

# Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Skala Kecil Di Desa Kiama Talaud

Richard Jexon Togelang <sup>1)</sup>, Meita Rumbayan <sup>2)</sup>, Glanny Mangindaan <sup>3)</sup>.

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu, 95115, Indonesia

Email: [togelang1998@gmail.com](mailto:togelang1998@gmail.com), [meitarumbayan@unsrat.ac.id](mailto:meitarumbayan@unsrat.ac.id), [glanny\\_m@unsrat.ac.id](mailto:glanny_m@unsrat.ac.id)

---

*Abstract - Biogas is one of the renewable energy sources that is being researched and developed as an alternative energy source in the future that is economical, sustainable and environmentally friendly. In the current development of electricity in Indonesia, it is felt that the problem of the need for electrical energy, especially the availability of fossil fuels, especially coal and petroleum as energy sources that are converted into electrical energy, is running low, so it is necessary to take measures to save. One of the savings efforts made to reduce the use of fossil fuels in meeting the needs of electrical energy is the use of cow dung and wind as renewable energy. This final project contains a discussion of the Biogas Power Plant (PLTBg) By using the method of collecting data directly from the research location, namely in the village of West Kiama The designed Biogas Power Plant is capable of producing 1.467 KWh/day with a small scale of use*

*Keywords: biogas power plant, biogas, cow dung*

*Absrak - Biogas merupakan salah satu sumber energi renewable yang sedang banyak diteliti dan dikembangkan sebagai salah satu sumber energi alternatif masa depan yang bersifat ekonomis, sustainable dan ramah lingkungan. Dalam perkembangan ketenagalistrikan di Indonesia saat*

*ini, telah dirasakan masalah kebutuhan energi listrik terutama ketersediaan bahan bakar fosil, khususnya batubara dan minyak bumi sebagai sumber energi yang dikonversi menjadi energi listrik semakin menipis, sehingga perlu diupayakan tindakan-tindakan penghematan. Salah satu upaya penghematan yang dilakukan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dalam memenuhi kebutuhan energi listrik adalah dengan pemanfaatan kotoran sapi dan angin sebagai energi terbarukan. Tugas akhir ini berisi pembahasan Pembangkit Tenaga Listrik Biogas (PLTBg) Dengan menggunakan metode pengambilan data langsung dari lokasi penelitian yaitu didesa kiama barat Pembangkit Listrik Tenaga Biogas yang dirancang ini mampu menghasilkan 1.467 KWh/hari dengan skala penggunaan yang kecil*

*Kata kunci: pembangkit listrik biogas, biogas, kotoran sapi*

## I. PENDAHULUAN

Pemanfaatan sumber energi terbarukan yang berasal dari sumber non-fosil seperti sampah, kotoran sapi, limbah pertanian dan sumber biomasa lainnya saat ini menjadi semakin penting. Biogas merupakan sumber energi terbarukan yang dihasilkan oleh fermentasi

anaerobik dari bahan organik. Biogas dapat diproduksi dari limbah kotoran hewan, air limbah, dan limbah padat. Komposisinya bervariasi, tergantung sumber bahan biogasnya. Akan tetapi, biasanya memiliki kandungan 50–70 % CH<sub>4</sub>, 25– 50 % CO<sub>2</sub>, 1–5 % H<sub>2</sub>, 0,3–3 % N<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S. Biogas merupakan sumber energi yang menarik untuk daerah pedesaan, Semua komponen organik yang ada di bumi mengeluarkan energi yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi yang dibutuhkan manusia. Tumbuhan yang telah mati dan mengalami

pembusukan mengeluarkan berbagai macam gas akibat dari aktifitas biologi bakteri pengurai. Hal itu juga terjadi pada hewan dan manusia, baik kotoran maupun dagingnya. Salah satu gas yang dapat dimanfaatkan adalah gas metana yang terkandung dalam biogas. Biogas adalah bahan bakar yang dihasilkan dari aktifitas biologis bakteri pada sampah organik dengan proses secara anaerobic atau tanpa adanya oksigen. Umumnya menghasilkan gas metana dengan konsentrasi 55% – 75% sehingga cukup untuk pembakaran dimotor bakar hingga menghasilkan tenaga. Teknik pembuatannya dengan cara memasukkannya ke dalam tabung reaktor yang rapat dan terbebas dari oksigen. Karena jika diletakkan di luar ruangan gas metana yang terkandung di dalam kotoran ternak akan terbuang begitu saja ke udara dan akan menyumbangkan efek rumah kaca. Bentuk tabung reaktor bisa berupa digester beton yang ditanam di dalam tanah untuk menstabilkan suhu atau berupa tong plastik. Umumnya untuk mendapatkan tekanan yang cukup baik untuk proses pembakaran di motor bakar lebih baik menggunakan digester beton yang ditanam di tanah. Tenaga yang dihasilkan oleh motor bakar akan 2 disalurkan untuk memutar generator sehingga menjadi sebuah generator set yang

menghasil tenaga listrik dengan tegangan listrik 12 V kemudian di ubah menggunakan penguat tegangan menjadi listrik tegangan 220 V. Hasil akhir yang diharapkan adalah energi listrik yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik rumah tangga.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. BIOGAS

