah CO₂ sebagai produk utama.

e. Kandungan Bahan Kering

Bahan isian dalam pembuatan biogas harus berupa bubur. Bentuk bubur ini dapat diperoleh bila bahan bakunya mempunyai kandungan air yang tinggi. Bahan baku dengan kadar air yang rendah dapat dijadikan berkadar air tinggi dengan menambahkan air ke dalamnya dengan perbandingan tertentu sesuai dengan kadar bahan kering bahan tersebut. Bahan baku yang paling baik mengandung 7-9 % bahan kering (Arfian, 2017).

Aktivitas normal dari mikroba metan membutuhkan sekitar 90% air dan 7-10% bahan kering dari bahan masukan untuk fermentasi. Kandungan bahan kering dari bahan baku isian biasanya dicampur dengan air dengan perbandingan tertentu. Misalnya kotoran sapi, mempunyai kadar bahan kering 18%. Agar diperoleh kandungan bahan isian sebesar 7-9% bahan kering, bahan baku tersebut perlu diencerkan dengan air dengan perbandingan 1 : 1 atau 1 : 1,5.

B. Jenis Digester

Di Indonesia sendiri, model yang paling dikenal adalah model *brick and mortar fixed dome* yang dikenal dengan model China dan model *floating drum* digester yang dikenal dengan model India. Model China biasanya terbuat dari batu bata yang ditanam dalam tanah untuk menghindari naik turunnya suhu antara jam siang dan malam. Pembangunan digester ini membutuhkan tenaga yang terampil karena digester ini mudah retak sehingga dapat mengalami kebocoran. Keuntungan dari model China adalah investasi awal pembuatan dan perawatan yang murah karena tidak ada material yang mudah berkarat. Kekurangan dari model ini ialah dapat menyuplai gas dengan berbagai tekanan saat gas yang ada dalam penampungan digester mempunyai volume konstan dan tidak ada peralatan untuk menjaga aliran saat tekanan konstan. Lebih dari 50% dari jenis digester ini dapat berfungsi tidak lebih dari 3 tahun.

Digester biogas merupakan alat yang didesain khusus untuk menciptakan suasana anaerob selama proses fermentasi. Umumnya, digester yang banyak digunakan berupa tangki tertutup yang kedap udara. Model digester bermacam-macam tergantung dari bahan baku yang digunakan, temperatur dan bahan konstruksi. Bahan konstruksi yang lazim ditemukan untuk membuat digester adalah batu bata, baja, beton, plastik dan *fiber glass*. Ada dua jenis alat pembangkit digester yang bisa digunakan untuk cara membuat biogas dari limbah tahu, yaitu jenis tipe kubah tetap (*fixed dome type*) dan terapung (*floating type*).

Jenis kubah adalah berupa digester yang dibuat dengan menggali tanah yang bentuknya semacam rongga yang bebas dari udara dan bangunan tersebut berstruktur seperti kubah (bulatan setengah bola) yang terbuat dari pasir, semen,

dan bata. Jenis alat ini telah lama dan banyak dikembangkan di China sehingga bangunan tersebut disebut juga sebagai tipe alat jenis kubah atau tipe China.

Pada tahun 1980 alat ini telah dibangun sebanyak tujuh juta unit di China dan penggunaannya sangat banyak meliputi untuk generator tenaga listrik dan menggerakkan alat-alat pertanian. Jenis tipe terapung juga telah banyak dikembangkan di India seperti sumur pencerna dan pada bagian atasnya ditaruh drum terapung yang terbuat dari besi terbalik yang berfungsi sebagai penampung gas yang telah dihasilkan oleh digester. Sumur tersebut telah dibangun dengan semen, pasir, dan batu bata. Karena telah lama dan banyak dikembangkan di India, maka digester tipe ini disebut juga sebagai digester tipe India. Di Negara India dan China, sangat banyak dan telah lama mengembangkan sumber energi alternatif, biogas. Dikarenakan pada dua Negara tersebut tidak mempunyai sumber energi bumi. Pada digester bakteri-bakteri methan tersebut akan mengolah limbah biomassa yang dapat menghasilkan biogas methan. Dengan pipa yang telah didesain sedemikian rupa sehingga gas tersebut bisa mengalir ke kompor yang berada di dapur. Gas yang telah dialirkan ke kompor bisa dipakai sebagai keperluan untuk memasak dan sebagainya. Biogas bersumber dari campuran limbah dengan air yang cukup banyak sebagian besar terdiri atas limbah tahu dan potongan-potongan kecil sisa-sisa tanaman, seperti jerami, dan sebagainya.

Untuk pertama kali waktu yang dibutuhkan sekitar dua minggu sampai satu bulan sebelum gas awal dihasilkan. Campuran limbah dan air tersebut harus selalu ditambah setiap hari dan sesekali juga diaduk, sedangkan yang telah diolah akan dikeluarkan melalui saluran yang telah dibuat yaitu saluran. Sisa dari limbah hasil proses cara membuat biogas dari limbah tahu, yang disebut lumpur maupun

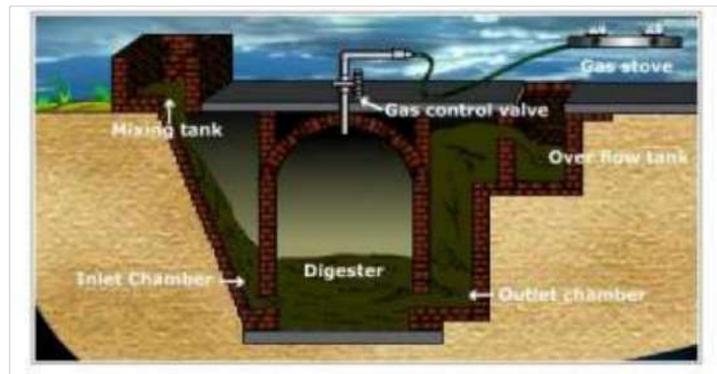
slurry, mempunyai banyak kandungan hara yang sama halnya dengan pupuk organik yang telah matang seperti kompos sehingga bisa digunakan langsung untuk memupuk tanaman atau diperjualbelikan, sebelum dimasukkan ke dalam karung terlebih dahulu dikeringkan di bawah sinar matahari. Sebagai permulaan memang membutuhkan biaya yang cukup untuk membangun sebuah pembangkit atau digester biogas yang relatif besar bagi penduduk yang berada di pedesaan. Namun sekali pembangkit biogas tersebut telah terbangun, pembangkit biogas tersebut akan dapat dipergunakan dan akan menghasilkan biogas selama bertahun-tahun. Pemilihan jenis biodigester disesuaikan dengan kebutuhan dan kemampuan pembiayaan/ finansial. Dari segi konstruksi, biodigester dibedakan menjadi:

1. Jenis Digester Berdasarkan Bahan Baku Pembuatannya

a. Digester Tipe Kubah Tetap (Fixed dome)

Digester ini dinamakan tipe kubah tetap karena bangunan digester berbentuk menyerupai kubah. Umumnya, digester dibangun di dalam tanah dengan bahan konstruksi berupa batu bata, batu, pasir dan semen. Desain digester ini dibuat sedemikian rupa sehingga kedap udara. Digester tipe kubah tetap terdiri dari dua bagian, tangki atau sebagai tempat berlangsungnya proses fermentasi oleh bakteri dan bagian kubah tetap yang merupakan pengumpul gas yang tidak bergerak. Struktur digester harus didesain kuat untuk menahan gas agar tidak terjadi kebocoran. Keuntungan menggunakan digester tipe kubah tetap adalah biaya lebih murah dan perawatannya lebih mudah. Sementara itu, kerugiannya adalah dibutuhkan waktu yang lama dalam proses pembangunan, mudah mengalami keretakan, biaya

konstruksinya terlalu mahal dan tidak dapat dipindah. Selain itu gas yang dihasilkan mudah bocor akibat pori-pori yang agak besar. Jika kebocoran tersebut terjadi, biasanya sulit untuk dideteksi dan diperbaiki.

