

# STUDI POTENSI PEMANFAATAN SAMPAH MELALUI PERENCANAAN BIODIGESTER UNTUK PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK DI KOTA BANDUNG

Muhammad Ikhwan Yuniar<sup>1)</sup>, Didik Notosudjono<sup>2)</sup>, Evyta Wismiana<sup>3)</sup>

## ABSTRAK

Permasalahan sampah di Kota Bandung sampai saat ini masih kurang dikelola dengan baik, dengan volume sampah per harinya mencapai 1.683 ton atau sekitar 8.418 m<sup>3</sup>. Salah satu wilayah Kota Bandung yang memiliki timbulan sampah terbesar per harinya yaitu berada di TPS Ciroyom wilayah Bandung Barat dengan volume timbulan sampah mencapai 32 ton atau sekitar 160 m<sup>3</sup>.

Salah satu solusi untuk mengurangi timbulan sampah yaitu dengan mengelola sampah organik sebagai pemanfaatan sumber energi alternatif biogas untuk Pembangkit Listrik Tenaga Sampah. Biogas memiliki keunggulan diantaranya ramah lingkungan, sumber energinya yang murah dan dapat diperbaharui sebagai penanganan sampah di Kota Bandung khususnya di TPS Ciroyom. Jenis reaktor biogas yang digunakan untuk pemanfaatan sampah dengan skala besar yaitu menggunakan teknologi biodigester jenis reaktor *fixed dome*. Berdasarkan hasil analisa dari berapa jenis sampah organik yaitu dari sayur dan buah-buahan dengan timbulan sebesar 11,49 ton dapat menghasilkan gas sebesar 861,75 m<sup>3</sup>, sampah organik rumput dan dedaunan sebesar 1,97 ton dapat menghasilkan gas sebesar 270,875 m<sup>3</sup> dan sampah organik dari makanan sisa sebesar 2,95 ton dapat menghasilkan gas sebesar 147,5 m<sup>3</sup>. Maka total keseluruhan gas yang dihasilkan per harinya sebesar 1.280,125 m<sup>3</sup>. Dari total biogas per harinya sebesar 1.280,125 m<sup>3</sup>, biogas dapat menyuplai sebagai bahan bakar generator gas dengan generator pembangkit 325 kW, dan produksi listrik perharinya sebesar 7.808,76 kWh dan beroperasi selama 24 jam.

Kata kunci: Sampah Kota Bandung, Biogas biodigester, Perancangan digester

## I. PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah yang optimal merupakan suatu tantangan besar yang sekarang dihadapi hampir seluruh kota besar di Indonesia, khususnya Kota Bandung. Berdasarkan data dari dinas kebersihan Kota Bandung tahun 2016, Kota Bandung diproyeksikan menghasilkan rata-rata volume timbulan sampah per harinya mencapai 1.683,6 ton atau sekitar 8.418 m<sup>3</sup> dengan jumlah penduduk sekitar 2.142.837 jiwa. Untuk mengelola sampah Kota Bandung PD Kebersihan melakukan berbagai inovasi antara lain dengan bank sampah, pengomposan, *biodigester*, dan lain sebagainya agar sampah yang di buang ke TPA (Tempat Pembuangan Sampah Akhir) berkurang.

Teknologi *biodigester* merupakan pemanfaatan sampah menjadi energi alternatif generator biogas sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Sampah melalui proses fermentasi *anaerobic* penguraian mikroba bahan organik seperti sampah organik, limbah rumah tangga, dan kotoran hewan oleh bakteri pengurai metanogen yang dilangsungkan pada sebuah tangki reaktor *biodigester* dengan difermentasi selama kurang lebih 30 sampai 50 hari.

Salah satu TPS yang bisa diterapkan *biodigester* yaitu berada di TPS Ciroyom dengan volume rata-rata timbulan sampah per harinya mencapai 32 ton atau sekitar 160 m<sup>3</sup>. Sampah organik yang dapat dikelola untuk menjadi

biogas di TPS ini yaitu sekitar 16,41 ton atau sekitar 82,05 m<sup>3</sup>.

## II. DASAR TEORI

### 2.1 Definisi Sampah

Pengertian sampah adalah sesuatu bahan atau benda padat yang sudah tidak dipakai lagi oleh manusia, atau benda padat yang sudah tidak digunakan lagi dalam suatu kegiatan manusia dan dibuang. Dari batasan ini jelas bahwa sampah adalah hasil kegiatan manusia yang dibuang karena sudah tidak berguna. (Muhammad.A, 2015)

### 2.2 Pengelolaan Sampah

Penanganan sampah sangat penting untuk mencapai kualitas lingkungan yang bersih dan sehat, dengan demikian sampah harus dikelola dengan sebaik-baiknya sedemikian rupa sehingga hal-hal yang negatif bagi kehidupan tidak sampai terjadi. Dalam ilmu kesehatan lingkungan, suatu penanganan sampah dianggap baik jika sampah tersebut tidak menjadi tempat berkembangbiaknya bibit penyakit serta sampah tersebut tidak menjadi media perantara menyebar luasnya suatu penyakit. Syarat lainnya yang harus terpenuhi dalam penanganan sampah ialah tidak mencemari udara, air, dan tanah, tidak menimbulkan bau (segi estetis), tidak menimbulkan kebakaran dan lain sebagainya. (Damanhuri, 2011).

### 2.2.1 Metode pengelolaan sampah

Ada beberapa metode dalam pengelolaan sampah yang dikenal dengan 3R yaitu : (kurniaty.S, 2012).

#### a. *Reduce* (mengurangi sampah)

*Reduce* (mengurangi sampah) berarti mengurangi segala sesuatu yang mengakibatkan sampah atau disebut juga mengurangi sampah merupakan langkah pertama untuk mencegah penimbunan sampah di TPA. Menghancurkan sampah menjadi jumlah yang lebih kecil dan hasilnya diolah, hanya saja biayanya sangat mahal tidak sebanding dengan hasilnya.

Reduksi (mengurangi sampah) dapat dilakukan dengan beberapa proses yaitu:

1. Reduksi volume sampah secara mekanik. Dilakukan pemadatan pada dump truck yang dilengkapi alat pemadat sehingga volume sampah jauh berkurang dan volume yang diangkut menjadi lebih banyak.
2. Reduksi volume sampah secara pembakaran. Proses ini dapat dilakukan oleh sekelompok masyarakat dengan catatan memiliki ruang atau area terbuka cukup luas. Pembakaran dilakukan dengan menggunakan suatu unit instalasi *incinerator* sederhana. Syaratnya sampah harus dipisah antara yang dapat terbakar dan tidak dapat dibakar serta plastik. Plastik jangan ikut dalam proses pembakaran karena zat yang dihasilkan akan membahayakan kesehatan.
3. Reduksi sampah secara kimiawi. Cara ini disebut *pyrolysis* yaitu pemanasan tanpa oksigen pada suatu reaktor. Umumnya zat organik tidak tahan terhadap panas sehingga dengan pemanasan tanpa oksigen ini akan memecah struktur zat organik tersebut (kondensasi) menjadi gas, cair dan padat.

#### b. *Reuse* (menggunakan kembali)

*Reuse* (menggunakan kembali) yaitu pemanfaatan kembali sampah secara langsung tanpa melalui proses daur ulang. Contohnya seperti kertas-kertas berwarna-warni dari majalah bekas dapat dimanfaatkan untuk bungkus kado yang menarik, pemanfaatan botol bekas untuk dijadikan wadah cairan misalnya spritus, minyak.

