

Perencanaan Unit Biodigester Skala Rumah Tangga Untuk Pemulihan Biogas Di Kelurahan Sekeloa, Kota Bandung

Planning Of A Household Scale Biodigester Unit For Biogas Recovery In Sekeloa District, Bandung City

Karennina Resaryana Eka Putri^{1*}, Muhammad Irham Anshari², Sekar Arum Fajriyanti³, Riza Azrilla Sulaeman⁴, Mila Dirgawati⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi S1 Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: ¹karennina.res@gmail.com, ²irhamanshari10@gmail.com, ³ruizariza56@gmail.com, ⁴sekararumf02@gmail.com

*Penulis korespondensi: karennina.res@gmail.com

Direview: 25 Juli 2024
Diterima: 20 Agustus 2024

ABSTRAK

Sampah merupakan salah satu masalah lingkungan yang ada di Kota Bandung. RT 05 RW 04 Kelurahan Sekeloa, Kota Bandung memiliki permasalahan sampah di lingkungannya berupa adanya penumpukan sampah yang diakibatkan dari sulitnya akses jalan dan kondisi topografi wilayah yang beragam sehingga proses pengangkutan tidak berjalan dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan teknologi biodigester dari hasil sampah organik sehingga dapat meminimalisasi penumpukan sampah serta memberikan manfaat bagi warga sekitar. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan observasi, kuisioner, dan analisis terhadap aspek teknis dan non teknis pengelolaan persampahan di RT 05 RW 04. Dari hasil analisis didapatkan volume biodigester yang dapat digunakan yaitu 8,49 m³ dengan diameter 3 m, serta tingginya 1 m dengan kapasitas mengolah sampah organik sebesar 113 kg/hari. Biodigester yang dirancang mampu melayani 178 jiwa dari 222 jiwa yang terdapat di RT 05 RW 04. Dengan teknologi biodigester ini diharapkan dapat mengurangi penggunaan gas LPG sampai 135 kg dengan nominal Rp.2.970.000 setiap bulannya.

Kata kunci: biogas; sampah organik; unit pengolahan sampah

ABSTRACT

Waste is one of the environmental problems in Bandung City. RT 05 RW 04 Sekeloa Village, Bandung City has a waste problem in its environment in the form of accumulation of waste caused by the difficulty of road access and the diverse topographical conditions of the area so that the transportation process does not run well. This research aims to plan biodigesters technology from organic waste so that it can minimize waste accumulation and provide benefits to local residents. This research was conducted by collecting observations, questionnaires, and analyzing the technical and non-technical aspects of waste management in RT 05 RW 04. From the analysis, it was found that the biodigester volume that can be used is 8.49 m³ with a diameter of 3 m, and a height of 1 m with a capacity to process organic waste of 113 kg / day. The designed biodigester is able to serve 178 people out of 222 people in RT 05 RW 04. With this biodigester technology, it is expected to reduce the use of LPG gas to 135 kg with a nominal value of Rp.2,970,000 every month.

Keywords: biogas; organic waste; waste processing unit

1. PENDAHULUAN

Bandung darurat sampah telah dinyatakan Pemerintah Kota Bandung sejak tahun Bulan Agustus 2023 2023 (Surat Keputusan No 658/Kep.579-DLH/2023). Hal ini disebabkan oleh TPA sarimukti yang *over capacity* menyebabkan bencana kebakaran sehingga TPA Sarimukti tidak dapat dioperasikan secara maksimal. Hal tersebut menimbulkan penumpukan sampah di beberapa titik Bandung Raya. Oleh karena itu, Pemerintah Jawa Barat mengeluarkan regulasi baru melalui Instruksi Gubernur No. 02/PBLS.04/DLH yang melarang masyarakat membuang sampah organik ke TPA Sarimukti. Pemerintah menghimbau masyarakat Kota Bandung untuk mulai melakukan pengelolaan sampah secara mandiri.

Kondisi pengelolaan sampah di RT 05 RW 04 Kelurahan Sekeloa masih belum berjalan dengan baik. Permasalahan yang ada berupa sampah yang tidak diangkut oleh petugas sampah, yang mengakibatkan terjadinya penumpukan sampah sehingga warga terbiasa membuang sampah langsung ke TPS atau membakar sampah secara sembarangan. Tidak terangkutnya sampah diakibatkan oleh kondisi jalan yang sempit dan kondisi topografi yang tidak landai sehingga menyulitkan pengangkutan oleh petugas sampah. Selain itu, tidak adanya pemilahan sampah secara mandiri membuat sampah yang masuk ke TPS masih bercampur dengan sampah organik yang dimana Pemerintah Kota Bandung telah melarang sampah organik masuk ke TPS dan TPA. Berdasarkan Hasibuan dan Dalimunthe (2020), Sampah organik adalah sampah yang tergolong ramah lingkungan karena dapat diurai secara alami dan cepat oleh bakteri pengurai. Contoh sampah organik adalah sisa makanan, kulit buah, sayuran, dan lain sebagainya.