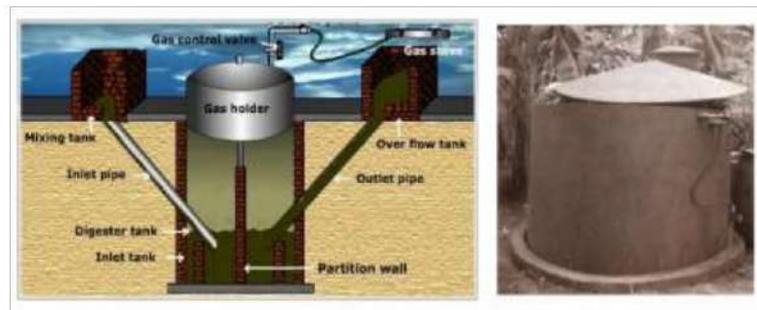


Gambar 2.1 Digester Tipe Kubah Tetap (*Fixed dome*)

Sumber : (Sri Wahyuni, 2012, hal. 13)

b. *Digester Silinder (Floating drum) Digester silinder*

disebut juga dengan digester terapung. Pertama kali dikembangkan di India. Digester ini terdiri dari sumur pencerna dan bagian penampung gas. Berbeda dengan digester kubah, penampung gas dalam digester silinder menggunakan peralatan bergerak yang terbuat dari drum. Pergerakan naik turun dari drum ini berfungsi untuk menyimpan gas hasil fermentasi selama dalam digester. Keuntungan digester model ini adalah volume gas yang tersimpan dapat dilihat secara langsung karena adanya pergerakan drum. Selain itu, tekanan gas juga konstan karena tempat penyimpanan yang terapung. Sementara itu, kerugiannya adalah biaya konstruksi yang lebih mahal dibandingkan dengan digester kubah tetap, serta pengumpul gas yang cenderung berumur pendek (tidak tahan lama) akibat mudah terkena korosi.



Gambar 2.2 Digester Silinder (*Floating drum*) Digester silinder

Sumber : (Sri Wahyuni, 2012, hal. 13)

c. Digester Balon

Digester balon atau digester plastik, terbuat dari plastik sehingga lebih efisien dalam penanganannya dan mudah dipindahkan. Digester ini hanya terdiri dari satu bagian, yaitu sumur pencerna yang berfungsi ganda sebagai tempat fermentasi dan penyimpanan gas yang masing-masing bercampur dalam satu ruang tanpa sekat. Bagian bawah digester terisi oleh material organik yang memiliki bobot lebih besar dibandingkan dengan gas yang terkumpul di bagian atas. Digester ini cocok digunakan untuk skala rumah tangga. Keuntungan dari digester ini adalah harganya yang lebih murah, konstruksi sederhana, waktu pasang singkat dan mudah untuk dipindahkan. Sementara itu, kelemahannya adalah mudah mengalami kebocoran.



Gambar 2.3 Digester Balon

Sumber : (Sri Wahyuni, 2012, hal. 13)

d. *Digester Fiber Glass*

Sesuai dengan namanya, digester ini terbuat dari bahan fiber glass sehingga lebih efisien dalam penanganannya dan mudah dipindahkan. Digester ini hanya terdiri dari satu bagian, yaitu sumur pencerna yang berfungsi ganda sebagai tempat fermentasi dan penyimpan gas yang masing-masing bercampur dalam satu ruang tanpa sekat. Saat ini digester fiber glass banyak digunakan untuk skala rumah tangga dan industri.



Gambar 2.4 *Digester Fiber Glass*

Sumber : (Sri Wahyuni, 2012, hal. 14)

2. Jenis Digester Berdasarkan Cara Pengisian Bahan Baku

- a. *Batch feeding Batch feeding* merupakan jenis digester yang pengisian bahan baku organiknya dilakukan hanya sekali sampai penuh, kemudian ditunggu sampai biogas dihasilkan. Isian digester akan dibongkar setelah biogas tidak diproduksi atau produksinya rendah, lalu diisi kembali dengan bahan organik yang baru. Umumnya, digester ini didesain untuk limbah padatan berupa sayuran atau hijau-hijauan dan tidak membutuhkan pipa karena tangki dapat dibuka. Sisa

buangan dapat dikeluarkan langsung dan digester dapat segera diisi kembali dengan bahan baku yang baru. Karena pengisian bahan baku dilakukan pada awal proses, biogas akan dihasilkan setelah minggu kedua sampai minggu keempat, tergantung dari jenis bahan baku dan suhu yang digunakan. Biasanya, laju peningkatan produksi menjadi lambat setelah bulan ketiga dan keempat

- b. *Continuous Feeding Continuous Feeding* adalah jenis digester yang pengisian bahan baku organik dilakukan setiap hari dalam jumlah tertentu. Pada pengisian awal, digester diisi penuh lalu ditunggu sampai biogas diproduksi. Pengisian bahan baku kemudian dilakukan secara kontinu setiap hari dalam jumlah tertentu. Setiap proses pengisian bahan baku akan diikuti pengeluaran sludge (bahan sisa) sehingga digester ini didesain dengan membuat lubang pengeluaran dan lubang pemasukan. Dengan sistem ini, produksi biogas dapat dipercepat dan konsisten dengan jumlah sisa buangan sedikit setiap harinya. Hal yang perlu diperhatikan dari model digester ini adalah tangki yang digunakan harus dapat menampung semua bahan yang dimasukkan secara terus-menerus. *Digester tipe Continuous Feeding* memiliki dua model yaitu model tetap (*fixed*) dan model terapung (*floating*) yang berbeda dibagian penampung gas yang dihasilkan. Pada model konstruksi tetap kontinu, tangki dan penampung gas didesain menjadi satu. Sementara itu, pada model terapung, penampung gas didesain dapat bergerak naik turun. Pada saat gas terbentuk, penampung gas akan bergerak turun. Model ini dapat

dibuat sesuai dengan kapasitas tampung limbah dan jumlah biogas yang dihasilkan. Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat digester model tetap kontinu diantaranya pasir, semen, batu kali, batu merah, besi konstruksi, cat dan pipa paralon. Sementara itu, bahan yang dibutuhkan untuk membangun model terapung (*floating*) dapat berupa plat besi, stainless steel dan fiber glass. Model ini membutuhkan modal awal yang lebih besar, tetapi usia ekonominya lebih lama, perawatannya mudah dan pengoperasiannya sederhana.

3. Jenis Digester Berdasarkan Bentuk Konstruksi

- a. Digester Bak Tertutup (*Covered Lagoon Digester*) Digester bak tertutup merupakan kolam penampung bahan baku dengan desain sederhana yang digunakan untuk kotoran cair dengan kandungan padat kurang dari 3%. Sesuai dengan namanya, digester ini dilengkapi penutup yang berfungsi sebagai penangkap gas yang dihasilkan selama proses dekomposisi. Gas yang dihasilkan akan terperangkap di bawah tutup, kemudian akan disalurkan melalui pipa. Dilihat dari segi biaya, digester ini merupakan digester yang termurah. Namun kekurangannya, 18 digester ini membutuhkan kolam yang besar dan suhu yang hangat sehingga tidak cocok untuk daerah dingin.
- b. *Complete Mix Digester* Digester ini berupa tangki yang terbuat dari baja yang diinstalasi diatas atau terkubur di bawah tanah. Umumnya, *complete mix digester* cocok untuk menampung bahan baku dalam jumlah banyak dengan kandungan padatan antara 3-10%. Tangki tersebut dilengkapi dengan alat pemanas dan pengaduk mekanik

sehingga bahan akan teraduk secara merata dan terhindar dari pengendapan selama proses fermentasi. Gas yang dihasilkan akan terakumulasi dibagian atas digester, kemudian akan disalurkan melalui pipa. Kekurangannya, digester jenis ini memerlukan biaya pembuatan, operasional dan pemeliharaan yang mahal.