### 2.3 Sumber Energi

Energi memiliki peranan penting dalam kehidupan manusia. Berbagai alat dan mesin pendukung dalam penggunaan energi seperti alat penerangan, mesin penggerak, peralatan rumah tangga dan mesin-mesin industri. Sumber energi yang digunakan sifatnya tidak dapat diperbaharui, seperti bahan bakar minyak, gas, mineral dan batu bara. Pemanfaatan energi yang tidak dapat diperbaharui dalam hal ini fosil secara berlebihan dapat menyebabkan krisis

energi. Salah satu gejala krisis energi yaitu kelangkaan BBM seperti minyak tanah, bensin dan solar. Kelangkaan ini diakibatkan karena kebutuhan BBM selalu meningkat setiap tahunnya. (Wahyuni.S, 2011).

### 2.3.1 Permasalahan krisis energi

Pemanfaatan energi yang tidak dapat diperbaharui secara berlebihan dapat menimbulkan masalah krisis energi. Salah satu gejala krisis energi yang terjadi akhir-akhir ini yaitu kelangkaan bahan bakar minyak (BBM), seperti minyak tanah, bensin dan solar. Kelangkaan terjadi karena tingkat kebutuhan BBM sangat tinggi dan selalu meningkat setiap tahunnya. (Wahyuni.S, 2011).

### 2.4 Pengertian dan Definisi Biogas

Biogas merupakan sebuah proses produksi gas bio dari material organik dengan bantuan bakteri. Proses degradasi material organik ini tanpa melibatkan oksigen disebut *anaerobic digestion* gas yang dihasilkan sebagian besar (lebih 50%) berupa metana. Biogas sebagian besar mengandung gas methana (CH<sub>4</sub>) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), dan beberapa kandungan yang jumlahnya kecil diantaranya *hydrogen sulfide* (H<sub>2</sub>S) dan *ammonia* (NH<sub>3</sub>) serta *hydrogen* dan (H<sub>2</sub>), nitrogen sulphur, kandungan air dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>).

Pada umumnya semua jenis bahan organik bisa diproses untuk menghasilkan biogas, namun demikian hanya bahan organik (padat, cair) homogen seperti kotoran dan urin (air kencing) hewan ternak yang cocok untuk sistem biogas sederhana. Untuk menghasilkan biogas, bahan organik yang dibutuhkan, ditampung dalam *biodigester*. Proses penguraian bahan organik terjadi secara *anaerob* (tanpa oksigen). Biogas terbentuk pada hari ke-4~5 sesudah *biodigester* terisi penuh dan mencapai puncak pada hari ke-20~25. Biogas yang dihasilkan sebagian besar terdiri dari 50-70% metana (CO<sub>4</sub>) 30-40% karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan gas lainnya dalam jumlah kecil.

Biogas dihasilkan apabila bahan-bahan organik terurai menjadi senyawa-senyawa pembentuknya dalam keadaan tanpa oksigen (*anaerob*). Fermentasi *anaerob* ini biasa terjadi secara alami di tanah yang basah, seperti dasar danau dan di dalam tanah pada kedalaman tertentu. Proses fermentasi adalah penguraian bahan-bahan organik dengan bantuan *mikroorganisme*. Fermentasi *anaerob* dapat menghasilkan gas yang mengandung sedikitnya 50% metana. Gas inilah yang biasa disebut dengan biogas. (Wahyuni.S, 2011)

### 2.4.1 Proses pembentukan biogas

Apabila diuraikan dengan terperinci, secara keseluruhan terdapat tiga proses utama dalam tahapan pembentukan biogas, yaitu secara proses fermentasi tahap awal (*hidrolisis*), tahap pengasaman (*asidifikasi*), dan *metanogenesis*. Keseluruhan proses ini tidak terlepas dari bantuan kinerja *mikroorganisme anaerob*. (Wahyuni.S, 2011)

#### a. Hidrolisis

*Hidrolisis* merupakan tahap awal dari proses fermentasi. Tahap ini merupakan penguraian bahan organik dengan senyawa kompleks yang memiliki sifat mudah larut seperti lemak, protein, dan karbohidrat menjadi senyawa yang lebih sederhana. Senyawa yang dihasilkan dari proses *hidrolisis* diantaranya senyawa asam organik, glukosa, etanol, CO<sub>2</sub> dan senyawa hidrokarbon lainnya. Senyawa ini akan dimanfaatkan *mikroorganisme* sebagai sumber energi untuk melakukan aktivitas fermentasi. Pada tahap hidrolisis terjadi pemecahan *enzimatis* dari bahan yang tidak mudah larut seperti lemak, polisakarida, protein, asam nukleat dan lain- lain menjadi bahan yang mudah larut. Pada tahap ini bahan yang tidak mudah larut seperti selulosa, polisakarida dan lemak diubah menjadi bahan yang larut dalam air seperti karbohidrat dan asam lemak. Tahap pelarutan berlangsung pada suhu 25 °C di *digester*.

#### b. Pengasaman (*Asidifikasi*)

Senyawa-senyawa yang terbentuk pada tahap *hidrolisis* akan dijadikan sumber energi bagi *mikroorganisme* untuk tahap selanjutnya, yaitu pengasaman atau *asidifikasi*. Pada tahap ini bakteri akan menghasilkan senyawa-senyawa asam organik seperti asam asetat, asam propionat, asam butirat, dan asam laktat beserta produk sampingan berupa alkohol (CO<sub>2</sub>) hidrogen, dan zat ammonia. Pada tahap ini Bakteri menghasilkan asam merupakan bakteri *anaerobic* yang dapat tumbuh dan berkembang pada keadaan asam yaitu dengan pH 5,5 sampai 6,5. Pembentukan asam dalam kondisi anaerob sangat penting untuk membentuk gas metan oleh *mikroorganisme* pada proses selanjutnya. Tahap ini berlangsung pada suhu 25 °C hingga 30 °C di *digester*. Pada tahap pengasaman, bakteri akan menghasilkan asam yang berfungsi untuk mengubah senyawa pendek hasil hidrolisis menjadi asam asetat CH<sub>3</sub>COOH, H<sub>2</sub> dan CO. Untuk menjadi metabolisme yang merata diperlukan pencampuran yang baik dengan konsentrasi air > 60%. ( Wahyuni.S, 2011)

#### c. Metanogenesis

Bakteri metanogen seperti *methanococcus*, *methanosarcina*, dan *methano bacterium* akan mengubah produk lanjutan dari tahap

pengasaman menjadi gas metan, karbondioksida, dan air yang merupakan komponen penyusun biogas. Bakteri penghasil asam dan gas metan bekerja secara simbiosis. Bakteri penghasil asam membentuk keadaan atmosfer yang ideal untuk bakteri penghasil metan, sedangkan bakteri pembentuk gas metan menggunakan asam yang dihasilkan bakteri penghasil asam. Bakteri ini membentuk kondisi *digester* yang benar – benar kedap udara dan gelap. Temperatur dimana bakteri ini secara optimum 35°C dan sangat sensitif terhadap perubahan temperatur sekitar 2 – 3°C. Kisaran pH adalah 6,5 – 7,5. Proses ini berlangsung selama 14 hari dengan suhu 25 °C hingga 35 °C di dalam *digester*. Pada proses ini akan dihasilkan 70% (CH<sub>4</sub>), 30 % (CO<sub>2</sub>), sedikit (H<sub>2</sub>) dan (H<sub>2</sub>S). (Wahyuni.S, 2011)

### 2.4.2 Faktor yang mempengaruhi pembentukan biogas

Ada beberapa faktor yang berpengaruh terhadap pembentukan biogas yaitu suhu, nilai Ph, bahan baku, waktu tinggal dalam pencernaan dan rasio C/N. (Wahyuni.S, 2015).