Biogas ialah gas yang dihasilkan oleh mikroba apabila bahan organik mengalami proses fermentasi dalam suatu keadaan anaerobik yang sesuai baik dari segi suhu, kelembaban, dan keasaman

#### 1. Komponen Penyusun Biogas

Secara ilmiah proses biogas ini menghasilkan gas yang mudah terbakar yakni CH<sub>4</sub> atau disebut gas metan yang bersifat mudah terbakar (flamable), tidak berbau dan tidak berwarna. Menurut LIPI (2005) Gas metana terbentuk karena proses fermentasi secara anaerobik (tanpa udara) oleh bakteri metan atau disebut juga bakteri anaerobik dan bakteri biogas yang mengurangi sampah-sampah yang banyak mengandung bahan organik (biomassa) sehingga terbentuk gas metan (CH<sub>4</sub>) yang apabila dibakar dapat menghasilkan energi panas.

*Tabel 1 Unsur Penyusun Biogas*

<b>Komponen</b>	<b>Konsentrasi ( % )</b>
Metana (CH <sub>4</sub> )	55 – 75
Karbon dioksida (CO <sub>2</sub> )	25 – 45
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	0 – 0,3
Hidrogen (H <sub>2</sub> )	1 – 5
Hidrogen Sulfida (H <sub>2</sub> S)	0 – 3
Oksigen (O <sub>2</sub> )	0,1 – 0,5

## 2. Bahan Penghasil Biogas

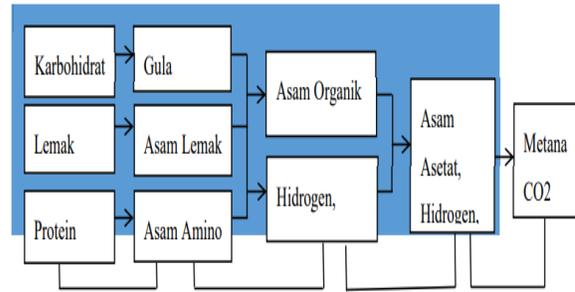
Biogas dapat diproduksi dari bahan organik dengan bantuan bakteri untuk proses fermentasi anaerobnya. Pada umumnya hampir semua jenis bahan organik dapat diolah menjadi biogas.

Jenis-jenis bahan organik yang diproses termasuk beberapa contoh di atas sangat mempengaruhi kualitas biogas yang dihasilkan. Pemilihan bahan biogas dapat ditentukan dari perbandingan kadar C (karbon) dan N (nitrogen) dalam bahan tersebut. Bahan organik yang umumnya mampu menghasilkan kualitas biogas yang tinggi mempunyai rasio C/N sekitar 20- 30. Perbandingan C dan N dalam bahan biogas merupakan faktor penting untuk berkembangnya bakteri yang akan menguraikan bahan organik tersebut. Pada perbandingan C/N kurang dari 8, dapat menghalangi aktivitas bakteri akibat kadar amonia yang berlebihan. Pada perbandingan C/N lebih dari 43 mengakibatkan kerja bakteri juga terhambat. Walaupun demikian, parameter ini bukan jaminan satu-satunya untuk kualitas biogas yang tinggi karena masih terdapat beberapa parameter lain yang harus diperhatikan khususnya pada reaktor biogas (biodigester)

### B. TAHAPAN PRODUKSI BIOGAS

Dalam fermentasi anaerob terbagi menjadi 4 tahapan proses penguraian di mana setiap tahapan akan melibatkan kelompok bakteri 10 yang berbeda yang akan bekerja secara bersinergi antara satu kelompok dengan kelompok bakteri lainnya 9 sehingga terbentuk konsorsium bakteri. Konsortia bakteri tersebut dapat digolongkan pada bakteri non metanogen dan bakteri metanogen. Bakteri non metanogen terbagi menjadi golongan bakteri hidrolitik, fermentatif, dan asetogenik.

Gambar 1 Tahapan Pembentuk Metana



#### 1. Hidrolisis

Hidrolisis merupakan langkah pertama dalam proses fermentasi anaerob, yaitu dengan mengubah senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana.

#### 2. Asidogenesis

Produk hasil hidrolisis difermentasi oleh bakteri asidogenesis seperti *Cytopaga sp.* Glukosa, asam amino, dan asam lemak didegradasi menjadi asam organik, alkohol, hidrogen dan ammonia. Selain itu, tahap asidogenesis merupakan tahap perombakan bahan organik hasil hidrolisis yang difermentasi menjadi produk akhir, meliputi asam-asam format, asetat, propionat, butirrat, laktat, suksinat, etanol. Monomer-monomer hasil hidrolisis dari sampah sayuran dikonversi menjadi senyawa organik sederhana seperti asam lemak volatil, alkohol, asam laktat, senyawa mineral seperti karbondioksida, hidrogen, amoniak, dan gas hidrogen sulida.