- c. *Plug-flow digester* *Plug-flow* digester biasanya berbentuk persegi panjang, kedap air dan memiliki tutup yang dapat diubah. Cocok untuk limbah yang berasal dari kotoran ruminansia dengan kandungan padat 11-13%. Ciri khas digester ini adalah memiliki tempat pengumpulan kotoran atau bahan, tempat pencampuran dan tangki digester. Bahan baku dimasukkan dari salah satu sisi dan mendorong keluar buangan yang telah terfermentasi di sisi lainnya. Gas yang dihasilkan akan terperangkap di bagian bawah penutup, kemudian disalurkan melalui pipa yang berada di bawah penutup menuju generator. Digester jenis ini memerlukan pemeliharaan yang minimal. Selain itu, pengaturan suhu dapat lebih mudah karena panas buangan dari mesin generator dapat digunakan untuk memanasi dgester 25-40 °C yang cocok bagi pertumbuhan bakteri metanogen. Digester ini cocok digunakan bagi skala kecil yang dapat memproduksi biogas untuk memenuhi kebutuhan listrik dan pemanas.

C. Komponen Digester

Komponen-komponen digester cukup banyak dan sangat bervariasi. Komponen yang digunakan untuk membuat digester tergantung pada jenis

digester yang digunakan dan tujuan pembangunan digester. Tetapi, secara umum digester terdiri dari empat komponen utama sebagai berikut (Simanjuntak, 2018):

1. Input merupakan saluran masuk kotoran sapi dan sebagai pengaduk

kotoran sapi dengan air supaya tercampur dengan rata. Saluran ini digunakan untuk memasukkan kotoran sapi yang sudah merata ke dalam reaktor utama. Tujuan pencampurannya adalah untuk memaksimalkan produksi biogas, memudahkan mengalirnya bahan baku dan menghindari endapan pada saluran masuk.

2. Ruang digestion (ruang fermentasi) atau biasa disebut digester.

Ruangan digestion berfungsi sebagai tempat terjadinya proses untuk menghasilkan gas yang dibuat kedap terhadap udara. Ruangan ini dapat juga dilengkapi dengan penampung biogas.

3. Output merupakan saluran keluar kotoran sapi biasanya disebut dengan Bio-Slurry.

Bio-Slurry ini merupakan ampas dari kotoran sapi tersebut yang keluar melalui saluran output yang dihasilkan dari proses anaerobik. Fungsi saluran ini adalah untuk mengeluarkan kotoran (*sludge*) yang telah mengalami proses digestion oleh bakteri. Saluran ini bekerja berdasarkan prinsip kesetimbangan tekanan hidrostatik. Residu yang keluar pertama kali merupakan *slurry* (lumpur) masukan yang pertama setelah waktu retensi. *Slurry* yang keluar sangat baik untuk pupuk karena mengandung kadar nutrisi yang tinggi.

4. Tangki penyimpan biogas

Tujuan dari tangki penyimpan gas adalah untuk menyimpan biogas yang dihasilkan dari proses digestion. Jenis tangki penyimpan biogas ada dua, yaitu tangki bersatu dengan unit reaktor (*fixed dome*) dan terpisah dengan reaktor (*floating dome*). Untuk tangki terpisah, konstruksi dibuat khusus sehingga tidak bocor dan tekanan yang terdapat dalam tangki seragam. Selain empat komponen utama tersebut, pada sebuah digester perlu ditambahkan beberapa komponen pendukung untuk menghasilkan biogas yang jumlahnya banyak dan aman.

Beberapa komponen pendukung adalah (Aryanti, 2021):

a. Katup pengaman tekanan (control valve).

Fungsi dari katup pengaman adalah sebagai pengaman biodigester dari lonjakan tekanan biogas yang berlebihan. Bila tekanan biogas dalam tabung penampung biogas lebih tinggi dari tekanan yang diijinkan, maka biogas akan dibuang keluar. Selanjutnya tekanan dalam biodigester turun kembali. Katup pengaman tekanan cukup penting dalam reaktor biogas yang besar dan sistem kontinu.

b. Sistem pengaduk Pada digester yang besar

sistem pengaduk menjadi sangat penting. Untuk digester kecil misalnya digester untuk 3-5 sapi, sistem pengaduk dapat ditiadakan. Tujuan dari pengadukan adalah untuk mengurangi pengendapan dan menyediakan populasi bakteri yang seragam sehingga tidak terdapat lokasi yang 'mati' dimana tidak terjadi proses digestion karena tidak terdapat bakteri. Selain itu dengan pengadukan dapat mempermudah pelepasan gas yang dihasilkan oleh bakteri menuju ke

bagian penampung biogas. Pengadukan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- 1) Pengadukan mekanis yaitu dengan menggunakan poros yang dibawahnya terdapat semacam baling-baling dan digerakkan dengan manual menggunakan tenaga manusia dengan memutar tuas pengaduk.
 - 2) Mensirkulasi bahan dalam digester dengan menggunakan pompa dan dialirkan kembali melalui bagian atas biodigester. Pada saat melakukan proses pengadukan hendaknya dilakukan dengan pelan. Sebagaimana diketahui bahwa tumbuhnya bakteri membutuhkan media yang cocok. Media yang cocok sendiri terbentuk dari bahan organik secara alami dan membutuhkan waktu tertentu (ingat kembali retention time) sehingga pengadukan yang terlalu cepat dapat membuat proses digestion justru terhambat. Tidak ada panduan yang pasti seberapa lambat pengadukan dilakukan dan bagaimana frekuensinya karena proses pengadukan sangat tergantung dari bahan baku yang digunakan. Untuk bahan baku yang larut dengan air dan tidak membentuk stratifikasi justru tidak diperlukan adanya pengadukan.
- c. Saluran biogas. Tujuan dari saluran gas adalah untuk mengalirkan biogas yang dihasilkan dari biodigester. Bahan untuk saluran gas disarankan terbuat dari polimer untuk menghindari korosi. Ingat, kebocoran biogas dapat sangat berbahaya, karena dapat menimbulkan kebakaran. Untuk pembakaran gas pada tungku, pada ujung saluran pipa dapat

disambung dengan pipa yang terbuat dari logam supaya tahan terhadap temperatur pembakaran yang tinggi.

D. Pengaduk Manual

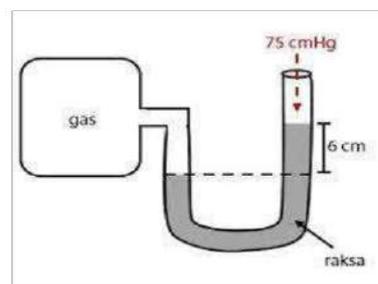
1. Pengaduk

Alat bantu untuk mempermudah proses pembentukan biogas kotoran sapi menjadi gas metana. Proses pengadukan lebih cepat, dengan ini hasil produksi akan semakin meningkat dan cepat reaksi bakteri yang ada didalam digeter akan menjadi lebih cepat terurai dan cepat pembentukan gas metana.

2. Cara Kerja Pengaduk

Cara kerja dari pengaduk manual ini sangatlah mudah. Anda cukup memasukkan alat pengaduk kedalam biogas untuk melihat apakah ada perubahan gas yang metana yang keluar dari sebelum memakai pengaduk dengan sebelum memakai pengaduk. Bahan yang digunakan untuk pembuatan pengaduk manual adalah:

E. Manometer U



Gambar 2. 5 Manometer U

Sumber : (Puspita Sari, 2013)

Manometer U adalah alat ukur yang berfungsi sebagai alat untuk pengukur tekanan gas dalam ruang tertutup. Salah satu ujungnya tertutup sedangkan ujung

lainnya terbuka yang dapat menghubungkan dengan ruang yang akan diukur tekannya.

Prinsip kerja manometer terbuka tertutup hampir sama dengan manometer terbuka terbuka. Hanya saja, jika pada manometer terbuka terbuka, salah satu ujungnya terhubung dengan udara luar sehingga pada manometer terbuka ini ujung tersebut ditutup. Dengan demikian, perbedaan tinggi yang terjadi akibat masuknya gas dari ruangan yang akan diukur tekannya secara langsung menunjukkan tekanan udara ruangan tersebut.