#### a. Suhu

Proses pembusukan atau penguraian secara anaerob berlangsung dengan baik pada kondisi temperatur antara 5 – 55 °C. Pada temperatur antara 5 – 40°C terjadi proses penguraian yang dilakukan jenis bakteri mesofil (bakteri yang cukup aktif). Sedangkan temperatur antara 40 – 55°C terjadi proses penghancuran bahan organik jenis bakteri termofil (bakteri yang sangat aktif). Pada temperatur sekitar 40°C kedua jenis bakteri tersebut masih dapat bekerja secara optimal. Proses penguraian pada umumnya terjadi pada daerah mesofil, yang tidak memerlukan sediaan energi terlalu banyak. Temperatur yang paling menguntungkan untuk keseluruhan proses terjadi pada 33° C.

#### b. Nilai derajat keasaman (pH)

Peranan pH berhubungan dengan media untuk aktivitas *mikroorganisme*. Bakteri-bakteri *anaerob* membutuhkan pH optimal antara 6,2 – 7,6, tetapi yang baik adalah 6,6 – 7,5. Pada awalnya media mempunyai pH ± 6 selanjutnya naik sampai 7,5. Tangki pencernaan dapat dikatakan stabil apabila larutannya mempunyai pH 7,5 – 8,5. Batas bawah pH adalah 6,2, di bawah pH tersebut larutan sudah *toxic*, maksudnya bakteri pembentuk biogas tidak aktif. Pengontrolan pH secara alamiah dilakukan oleh ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dan HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Ion-ion ini akan menentukan besarnya pH.

#### c. Bahan baku

Unsur *carbon* (C) untuk pembentukan gas metana dapat berasal dari kotoran hewan, limbah pertanian, limbah organik sayur – sayuran, buah

– buahan dan campuran lainnya memiliki potensi yang berbeda – beda dalam menghasilkan energi biogas. Sedangkan unsur *nitrogen* (N) diperlukan oleh bakteri untuk pembentukan sel. Perbandingan unsur karbon dan nitrogen yang paling baik untuk pembentukan biogas adalah 30. Rasio C/N untuk sampah mendekati nilai 12, C/N kotoran kuda dan babi adalah 25 lebih besar daripada sapi dan kerbau hanya 18.

d. Waktu tinggal

Waktu tinggal dalam pencernaan atau dapat dikatakan lamanya limbah akan menginap di dalam sistem pengolahan. Lebih lama limbah menginap maka proses pengolahan lebih baik tetapi konstruksi menjadi besar. Sebaliknya bila terlampaui cepat maka praktis hanya lewat saja hingga tidak terjadi proses pengolahan. Hal ini bertujuan untuk menetapkan jumlah waktu yang tersedia untuk pertumbuhan bakteri dan konversi berikutnya dari bahan organik ke gas, dengan rumus.

e. Rasio C/N

Bahan organik yang memiliki kandungan keduanya unsur diatas dapat digunakan sebagai bahan baku pembentukan biogas seperti limbah makanan, kotoran hewan dan sebagainya. Bahan organik yang mengandung serat (*lignin*) tidak cocok sebagai bahan baku biogas, karena sukar diurai oleh bakteri.

Perubahan senyawa organik menjadi gas metana dan gas karbon dioksida memerlukan persyaratan rasio C/N antara 20–30. Bakteri *anaerob* mengkonsumsi karbon sekitar 30 kali lebih cepat banding nitrogen. Rasio optimum untuk *digester anaerobik* berkisar 20–30 (Wahyuni.S, 2013 )

**2.4.3 Reaktor biogas**

Biogas *digester* merupakan suatu teknologi yang memanfaatkan bahan-bahan organik, termasuk kotoran manusia dan hewan, limbah rumah tangga, dan sampah-sampah organik secara *anaerobik* untuk menghasilkan gas methana. Gas methana yang dihasilkan bersifat dapat terbakar. Reaksi fermentasi terjadi tanpa kehadiran oksigen sama sekali atau yang disebut dengan reaksi fermentasi *anaerobik*.. Beberapa keuntungan yang dimiliki oleh *digester* bagi rumah tangga dan komunitas antara lain sebagai berikut : (Wahyuni.S, 2013 )

- a. Mengurangi penggunaan bahan bakar lain(minyak tanah, kayu, dan sebagainya) oleh rumah tangga.
- b. Menghasilkan pupuk organik berkualitas tinggi.
- c. Menjadi metode pengolahan limbah dan sampah dan mengurangi pembuangan sampah ke lingkungan.

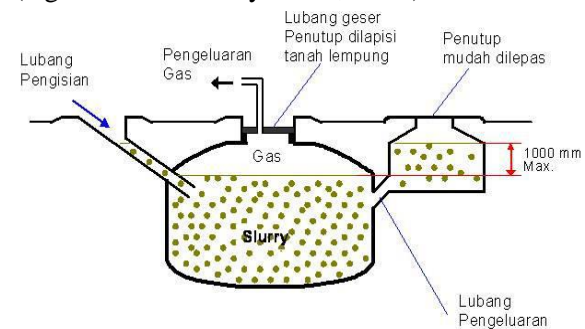
- d. Meningkatkan kualitas udara karena mengurangi asap dan jumlah karbondioksida akibat pembakaran sampah.
- e. Murah secara ekonomis dalam instalasi.

**2.4.4 Jenis – jenis reaktor biogas**

Ada beberapa jenis reaktor biogas yang dikembangkan diantaranya adalah reaktor jenis kubah tetap (*fixed dome*) dan reaktor terapung (*floating drum*). Dari keenam jenis digester biogas yang sering digunakan adalah jenis kubah tetap (*fixed dome*) dan jenis reaktor terapung (*floating drum*). Beberapa tahun terakhir ini dikembangkan jenis reaktor balon yang banyak digunakan sebagai reaktor sederhana dalam skala kecil. (Iskandar, 2012).

1. Reaktor kubah tetap (*Fixed dome*)

Dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini merupakan reaktor dari kubah tetap (*fixed dome*). (Agustian.A dan Friyatno.S, 2014)

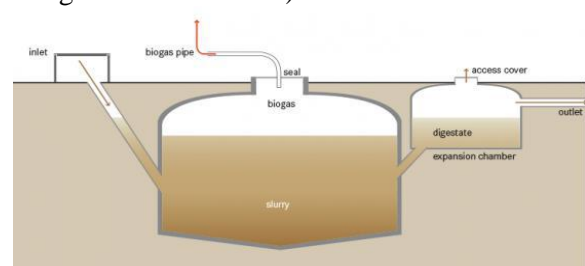


**Gambar 1. Reaktor Fixed Dome**

Reaktor kubah tetap (*fixed dome*) ini disebut juga reaktor China. Dinamakan demikian karena reaktor ini dibuat pertama kali di China sekitar tahun 1930-an. Pada reaktor ini memiliki dua bagian yaitu *digester* sebagai tempat pencernaan material biogas dan sebagai rumah bagi bakteri, baik bakteri pembentuk asam ataupun bakteri pembentuk gas metana. Dinamakan kubah tetap karena bentuknya menyerupai kubah dan bagian ini merupakan pengumpul gas yang tidak bergerak (*fixed*).