#### 3. Asetogenesis

Hasil metabolisme dari bakteri asidogenesis tidak dapat langsung dikonversi menjadi metana, tetapi melalui tahap asetogenesis terlebih dahulu. Volatile

fatty acid (VFA) dan alkohol diubah oleh bakteri aseto-genesis menjadi asam asetat, hidrogen, dan CO<sub>2</sub>. Salah satu contoh bakteri aseto-genesis yaitu *Acetobacter aceti*.

#### 4. *Metanogenesis*

Pada tahap metanogenesis sampah sayuran, terbentuk metana dan karbondioksida (CO<sub>2</sub>). Metana dihasilkan dari asetat atau dari reduksi karbondioksida oleh bakteri *Acetoclastic*, metanogenesis dan hidrogenotropik metanogenesis dengan menggunakan hydrogen

*Tabel 2 Komponen Penyusun Biogas*

Komponen	Konsentrasi ( % )
Metana (CH <sub>4</sub> )	55 – 75
Karbon dioksida (CO <sub>2</sub> )	25 – 45
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	0 – 0,3
Hidrogen (H <sub>2</sub> )	1 – 5
Hidrogen Sulfida (H <sub>2</sub> S)	0 – 3
Oksigen (O <sub>2</sub> )	0,1 – 0,5

### C. *FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PRODUKSI BIOGAS*

#### 1. *Lingkungan Aneorob*

Biodigester harus tetap dijaga dalam keadaan anaerob yaitu tidak terjadi kontak langsung dengan oksigen (O<sub>2</sub>). Udara mengandung O<sub>2</sub> sebanyak 21% vol sehingga jika memasuki biodigester dapat menyebabkan penurunan produksi metana

#### 2. *Temperature*

Gas dapat dihasilkan jika suhu antara 4 - 60°C dan suhu dijaga konstan. Bakteri akan menghasilkan enzim yang lebih banyak pada temperatur optimum. Semakin tinggi temperatur reaksi juga akan semakin cepat tetapi bakteri akan semakin berkurang.

#### 3. *Lama Fermentasi*

Proses fermentasi/pencernaan limbah ternak di dalam tangki pencerna dapat berlangsung ± 28 – 35 hari. Produksi biogas sudah terbentuk sekitar hari. Setelah 10 hari fermentasi sudah terbentuk kira-kira 0,1 - 0,2 m<sup>3</sup> /kg dari berat bahan kering. Peningkatan penambahan waktu fermentasi dari 10 hingga 30 hari meningkatkan produksi biogas sebesar 50%, Pada hari ke- 35 fermentasi, jumlah biogas yang terbentuk mencapai maksimal

#### 4. *Starter*

Starter diperlukan untuk mempercepat proses perombakan bahan organik hingga menjadi biogas. Starter merupakan mikroorganisme perombak yang dijual komersial.

#### 5. *Pengadukan*

Pengadukan bahan baku akan membentuk lapisan kerak di permukaan cairan. Sebelum bahan isian dimasukkan ke dalam digester terlebih dahulu dilakukan pengadukan, dimana tujuan dari pengadukan ini adalah untuk menyeragamkan atau menghomogenkan bahan isian.

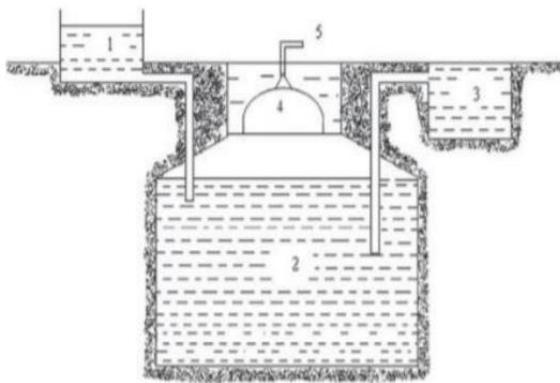
## 6. Derajat keasaman PH

Pada dekomposisi anaerob, faktor pH sangat berperan karena pada rentang pH yang tidak sesuai, mikroba tidak dapat tumbuh dengan maksimum.

## D. JENIS DIGESTER

### a) Digester Tertutup

Digester bak tertutup merupakan kolam penampung bahan baku dengan desain sederhana yang digunakan untuk kotoran cair yang memiliki kandungan kepadatan kurang dari 3%.



Gambar 2 Digester Tertutup

### b) Complete Mix Digester



Gambar 3 Complete Mix Digester

Digester jenis ini merupakan tangki yang terbuat dari bahan yang diinstalasi di atas atau terkubur di bawah tanah.