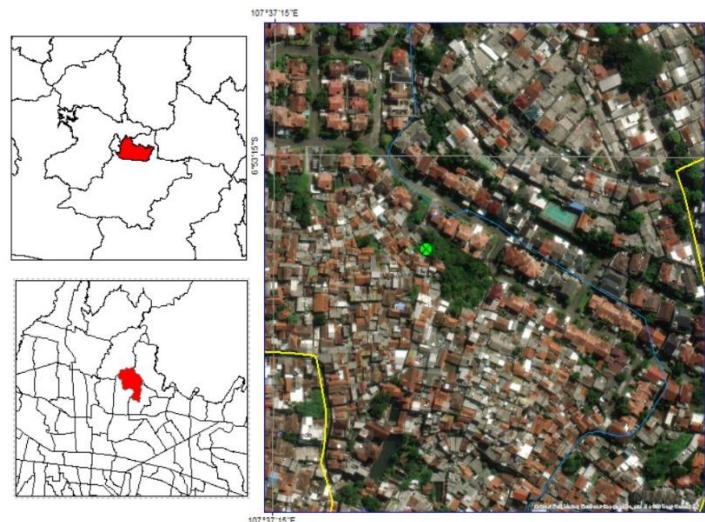
Secara umum, komposisi dan jenis sampah yang berada di Kelurahan Sekeloa didominasi oleh sampah organik yang terdiri dari sampah organik keras dan sampah organik lunak. Kondisi tersebut diakibatkan oleh perilaku masyarakat Kelurahan Sekeloa yang lebih sering memasak makanan sendiri dibandingkan membeli makanan di luar. Untuk mengurangi sampah organik, salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk mengolah sampah organik lunak dan kotoran hewan yaitu biodigester. Biodigester merupakan teknologi untuk pengolah material organik yang dapat menghasilkan biogas dan pupuk cair organik (Amandasari, dkk. 2016). Biogas merupakan suatu gas yang dihasilkan dari proses anaerobik (fermentasi) bahan-bahan organik (Lubis, dkk. 2017). Biogas merupakan sebuah bentuk energi terbarukan yang berperan penting dalam memenuhi kebutuhan bahan bakar secara berkelanjutan. Gas yang dihasilkan sebagian besar terdiri dari gas metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2). Selain gas metana, proses anaerobik juga menghasilkan sebagian kecil gas hidrogen sulfida (H_2S), hidrogen (H_2), nitrogen (N_2), dan oksigen (O_2) (Annur, S, dkk. 2020).

Biogas dapat menjadi sumber energi alternatif untuk menggantikan gas LPG yang masih dianggap mahal oleh masyarakat (Rahmat, 2023). Biogas merupakan solusi dalam mengatasi masalah mahalnya gas LPG untuk kebutuhan sehari-hari sekaligus dapat mengatasi permasalahan sampah di wilayah RT 05 RW 04. Tujuan penelitian ini adalah merencanakan instalasi biogas pada RT 05 RW 04 untuk mengurangi timbulan sampah organik rumah tangga dan menyediakan alternatif energi bagi masyarakat sehingga dapat meningkatkan nilai ekonomis.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Perencanaan

Kelurahan Sekeloa merupakan salah satu kelurahan yang berada di Kecamatan Coblong, Kota Bandung. RT 05 RW 04 dipilih sebagai lokasi perencanaan teknologi biodigester atas rekomendasi dari asisten Ekonomi, Rembangunan, dan Kesejahteraan Rakyat (Ekbang) Kelurahan Sekeloa. Lokasi studi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar-1. Peta Lokasi Penelitian
sumber : Hasil perencanaan, 2024

2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan:

- 1) Observasi.
Observasi dilakukan langsung ke lokasi penelitian untuk mendapatkan data kondisi pengelolaan sampah. Observasi dilakukan pada tanggal 28 Februari 2024 sebagai observasi mengenai kondisi eksisting kondisi pengelolaan sampah di Kelurahan Sekeloa, dilakukan dengan memperhatikan keadaan pengelolaan sampah berupa pengolahan sampah, penumpukan sampah, dan pengumpulan sampah.
- 2) Wawancara
Wawancara dilakukan kepada tiga tokoh di kelurahan Sekeloa yaitu Ekbang Kelurahan Sekeloa, Ketua RW 04, dan Ketua RT 05. Wawancara kepada Ekbang Kelurahan Sekeloa untuk mendapatkan rekomendasi mengenai lokasi perencanaan teknologi lingkungan tepat guna yang dibutuhkan di Kelurahan Sekeloa. Wawancara kepada Ketua RW 04 dilakukan untuk mendapatkan informasi kebutuhan teknologi lingkungan tepat guna yang dibutuhkan serta lokasi perencanaannya. Ketua RT 05 sebagai informan kunci untuk mendapatkan data yang bersifat sensitif dan penghubung dengan masyarakat.
- 3) Kuisisioner
Pengisian kuisisioner dilakukan pada tanggal 23 April 2024 oleh masyarakat RT 05 RW 04 secara random. Kuisisioner ditujukan untuk perwakilan keluarga yang berada dalam kelompok umur dewasa (26-45 tahun) dan lansia (46-65 tahun)
- 4) Dokumentasi
Dokumentasi yang didapatkan berupa gambar dan arsip laporan kelurahan yang berjudul “Laporan Monitoring dan Evaluasi Implementasi Kegiatan Kang Pisman Tahun 2024” sehingga diperoleh data mengenai kondisi eksisting RT 05 RW 04 dan data sampah terpilah di Kelurahan Sekeloa.

2.3 Metodologi Penelitian

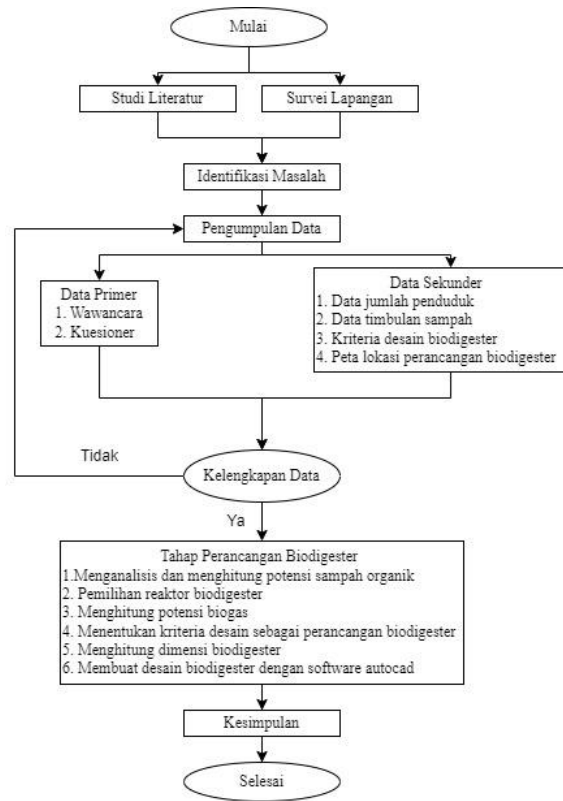
Dalam perencanaan biodigester di Kelurahan Sekeloa diperlukan sebuah metode perencanaan yang sistematis mulai dari awal hingga selesai, sehingga diperoleh hasil yang optimal dan sesuai dengan tujuan penelitian. Tahapan dari perencanaan biodigester meliputi:

- 1) Studi literatur
Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan informasi yang dibutuhkan, baik teori maupun referensi dari berbagai sumber literatur yang relevan mengenai tipe-tipe reaktor biodigester, kriteria desain biodigester, dan sistem cara kerja biodigester.
- 2) Survei lapangan
Survei lapangan dilakukan untuk mengamati dan mempelajari keadaan eksisting. Selain itu, survei lapangan juga dilakukan untuk mengetahui hambatan dan kendala yang kemungkinan ada di lokasi eksisting
- 3) Identifikasi masalah
Melakukan identifikasi masalah pada lokasi studi, yaitu di RT 05 RW 04 Kelurahan Sekeloa, Kota Bandung. Hal ini dilakukan agar perencanaan dapat hasil yang optimal sesuai dengan permasalahan pada lokasi tersebut. Sehingga teknologi biodigester dapat berguna dan sesuai dengan kebutuhan masyarakat.
- 4) Pengumpulan data
Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Pengumpulan data digunakan untuk memastikan data yang digunakan. Data primer adalah data yang didapatkan secara langsung dari objek yang diteliti (Nurjanah, 2021). Data primer berasal dari wawancara, kuesioner, dan observasi mengenai kondisi eksisting. Data Sekunder adalah data yang diperoleh seorang peneliti secara tidak langsung atau berasal dari sumber yang telah ada. Data sekunder yang digunakan yaitu jumlah penduduk, kriteria desain, peta lokasi perancangan biodigester, dan timbulan sampah organik. Timbulan sampah organik digunakan untuk mengetahui kapasitas yang akan digunakan untuk teknologi biodigester.
- 5) Analisis dan pembahasan
Tahap ini merupakan tahapan untuk menganalisa data yang sudah diolah sebagai dasar dari perancangan biodigester. Perancangan biogester membutuhkan tipe reaktor sesuai dengan kondisi di lapangan. Oleh karena itu, perancangan biodigester mengacu pada SNI 7826:2023 untuk menghitung

volume biodigester sesuai dengan kebutuhan gas yang diperlukan dan menentukan tata letak biodigester. Selain itu juga dipertimbangkan faktor keamanan dari biodigester.

6) Kesimpulan

Dilakukan secara deskriptif yang berdasarkan hasil proses analisis yang telah dilakukan.



Gambar-2. Diagram Alir Perencanaan

2.4 Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk merencanakan teknologi biodigester untuk perolehan biogas sebagai energi alternatif pengganti LPG dari aspek teknis dan nonteknis.

A. Aspek Teknis

a. Memilih tipe reaktor

Biogas memiliki 3 jenis tipe reaktor yaitu tipe terapung (floating tipe), tipe kubah tetap (fixed dome type), dan tipe balon. Pemilihan tipe reaktor dilakukan dengan kesepakatan dari Ketua RT 05 dan masyarakat RT 05. Masing-masing tipe reaktor biogas tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan yang akan dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel-1. kelebihan dan kekurangan tipe reaktor gas

| Tipe reaktor biogas | Kelebihan | Kekurangan |
|------------------------------------|--|---|
| tipe terapung (floating type) | volume gas yang tersimpan dapat dilihat secara langsung* | material untuk konstruksi drum memiliki harga yang relatif tinggi drum yang digunakan cenderung mudah korosif sehingga akan berpengaruh terhadap umur pakai reaktor* |
| tipe kubah tetap (fixed dome type) | memiliki jangka waktu yang panjang yaitu mencapai 18-20 tahun bahan-bahan untuk konstruksi dapat diperoleh dengan mudah (tersedia bahan-bahan lokal) Menghemat penggunaan lahan Operasional mudah dilakukan | pada bagian atas (kubah) rentan terhadap kebocoran gas melakukan pengecekan secara berkala agar terhindar dari kebocoran gas* |

| Tipe reaktor biogas | Kelebihan | Kekurangan |
|---------------------|--|--|
| | Perawatannya lebih mudah dan murah ** | |
| tipe balon | biaya lebih murah | mudah rusak |
| | mudah dipindahkan | bahan baku mudah rusak sehingga perlu ketelitian yang tinggi dalam melakukan konstruksinya |
| | konstruksinya lebih sederhana* | bahannya sulit didapat* |

Sumber : *Singgih, 2018
 **Muharom, 2015

b. Menghitung potensi biogas

Potensi biogas diperhitungkan berdasarkan potensi hasil olahan biodigester dan perhitungan produksi gas metan

c. Menghitung dimensi

Dimensi tangki diperoleh dari perhitungan ukuran volume tangki digester. Dimensi tangki terdiri dari diameter tangki dan ketinggian tangki.

d. Basic engineering desain

Hasil akhir berupa gambar detail desain unit biodigester menggunakan *software* Acad.