2. Reaktor *floating*

Dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini merupakan gambar dari reaktor jenis reaktor *floating*. (<http://www.sswm.info/content/anaerobic-digestion-small-scale>)

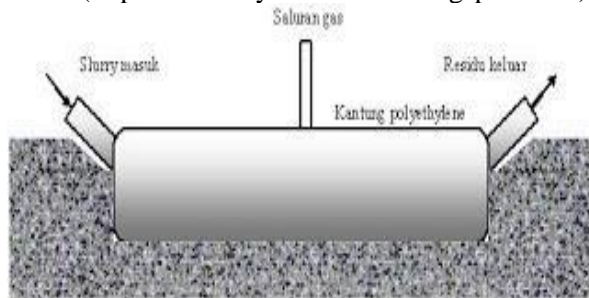


**Gambar 2. Reaktor Floating**

Reaktor jenis terapung (*floating drum*) pertama kali dikembangkan di India pada tahun 1937. Memiliki bagian digester yang sama dengan reaktor kubah, perbedaannya terletak pada bagian penampung gas menggunakan peralatan bergerak menggunakan drum. Drum ini dapat bergerak naik turun yang berfungsi untuk menyimpan gas hasil fermentasi dalam digester. Pergerakan drum mengapung pada cairan dan tergantung dari jumlah gas yang dihasilkan. Keuntungan dari reaktor ini adalah dapat melihat secara langsung volume gas yang tersimpan pada drum karena pergerakannya. Karena tempat penyimpanan yang terapung sehingga tekanan gas konstan. Sedangkan kerugiannya adalah biaya material konstruksi dari drum lebih mahal. (Wahyuni.S, 2013)

### 3. Reaktor balon

Dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini merupakan jenis reaktor dari reaktor balon. (<http://demirakyatindonesia.blogspot.co.id>)

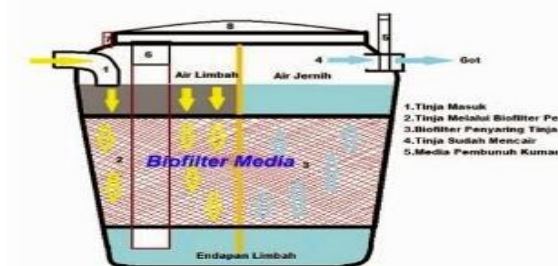


**Gambar 3. Reaktor Tipe Balon**

Reaktor balon merupakan jenis reaktor yang banyak digunakan pada skala rumah tangga yang menggunakan bahan plastik sehingga lebih efisien dalam penanganan dan perubahan tempat biogas. Reaktor ini terdiri atas satu bagian yang berfungsi sebagai digester dan penyimpanan gas masing-masing bercampur dalam satu ruangan tanpa sekat. Material organik terletak di bagian bawah karena memiliki berat yang lebih besar dibandingkan gas yang akan mengisi pada rongga atas.

### 4. Reaktor *fiberglass*

Dapat dilihat pada gambar 4 di bawah ini merupakan jenis reaktor *fiberglass*. (<http://biofil-septictankbio.blogspot.co.id>)



**Gambar 4. Reaktor *Fiberglass***

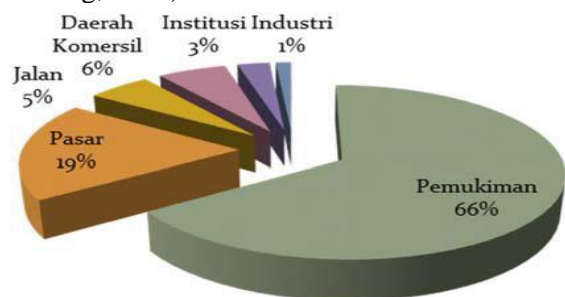
Reaktor bahan *fiberglass* merupakan jenis reaktor yang banyak digunakan pada skala rumah tangga dan skala industri. Reaktor ini menggunakan bahan *fiberglass* sehingga lebih efisien dalam penanganan dan perubahan tempat biogas. Reaktor ini terdiri atas satu bagian yang berfungsi sebagai digester sekaligus penyimpanan gas yang masing-masing bercampur dalam satu ruangan tanpa sekat.

Reaktor dari bahan *fiberglass* ini sangat efisien karena kedap, ringan, dan kuat. Jika terjadi kebocoran, mudah diperbaiki atau dibentuk kembali seperti semula dan lebih efisien. (Wahyuni.S, 2013)

## III PENGELOLAAN SAMPAH KOTA BANDUNG

### 3.1 Kondisi Sampah Kota Bandung

Di bawah ini merupakan gambar 5 timbulan sampah kota Bandung. (PD.Kebersihan Kota Bandung, 2014)



**Gambar 5. Presentase Sampah Kota Bandung**

Berdasarkan data dari PD. Kebersihan Kota Bandung tahun 2016 timbulan sampah masyarakat Kota Bandung saat ini diproyeksikan sebesar 1.683,6 ton per hari atau sekitar 8.418 m<sup>3</sup> dengan jumlah penduduk pada tahun 2016 sebanyak 2.141.837 jiwa dengan komposisi sampah organik sebesar 57% dan anorganik sebesar 43% dengan rata-rata timbulan sampah 0,59 kg/orang/hari. Sampah yang terangkut ke TPA (Tempat Pemrosesan Akhir sampah) sebesar 71% kurang lebih 1.195,3 ton/hari sekitar 5976,7 m<sup>3</sup>.

### 3.1.2 Sistem persampahan Kota Bandung

Tingkat pelayanan persampahan Kota Bandung hingga saat ini mencapai 44,92% untuk Bandung Utara, 40,49% untuk Bandung Barat, 16,93% untuk Bandung Selatan, dan 11,43% untuk Bandung Timur. Dapat disimpulkan kinerja Pemerintah Kota Bandung dalam pelayanan dan pengelolaan persampahan perkotaan tahun 2014 adalah telah tercapai 16% (melalui 3R: *Reduce, Reuse, Recycle*), tercapai 74% (*Landfill*) serta pemanfaatan teknologi yang berwawasan



lingkungan dan ekonomis masih dalam progress. (PD.Kebersihan Kota Bandung, 2015)

### 3.2 TPS Ciroyom Kecamatan Andir

TPS (Tempat Pengelolaan Sampah) Ciroyom ini berada di wilayah operasional Bandung Barat tepatnya di jalan pasar Ciroyom, Kecamatan Andir, Kota Bandung dengan titik koordinat - 6.914407,107.587663. TPS ini merupakan salah satu TPS dengan timbulan sampah terbesar yang ada di kota Bandung. TPS Ciroyom hanya menampung timbulan sampah yang ada per harinya, tanpa diolah terlebih dahulu ataupun dimanfaatkan dan timbulan sampah di TPS ini per harinya langsung diangkut ke TPA Sarimukti. TPS Ciroyom saat ini dalam tahap pembangunan untuk membangun TPS yang berkonsep 3R yaitu *reduce, reuse dan recycle*. dengan timbulan sampah yang memadai, di TPS ini direncanakan akan mampu mengolah timbulan sampah yang ada per harinya, seperti pemanfaatan sampah organik sebagai kompos, biogas dan sampah anorganik residunya dimanfaatkan sebagai daur ulang untuk kreatifitas barang-barang yang bisa menjadi berharga. TPS ini merupakan TPS yang paling memungkinkan untuk pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah ( PLTSA ) dengan teknologi *biodigester* berbasis masyarakat yang dihimpun oleh pihak masyarakat dan diserahkan untuk dikelola langsung oleh PD. Kebersihan Kota Bandung. (PD.Kebersihan Kota Bandung, 2016 )