### c) Plug-Flow Digester

Plug-flow digester biasanya berbentuk persegi panjang, kedap air, dan memiliki penutup yang dapat diubah. Digester ini cocok untuk bahan baku kotoran ruminansia dengan kepadatan 11 – 13%.

## E. KOMPONEN UTAMA DIGESTER

1. Saluran masuk slurry (kotoran segar). Saluran ini digunakan untuk memasukkan slurry (campuran kotoran ternak dan air) ke dalam reaktor utama. Pencampuran ini berfungsi untuk memaksimalkan potensi biogas, memudahkan pengaliran, serta menghindari terbentuknya endapan pada saluran masuk.
2. Saluran keluar residu. Saluran ini digunakan untuk mengeluarkan kotoran yang telah difermentasi oleh bakteri. Saluran ini bekerja berdasarkan prinsip kesetimbangan tekanan hidrostatis. Residu yang keluar pertama kali merupakan slurry masukan yang pertama setelah waktu retensi. Slurry yang keluar sangat baik untuk pupuk karena mengandung kadar nutrisi yang tinggi.
3. Katup pengaman tekanan (*control valve*). Katup pengaman ini digunakan sebagai pengatur tekanan gas dalam biodigester. Katup pengaman ini menggunakan prinsip pipa T. Bila tekanan gas dalam saluran gas lebih tinggi dari kolom air, maka gas akan keluar melalui pipa T, sehingga tekanan dalam biodigester akan turun.

4. Sistem pengaduk. Pengadukan dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya
  - Pengadukan mekanis
  - Sirkulasi substar biodigester, atau
  - Sirkulasi ulang produksi biogas ke atas biodigester menggunakan pompaPengadukan ini bertujuan untuk mengurangi pengendapan dan meningkatkan produktifitas digester karena kondisi substrat yang seragam.
5. Saluran gas. Saluran gas ini disarankan terbuat dari bahan polimer untuk menghindari korosi. Untuk pembakaran gas pada tungku, pada ujung saluran pipa bisa disambung dengan pipa baja antikor.
6. Tangki penyimpanan gas. Terdapat dua jenis tangki penyimpanan gas, yaitu tangki bersatu dengan unit reaktor (floating dome) dan terpisah dengan reaktor (fixed dome). Untuk tangki terpisah, konstruksi dibuat khusus sehingga tidak bocor dan tekanan yang terdapat dalam tangki seragam, serta dilengkapi H<sub>2</sub>S Removal untuk mencegah korosi.

#### *F. GAS METAN*

Gas Metan Sisa atau buangan senyawa organik yang berasal dari tanaman ataupun hewan secara alami akan terurai, baik akibat pengaruh lingkungan fisik (seperti panas matahari), lingkungan kimia (seperti adanya senyawa lain) atau yang paling umum dengan adanya jasad renik yang disebut mikroba, baik bakteri maupun jamur. Akibat penguraian bahan organik yang dilakukan jasad renik tersebut, maka akan terbentuk zat atau senyawa lain yang lebih sederhana (kecil), serta salah satu diantaranya berbentuk CH<sub>4</sub> atau gas metan. Gas metan yang bergabung dengan CO<sub>2</sub> atau gas karbon dioksida yang kemudian disebut biogas dengan perbandingan 65:35. Seperti sampah atau

jerami yang diproses menjadi kompos memerlukan persyaratan dasar tertentu, demikian pula dalam proses pengubahan sampah atau buangan menjadi biogas,

#### *G. FERMENTASI*

Ada dua tipe dasar dekomposisi organik yang dapat terjadi aerobik (dengan adanya oksigen), dan dekomposisi anaerobik (tanpa oksigen).

#### *H. BAKTERI*

1. Kelompok bakteri fermentatif: *Streptococci*, *Bacteriodes* dan beberapa jenis *Enterobactericea*
2. Kelompok bakteri asetonogenik: *Desulfovibrio*
3. Kelompok bakteri metana: *Mathanobacterium*, *Mathanobacillus*, *Methanosarcina*, dan *Methanococcus*.

#### *I. RUMEN*

Rumen merupakan organ bagian dalam sistem pencernaan seperti lambung pada ternak yang berjenis herbivora. Rumen merupakan bagian penting, ruang prapencernaan untuk simbiosis mikroorganisme hidup, yang memiliki beberapa jenis mikroba/bakteri utama pada rumen. Rumen sapi mengandung berbagai mikroorganisme seperti bakteri, fungi maupun protozoa. Mikroorganisme tersebut mengeluarkan berbagai enzim yang berguna pada proses pencernaan pakan pada ruminansia. Di dalam isi rumen sapi telah terkandung bakteri *Methanosarcina* yang berperan dalam proses pembentukan biogas dan bakterin selulolitik yang mampu mencerna selulosa dari pakan yang berupa rumput. Pengolahan limbah cairan isi rumen dan kotoran sapi dapat dilakukan dengan cara fermentasi anaerob (tanpa

oksigen), dan merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Dalam proses tersebut bahan organik akan didegrasi oleh mikroba yang dapat menghasilkan biogas. Cairan rumen sapi dari limbah rumah potong hewan dapat dimanfaatkan sebagai biostarter untuk mempercepat proses fermentasi kotoran untuk menghasilkan dan meningkatkan produksi gas metan dalam biogas