B. Aspek Non Teknis

Dalam aspek non teknis dilakukan pengumpulan data dengan menggunakan kuisisioner. Untuk menentukan jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumus Slovin. Rumus Slovin adalah rumus yang digunakan untuk menghitung banyaknya sampel minimum suatu survei populasi terbatas (*finite population survey*), dimana tujuan utama dari survei tersebut adalah untuk mengestimasi proporsi populasi. Rumus Slovin yang digunakan untuk menentukan jumlah sampel adalah (Sugiyono, 2017) :

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

- n = Ukuran sampel
- N = Ukuran populasi
- e = Persen kelonggaran ketidaktelitian karena kesalahan-kesalahan pengambilan.

Dalam perhitungan metode slovin digunakan galat 5% dengan jumlah penduduk sebesar 222 jiwa dan total jumlah jiwa per kk yaitu 4 jiwa. Berdasarkan **Persamaan 1** didapatkan sampel untuk penyebaran kuesioner sebesar 36 kk.

Kuisisioner disebarkan di RT 05 kepada 36 kk untuk mengetahui tingkat partisipasi masyarakat terhadap pengelolaan sampah dan ketertarikan masyarakat terhadap pengolahan biogas. Pengisian kuisisioner oleh responden dilakukan dengan didampingi serta adanya sedikit penjelasan mengenai pertanyaan-pertanyaan kuisisioner agar dapat lebih dipahami.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kondisi Eksisting Lokasi Studi

Operasional pengelolaan sampah di RW 04 Kelurahan Sekeloa masih menghadapi berbagai tantangan dan hambatan, hal tersebut dapat dilihat dari sebagian besar wilayahnya belum menerapkan pemilahan dan pengolahan sampah sejak dari sumber. Kebanyakan masyarakat masih berpikiran bahwa pemilahan adalah tugas dari petugas pengangkut sampah. Hal ini juga dikonfirmasi oleh petugas bahwa sebagian besar masyarakat menyerahkan sampahnya dalam keadaan tercampur dan pemilahan umumnya dilakukan oleh petugas untuk memperoleh anorganik daur ulang yang dapat dijual. Berdasarkan Peraturan Daerah Kota Bandung Nomor 9 Tahun 2018, Kewajiban pemerintah daerah yaitu menyediakan fasilitas pengolahan sampah skala kota dan melakukan pengolahan sampah skala kota secara aman bagi kesehatan dan lingkungan. Kondisi eksisting pengelolaan sampah di wilayah RW 04 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel-2. Hasil Kuesioner

| Pemilahan Sampah | |
|--|------|
| 3 Jenis | 17% |
| 2 Jenis | 33% |
| Tidak Memilah | 50% |
| Pengelolaan Sampah | |
| Diangkut oleh petugas | 33% |
| Dibakar | 33% |
| Dibuang ke TPS/TPA | 33% |
| Penggunaan Gas LPG | |
| LPG 3 Kg | 100% |
| Ketertarikan Terhadap Teknologi Biodigester | |
| Tertarik | 83% |
| Tidak Tertarik | 17% |

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Kondisi jalan RW 04 memiliki rata-rata lebar jalan 1-2 meter (hanya cukup 1 motor atau 2 motor berpapasan) dan memiliki kontur naik-turun atau bertangga sehingga mempersulit gerobak sampah untuk pengangkutan. Wilayah RW 04 termasuk ke dalam kawasan padat penduduk. Kondisi jalan di lingkungan sekitar dapat dilihat pada Gambar 3.

Hasil wawancara serta kuesioner menunjukkan bahwa banyak masyarakat yang mengeluh banyaknya lalat dan bau tidak sedap karena adanya penumpukan akibat sampah yang diangkut 1 atau 2 kali dalam seminggu. Sedangkan berdasarkan SNI 19-2454-2002 pengumpulan sampah dilakukan sebanyak 1 - 3 kali dalam seminggu yang bergantung pada kondisi komposisi sampah. Penumpukan sampah di lingkungan sekitar dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar-3. Kondisi Lingkungan, Penumpukan Sampah RW 04
 Sumber : Hasil Dokumentasi, 2024

3.2 Pemilihan Teknologi Biodigester

Berdasarkan dari hasil wawancara, masyarakat RW 04 mendapat teknologi pengelolaan sampah berupa Kang Empos (Karung Ember Kompos) dari Kelurahan Sekeloa. namun teknologi tersebut belum terlaksana karena kurangnya edukasi. Masyarakat kurang tertarik dengan pengolahan kompos karena kurangnya manfaat yang didapatkan dengan kompos dan tidak adanya lahan untuk mengolah sampah. Masyarakat mau melaksanakan teknologi pengelolaan sampah yang dapat berguna bagi kegiatan sehari-hari seperti biogas. Selain menghasilkan gas untuk memasak, biogas tersebut dapat menghasilkan pupuk organik sehingga dapat dimanfaatkan untuk dijual kembali dan dananya akan diberikan untuk biaya operasional dan pemeliharaan biogas. Oleh karena itu, masyarakat lebih memilih teknologi biodigester yang dapat berguna untuk memasak serta juga menghasilkan pupuk organik. Kelebihan dan kekurangan dari dua teknologi tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel-3. Perbedaan KangEmpos dan Biogas

| No. | Parameter | KangEmpos | Biogas |
|-----|------------------------------|-----------|--------|
| 1. | Menghasilkan pupuk organik | ✓ | ✓ |
| 2. | Mengelola limbah organik | ✓ | ✓ |
| 3. | Mengurangi bahan bakar fosil | | ✓ |
| 4. | Cocok untuk pemukiman padat | ✓ | |

| No. | Parameter | KangEmpos | Biogas |
|-----|--|---|--------|
| 5. | Biaya konstruksi mahal | | ✓ |
| 6. | Menghasilkan produk jadi untuk dijual kembali | ✓ | ✓ |
| 7. | Memiliki banyak manfaat seperti pupuk organik, gas untuk memasak | (Hanya menghasilkan pupuk organik saja) | ✓ |