1. Fungsi manometer U

Manometer adalah alat yang digunakan secara luas pada audit energi untuk mengukur perbedaan tekanan di dua titik yang berlawanan. Jenis manometer tertua adalah manometer kolom cairan. Versi manometer sederhana kolom cairan adalah bentuk pipa U yang diisi cairan setengahnya (biasanya berisi minyak, air atau air raksa) dimana pengukuran dilakukan pada satu sisi pipa, sementara tekanan (yang mungkin terjadi karena atmosfer) diterapkan pada tabung yang lainnya. Perbedaan ketinggian cairan memperlihatkan tekanan yang diterapkan.

2. Penggunaan Manometer

Selama pelaksanaan audit energi, manometer digunakan untuk menentukan perbedaan tekanan diantara dua titik di saluran pembuangan gas atau udara. Perbedaan tekanan kemudian digunakan untuk menghitung kecepatan aliran di saluran dengan

menggunakan persamaan Bernoulli (Perbedaan tekanan = $v^2/2g$). Rincian lebih lanjut penggunaan manometer diberikan pada bagian tentang bagaimana mengoperasikan manometer. Manometer harus sesuai untuk aliran cairan. Kecepatan aliran cairan diberikan oleh perbedaan tekanan = $f LV^2/2gD$ dimana f adalah factor gesekan dari bahan pipa, L adalah jarak antara dua titik berlawanan 183 dimana perbedaan tekanan diambil, D adalah diameter pipa dan g adalah konstanta gravitasi. Manometer tersebut digunakan untuk mengukur tekanan tera yang terdiri dari sebuah tabung yang berbentuk U yang berisi cairan, umumnya mercury (airraksa) atau air. Tekanan yang terukur adalah berhubungan dengan perbedaan tinggi permukaan air antara dua sisi tabung, merupakan penjumlahan hasil pembacaan diatas dan dibawah angka nol yang menunjukkan adanya tekanan.

F. Penelitian Terkait

Penelitian terkait oleh (Munazzirah, 2016) dengan judul “Rancang Bangun Reaktor Biogas Dengan Pengaduk”. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membandingkan hasil dengan reaktor biogas dengan pengaduk dengan reaktor biogas tanpa pengaduk. Penelitian telah berhasil merancang reaktor biogas dengan pengaduk dengan pengaduk menggunakan dinamo sebagai pemutar dengan kapasitas 11 kg. Dari hasil tes yang dilakukan 3 kali sehari selama 9 hari, memiliki pH tertinggi nilai data yang diperoleh pada hari ke 5 adalah 7,5 untuk reaktor biogas dengan pengaduk dan areaktor biogas tanpa pengaduk. Untuk pengukuran suhu berubah secara tidak teratur karena kondisi cuaca yang tidak mendukung tetap ada. Untuk produksi biogas di reaktor biogas dengan pengaduk,

mulai terlihat pada hari ke 5 dengan nilai 76,3 cmHg sedangkan peningkatan biogas reaktor tanpa agitator biogas mulai terbentuk pada hari ke 7 dengan kenaikan 76,5 dalam nilai. Alat ini digunakan untuk pengujian sampel kotoran sapi sebagai sampel yang paling bagus dan mudah didapat. Berdasarkan hasil penelitian dilakukan, dapat membuktikan bahwa pengaduk reaktor biogas dengan mampu menghasilkan biogas lebih cepat dibandingkan reaktor biogas tanpa pengaduk karena substrat dalam wadah fermentasi tercampur homogen sehingga bakteri mampu bereproduksi secara utuh.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu

Lokasi penelitian ini dilakukan di SP 1 Desa Laboi Jaya, kabupaten Kampar, Riau. Waktu pengamilan dan pengolahan data dilakukan mulai tanggal 1 juni 2022

B. Data Primer

Data yang didapatkan langsung kepada responden melalui kuesioner

1. Data pengaduk dan non pengaduk selama 3 hari

Persentase dari data pengaduk Rabu - Jumat 16-18 Februari 2022 sebanyak 3,6 cmHg biogas yang keluar

2. Data Kuesioner

Berdasarkan kuesioner yang disebarakan peneliti kepada 7 warga binaan menggunakan skala likert, Desa Laboi Jaya, Kecamatan Bangkinang, Kampar. Cara penyebaran kuesioner dengan cara datang langsung kerumah Warga dan langsung menyebarkannya. Kami memberikan pendapat mengenai pernyataan-pernyataan di bawah ini dengan cara memberi tanda silang (x) atau checklist (v) pada kolom yang tersedia : Pada kolom tingkat kepentingan (menyatakan harapan anda terhadap suatu mesin pengaduk), berikut adalah pilihannya:

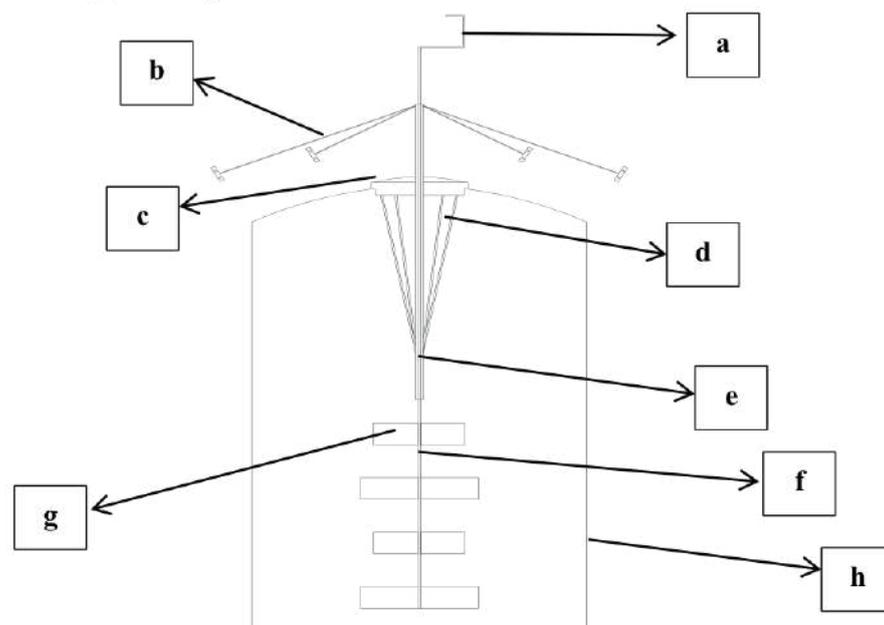
Nama :
 Umur :
 Alamat :

SP : Sangat Penting : Skor 4
 P : Penting : Skor 3
 TP : Tidak Penting : Skor 2
 STP : Sangat Tidak Penting : Skor 1

No	Pertanyaan	Kepentingan			
		1	2	3	4
1	Kekuatan Material Dari Pengaduk Manual				
2	Keamanan Pengaduk Manual Terhadap Manusia Yang Menggunakannya				
3	Kestabilan Pengaduk Manual Dalam Mengaduk				
4	Desain Pengaduk Manual Yang Rapi/Ringkas				
5	Kemudahan Pengoperasian Pengaduk Manual				
6	Kemudahan Perawatan Dari Pengaduk Manual				
7	Desain Pengaduk Manual Yang Menarik				

Tabel 3. 1 Kuisisioner yang disebarakan kewarga

3. Rancangan Pengaduk Manual



Gambar 3. 1 Desain reaktor biogas dengan pengaduk.

Keterangan :

- *String*
- *Holder 1*
- Tutup digester biogas
- *Holder 2*
- Besi inti luar
- Besi inti dalam
- *Blade*
- Digester biogas 5.000 L

a. *Blade*

Alat mekanis yang memutar kotoran sapi dalam digester digunakan untuk pembuatan pengolahan kotoran sapi dan memproduksi gas metana disalurkan ke masyarakat.

b. *Bearing*

Bearing (bantalan) adalah elemen mesin yang menumpu poros yang mempunyai beban, sehingga putaran atau gerakan bolak - baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan mempunyai umur yang panjang. *Bearing* harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika *bearing* tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem tidak dapat bekerja secara semestinya.