#### J. KONVERSI BIOGAS MENJADI LISTRIK

Energi biogas merupakan energi yang potensial untuk dikembangkan dan dimanfaatkan di Indonesia maupun di dunia. Disamping itu dengan terus meningkatnya tarif dasar listrik, kenaikan harga LPG (Liquefied Petroleum Gas), premium, minyak tanah, minyak solar, minyak diesel dan minyak bakar telah mendorong pengembangan sumber energi alternatif yang murah, berkelanjutan dan ramah lingkungan (Nurhasanah et al 2006). Konversi energi biogas untuk pembangkit tenaga listrik dapat dilakukan dengan menggunakan gasturbine, microturbines dan Otto Cycle Engine. Pemilihan teknologi ini sangat dipengaruhi potensi biogas yang ada seperti konsentrasi gas metan maupun tekanan biogas, kebutuhan beban dan ketersediaan dana yang ada (Saragih, 2010). Dikutip dari buku Renewable Energy Conversion, Transmission and Storage, Bent Sorensen, bahwa 1 Kg gas metana setara dengan  $6,13 \times 10^7$  J, sedangkan 1 kWh setara dengan  $3,6 \times 10^7$  J. massa jenis metan  $0,656 \text{ kg/m}^3$ . sehingga 1 m<sup>3</sup> gas metana menghasilkan energi listrik sebesar 11,17 kWh. Konversi energi gas metan menjadi energi listrik adalah seperti pada tabel di bawah.

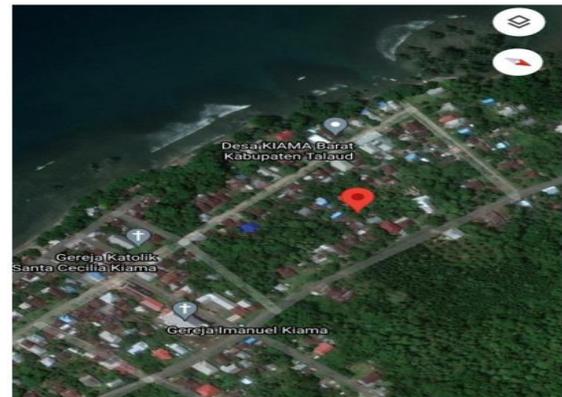
Tabel 3 Konversi Biogas Menjadi Listrik

Jenis Energi	Setara
1 Kg Gas Metan	$6,13 \times 10^7$ J
1 kWh	$3,6 \times 10^7$ J
1 M <sup>3</sup> gas metan, Massa jenis gas metan adalah 0,656 Kg/M <sup>3</sup>	$4,0213 \times 10^7$ J
1 M <sup>3</sup> gas metan	11,17 kWh

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. LOKASI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di kabupaten talaud di desa kiama barat Dan dilakukan di rumah saya sendiri. Agar penelitian dan pengambilan data lebih mudah dilakukan



Gambar 4 Denah Lokasi Penelitian

#### B. ALUR PENELITIAN

Tahap awal penelitian dimulai dari survey dan observasi lokasi penelitian yaitu desa kiama barat. Kemudian berikutnya adalah mengumpulkan data yang berkaitan dengan judul penelitian baik data primer maupun data sekunder. Setelah memperoleh data yang sesuai dengan fokus penelitian, maka tahap berikutnya adalah mengolah data dengan melakukan perhitungan matematis dan dilanjutkan dengan

perancangan sistem pembangkit listrik berbasis biogas. Kemudian tahap terakhir dari penelitian ini adalah menganalisa data dan menulis laporan hasil penelitian sekaligus memberikan kesimpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan.

### C. RANCANG BANGUN DIGESTER

Alat dan Bahan

1. Tong air 1
2. Kapasitas: 350 L
3. Tinggi: 84cm
4. Keliling: 184 Cm
5. Tong air 2
6. Kapasitas: 300 L
7. Tinggi: 70 Cm
8. Keliling: 198 Cm
9. Pipa dengan diameter 4 cm
10. Kran air 1 buah
11. Pipa: 10 Cm
12. Pipa pembuangan 10 Cm
13. Pergaji besi
14. Pisau potong
15. Lem perekat untuk pipa
16. Bor mesin
17. Kotoran sap
18. Air

### D. LANGKAH PEMBUATAN

1. Hal pertama yang di lakukan yaitu kedua tong dipotong dengan tinggi 84 cm dan 70 cm.
2. Di beberapa titik pada tong di lubang untuk pembuatan pipa pembuangan dan pipa untuk memasukan kotoran sapi dan di beri lubang

