

Analisa Potensi Pembangkit Listrik Biogas di Desa Buara Kecamatan Ketanggungan Kabupaten Brebes Jawa Tengah

Potential Analysis of Biogas Power Plants in Buara Village, Ketanggungan District, Brebes Regency, Central Java

Andi Nurohman¹, Irfan Santosa², dan Galuh Renggani Wilis³

¹Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasakti Tegal
Email : andinurohman@gmail.com

²Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasakti Tegal
Email : ci_ulya@yahoo.co.id

¹Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasakti Tegal
Email : galuhrw@gmail.com

Abstrak

Desa buara Kecamatan Ketanggungan Kabupaten Brebes Jawa Tengah, mempunyai indikator jumlah penduduk laki-laki dan perempuan sejumlah 12.384 jiwa, dengan populasi ternak sapi yang cukup besar yaitu berkisar 8325 ekor sapi dan 21 kerbau, dan untuk ternak unggas berjumlah 156.221 ekor. (Sumber:Pendataan Monografi Desa 2014, BAPPEDA Kab Brebes). Maka dari itu rumusan penelitian yang akan diajukan adalah Menghitung potensi Biogas yang dihasilkan dan juga menghitung potensi energi listrik yang dihasilkan? Metode penelitian ada beberapa tahapan di dalam perencanaan antara lain : Kegiatan survey lokasi personal masyarakat sasaran di desa Buara Kecamatan Ketanggungan Kabupaten Brebes untuk dijadikan objek sasaran penelitian, Melakukan pendataan tipe dan jumlah ternak yang ada di Desa Buara Kecamatan Ketanggungan Kabupaten Brebes, Melakukan perhitungan Potensi Biogas yang dihasilkan dan Melakukan perhitungan Potensi Energi Listrik yang dihasilkan berdasar ternak yang ada di Desa tersebut, Mendesain Reaktor Biogas disesuaikan dengan Potensi Gas yang akan dihasilkan. Hasil penelitian dari wawancara bahwa jumlah penduduk di Desa Buara terdapat 4000 kepala keluarga dan yang bermata pencaharian sebagai peternak sejumlah 1500 kepala keluarga dan ada beberapa peternak yang tergabung dalam kelompok peternak sapi "Sugih Mukti" dan ada juga yang tidak bergabung. Jumlah sapi pada kelompok peternak "Sugih Mukti" total 60 ekor. Potensi Gas Methane (PKS) yang dihasilkan adalah adalah = 4,8 m³/hari dengan jumlah produksi kotoran sapi tiap hari 480 kg / hari, potensi energi listrik yang dihasilkan adalah 2,234 kW. Banyaknya digester yang harus dibangun adalah : 1 unit digester, Ruang penampungan gas (Gas collecting chamber) / Vc 2,5 m³, Volume lapisan penampungan lumpur (sludge layer)/ Vs = 7,5 m³, Ruang penyimpanan gas (Gas storage chamber)/ Vgs = 28,125 m³, Volume ruang fermentasi (Fermentation chamber) / Vf = 28,125 m³, Volume ruang hidrolis (Hydolic chamber)/ Vh = Vgs = 11,875 m³

Kata kunci : Biogas, Potensi Gas, Potensi Energi Listrik, Dimensi biodigester.

Abstract

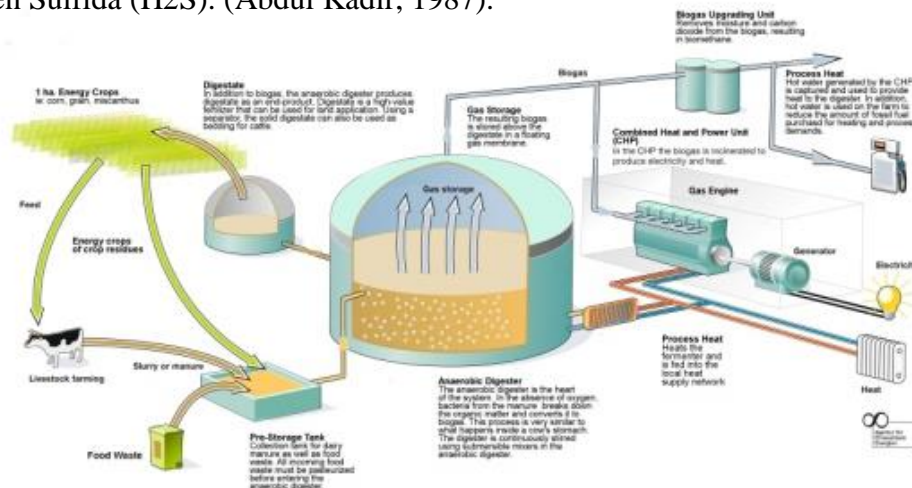
Buara Village, Ketanggungan Subdistrict, Brebes Regency, Central Java, has an indicator of male and female population of 12,384 people, with a large enough cattle population, which ranges from 8325 cows and 21 buffaloes, and for poultry, there are 156,221 cows. (Source