Bearing dalam peralatan usaha tani diperlukan untuk menahan berbagai suku pemindah daya tetap di tempatnya. *Bearing* yang tepat untuk

digunakan ditentukan oleh besarnya keausan, kecepatan putar poros, beban yang harus didukung, dan besarnya daya dorong akhir. Berdasarkan konstruksi dan mekanisme mengatasi gesekan, bearing dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu slider bearing (bantalan luncur) dan roller bearing (bantalan gelinding)

- 1) *Slider bearing* (Bantalan luncur) menggunakan mekanisme sliding, dimana dua permukaan komponen mesin saling bergerak relatif. Diantara kedua permukaan terdapat pelumas sebagai agen utama untuk mengurangi gesekan antara kedua permukaan. *Slider bearing* untuk beban arah radial disebut jurnal *bearing* dan untuk beban arah aksial disebut thrust *bearing*.
- 2) *Roller bearing* (Bantalan gelinding) menggunakan elemen rolling untuk mengatasi gesekan antara dua komponen yang bergerak. Diantara kedua permukaan ditempatkan elemen gelinding seperti misalnya bola, rol, taper dan lain lain. Kontak gelinding antara elemen ini dengan komponen lain yang berarti pada permukaan kontak tidak ada gerakan relatif.

Bearing adalah elemen mesin yang berfungsi sebagai penumpu poros yang berbeban dan berputar. Dengan adanya bearing, maka putaran dan gerakan bolak - balik suatu poros berlangsung secara halus, aman dan tahan lama. Bearing berguna untuk menumpu poros dan memberi kemungkinan poros dapat berputar dengan

leluasa (dengan gesekan yang sekecil mungkin). Berbagai macam bearing, pada prinsipnya bearing dapat digolongkan menjadi:

- 1) *Bearing* luncur.
- 2) *Bearing* gelinding (bantalan peluru dan bantalan rol).
- 3) *Bearing* dengan beban radial.
- 4) *Bearing* dengan beban aksial.
- 5) *Bearing* dengan beban campuran (aksial - radial).

Berdasarkan gerakan bearing terhadap poros, bearing terdiri atas bearing luncur dan bearing gelinding. Pada bearing luncur terjadi gesekan luncur antara poros dan bearing, karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bearing dengan perantara lapisan pelumas. Pada bearing gelinding terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola (peluru). Berdasarkan arah beban terhadap poros, bearing terdiri atas bearing radial yang arah bebannya tegak lurus sumbu poros, bearing aksial yang arah bebannya sejajar dengan sumbu poros, dan bearing gelinding khusus yang arah bebannya sejajar dan tegak lurus sumbu poros (Dari et al., 2019)

c. *Holder*

Untuk memperkokoh bagian besi dalam agar tidak bergoyang saat di aduk.

d. *Screw Ribon*

memiliki kemampuan untuk mencampur dan mengaduk zat yang memiliki viskositas tinggi. Karena yang akan diaduk adalah *slurry*

dengan kekentalan yang cukup besar maka dipilihlah pengaduk jenis *screw ribbon*.

Data sekunder dari penelitian ini yaitu menggunakan data yang relevan dan sesuai, dengan cara melihat penelitian terdahulu yang berkaitan dengan perancangan dan pembuatan pengaduk manual. Pengaduk manual itu berupa alat bantu untuk mempermudah proses pembentukan biogas kotoran sapi menjadi gas metana. Proses pengadukan lebih cepat, dengan ini hasil produksi anda akan semakin meningkat (Munazzirah, 2016).

C. Langkah-langkah Pembuatan

1. Pengolahan Data Perancangan

Proses pengolahan data dilakukan dengan mengambil kotoran sapi yang baru dan diaduk dengan kapasitas 1.2 dan dimasukkan kedalam digester. Setelah dipasangkan manometer U bisa mengukur berapa banyak gas yang keluar.

2. Perakitan Pengaduk Manual

Membuat desain yang diperlukan dalam proses pembuatan. Perancangan gambar berdasarkan data yang diperoleh setelah melakukan observasi dan studi literatur.

- a. Kerangka besi 2 besi $\frac{3}{4}$ inch dengan panjang 1.80 meter sedangkan ukuran besi yang satunya $\frac{1}{2}$ inch dengan panjang 2.40 meter.
- b. Bearing 2

D. Langkah Pengujian

1. Tahap Persiapan

- a. Membuat dan merancang gambar desain, bentuk dan ukuran alat.
- b. Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan untuk membuat alat.

2. Tahap Pengujian

a. Uji kerja alat

1) Reaktor dengan pengaduk

- Menyiapkan bahan isian reaktor dengan bahan berupa kotoran ternak yang dicampur dengan air.
- Banyaknya kotoran ternak yang digunakan adalah 1:1 dan air 1:2. Campuran kotoran ternak dan air kemudian dimasukkan kedalam wadah reaktor/digester.
- Melakukan pengadukan secara berkala agar campuran benar-benar homogen (campuran yang tidak dapat dilihat perbedaan terlarut dan pelarut seperti air yang dicampur dengan gula. Sedangkan campuran heterogen adalah campuran yang dapat dibedakan antara pelarut dan terlarut seperti air yang dicampur tanah) (Ratnawati, 2018).
- Menutup rapat wadah fermentasi kemudian menunggu proses fermentasi selama 5-15 menit.
- Agar tidak terjadi endapan, dilakukan pengadukan setiap 1x2 hari selama 5 menit.

- Mengamati kenaikan tekanan dan volume biogas pada alat ukur manometer U yang terpasang pada tempat penampung biogas.
 - Mencatat hasil pengamatan pada tabel pengamatan.
- 2) Pengamatan Parameter
- Performansi Alat (Kerja alat)
 - Pengamatan performansi (kerja alat) reaktor biogas tanpa pengaduk dan dengan pengaduk dilakukan dengan cara melihat kinerja alat mulai dari memasukkan bahan hingga menghitung tekanan gas yang dihasilkan.
 - Tekanan Biogas
 - Pengukuran perubahan kenaikan tekanan biogas dilakukan dengan melihat angka atau nilai yang ditunjukkan pada manometer U tekanan tiap hari pada wadah fermentasi.

3. Pengujian Hasil

a. Tekanan dengan Manometer U

Tabel 3. 2 Tabel pengukuran suhu pada reaktor tanpa pengaduk

Hari	Siang	Pagi
Hari Ke-1		
Hari Ke-2		
Hari Ke-3		

Sumber : Pengolahan Data, 2022

b. Pengolahan data perancangan

Proses pengolahan data dilakukan dengan mencari kapasitas angkut proses pengolahan data dilakukan dengan menghitung berapa banyak gas metana yang keluar sebelum dan sesudah menggunakan pengaduk. Tekanan gas yang dihasilkan diukur dengan menggunakan manometer U terbuka yang menggunakan fluida air.

Pengukuran tekanan selama proses penderaman dilakukan setiap hari sekali pukul 12.00 siang. Data yang terkumpul selanjutnya diolah dan dihitung sesuai dengan rumus perhitungan tekanan pada manometer U terbuka untuk mengetahui tekanan gas yang dihasilkan selama proses penderaman berlangsung dalam satuan atm. Bila manometer diberi tekanan udara pada salah satu kolom, maka air di kolom lainnya akan naik hingga mencapai di tekanan tertentu. Perbedaan ketinggian air kedua kolom disebut dengan nilai (h). Perhitungan tekanan dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} P_A &= P_B \\ P_{\text{gas}} &= P_R + P_U \end{aligned}$$

E. Alat dan Bahan

1. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian

a. Alat

- 1) Reaktor bio gas, berfungsi sebagai tempat fermentasi gas
- 2) Manometer U , berfungsi sebagai alat ukur tekanan biogas.
- 3) Stopwatch, berfungsi sebagai alat pengukur waktu.

4) Keran gas, berfungsi sebagai katup keluarnya gas

b. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah air dan kotoran ternak 1:2.