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Hasil kuesioner menunjukkan terdapat 83% warga RT 05 RW 04 yang menyetujui pembuatan teknologi biodigester karena biogas sangat cocok digunakan sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan. Biogas memiliki banyak manfaat yaitu dapat lebih hemat elpiji, sebagai sumber bahan bakar gas untuk memasak, serta hasil sampingan biogas dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik (Pujianti, dkk. 2020). Banyak keluhan dari warga sekitar bahwa penggunaan gas LPG sangat boros dan mahal. Rata-rata dalam satu bulan bisa membeli 3 gas LPG yang memiliki ukuran 3 kg. Perbedaan biogas dengan bahan bakar lain dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel-4. Perbedaan Biogas dengan bahan bakar lain

| Bahan Bakar | |
|-------------------------|-----------------------------|
| 1 m ³ biogas | Elpiji 0,46 kg |
| | Minyak tanah 0,62 liter |
| | Minyak solar 0,52 liter |
| | Bensin 0,80 liter |
| | Gas kota 1,5 m ³ |
| | Kayu bakar 3,5 kg |

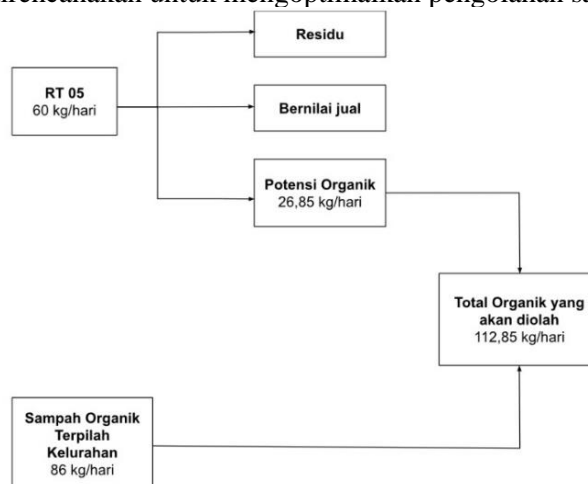
Sumber : Mulyanti, 2009

3.3 Pemilihan Tipe Reaktor

Berdasarkan hasil kunjungan lapangan serta melakukan wawancara dan sosialisasi kepada Ketua RT dan masyarakat RT 05 mengenai tipe reaktor yang ada pada **Tabel 1**, diperoleh kesimpulan bahwa masyarakat sekitar ingin memilih teknologi biodigester dengan tipe reaktor yang murah, tahan lama, dan aman. Oleh karena itu, masyarakat memilih reaktor biogas dengan tipe *fixed dome* (kubah tetap). Alasan memilih reaktor gas tipe ini yaitu memiliki biaya konstruksi lebih murah, konstruksi dapat dikerjakan sendiri oleh warga sekitar, perawatan lebih mudah, terbuat dari bahan-bahan lokal, serta lebih panjang usia pemakaian (Yusmianti dan Singgih, 2018).

3.2. Alur Pengelolaan Sampah Yang Direncanakan

Total sampah yang diproduksi oleh RT 05 RW 04 Kelurahan Sekeloa 60 kg/hari. sampah tersebut nantinya akan dipilah di sumber menjadi sampah organik, sampah bernilai jual, dan residu. Berikut ini adalah alur pengolahan sampah yang akan direncanakan untuk mengoptimalkan pengolahan sampah.



Gambar-4. Alur Pengelolaan Sampah

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Berdasarkan **Gambar 4**, sampah yang dihasilkan di sumber sudah dipilah dan terdapat upaya pengurangan sampah dengan sampah yang dipilah sesuai dengan jenisnya. Sampah organik dikumpulkan dan dibawa ke tempat biogas. Sampah yang memiliki nilai jual dibawa ke bank sampah. Sedangkan sampah yang tidak memiliki nilai jual dan tidak dapat digunakan kembali akan diangkut oleh petugas kebersihan menuju TPS.

Potensi sampah organik lainnya yaitu berasal dari Kelurahan Sekeloa yang sebagian masyarakatnya telah melakukan pemilahan sampah sejak tahun 2023. Rata-rata sampah organik terpilah yang diangkut oleh petugas sampah yaitu sebesar 86 kg/hari.

3.3. Sistem Kerja Biodigester

Tabel-5. Komponen Biogas

| Parameter | Jumlah | Satuan |
|-------------------------------------|---------|--------|
| Metana (CH ₄) | 50-70 | % |
| Karbondiodoksida (CO ₂) | 30-40 | % |
| Hidrogen Sulfida (H ₂ S) | 0-3 | % |
| Air (H ₂ O) | 0,3 | % |
| Oksigen (O ₂) | 0,1-0,5 | % |
| Hidrogen | 1-5 | % |

Sumber: Ermawati, 2023

Kriteria desain unit digester berdasarkan SNI 7826:2023 tentang Unit Penghasil Biogas Dengan Tangki Pencerna (Digester) Tipe Kubah Tetap Dari Beton

Tabel-6. Syarat Mutu

| Standar Kelas | Kapasitas tempat pengolahan (m ³) |
|---------------|---|
| Kecil | 4 s.d. 12 |
| Sedang | >12 s.d. 25 |
| Besar | >25 s.d. 50 |