#### 3.2.1 Jumlah timbulan sampah di TPS Ciroyom

Jumlah timbulan sampah di TPS Ciroyom ini kurang lebih per harinya mencapai 32.000 kg sama dengan 32 ton atau sekitar 160 m<sup>3</sup> yang terdiri dari sampah anorganik 25%, residu 18%, dan organik 57%. Sampah anorganik per harinya mencapai 8.000 kg sama dengan 8 ton atau sekitar 40 m<sup>3</sup>. Jumlah sampah organik per harinya mencapai 18.240 kg sama dengan 18,24 ton atau sekitar 91,2 m<sup>3</sup>, sampah residu per harinya mencapai 5.760 kg sama dengan 5,76 ton atau sekitar 28,8 m<sup>3</sup>. Seperti dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini. (TPS Ciroyom, 2017)

**Tabel 1. Jumlah Sampah Anorganik, Organik dan Residu Per Hari di TPS**

No.	Jenis Sampah	Kg
1	Organik	18.240 kg
2	Anorganik	8.000 kg
3	Residu	5.760 kg
Jumlah Total		32.000 kg

#### 3.2.2 Aplikasi pengoperasian biogas yang akan dibangun di TPS Ciroyom

Pembangunan *biodigester* di TPS 3R Ciroyom dalam pengaplikasian pengoperasiannya biogas dapat digunakan yaitu untuk :

##### a. Kompor biogas

Kompor biogas yang digunakan adalah jenis kompor berbahan bakar biogas. Kompor biogas digunakan untuk memasak air, untuk menanak nasi, memasak sayuran dan lain – lain sebagainya.

##### b. Lampu biogas

Lampu biogas ini sejenis lampu petromaks yang berbahan bakar dari biogas. Lampu biogas halnya sama seperti lampu biasa yaitu sebagai penerangan ruangan.

##### c. Generator biogas

Generator biogas digunakan untuk membangkitkan tenaga listrik dan generator ini berbahan bakar biogas. Biogas yang dihasilkan merupakan proses dari fermentasi sampah didalam proses teknologi *biodigester* dengan tabung digester tipe *fixed dome*. Salah satu contoh generator biogas yang dapat digunakan untuk pembangkit listrik tenaga sampah di TPS Ciroyom yaitu dengan merek NPT gas generator tipe 350 GFT dengan kapasitas 325 Kw, dengan 3 phasa dan dengan kecepatan mencapai 1800 rpm. Dapat di lihat bentuk fisik tersebut pada gambar 6 berikut ini. (<http://www.sd-npt.com/products/ggener/2016-01-12/1550.html>)



**Gambar 6. Generator Biogas 325 Kw**

## IV. POTENSI BIOGAS UNTUK PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SAMPAH DI TPS CIROYOM

### 4.1 Volume Sampah Organik yang diolah menjadi Biogas

Di bawah ini merupakan tabel 2 volume sampah organik yang dapat dimanfaatkan menjadi biogas di TPS Ciroyom. (TPS Ciroyom, 2017).

**Tabel 2. Volume Sampah Organik Yang Dimanfaatkan Menjadi Biogas di TPS**

Jenis Sampah	Per hari (m <sup>3</sup> )	Per bulan (m <sup>3</sup> )	Per tahun (m <sup>3</sup> )
Sayuran dan buah	57,45	1.723,5	20.682
Rumput dan dedaunan	9,85	295,5	3.546
Makanan sisa hewani	14,75	442,5	5.310
Total Sampah	82,05	2.461,5	29.538

#### 4.1.1 Pengolahan daur ulang sampah anorganik dan residu 3R

Timbulan rata-rata sampah anorganik di TPS ini per harinya mencapai 8 ton atau sekitar 40 m<sup>3</sup>, dan sampah residu per harinya mencapai 5,76 ton sekitar 28,8 m<sup>3</sup>. Di proyeksikan yang bisa diolah kembali atau di daur ulang yaitu sekitar 16% dalam tahap pemilahan dari timbulan jumlah sampah anorganik dan residu per harinya. Yaitu kurang lebih sekitar 4,608 m<sup>3</sup> atau sebesar 0,9216 ton.

Seperti gambar 7 di bawah ini merupakan hasil dari sampah anorganik dan residu yang diolah dan di daur ulang. (PD.Kebersihan Kota Bandung, 2016)



**Gambar 7. Hasil Daur Ulang Bank Sampah**

#### 4.2 Potensi Biogas di TPS Ciroyom

Sampah organik yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku biogas di TPS yaitu sebesar 16.410 kg atau 16,41 ton sekitar 82,05 m<sup>3</sup>. Nilai total *solid content* (TS%) dari sampah organik diasumsikan dapat menghasilkan produksi biogas untuk buah-buahan dan sayuran 15% dapat menghasilkan 0,50 m<sup>3</sup> biogas per harinya, rumput dan dedaunan 25% dapat menghasilkan 0,55 m<sup>3</sup> biogas per harinya, serta dari sisa makanan 10% diasumsikan dapat menghasilkan 0,50 m<sup>3</sup>.

- a. Sampah organik buah-buahan dan sayuran
- Total nilai TS = TS(%) × jumlah bahan baku (Kg)  
= 20% × 11.490 Kg

- = 1.723,5 Kg
- gas yang dihasilkan per hari  
= Total nilai TS (Kg) × produksi gas yang dihasilkan (m<sup>3</sup>)  
= 1.723,5 kg × 0,50 m<sup>3</sup>/kg  
= 861,75 m<sup>3</sup>

b. Sampah organik rumput dan dedaunan

- Total nilai TS = TS(%) × jumlah bahan baku (Kg)  
= 25% × 1.970 Kg  
= 492,5 Kg
- Gas yang dihasilkan per hari  
= Total nilai TS (Kg) × produksi gas yang dihasilkan (m<sup>3</sup>)  
= 492,5 Kg × 0,55 m<sup>3</sup>/kg  
= 270,875 m<sup>3</sup>

c. Sampah organik sisa makanan hewani

- Total nilai TS = TS(%) × jumlah bahan baku (Kg)  
= 10% × 2.950 Kg  
= 295 Kg
- Gas yang dihasilkan per hari  
= Total nilai TS (Kg) × produksi gas yang dihasilkan (m<sup>3</sup>)  
= 295 Kg × 0,50 m<sup>3</sup>/kg  
= 147,5 m<sup>3</sup>

Maka, total gas yang dihasilkan per hari dan per bulan dari pengolahan biogas dapat dihitung dengan menjumlahkan gas yang dihasilkan per hari dan perbulan dari pengolahan biogas dari jenis sampah organik sayuran dan buah – buahan, sampah organik rumput dan makanan sisa seperti di bawah ini.

- Total gas yang dihasilkan per hari  
= Gas yang dihasilkan per hari dari sampah organik sayuran dan buah buahan + gas yang dihasilkan per hari dari sampah organik rumput + gas yang dihasilkan per hari makanan sisa hewani  
= 861,75 m<sup>3</sup> + 270,875 m<sup>3</sup> + 147,5 m<sup>3</sup>  
= 1.280,125 m<sup>3</sup>
- Total gas yang dihasilkan per bulan  
= Total gas yang dihasilkan per hari × 1 bulan  
= 1.280,125 m<sup>3</sup> × 30 hari  
= 38.430,75 m<sup>3</sup>

Jadi gas yang dapat dihasilkan per harinya dari pengolahan biogas yaitu sebesar 1.280,125 m<sup>3</sup> dan per bulannya sebesar 38.430,5 m<sup>3</sup>.