3. pada bagian atas tong untuk memasukan keran air yang nantinya akan di jadikan tempat untuk mengeluarkan biogas
4. Pemasukan kotoran sapidan air kedalam tong atau diegester
5. Pengadukan bahan kotoran sapid an air agar tercampur rata
6. Menutup bagian atas dengan tooren atau tong kedua
7. Menunggu proses fermentasi selama  $\pm$  28-30 hari proses fermentasi

*Gambar 5 melubangi tong*



*Gambar 6 Pemasangan Kran Air*



### E. GENERATOR

Genset yang digunakan dalam proyek akhir ini mempunyai spesifikasi standar sebagai berikut

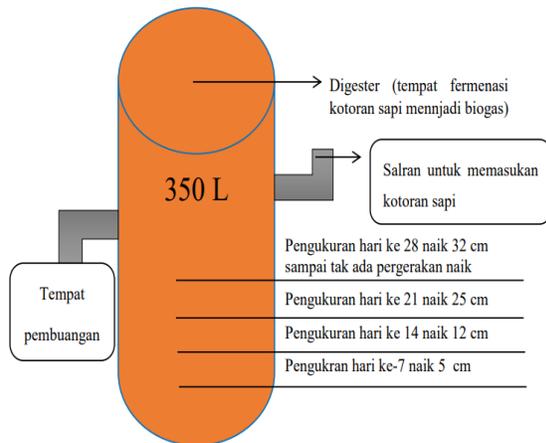
Tabel 4 Spesifikasi Generator

Keluaran maksimal:	750 W	POWER FACTOR: $\cos\theta=1.0$	
NILAI DAYA:	650 W	DC	VOLTASE 12V
VOLTASE:	220 V	OUTPUT	AMPERE 10A
PUTARAN MESIN:	3000r/min	BERAT	18kg
FREKUENSI:	50Hz	NO:	
FASE:	1	DATE:	

#### F. PENGUKURAN GAS METAN

Proses pengukuran ini terlihat saat naiknya tong bagian atas yang menutup bagian dasar tong yang menampung kotoran sapi yang sudah di fermentasi dan proses terangkatnya torrent tersebut membuktikan bahwa hasil pencampuran kotoran sapi sudah mulai ada pembentukan biogas di dalam digester

Gambar 7 Pengukuran Gas Metan Pada Tong



#### G. DIGESER YANG DIGUNAKAN

jenis digester yang di gunakan dalam penelitian ini adalah digester floating drum dan tanpa udara (anaero)

NO	Waktu pengukuran	Perkembangan
1	Hari ke-7	p/ 10 cm
2	Hari ke-10	p/ 7 cm
3	Hari ke-14	p/ 5 cm
4	Hari ke-16	p/ 8 cm
5	Hari ke-21	p/ 8 cm
7	Hari ke-25	p/ 4 cm
8	Hari ke-28	p/ 3 cm

Tabel 4 Perkembangan Biogas Dalam Digester

Jenis Gas	Bogas (%)
Metana (CH <sub>4</sub> )	62,8
Karbon dioksida (CO <sub>2</sub> )	26,1
Nitrogen (N <sub>2</sub> )	1,2
Oksigen (O <sub>2</sub> )	0,1

Tabel 5 Komposisi PLTBg

## IV. HASIL DAN ANALISA PERHITUNGAN

### A. POTENSI BIOGAS Di DALAM DIGESTER

#### 1. Bahan Baku Dalam Digester

Berdasarkan pemanfaatannya, bahwa kotoran hewan yang digunakan sebagai bahan baku penghasil biogas di lokasi penelitian yaitu berasal dari kotoran sapi.

Dengan jumlah kotoran sapi 95 kg (dimana 1 kg kotoran sapi dapat menghasilkan 0,040 M<sup>3</sup> Biogas). Dalam pengolahannya kotoran sapi di campur dengan air, maka kotoran sapi dengan air

yaitu 1:1 maka untuk menghitung jumlah bahan baku yang akan di masukan yaitu

$$\begin{aligned} & \text{Jumlah bahan baku} \\ & = \text{kotoran sapi} + \text{padatan air} \\ & = 1:1 \\ & = 95 \text{ kg} + 95 \text{ kg} \\ & = 190 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Pegelolaan atau pemanfaatan kotoran sapi menjadi energi alternatif, kotoran sapi dalam digester memiliki waktu fermentasi berkisar 28-30 hari

## 2. *Potensi Biogas Dari Kotoran Sapi*

Perhitungan yang di ambil untuk menentukan potensi biogas dari kotoran sapi yaitu:

Diketahui:

Bahan baku / masa berat = 190 kg

Jumlah 1 kg kotoran sapi =  $0,040 \text{ m}^3$

dimana perkembangan atau fermentasi dari kotoran sapi yang berada dalam digester memerlukan waktu 28-30 hari. Perkembangan daripada torrent yang diangkat karena adanya tekanan, dan terisinya ruang pada torrent dengan tinggi mencapai mencapai 45 cm. maka, untuk menghitung total biogas yang berda dalam digester perlu menentukan atau menggunakan perumusan Luas Alas (torrent) x Tinggi (Torrent).