Sumber: SNI 7826:2023

Tabel-7. Kriteria Desain Unit Digester

| Parameter | Satuan | Standar Kelas | | |
|--|----------------|------------------|---------------|------------------|
| | | Kecil | Sedang | Besar |
| I. Tangki Pencerna | | | | |
| Volume tangki pencerna | m ³ | 4 s.d. <12 | 12 s.d. < 25 | 25 s.d. < 50 |
| Volume ruang gas minimum | m ³ | 1 s.d. <3 | 3 s.d. < 6,25 | 6,25 s.d. < 12,5 |
| Bentuk pondasi tangki pencerna | | rata/irisan bola | | |
| Ketebalan beton pondasi tangki pencerna | cm | 7-10 | 10-12 | 12-15 |
| Tebal dinding dan kubah tangki pencerna | cm | 10-12 | 12-16 | 16-24 |
| II. Pemasukan Bahan Baku | | | | |
| 1. Bak pencampur bahan baku | | | | |
| a. ukuran minimum bentuk persegi tanpa pengaduk (p x l x t) | cm | 60x60x50 | 60x60x50 | 100x75x50 |
| b. Ukuran minimum bentuk silinder dengan pengaduk (t x d) | cm | 60x60 | 60x60 | 70x60 |
| 2. Saluran pemasukan bahan baku | | | | |
| a. Beda tinggi inlet outlet | cm | 15-35 | 15-35 | 15-35 |
| b. Tinggi outlet diukur dari permukaan air tangki pencerna ketika gas kubah terisi penuh | cm | 80-95 | 80-95 | 80-95 |
| c. Diameter | inci | 4-8 | 8-10 | 8-12 |
| d. Jarak lubang terbawah pemasukan dari lantai pondasi | cm | 25-50 | 25-50 | 25-50 |
| e. Kemiringan saluran pemasukan terhadap horizontal tangki pencerna | derajat | 45-60 | 45-60 | 45-60 |
| III. Ukuran Manhole | | | | |

| Parameter | Satuan | Standar Kelas | | |
|--|--------|--|---------|---------|
| | | Kecil | Sedang | Besar |
| a. Tipe 1 <i>Manhole</i> (p x l) | cm | 60x60 | 60x60 | 60x60 |
| b. Tipe 2 <i>Manhole</i> | | | | |
| - <i>Manhole</i> 1 (di atas kubah) (d) | cm | 55 | 55 | 55 |
| - <i>Manhole</i> 2 (p x l) | cm | 40x50 | 40x50 | 40x50 |
| IV. Bak Penampung Keluaran Lumpur Organik | | Ukuran disesuaikan dengan volume tangki pencerna | | |
| V. Peralatan Saluran Pengeluaran Gas | | | | |
| a. Pipa pengeluaran gas | | | | |
| - Diameter luar | inci | 0,5-1,5 | 0,5-1,6 | 0,5-1,7 |
| - Tebal pipa (min.) | mm | 4-5 | 5-5 | 6-5 |
| b. Katup utama (<i>main valve</i>) | | Wajib dipasang | | |

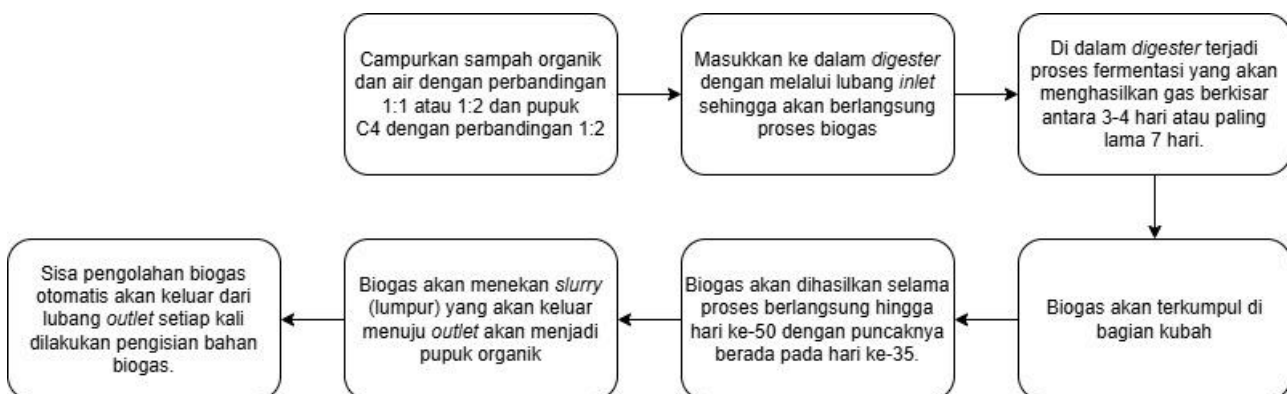
Sumber: SNI 7826:2023

Tabel-8. Kriteria Desain Pipa dan Aksesoris

| Parameter | Bahan | Standar kelas | | |
|---------------------------------|------------------------------|----------------------|----------|--------------------------------------|
| | | Kecil | Sedang | Besar |
| Sistem jaringan pipa | Katup | Kuningan, nikel, PVC | | |
| | <i>Shock</i> | PVC | | |
| | <i>Knee</i> | PVC | | |
| | Pipa | PVC | | |
| | | Plastik | | |
| Selang ke pemanfaat | Plastik | 1/8- | 1/8- | 1/8-1/2" |
| | Karet | 1/2" | 1/2" | |
| Manometer air | Plastik, atau mika atau kaca | 1-50 cm | 1-50 cm | 1-50 cm |
| Perangkap air | Plastik, PVC | 0,1-2 L | 2-5 L | 5-10 L, <i>automatic water drain</i> |
| Pengukuran aliran gas | Mika | | | |
| Bahan penyerap H ₂ S | Mineral | 0,5-2 Kg | 2,5-5 Kg | 5-10 Kg |

Sumber : SNI 7927:2023

Cara kerja biodigester dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar-5. Cara Kerja Biodigester