2. Alat dan Bahan Untuk Pembuatan Pengaduk Manual

a. Alat

Ada beberapa alat yg digunakan untuk pembuatan pengaduk manual sebagai berikut :

1) Mesin Gerinda

Gerinda digunakan untuk memotong, mengasah dan mengerus besi putih, plat besi dan sebagainya. Dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3. 2 Mesin Gerinda

2) Mesin las

Mesin las digunakan untuk pengelasan plat besi plat ke besi poros, pengelasan bering ke besi poros, pengelasan pleng luar dan dalam, pengelasan pengaduk dan sebagainya, dapat dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3. 3 Mesin Las

3) Mesin bor

Digunakan untuk melubangkan plat dan memudahkan pemasangan baut pada pembuatan pengaduk manual. Dilihat pada gambar 3.4



Gambar 3. 4 Mesin bor

b. Bahan

Ada beberapa bahan yang digunakan untuk pembuatan pengaduk manual sebagai berikut :

1) Besi inti

Panjang besi inti untuk pembuatan pengaduk manual adalah 2,4 m, Besi ini digunakan untuk tiang tengah pengaduk, dilihat pada gambar 3.5



Gambar 3. 5 Besi inti

2) Besi Plat

Besi plat dalam pembuatan pengaduk manual ini terbagi 8 plat, ukuran 1 plat 25 cm, digunakan untuk pembuatan kipas, dilihat pada gambar 3.6



Gambar 3. 6 besi Plat

3) Besi Angker

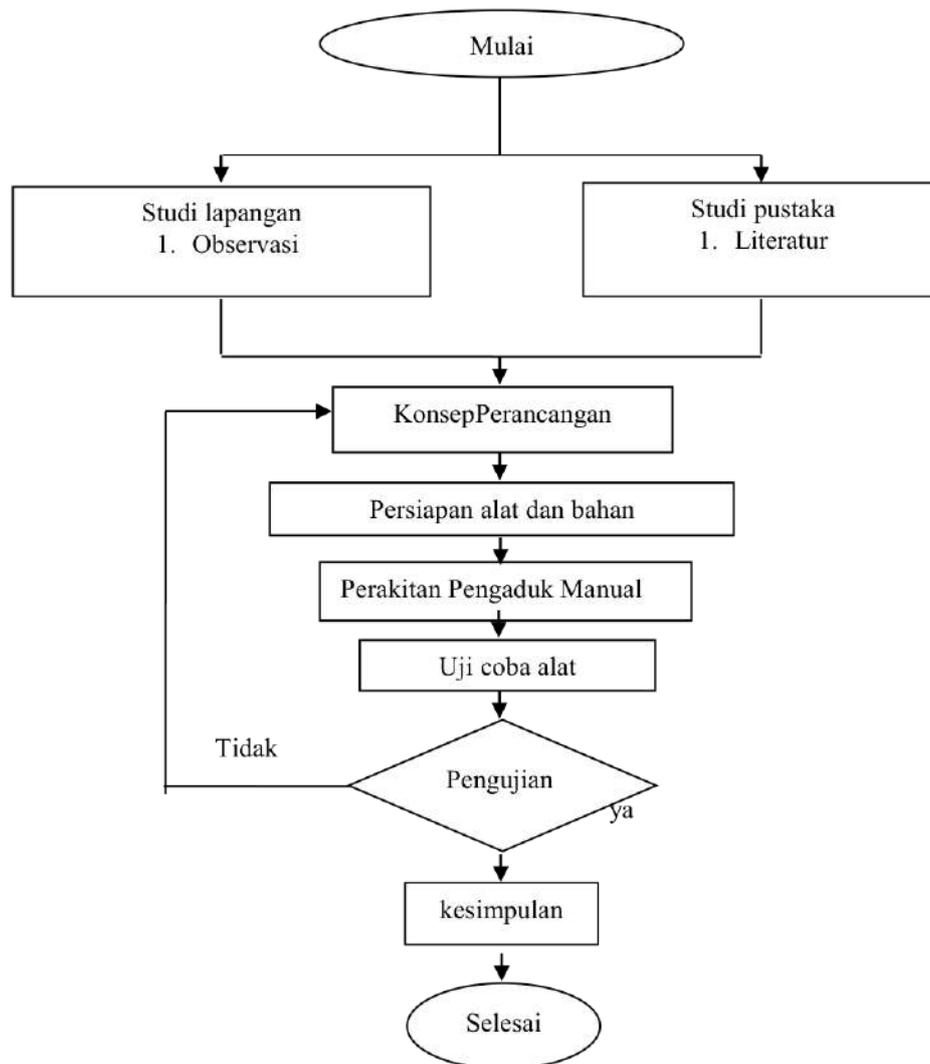
Panjang besi angker untuk pembuatan pengaduk manual ini adalah , terbagi 4 batang diluar dan 4 batang didalam. Fungsinya untuk penyangga kiri dan kanan tiang inti. Dilihat pada gambar 3.7



Gambar 3. 7 Besi angker

F. Diagram Alir

Diagram alir penelitian merupakan salah satu teknik atau langkah yang digunakan dalam penelitian dari awal hingga akhir. Berikut ini adalah diagram alir yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 3. 8 Diagram Alir

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Hasil kuesioner yang dilakukan oleh peneliti selama 3 hari di SP 1 Desa Laboy Jaya, Kecamatan Bangkinang, Kabupaten Kampar, Riau.

1. Rekap data kuesioner

Keterangan :

SP	: Sangat Penting	: Skor 4
P	: Penting	: Skor 3
TP	: Tidak Penting	: Skor 2
STP	: Sangat Tidak Penting	: Skor 1

Tabel 4. 1 Hasil kuisisioner dibagikan ke warga

No	Nama	Umur (Tahun)	Kepentingan						
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
1	Dwi Yanto	35	4	4	3	4	4	4	4
2	Sriadi	49	4	4	3	4	3	4	4
3	Supriadi	41	4	4	4	4	3	4	3
4	Kamidi	37	4	4	4	4	4	4	3
5	Tejo	48	4	4	4	4	4	4	4
6	Sutrisno	58	4	4	4	4	4	4	4
7	Paiman	51	4	4	4	4	4	4	4
Persentase			100%	100%	70%	100%	70%	100%	70%

Sumber : Pengolahan Data, 2022

Dari data yang disebar kan ke warga binaan menggunakan skala likert, pada tabel diatas terdapat data rekap hasil kuesioner yang disebarkan, dari 100% responden terdapat gambaran mengenai desain rancang bangun pengaduk manual yang diinginkan oleh responden.

2. Data tekanan gas metana sebelum menggunakan pengaduk manual

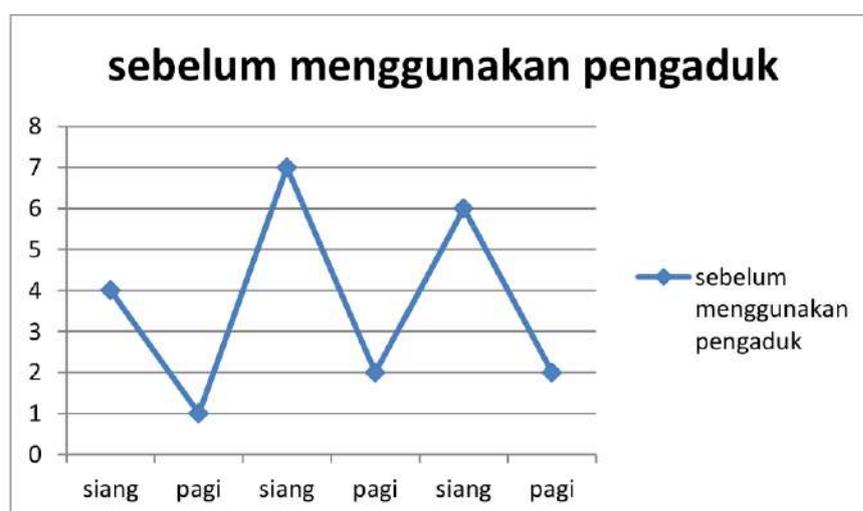
Data yang tidak menggunakan pengaduk manual ini diambil sebelum membuat ataupun merancang pengaduk

Tabel 4. 2 Tekanan gas sebelum menggunakan pengaduk manual

Hari	Siang 14:15-14:20	Pagi 07:05-07:10
Ke-1	4 cmHg	1 cmHg
Ke-2	7 cmHg	2 cmHg
Ke-3	6 cmHg	2 cmHg

Sumber : Pengolahan Data, 2022

Dari hasil table selama tiga hari dengan tidak menggunakan pengaduk manual didapatkan rata rata tekanan gas 3,6 cmHg.