#### 4.3 Volume Rasio Bahan Baku dan Volume Ruang Biogas

Dalam pengolahan biogas di TPS, sampah organik untuk bahan biogas dicampurkan dengan air. Berdasarkan bab 2 halaman 73 perbandingan sampah organik dengan air yang digunakan untuk bahan biogas pada perencanaan biodigester di TPS yaitu 1 : 1.

- Jumlah masukan bahan baku per hari  
= padatan + air  
= 1 : 1  
= 16.410 Kg organik + 16.410 Liter air  
= 32.820 Kg = 32.820 liter

Jadi jumlah masukan bahan baku pada tabung biodigester (volume cairan rasio A : K) per harinya adalah 32.820 kg = 32.820 Liter.

Pada saat starter awal dalam pengolahan sampah organik menjadi biogas, periode penyimpanan / *retention time* bahan baku (volume cairan rasio A : K) di dalam *digester* yang ideal digunakan dengan skala yang besar yaitu selama 30 hari.

- Volume ruang untuk bahan baku ( volume cairan rasio A : K) digester  
= Masukan Bahan Baku Setiap Hari ×  
*Retention Time*  
= 32.820 Liter × 30 hari  
= 984.600 Liter = 984,6 m<sup>3</sup>

Jadi volume ruang untuk bahan baku (volume cairan rasio A : K) digester adalah 984.600 liter = 984,6 m<sup>3</sup>.

Kapasitas volume total *digester* yang bisa digunakan dalam perencanaan *biodigester* untuk dipakai di TPS diasumsikan memiliki volume ruang isi bahan baku (volume cairan rasio A : K) sebesar 984,6 m<sup>3</sup>. Volume ruang gas dengan produksi gas per harinya 1.280,125 m<sup>3</sup>.

Ruang untuk penyimpanan gas yang telah dihasilkan dari tabung *digester* pada perencanaan ini menggunakan 2 tangki tabung penyimpanan, seluruh sebagian besar gas yang dihasilkan kemudian disimpan pada ke kedua tangki penyimpanan tersebut. Penggunaan dengan 2 tangki penyimpanan gas bertujuan agar gas bisa lebih efektif dan efisien dalam penyimpanan dan penyalurannya.

Untuk volume total pada perencanaan *digester* ini sebagian besar memiliki volume ruang isi untuk bahan baku yaitu 90% dan untuk ruang volume penyimpanan gas pada tabung *digester* 10%

Total keseluruhan volume ruang pada *digester* yaitu :

$$V = \text{Volume ruang bahan baku ( 90\% )} + \text{Volume ruang gas (10\%)}$$

$$V = 984,6 \text{ m}^3 (90\%) + 109,4 \text{ m}^3 ( 10\% )$$

$$V_{\text{total}} = 1.094 \text{ m}^3$$

Maka untuk volume bahan baku dan volume gas penyimpanan sementara atau keseluruhan total volume dari perencanaan ruang tabung *digester* yaitu sebesar 1.094 m<sup>3</sup> .

Di bawah ini dapat di hitung volume ruang pada tabung tangki penyimpanan gas :

$$V = \text{Gas dihasilkan per harinya} - \text{volume ruang gas pada tabung digester}$$

$$V = 1.280,125 \text{ m}^3 - 109,4 \text{ m}^3$$

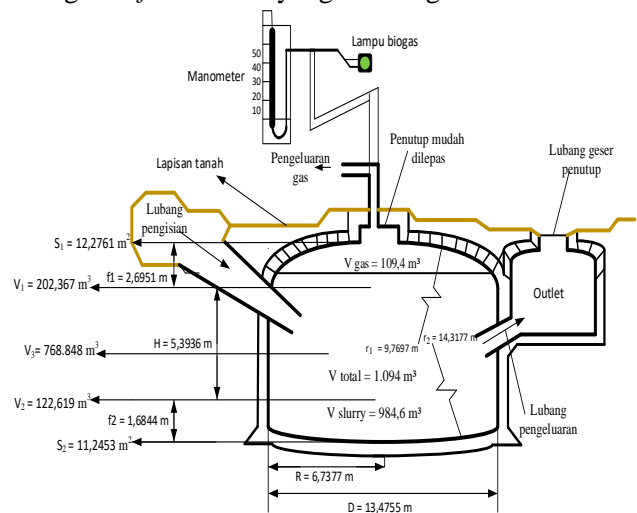
$$= 1.170,725 \text{ m}^3 : 2 \text{ tabung tangki}$$

$$= 585,363 \text{ m}^3$$

Maka dapat diketahui volume ruang dari gas pada masing-masing ke 2 tabung tangki penyimpanan gas yaitu sebesar 585,363 m<sup>3</sup>.

#### 4.4 Bagian-Bagian pada Biodigester *Fixed Dome*

Dapat digambarkan seperti gambar 8 di bawah ini merupakan gambar dari desain biodigester *fixed dome* yang akan digunakan.



Gambar 8. Desain *Biodigester Fixed Dome*

#### 4.5 Perancangan ukuran digester di TPS Ciroyom

Perancangan ukuran digester dengan menghitung volume ruang dari *digester* dan perhitungan volume ruang hidrolis.

1. Menghitung volume ruangan dari digester

Perencanaan kapasitas total volume *digester* di TPS yaitu sebesar 1.094 m<sup>3</sup>, maka untuk mengetahui diameter (D) gambar di atas pada *digester* dapat dihitung yaitu :

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

$$= 1,3078 \times (1.094 \text{ m}^3)^{1/3}$$

$$= 13,4755 \text{ Meter}$$

Jadi diameter (D) pada tabung *digester* adalah 13,4755 meter

Untuk menghitung jarak maksimum dari alas kubah atas dan bawah (H) seperti pada gambar yaitu :

$$H = \frac{4 \times 0,3142 \times D^3}{3,14 \times D^2}$$

$$= \frac{4 \times 0,3142 \times (13,4755)^3}{3,14 \times (13,4755)^2}$$

$$= 5,3936 \text{ Meter}$$

Jadi jarak maksimum dari kubah atas dan bawah (H) adalah 5,3936 meter.



Untuk menghitung jarak maksimum pada kubah atas dan bawah yaitu  $f_1$  dan  $f_2$  seperti pada gambar yaitu :

$$f_1 = \frac{D}{5}$$

$$= \frac{13,4755 \text{ Meter}}{5}$$

$$= 2,6951 \text{ Meter}$$

$$f_2 = \frac{D}{8}$$

$$= \frac{13,4755 \text{ Meter}}{8}$$

$$= 1,6844 \text{ Meter}$$

Jadi jarak maksimum kubah atas dan bawah  $f_1$  dan  $f_2$  adalah 2,6951 meter dan 1,6844 meter.

Untuk mengetahui jari – jari lapisan mahkota atas ( $r_1$ ) dan Jari – jari lapisan mahkota bawah ( $r_2$ ) pada *digester* seperti pada gambar yaitu :

$$R_1 = 0,725 \times D$$

$$= 0,725 \times 13,4755 \text{ Meter}$$

$$= 9,7697 \text{ Meter}$$

$$R_2 = 1,0625 \times D$$

$$= 1,0625 \times 13,4755 \text{ Meter}$$

$$= 14,3177 \text{ Meter}$$

Jadi jari – jari lapisan mahkota atas ( $r_1$ ) dan jari – jari lapisan mahkota bawah ( $r_2$ ) pada *digester* adalah 9,7697 meter dan 14,3177 meter.