Sumber: Artiani, 2017

3.4. Perhitungan Potensi Sampah Organik

Tabel-9. Rekapitulasi Data

| No | Parameter | Jumlah | Satuan | Sumber Data |
|----|---|--------|----------|--|
| 1. | Jumlah penduduk | 222 | Jiwa | Kelurahan Sekeloa, 2024 |
| 2. | Timbulan sampah per orang | 0,27 | kg/o/h | Kelurahan Sekeloa, 2024 |
| 3. | Persentase sampah organik lunak Kelurahan Sekeloa | 44,8 | % | Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021 |
| 4. | Potensi timbulan sampah RT 05 | 60 | kg/hari | Hasil Perhitungan, 2024 |
| 5. | Potensi sampah organik RT 05 | 26,85 | kg/hari | Hasil Perhitungan, 2024 |
| 6. | Pemilahan sampah organik Kelurahan Sekeloa | 2590 | kg/bulan | Kelurahan Sekeloa, 2024 |
| | | 86 | kg/hari | Hasil Perhitungan, 2024 |
| 7. | Total sampah organik yang dapat dimanfaatkan untuk Biogas | 113 | kg/hari | Hasil Perhitungan, 2024 |

Perhitungan Biogas dengan menggunakan reaktor tipe kubah tetap (*fixed dome type*) sebagai berikut:

1. Potensi hasil olahan biodigester

Didapatkan jumlah volume sampah organik yang akan digunakan untuk bahan baku biodigester yaitu 113 kg/hari

Untuk menghitung TS (*Total Solid*) digunakan %TS sebesar 54,25% dan VS (*Volatile Solid*) digunakan %VS sebesar 46,38% sebagai berikut :

- $TS = 54,25\% \times \text{Potensi Organik (PO)}$
 $TS = 54,25\% \times 113 \text{ kg/hari}$
 $TS = 61,40 \text{ kg/hari}$
- $VS = 46,38\% \times TS$
 $VS = 46,38\% \times 61,40 \text{ kg/hari}$
 $VS = 28,48 \text{ kg/hari}$

Dari hasil perhitungan total solid dan volatile solid diatas maka dilanjutkan untuk menghitung volume biogas sebagai berikut:

$$\text{Volume Biogas (VB)} = 0,676 \times \text{Volatile solid}$$

$$\text{Volume Biogas (VB)} = 0,676 \times 28,48 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Volume Biogas (VB)} = 19,25 \text{ m}^3/\text{hari}$$

2. Perhitungan produksi gas metan (VGM)

Dari hasil perhitungan volume biogas maka didapatkan hasil sebesar 19,25 m³/hari dan diketahui % metana (CH₄) sebesar 60%, maka perhitungan produksi gas metan sebagai berikut:

$$\text{VGM} = \text{VB} \times \% \text{ metan}$$

$$\text{VGM} = 19,25 \text{ m}^3/\text{hari} \times 60\%$$

$$\text{VGM} = 11,55 \text{ m}^3/\text{hari}$$

3. Perancangan ukuran digester

Biodigester bergantung dengan jumlah, jenis bahan, dan temperatur pada saat proses fermentasi anaerobik. Jumlah bahan yang akan digunakan yaitu sampah organik dan air dengan perbandingan 1:1. Proses biodigester sangat bergantung kepada temperatur dengan waktu digestifikasi (penyimpanan) sekitar 30 hari. Perhitungan volume kerja digester sebagai berikut:

$$\text{Volume Kerja Digester} = Q \times \text{HRT}$$

$$\text{Vgs} + \text{Vf} = 113 \text{ kg/hari} \times 2 \times 30 \text{ hari}$$

$$\text{Vgs} + \text{Vf} = 6791 \text{ kg}$$

Karena kurang lebih 80% dari total Q (bahan baku) adalah air maka kita asumsikan massa jenis Q (bahan baku) \approx massa jenis air (1000 kg/m³)

$$V = m / \rho$$

$$V = (\text{Vgs} + \text{Vf}) / \rho$$

$$V = 6791 \text{ kg} / 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$V = 6,791 \text{ m}^3$$

Berdasarkan asumsi persamaan geometrikal untuk ukuran tangki digester maka diperoleh :

$$\text{Vgs} + \text{Vf} = 80\% V$$

$$V = (\text{Vgs} + \text{Vf}) / 0,8$$

$$V = 6,791 \text{ m}^3 / 0,8$$

$$V = 8,49 \text{ m}^3$$

4. Menghitung diameter digester (D)

$$D = 1,3078 \times V^{1/3}$$

$$D = 1,3078 \times (8,49 \text{ m}^3)^{1/3} = 3 \text{ m}$$

Tabel-10. Dimensi Ukuran Rancangan Digester

| Dimensi | Rumus | Nilai | Satuan |
|---------|----------------------|-------|--------------|
| V1 | $0,0827 \times D^3$ | 2,23 | m^3 |
| V2 | $0,05011 \times D^3$ | 1,35 | m^3 |
| V3 | $0,3142 \times D^3$ | 8,48 | m^3 |
| R1 | $1,0625 \times D$ | 3,19 | m |
| R2 | $0,725 \times D$ | 2,18 | m |
| f1 | $D/5$ | 0,60 | m |
| f2 | $D/8$ | 0,38 | m |
| S1 | $0,911 \times D^2$ | 8,20 | m^2 |
| S2 | $0,8345 \times D^2$ | 7,51 | m^2 |