Gambar 4. 1 Sebelum menggunakan pengaduk

Sumber : Pengolahan Data, 2022

Pengujian menggunakan manometer U pada reaktor sebelum menggunakan pengaduk adalah rata –rata 3,6 cmHg. Fungsi manometer U disini adalah untuk mengukur tekanan gas yang ada didalam digester ada pada gambar 4.2. Pengukuran tekanan biogas dalam reaktor biogas sebelum menggunakan pengaduk tekanan gas metananya rendah dan banyak pengendapan didalam reaktor.



Gambar 4. 2 Manometer U

3. Tahap-Tahap Pembuatan Alat

Sebelum membahas tentang langkah langkah pembuatan alat



Gambar 4. 3 Pengaduk manual

Langkah-langkah pembuatan pengaduk manual:

- a. Pemasangan bearing ke besi poros

Pemasangan bearing dilakukan agar pengaduk manual menjadi kokoh dan tidak goyang ketika diaduk dengan manual dan menahan ketika pengaduk diputar ke kiri dan ke kanan. Dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Pemasangan bearing pada besi poros

b. Pembuatan holder

Pembuatan holder menggunakan empat bagian sisi dan dua bagian penahan yaitu bagian luar dan dalam, sisi digunakan untuk menahan pengaduk manual dari getaran disaat mengaduk kotoran sapi diaduk dan disaat pengadukan tidak harus memegang besi poros, dilihat pada gambar 4.5



Gambar 4. 5 Pembuatan holder

1) Pengelasan besi holder ke besi poros bagian dalam

Pengelasan besi holder ke besi poros bagian dalam menggunakan empat sisi dengan panjang 80 cm pengelasan dilakukan dengan meluruskan empat sisi tersebut, fungsinya untuk menahan goncangan dan menahan tekanan disaat ketika pengadukan digester berlangsung, dilihat pada gambar 4.6



Gambar 4. 6 Pengelasan besi holder ke besi poros bagian dalam

2) Pengelasan besi holder ke besi poros bagian luar

Pengelasan besi holder bagian luar menggunakan empat sisi yang berukuran 60 cm, berfungsi untuk menahan adukan supaya tidak terjadi goncangan saat proses mengaduk dan terhindar dari kebocoran dari proses getar pada celah. Dilihat pada gambar 4.7



Gambar 4. 7 Pengelasan besi holder kebesi poros kebagian luar

3) Pemasangan skrup/baut

Pemasangan skrup/baut dibagian bawah tutup digester menggunakan baut 12 dan pemasangan tersebut menggunakan empat sisi terdiri dari dua lubang, berfungsi untuk memperkokoh pengaduk manual dan tidak mudah goyang saat pengadukan berlangsung, dilihat pada gambar 4.8



Gambar 4. 8 Pemasangan skrup/ baut

c. Pegangan pengaduk

Pembuatan pegangan pengaduk menggunakan besi pipa dan bentuknya seperti huruf L. Pegangan pengaduk berfungsi untuk memudahkan mengaduk kotoran sapi yang ada didalam digester biogas, pegangan ini dapat berputar 360° kekiri maupun kekanan. Dilihat pada gambar 4.9



Gambar 4. 9 Pegangan Pengaduk

d. Pengelasan blade ke besi poros

Pengelasan blade ke besi poros menggunakan bagian atas dan bagian bawah dengan ukuran 48 cm, berfungsi untuk menyatukan blade ke pegangan, pengelasan posisi blade pada besi inti tidak sejajar supaya putaran pengadukan lebih cepat, dilihat pada gambar 4.10



Gambar 4. 10 Pengelasan blade ke besi poros

4. Tahap Pemasangan Alat

a. Pelubangan tutup digester

Pelubangan tutup digester menggunakan mata bor, ukuran lobang seseuai besar besiporos danuntuk perekatnya menggunakan lem. Pelubangan tutup digester berfungsi untuk memasukan alat pengaduk manual kedalam digester, dilihat pada gambar 4.11



Gambar 4. 11 Pelubangan tutup digester

b. Pembongkaran tutup digester sebelum menggunakan pengaduk

Pembongkaran ini menggunakan pisau, palu dan pahat sebelumnya sudah diberi lem dan coran semen, pembongkaran ini harus hati-hati karena dapat merusak bagian dalam digester dan menimbulkan kebocoran, dilihat pada gambar 4.12



Gambar 4. 12 Pembongkaran tutup digester sebelum menggunakan pengaduk

c. Pemasangan pengaduk manual ke digester biogas

Pemasangan ini dilakukan dengan cepat dikarenakan biogas dari dalam digester akan keluar, pemasangan ini dilakukan oleh 2 orang satu untuk memegang tutup digester dan satu orang lagi untuk menahan pengaduk, terlihat pada gambar 4.13



Gambar 4. 13 Pemansangan pengaduk manual ke digester manual

2. Pengujian Menggunakan Tekanan

a. Uji Alat yang menggunakan pengaduk manual

Uji alat pengaduk manual didapatkan dari hasil kuesioner menggunakan mean yang dibagikan kepada masyarakat dengan hasil pengaduk manual memutar dengan lancar dan tidak ada goyangan.

Tabel 4. 3 Menggunakan pengaduk manual

Hari	Siang 14:15-14:20	Pagi 07:05-07:10
Ke-1	10 cmHg	8 cmHg
Ke-2	12 cmHg	8 cmHg
Ke-3	14 cmHg	12 cmHg

Sumber : Pengolahan Data, 2022

Dari hasil tabel selama tiga hari dengan menggunakan pengaduk manual didapatkan rata-rata tekanan 10,6 cmHg.

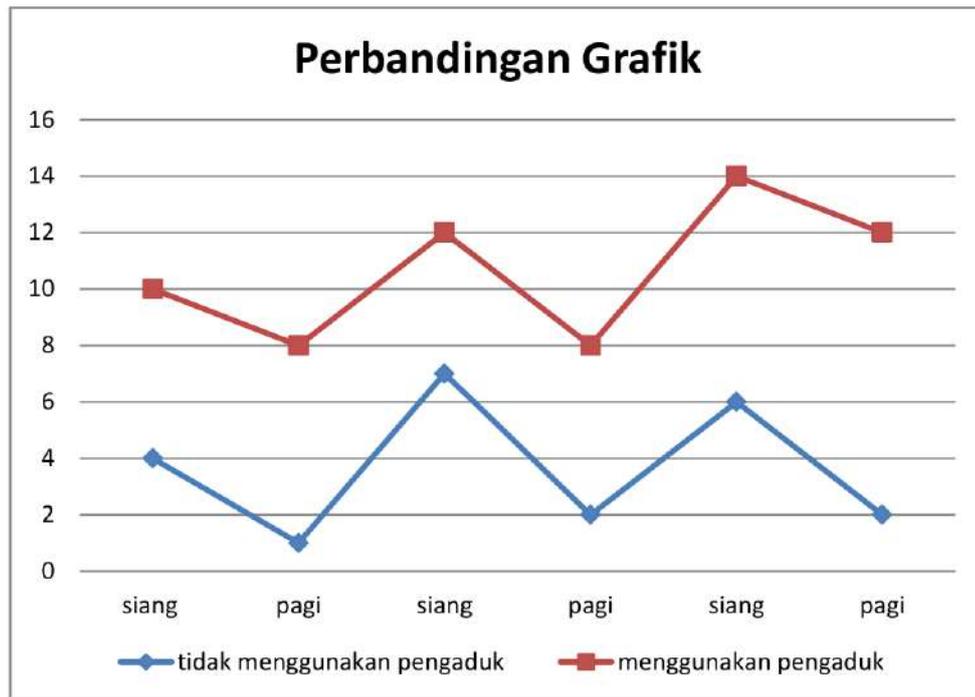


Gambar 4. 14 Menggunakan pengaduk manual

Sumber : Pengolahan Data, 2022

- b. Perbandingan tekanan gas pengaduk manual dan sebelum menggunakan pengaduk

Pengukuran tekanan biogas dilakukan dengan mengamati perubahan tekanan pada manometer U. Pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui kapan biogas terbentuk dan berapa besar volume biogas yang diperoleh. Berdasarkan gambar grafik 4.14, yang dilakukan sebanyak 2 kali sehari selama 3 hari, pada pukul 14:15-14:20 siang dan 07:05-07:10 pagi.