Perkembangan dari pada torrent bisa di lihat dari table 4 perkembangan biogas.

$$\begin{aligned} \text{Total Biogas} & = 70 \text{ cm} \times 45 \text{ cm} \\ & = 3.150 \text{ Cm} \\ & = 0,00315 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Maka hasil biogas yang di temukan untuk 195 Kg kotoran sapi yaitu sebesar

$$= 0,00315 \text{ m}^3$$

## 3. *Potensi Energi*

Dari data yang didapatkan dalam potensi PLTBg. Data yang di dapatkan dengan potensi Volume Biogas  $0,00315 \text{ Cm}^3 \times 190 \text{ kg/bulan} = 6 \text{ m}^3 \text{ /bulan}$  maka produksi energi biogas sebanding dengan produksi gas metan. Berdasarkan tabel 3 komposisi PLTBg, dan dengan dikethui nilai produksi biogas sebesar  $6 \text{ m}^3 \text{ /bulan}$ . Untuk itu dapat diketahui produksi gas metan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Produksi gas metan/bulan} & = 65,7\% \times \text{gas metan/bulan} \\ & = 65,7\% \times 6 \text{ m}^3 \text{ /bulan} \\ & = 3.942 \text{ m}^3 \text{ /bulan} \end{aligned}$$

Analisa kapasitas dan jumlah pembangkit mengacu pada jenis teknologi konversi energi listrik dari biogas, proses konversi energi yang terjadi adalah perubahan energi potensial yang ada dalam biogas menjadi mekanik, kemudian energi mekanik menjadi energi listrik dimana perhitungan potensi energi listrik yang dihasilkan dengan diketahui volume gas metan yang di hasilkan, dengan

menggunakan faktor konfrensi berdasarkan tabel 3 dimana ( $1 \text{ m}^3$  gas metan setara  $11,17 \text{ KWh}$ ) dengan demikian potensi energi listrik yang dihasilkan yaitu

$$\begin{aligned} \text{VL} & = 3.942 \text{ m}^3 \times 11,17 \\ & = 44.032 \text{ KWh/bulan} \end{aligned}$$

Pada daya yang dibangkitakan oleh Pembangkit Listik Tenaga Biogas (PLTBg) Diamana eneergi listrik yang di hasilkan dalam perbulan dibagi dengan 30 har

$$\begin{aligned} & = 44.032 \text{ KWh} / 30 \text{ hari} \\ & = 1.467 \text{ KWh/hari} \end{aligned}$$

## 4. *Perkembangan Biogas Dengan Menggunakan Beban*

	Hari	Waktu penggunaan	Penurunan Torrent	konsumsi biogas
Volume biogas Pada digester = 0,00315 m <sup>3</sup>	H-1	30 menit	P/10 cm	0,0007 m <sup>3</sup>
	H-2	15 menit	P/7 cm	0,00049 m <sup>3</sup>
	H-3	15 menit	P/7 cm	0,00049 m <sup>3</sup>

Tabel 6 Komsumsi Biogas

Pada hasil penelitian ini dimana perkembangan atau penggunaan biogas dengan menggunakan beban 2 mata lampu 8 watt + 8 watt. Dengan 3 hari percobaan. Perkembangan pada digester bisa dilihat pada tabel 3.1 Dimana biogas yang berada pada digester disalurkan langsung ke-generator biogas. Setiap penggunaan biogas maka torren akan menurun sesuai waktu penggunaan generator. Dalam percobaan ini penulis menggunakan rumus untuk perhitungan setiap menit penggunaan Biogas dengan beban 2 mata lampu dengan pembangkit generator yaitu:

Penggunaan biogas pada generator  
(Tb) Total biogas pada digester - (Tp) total biogas pada penurunan torren

- total biogas = 0,00315

- penurunan torren pada penggunaan 30 menit = 10 cm

Jika penuruna torren 10 cm maka untuk menentukan biogas dalam torren perlu menghitung luas alas pada torren x tinggi torrent.

Tinggi pada torren sebelumnya 45 cm

45 cm – 10 cm = 35 cm

Luas alas x tinggi = 70 cm x 35 cm = 2.450

2,450 cm  $\approx$  0,00245 m<sup>3</sup>

a) Penurunan torren hari-1 = 10 cm Maka untuk menghitung besar biogas yang terpakai pada generator dengan beban mata lampu 8 watt + 8 watt dengan perhitungan yaitu:

Total biogas (Tb) – Total biogas pada penurunan tooren 10 cm (Tp)