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2024

5. Perhitungan Tangki Efektif Digester (H)

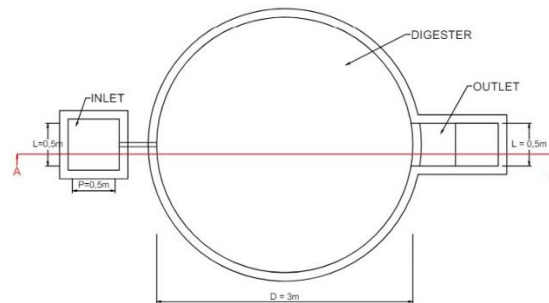
Perhitungan ketinggian tangki dilakukan pendekatan dengan volume tabung,

$$V_{\text{tabung}} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

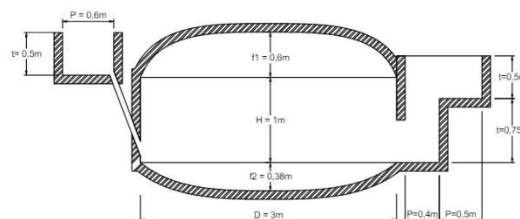
$$V3 = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times H$$

$$H = \frac{V3}{\left(\frac{1}{4} \times \pi \times D^2\right)}$$

$$H = \frac{5,97 \text{ m}^3}{\left(\frac{1}{4} \times \pi \times 3^2\right)}$$



BIODIGESTER



POTONGAN A-A' BIODIGESTER

Gambar-6. Desain Unit Biogas

Sumber : Hasil Perencanaan, 2024

3.5. Masyarakat yang terlayani

Berdasarkan kuisioner yang dilakukan pada RT 05 RW 04 Kelurahan sekeloa, rata rata penggunaan gas LPG pada setiap rumah yaitu 2 sampai 3 tabung gas LPG 3 kg setiap bulannya. Dengan rata-rata jiwa per KK di RT 05 sebesar 4 jiwa per KK maka konsumsi gas LPG per orang yaitu 30 gram per hari. Berdasarkan perbedaan bahan bakar yang terdapat di **Tabel 3**, 30 gram Gas LPG setara dengan 0,065 m3 gas metan. Berdasarkan hal tersebut, dengan volume gas metana yang dihasilkan dengan biodigester sebesar 11,55

m³/hari dapat melayani 178 orang atau 80% dari masyarakat RT 05 RW 04 Kelurahan Sekeloa. Dengan adanya teknologi biodigester ini RT 05 RW 04 dapat mengurangi pemakaian gas LPG sebesar 90-135 tabung yang jika di nominalkan sebesar Rp.1.980.000 – Rp.2.970.000 setiap bulannya.

4. KESIMPULAN

Masyarakat RT 05 RW 04 memilih teknologi biodigester karena dapat menghasilkan gas untuk memasak serta dapat menghasilkan pupuk organik yang dapat dimanfaatkan untuk dijual kembali sehingga dananya diberikan untuk biaya operasional dan pemeliharaan biogas. Pengolahan sampah dengan biogas di RT 05 RW 04 terpilih tipe kubah tetap karena biayanya yang murah dan materialnya mudah didapatkan. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan kapasitas digester yaitu 8,49 m³, diameter 3 m, serta tingginya 1 m dengan total sampah organik yang masuk sebesar 113 kg/hari.

SARAN

Untuk penelitian selanjutnya, perlu diperhitungkannya RAB (Rancangan Anggaran Biaya) sehingga diperkirakan besaran biaya untuk pembuatan biogas.

DAFTAR PUSTAKA

- Amandasari, N., Ainun, S., & Hartati, E. (2016). Studi Komparasi Sistem Pengelolaan Sampah dengan Biodigester (Kelurahan Cibangkong dan Kelurahan Cilengkrang). *Jurnal Reka Lingkungan*, 4(2), 74-85
- Annur, S., Kusmasari, W., Wulandari, R., & Sumiati, S. (2020). Pengembangan biogas dari sampah untuk energi listrik dan bahan bakar kompor di TPA Cilowong, Kota Serang, Banten. *KUAT: Keuangan Umum dan Akuntansi Terapan*, 2(1), 48-51
- Artiani, G.P., & Handayasari, I. (2017). Optimalisasi Pengolahan Sampah Organik dengan Teknologi Biodigester sebagai Upaya Konservasi Lingkungan. *Jurnal Kajian Ilmu dan Teknologi*, 6(2), 95-105
- Badan Standardisasi Nasional. (2023). SNI 7826:2023 Unit Penghasil Biogas Dengan Tangki Pencerna (Digester) Tipe Kubah Tetap Dari Beton. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- Badan Standardisasi Nasional. (2023). SNI 7927:2023 Peralatan Jaringan Unit Biogas. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- Hasibuan, G.C.R., & Dalimunthe, N. F. (2020). Penyuluhan Mengenai Pentingnya Pemilahan Sampah Organik dan Non-Organik ke Anak-anak SD Muhammadiyah 02 Medan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Kholiq*, I., & Muharom, M. (2015). Analisis Perencanaan Reaktor Biogas Kap 16 M³ dengan Pemanfaatan Kotoran Manusia. *Journal of Engineering and Management in Industrial System*, 3(2), 133-139
- Lubis, M., Diananto, D., & Triastanti, R. D. (2017). ANALISIS POTENSI JUMLAH PEMBENTUKAN GAS METAN DARI LIMBAH TERNAK, LIMBAH BUAH-BUAHAN, DAN EGENG GONDOK. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 17(2)
- Mulyati, M. (2009). Desain Alat Biogas Dari Kotoran Sapi Skala Rumah Tangga. *Jurnal Teknik Industri*, 9(1), 1-16
- Nurjanah, N. (2021). Analisis Kepuasan Konsumen dalam Meningkatkan Pelayanan Pada Usaha Laundry Bunda. *JURNAL MAHASISWA*, 1(1)
- Rahmat, F. N. (2023). Analisis pemanfaatan sampah organik menjadi energi alternatif biogas. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 4(2), 118-122
- Yusmiati, Y., & Singgih, B. (2018). Teknologi Produksi Biogas dari Limbah Ternak untuk Memenuhi Kebutuhan Energi Rumah Tangga. *Inovasi Pembangunan: Jurnal Kelitbangan*, 6(01), 39-48