Untuk menghitung luas seni permukaan kubah atas dan bawah pada *digester* ( $S_1$  dan  $S_2$ ) pada gambar yaitu :

$$S_1 = 0,911 \times D^2$$

$$= 0,911 \times (13,4755 \text{ Meter})^2 = 12,2761 \text{ m}^2$$

$$S_2 = 0,8345 \times D^2$$

$$= 0,8345 \times (13,4755 \text{ Meter})^2 = 11,2453 \text{ m}^2$$

Jadi luas seni permukaan kubah atas dan bawah pada *digester* ( $S_1$  dan  $S_2$ ) adalah 12,2761  $\text{m}^2$  dan 11,2453  $\text{m}^2$ .

Untuk menghitung volume total penyimpanan gas ( $V_1$ ) seperti pada gambar yaitu:

$$V_1 = 0,0827 \times D^3$$

$$= 0,0827 \times (13,4755)^3$$

$$= 202,3672 \text{ m}^3$$

Jadi volume total ruang penyimpan gas ( $V_1$ ) adalah 202,3672  $\text{m}^3$

Untuk menghitung volume  $V_2$  dan  $V_3$  yaitu volume untuk *slurry* seperti pada gambar yaitu :

$$V_2 = 0,05011 \times D^3$$

$$= 0,05011 \times (13,4755)^3$$

$$= 122,6193 \text{ m}^3$$

$$V_3 = 0,3142 \times D^3$$

$$= 0,3142 \times (13,4755)^3$$

$$= 768,8486 \text{ m}^3$$

Jadi volume pada  $V_2$  dan  $V_3$  adalah 122,6193  $\text{m}^3$  dan 768,8486  $\text{m}^3$ .

Untuk menghitung volume *slurry* pada *digester* dan volume total pada *digester* yaitu :

$$\text{Volume Slurry} = V_2 + V_3$$

$$= 122,6193 \text{ m}^3 + 768,8486 \text{ m}^3$$

$$= 891,4679 \text{ m}^3$$

$$(V) \text{ Total Digester} = V_1 + V_2 + V_3$$

$$= 202,3672 \text{ m}^3 + 122,6193 \text{ m}^3$$

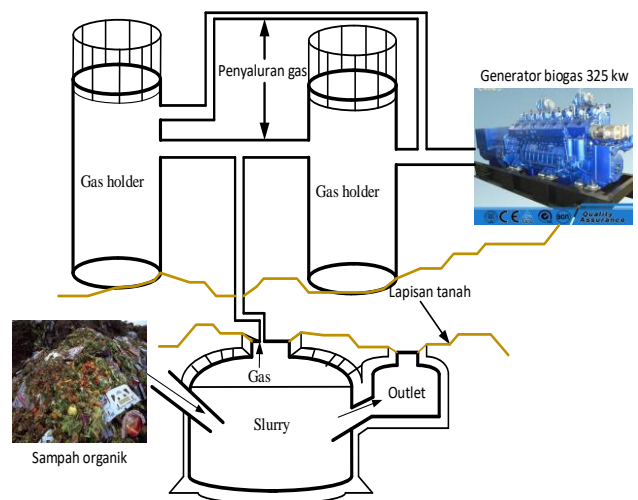
$$+ 768,8486 \text{ m}^3$$

$$= 1.094 \text{ m}^3$$

Jadi volume untuk *slurry* pada *digester* adalah 891,4679  $\text{m}^3$  dan volume total *digester* adalah 1.094  $\text{m}^3$ .

#### 4.6 Gambar dari Proses Biodigester Fixed Dome

Seperti dapat dilihat gambar 9 di bawah ini merupakan proses dari pembentukan biogas yang kemudian hasil dari gas di salurkan ke tangki penyimpanan gas.



**Gambar 9. Proses Pembentukan Biogas Yang Disimpan Pada Tangki**

#### 4.7 Energi Listrik yang dapat dihasilkan dari Biogas

Untuk energi listrik yang dapat dihasilkan dari biogas dengan gas per harinya 1.280,125  $\text{m}^3$ . Biogas 1  $\text{m}^3$  nilainya setara dengan energi listrik yaitu 6,1 kWh, maka energi listrik yang dapat dibangkitkan dapat dihitung yaitu :

- Energi Listrik per Hari
  - = Gas yang Dihasilkan perhari ( $\text{m}^3$ )  $\times$  Kesebandingan Nilai Energi Biogas dengan Energi Listrik (kWh)
  - = 1.280,125  $\text{m}^3 \times 6,1 \text{ kWh}$
  - = 7.808,76 kWh
- Energi Listrik per Bulan
  - = Energi Listrik per Hari  $\times 1 \text{ Bulan}$
  - = 7.808,76 kWh  $\times 30 \text{ Hari}$
  - = 234.262,8 kWh

Jadi energi listrik yang dapat dibangkitkan per hari dan per bulan dari pengolahan biogas adalah 7.808,76 kWh dan 234.262,8 kWh.

#### 4.8 Lama Energi Listrik dapat dipakai untuk Generator Biogas

Energi listrik yang dapat dibangkitkan per harinya dari pengolahan biogas adalah 7.808,76 kWh, sedangkan kapasitas generator biogas yang bisa dipakai di TPS yaitu sekitar 325 kW, maka dapat dihitung berapa lama energi listrik dapat dipakai untuk generator biogas yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Waktu} &= \frac{\text{Energi Listrik}}{\text{Daya Listrik}} \\ &= \frac{7.808,76 \text{ Kwh}}{325 \text{ kW}} \\ &= 24 \text{ Jam} \end{aligned}$$

Jadi energi listrik yang dapat dipakai untuk generator biogas setiap harinya yaitu beroperasi kurang lebih selama 24 jam.

#### 4.9 Rasio C/N Pengolahan Biogas

Dalam proses pembentukan biogas perbandingan antara jumlah unsur karbon dan nitrogen sangat menentukan keberhasilan proses pembentukan biogas. Perbandingan antara karbon dan nitrogen (rasio C/N). Sampah organik sayuran dan buah – buahan diasumsikan berada pada rasio *carbon* (C) yaitu 24% dan rasio nitrogen (N) yaitu 1,5%, rumput diasumsikan berada pada rasio *carbon* (C) yaitu 48% dan rasio nitrogen (N) yaitu 4% dan pada makanan sisa hewani (limbah ikan) diasumsikan berada pada rasio *carbon* (C) yaitu 56% dan rasio nitrogen (N) yaitu 7%.