= 0,00315 m<sup>3</sup> – 0,00245 m<sup>3</sup>

= 0,0007 m<sup>3</sup>

b) Penurunan torren hari-2 = 7 cm

Total Biogas – Total biogas pada penurunan torren 7 cm

= 70 cm x 28 cm = 1.960 cm  $\approx$  0,00196 m<sup>3</sup>

= 0,00245 m<sup>3</sup> - 0,00196 m<sup>3</sup>

= 0,00049 m<sup>3</sup>

c) Penurunan torren hari-3 = 7 cm

= 70 cm x 21 cm = 1.470 cm  $\approx$  0,00147 m<sup>3</sup>

= 0,00196 m<sup>3</sup> – 0,00147 m<sup>3</sup>

= 0,00049 m<sup>3</sup>

##### 5. Penambahan Kotoran Sapi

Masukkan bahan biogas ke dalam digester melalui lubang pengisian (inlet) hingga bahan yang dimasukkan ke digester ada sedikit yang keluar melalui lubang pengeluaran (outlet), selanjutnya akan berlangsung proses produksi biogas di dalam digester. Penambahan kotoran sapi ini bertujuan untuk menambah kembali gas metan yang terpakai selama uji coba pada generator dengan beban 2 mata lampu Pada proses penambahan bahan baku di campur dengan air 1:1 kotoran sapi

30 Kg + 30 Kg = 60 Kg

Maka banyak bahan baku utama di dalam di gester yaitu: 60 Kg + 190 Kg = 250 Kg

Kemudian proses fermentasi untuk bahan baku yang baru di masukan kedalam digester kurang lebih 20-28 hari untuk menghasilkan biogas

#### 6. *Uji Coba Ada Atau Tidaknya Biogas Pada Penambahan Bahan Baku*

Pengujian tahap kedua ini untuk menentukan tidak atau adanya biogas didalam digester.

Dengan adanya biogas didalam digester sehingga api yang dinyalakan pada ujung selang akan membesar, sehingga dapat di tentukan adanya biogas didalam digester dengan penambahan bahan baku 60 Kg.

Bahan baku yang sudah di fermentasi selama 28 hari dengan jumlah bahan baku utama 250 Kg

Bahan baku / masa berat = 250 Kg

Jumlah 1 kg kotoran sapi = 0,040 m<sup>3</sup>

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. *Kesimpulan*

Dari hasil penelitian dapat di simpulkan bahwa Pembangkit Listrik Tenaga Biogas telah diuji coba selama penggunaannya, dan dalam proses pengujian PLTBg dengan penggunaan Generator berbasis biogas dapat menyalakan beban 2 mata lampu, Dan telah berhasil dirunning berdasarkan waktu penggunaan yang di laksanakan.

### B. *Saran*

Untuk menghasilkan biogas yang lebih besar dan lama waktu penggunaannya. seperti penggunaan beban pada lampu dengan menggunakan generator set biogas selama proses uji coba tentunya bisa menambahkan kotoran sapi lebih banyak.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Kusuma, S. I. (2009). Rancang bangun pembangkit listrik tenaga biogas
- [2]. Pertiwiningrum, A. (2016). Instalasi Biogas.
- [3]. Yulianto, A., Adi, A. N., & Priyambodo, H. L. (2010). Studi Potensi Pemanfaatan Biogas Sebagai Pembangkit Energi Listrik di Dusun Kaliurang Timur, Kelurahan Hargobinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*.
- [4]. Rupawanti., Nahdia., BR., dan Sayuqi., Iqbal., M. (2018). Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Berbasis Konsep Green Technology Studi Kasus di Desa Puter Kembangbahu. *JE-Unisla*. Vol.3 No. 2. September 2018.
- [5]. Robbani., Wirduna. (2018). Studi Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Berbasis Biogas Di Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta
- [6]. Ruhimat., Mamat., Sugandi., Dede., dan Eridiana., Wahyu. (2017). Sosialisasi Dan Pelatihan Pemanfaatan Biogas Skala Rumah Tangga Sebagai Sumber Energi Alternatif Ramah Lingkungan Di Kampung Parabon Desa Warnasari Kecamatan Pengalengan Kabupaten Bandung
- [7]. Yulianto, "Studi Potensi Pemanfaatan Biogas Sebagai Pembangkit Energi Listrik," vol. 2, pp. 83–89, 2010.
- [8]. T. Haryati, "Biogas: limbah peternakan yang menjadi sumber energi alternatif," *Wartazoa*, vol. 16, no. 3, pp. 160–169, 2006.

## TENTANG PENULIS



Richard Jexon Togelang lahir pada 04 Januari 1998 di Minanga Sulawesi Utara. pada tahun 2016 memulai pendidikan di Universitas Sam Ratulangi, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Elektro dengan mengambil

Konsentrasi Minat Teknik Tenaga Listrik pada tahun 2018. Dalam menempuh pendidikan penulis juga pernah melaksanakan Kerja Praktek yang bertempat di PLTP Lahendong Unit 1 dan 2 pada bulan Mei-Juli tahun 2019. Penulis selesai menempuh pendidikan di Fakultas Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado pada tahun 2022, dengan judul penelitian yaitu Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Skala Kecil di Desa Kiama Talaud