Gambar 4. 15 Perbandingan Grafik

Sumber : Pengolahan Data, 2022

Tekanan biogas selama fermentasi cenderung mengalami perubahan yaitu mengalami kenaikan dan penurunan. Berdasarkan pada gambar grafik 4.15 maka dapat diperoleh grafik Hubungan antara Lama fermentasi terhadap perubahan tekanan pada reaktor biogas dengan pengaduk manual dan sebelum menggunakan pengaduk.

B. Pembahasan

Dari hasil yang didapatkan pada gambar 4.15 antara pengujian tekanan gas metana menggunakan pengaduk manual dan tidak menggunakan pengaduk sangat jauh berbeda. Pada reaktor tanpa pengaduk biogas tidak mengalami kenaikan tekanan, proses pembentukan biogas pada Reaktor ini lebih lama dibandingkan dengan reaktor biogas dengan pengaduk, hal ini dipengaruhi oleh pengadukan yang dilakukan yang berguna untuk menghomogenkan substrat, karena asupan nutrisi yang diperoleh mikroba tidak menyeluruh akibat terjadi endapan pada dasar wadah fermentasi/ pencernaan sehingga mempengaruhi produktivitas bakteri.

Dimana hal ini ditandai dengan fungsi pengadukan didalam reaktor diantaranya untuk menjaga tidak terjadinya endapan didalam reaktor, dikarenakan hal ini dapat menyebabkan terhambatnya aliran gas yang terbentuk didaerah dasar sehingga berpengaruh pada jumlah biogas yang akan dihasilkan. Selain itu, dapat meningkatkan kontak antara mikroba dengan substrat sehingga bakteri mendapatkan nutrisi dengan baik sebagai salah satu parameter kehidupan daripada mikroba.

1. Rekap Data Kuesioner

Kami meminta masyarakat untuk memberikan pendapat mengenai pernyataan-pernyataan di bawah ini dengan cara memberi tanda silang (x) atau checklist (v) pada kolom yang tersedia :

Pada kolom tingkat kepuasan (menyatakan penilaian masyarakat terhadap pengaduk manual saat ini), berikut adalah pilihannya:

Spu : Sangat Puas : Skor 4

Pu : Puas : Skor 3

Tpu : Tidak Puas : Skor 2

STPu : Sangat Tidak Puas : Skor 1

Tabel 4. 4 Kuesioner alat Pengaduk Manual

No	Nama	Umur (Tahun)	Kepentingan						
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
1	Paiman	51	7	7	7	7	7	7	7
2	Sutrisno	58	7	7	7	7	7	7	7
3	Tejo	48	7	7	7	7	7	7	7
4	Kamidi	37	7	7	7	7	7	7	7
5	Supriadi	41	7	7	7	7	7	7	7
6	Sriadi	49	7	7	7	7	7	7	7
7	Dwi Yanto	35	7	7	7	7	7	7	7
Persentase			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Sumber : Pengolahan Data, 2022

Dari data kuesioner yang disebarkan ke warga binaan menggunakan skala likert yang ada pada tabel diatas terdapat total 7 kuesioner yang disebarkan ke warga binaan, dari hasil rekap data terdapat gambaran mengenai tingkat kepuasan penggunaan pengaduk, yaitu 100% dari 7 responden menyatakan sangat puas terhadap alat yang sudah diselesaikan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwasannya menggunakan pengaduk manual adalah pilihan yang tepat, karena dengan adanya alat ini tekanan gas yang dihasilkan semakin stabil dan meningkat, peran penting pengguna juga berpengaruh terhadap peningkatan gas metana, semakin sering alat dioperasikan maka semakin banyak pula tekanan yang dihasilkan dan sebaliknya semakin sedikit alat dioperasikan maka gas yang dihasilkan pun semakin sedikit atau tidak maksimal.
2. Pengukuran tekanan gas menggunakan manometer U terbukti bahwasannya dapat dilihat dari pergerakan air raksa sehingga dapat terlihat adanya perbedaan tekanan pada manometer U atau meningkat dari pergerakan air raksa. Pengukuran ini dilakukan selama satu minggu dan didapatkan grafik perbandingan yang sangat signifikan.

B. Saran

1. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dilakukan penelitian reaktor berpengaduk pada jenis bahan biogas yang berbeda .
2. Diharapkan pada penelitian selanjutnya pengaduk biogas nya menggunakan mesin agar hasilnya maksimal dikarenakan pengaduk manual ada keterbatasan dari hasil yang dikeluarkan gas metana.

DAFTAR PUSTAKA

- Arfian, C. (2017). No Title. *Produksi Biogas Dari Kotoran Sapi Dengan Rumput Gajah*, 21-32.
- Aryanti, N. I. (2021). Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember. *Digital Repository Universitas Jember, September 2019*, 2019–2022.
- Belakang, L. (2015). *Bab 1 pendahuluan 1.1*. 1–43.
- Dari, P., Baku, B., Telah, Y., & Fermentasi, D. (2009). 1) , 2) , 3).
- Dewi, T. K., & Dewi, C. K. (2014). Pembuatan gas bio dari serbuk gergaji, kotoran sapi, dan larutan em4. *Jurnal Teknik KImia*, 20(1), 1–9.
- Ekonomi, S., Jurusan, P., & Fakultas Ekonomi, A. (2013). *Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar*.
- Fiatno, A., Maharani, & Aprizal. (2018). Pemurnian Biogas Kotoran Sapi Menggunakan Absorber Dan Adsorber Karbon Aktif. *Aptek*, 23, 60–65.
- Grace Roma Artha Samosir, & Merry Meryam Martgrita. (2021). Analisis Pendahuluan Pemanfaatan Konsorsium Bakteri Termofilik dari Kotoran Sapi Untuk Produksi Biogas. *Journal of Applied Technology and Informatics Indonesia*, 1(1), 2–6. <https://doi.org/10.54074/jati.v1i1.5>
- Munazzirah, M. (2016). *Rancang Bangun Reaktor Biogas dengan Pengaduk*.
- Rinaldi, V. (2018). No Title. *Analisis Pengaruh Kadar Air Dalam Biogas Terhadap Proses Pembakaran Gas Engine*.
- Simanjuntak, jerri ronitua. (2018). No Title. *Studi Pemeliharaan Komponen Kritis Sistem Digester*.
- Yoses, O. (2020). No Title. *Pengaruh Jenis Limbah Kotoran Sapi Terhadap Produksi Biogas Dari Kotoran Sapi*, 5, 156–162
- Sri Wahyuni, S. R. I., Program Studi, Teknik Industri, And Stkip Muhammadiyah Bogor. 2012. “Pembagian Jenis Biogas.” (13).
- Sri Wahyuni, S. R. I., Program Studi, Teknik Industri, And Stkip Muhammadiyah Bogor. 2012. “Pembagian Jenis Biogas.” (13).

Sri Wahyuni, S. R. I., Program Studi, Teknik Industri, And Stkip Muhammadiyah Bogor. 2012. "Pembagian Jenis Biogas." (14).

Sri Wahyuni, S. R. I., Program Studi, Teknik Industri, And Stkip Muhammadiyah Bogor. 2012. "Pembagian Jenis Biogas." (14).

Puspita Sari, Fitri-, Imam- Fahrurrozi, Trias Prima Satya, Galih- Setyawan, Muhammad Rifqi Al Fauzan, And Estu Muhammad Dwi Admoko. 2019. "Prinsip Kerja Pada Manometer U." *Jurnal Fisika* (2):36.