Maka untuk menghitung nilai rasio *carbon* (C), untuk menghitung nilai rasio nitrogen (N) dan untuk menghitung nilai rasio C/N yaitu :

a. Rasio C/N sampah organik sayuran

- Rasio C = Jumlah Sayuran Sampah Organik (Kg) × % C (Kering)  
= 11.490 Kg × 24% = 2.757 Kg
- Rasio N = Jumlah Bahan Baku Sampah Organik (Kg) × % N (Kering)  
= 11.490 Kg × 1,5% = 172,35 Kg

$$\begin{aligned} \text{Rasio C/N} &= \frac{\text{Rasio C}}{\text{Rasio N}} \\ &= \frac{2.757 \text{ Kg}}{172,35 \text{ Kg}} = 16 \end{aligned}$$

b. Rasio C/N sampah organik rumput

- Rasio C = Jumlah Rumput Sampah Organik (Kg) × % C (Kering)  
= 1.970 Kg × 48 % = 945,6 Kg
- Rasio N = Jumlah Bahan Baku Sampah Organik (Kg) × % N (Kering)

$$= 1.970 \text{ Kg} \times 4 \% = 78,8 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Rasio C/N} &= \frac{\text{Rasio C}}{\text{Rasio N}} \\ &= \frac{945,6 \text{ Kg}}{78,8 \text{ Kg}} = 12 \end{aligned}$$

c. Rasio C/N sampah organik makanan sisa hewan (limbah ikan)

- Rasio C = Jumlah Rumput Sampah Organik (Kg) × % C (Kering)  
= 2.950 Kg × 56 % = 1.652 Kg
- Rasio N = Jumlah Bahan Baku Sampah Organik (Kg) × % N (Kering)  
= 2.950 Kg × 7 % = 206,5 Kg

$$\begin{aligned} \text{Rasio C/N} &= \frac{\text{Rasio C}}{\text{Rasio N}} \\ &= \frac{1652 \text{ Kg}}{206,5 \text{ Kg}} = 8 \end{aligned}$$

Jadi rasio C/N dari sampah organik sayuran yaitu 16, rasio C/N dari rumput yaitu 12 dan rasio C/N dari makanan sisa hewani (limbah ikan) yaitu 8. Dan hasil rasio C/N dari ke tiga bahan baku organik ini dapat dikatakan cukup baik dalam suatu pemrosesan biogas di dalam *digester* dengan skala

#### V. KESIMPULAN

1. Dalam perhitungan untuk potensi gas yang dapat dihasilkan di TPS Ciroyom per harinya dari bahan organik sayur dan buah-buahan menghasilkan gas sebesar 861,75 m<sup>3</sup>, rumput dan dedaunan menghasilkan gas 492,5 m<sup>3</sup> dan dari makanan sisa hewani menghasilkan 147,5 m<sup>3</sup>. Maka total keseluruhan gas yang dihasilkan per harinya yaitu sebesar 1.280,125 m<sup>3</sup>
2. Perbandingan kandungan rasio C/N sampah organik di TPS Ciroyom yaitu untuk jenis organik sayuran memiliki perbandingan rasio C/N yaitu 16, untuk rumput memiliki perbandingan rasio C/N yaitu 12 dan makanan sisa hewani (limbah ikan) memiliki perbandingan rasio C/N yaitu 8. Dan dari ketiga bahan baku organik pada pengisian tabung *digester* itu dapat dikatakan cukup baik dalam suatu pemrosesan biogas di dalam *digester* dengan skala yang besar.
3. Dapat diketahui untuk perhitungan desain pada tabung tangki *digester* yaitu untuk D = 13,4755 meter, H= 5,3936 meter, f<sub>1</sub>= 2,695 meter, f<sub>2</sub>= 1,684 meter, r<sub>1</sub>= 9,769 meter, r<sub>2</sub>= 14,3177 meter, S<sub>1</sub>= 12,2761 m<sup>2</sup>, S<sub>2</sub>= 11,2453 m<sup>2</sup>, V<sub>1</sub>= 202,3672 m<sup>3</sup>, V<sub>2</sub>= 122,6193 m<sup>3</sup>, V<sub>3</sub>= 768,8486 m<sup>3</sup>, Volume slurry = 891, 4679 m<sup>3</sup>, dan volume total keseluruhan isi tabungnya sebesar 1.094 m<sup>3</sup>.

4. Untuk volume ke 2 tabung tangki penyimpanan gas dapat diketahui yaitu untuk  $D= 10,939$  meter,  $H= 4,378$  meter,  $R= 5,47$  meter, Luas permukaan tabung =  $376,148 \text{ m}^3$
5. Dengan total gas yang mampu dihasilkan perharinya sebesar  $1.280,125 \text{ m}^3$ , maka daya listrik yang dapat dibangkitkan perharinya yaitu sebesar  $7.808,76 \text{ kWh}$ . Dan generator biogas yang digunakan untuk mengkonversi biogas menjadi listrik yaitu menggunakan generator biogas berkapasitas  $325 \text{ kW}$ , dengan listrik yang dihasilkan beroperasi selama 24 jam dalam per harinya .

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agustian.A dan Friyatno.S, *Prospek Pengembangan Biogas dari Kotoran Ternak mendukung Sistem Pertanian Bioindustri di Provinsi Jawa Barat*. Bogor.2014.
- [2] Damanhuri,Diktat Kuliah. *Pengelolaan Sampah*. Institut Teknologi Bandung. 2011.
- [3] Fahri.A, *Teknologi Pembuatan Biogas dari Kotoran Ternak*. 2011. <http://demi.rakyatindonesia.blogspot.co.id>. (Diakses pada tanggal 4 September 2017)
- [4] Global Inti Fibertech. *Septic Tank Biotech*. Tangerang.2013.<http://biofilseptictank.bio.blogspot.co.id>. (Diakses pada tanggal 4 September 2017)
- [5] Iskandar. *Uji Bioreaktor Semi Kontinyu Untuk Pembuatan Biogas Pada Pengelolaan Sampah Pasar*. Sekolah Tinggi Teknologi Muhamadiyah. 2012.
- [6] Kurniaty.S, *Kebijakan Pengelolaan Sampah Terpadu Untuk Meningkatkan Nilai Ekonomi Bagi Masyarakat Di Daerah*, Universitas Muhamadiyah, Malang 2012.
- [7] Muhammad.A,*Peran Dinas Kebersihan, Pertamanan dan Pemakaman (DKPP) Dalam Pengelolaan Sampah di Kota Tarakan*. 2015.
- [8] PD. Dinas Kebersihan Kota Bandung, *Program Kerja,PD. Dinas Kebersihan Kota Bandung* 2016.
- [9] PD.Dinas Kebersihan, Kota Bandung, *Permasalahan Sampah Kota Bandung dan Alternatif Solusinya*. 2016.
- [10] PD. Dinas Kebersihan Kota Bandung, *Program Kerja,PD. Dinas Kebersihan Kota Bandung*, 2014.
- [11] PD. Dinas Kebersihan Kota Bandung, *Program Kerja,PD. Dinas Kebersihan Kota Bandung*, 2015.
- [12] PD. Dinas Kebersihan Kota Bandung, *Pemutakhiran Strategi Sanitasi Kota Bandung*, 2015.
- [13] Shandong Naipute Gas Power. Natural Gas Generator 350 Kw .2016. <http://www.sdnpt.com/products/generator/2016-01-12/1550.html>. (Diakses pada tanggal 4 September 2017)
- [14] Tilley.E, Ulrich.L, and Lucthi.C, *Anaerobic Digestion Small Scale*. 2014. <http://www.sswm.info/content/anaerobic-digestion-small-scale>.(Diakses pada tanggal 28 Agustus 2017)
- [15] TPS Ciroyom Kota Bandung, *Laporan kerja TPS Ciroyom*. 2017.
- [16] Wahyuni.S, *Menghasilkan Biogas Dari Aneka Limbah* . 2011.
- [17] Wahyuni.S, *Biogas Energi Terbarukan Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan* . 2013.
- [18] Wahyuni.S, *Panduan praktis biogas*. Penebar Swadaya. Jakarta. 2015.

## RIWAYAT PENULIS

1. **Muhammad Ikhwan Yuniar, ST.,** Alumni (2017) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Pakuan Bogor.
2. **Prof. Dr. Ir. Didik Notosudjono, M. Sc,** Staf Dosen / Pembimbing I Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Pakuan Bogor.
3. **Evyta Wismiana ST., MT,** Staf Dosen / Pembimbing II Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Pakuan Bogor.