Monografi Desa 2014, BAPPEDA Kab Brebes). So from that the research formula that will be proposed is to calculate the Biogas potential produced and also calculate the potential of the electrical energy produced? Research methods have several stages in planning, among others : The activity of surveying the location of target community personnel in the village of Buara, Ketanggungan Subdistrict, Brebes Regency, was used as the target object of the research, Collect data on the type and number of livestock in the village of Buara, Ketanggungan District, Brebes Regency, Calculate the potential of Biogas produced and calculate the potential of electrical energy produced based on livestock in the village, Designing a Biogas Reactor is adjusted to the Gas Potential to be produced. The results of the interviews showed that there were 4000 family heads in Buara Village and 1,500 livelihoods as breeders and there were some farmers who were part of the "Sugih Mukti" cattle ranchers group and some did not join. The number of cows in the "Sugih Mukti" breeders group is 60 in total. The potential of Gas Methane (PKS) produced is = $4.8 \text{ m}^3 / \text{day}$ with the amount of cow manure production every day $480 \text{ kg} / \text{day}$, the potential for electrical energy produced is $2,234 \text{ kW}$. The number of digester that must be built is: 1 digester unit, gas storage chamber (Gas zippered chamber) / 2.5 m^3 , sludge layer volume / $V_s = 7.5 \text{ m}^3$, gas storage chamber / $V_{gs} = 28.125 \text{ m}^3$, Fermentation chamber volume / $V_f = 28.125 \text{ m}^3$, Hydolic chamber volume / $V_h = V_{gs} = 11.875 \text{ m}^3$

Keywords: Biogas, Gas Potential, Electric Energy Potential, Biodigester Dimensions.

1. Pendahuluan

Biogas merupakan sebuah proses produksi gas bio dari material organik dengan bantuan bakteri. Biogas sebagian besar mengandung gas metana (CH_4) sebesar 55%-65% dan karbon dioksida (CO_2) sebesar 35%-45%, dan beberapa kandungan yang jumlahnya sekitar 0%-1% diantaranya hydrogen (H_2), oksigen (O_2), nitrogen (N_2) dan Hidrogen Sulfida (H_2S). (Abdul Kadir, 1987).



Gambar 1. Skema Instalasi Reaktor Biogas (Elizabeth, 1982)

Menurut Debora Anne Yang Aysia, 2012 bahwa kombinasi faktor dan *level* yang terbaik dari untuk menghasilkan biogas dari kotoran sapi dengan prosentase gas metana yang tinggi adalah komposisi rumput dan *tebon* adalah 1 : 0 dengan total 15 kg/hari, frekuensi pemberian rumput dan *tebon* sebanyak 2 kali/hari, rumput dan *tebon* tidak dipotong, komposisi biogas terdiri dari 3 kg kotoran dan 1 liter cairan, jumlah pemberian *biostarter* adalah sebesar 6 ml tiap 30 kg adonan bahan biogas, dan komposisi jenis makanan untuk 1 sapi dengan total 40 kg/hari terdiri dari air 8 liter, vitamin 10-15 gr, mineral 40gr, garam 20gr, gula aren 30gr, bekatul 12 kg, jenjet 0 kg,

kulit kopi 2.5 kg, ampas tahu 18 kg. Fixdome biogas untuk pengolahan kotoran ternak sapi menjadi biogas dan pemanfaatan limbah kotoran sapi menjadi kompos sehingga peningkatan kesejahteraan kelompok perempuan Suka Maju Kelurahan Teluk Meranti meningkat. (Rini Ramadhanti, 2011). Anis Fahri, dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Riau, dalam tulisannya yang berjudul “Teknologi Pembuatan Biogas dari Kotoran Ternak”. Kesimpulan dalam penelitiannya membangun instalasi sederhana reactor biogas dari kotoran sapi dan menguji hasil gas dari kotoran sapi tersebut. Debora Anne Yang Aysia, Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XV ISBN:978-602-97491-4-4 dengan judul “Pembuatan Biogas dari Kotoran Sapi dengan Metode Taguchi”. Kesimpulan dalam tulisannya adalah kombinasi faktor dan *level* yang terbaik dari untuk menghasilkan biogas dari kotoran sapi dengan prosentase gas metana yang tinggi adalah komposisi rumput dan *tebon* adalah 1 : 0 dengan total 15 kg/ hari, frekuensi pemberian rumput dan *tebon* sebanyak 2 kali/hari, rumput dan *tebon* tidak dipotong, komposisi biogas terdiri dari 3 kg kotoran dan 1 liter cairan, jumlah pemberian *biostarter* adalah sebesar 6 ml tiap 30 kg adonan bahan biogas, dan komposisi jenis makanan untuk 1 sapi dengan total 40 kg/hari terdiri dari air 8 liter, vitamin 10-15 gr, mineral 40gr, garam 20gr, gula aren 30gr, bekatul 12 kg, jenjet 0 kg, kulit kopi 2.5 kg, ampas tahu 18 kg. Rini Ramadhanti, Institute Social And Economic Change (ISEC) Pekanbaru Riau. Dalam tulisannya yang berjudul “Kotoran Sapi: Pengembangan Energi Terbarukan Pada Kelompok Perempuan Suka Maju Kelurahan Teluk Meranti Riau-Indonesia”. Kesimpulan dalam tulisannya adalah pembuatan fixdome biogas untuk pengolahan kotoran ternak sapi menjadi biogas dan pemanfaatan limbah kotoran sapi menjadi kompos sehingga peningkatan kesejahteraan kelompok perempuan Suka Maju Kelurahan Teluk Meranti meningkat.

Desa buara merupakan desa yang masuk Kecamatan Ketanggungan Kabupaten Brebes Jawa Tengah, termasuk pedesaan miskin dan terpencil jauh dari perkotaan dimana indikator seperti jumlah penduduk laki-laki dan perempuan sejumlah 12.384 jiwa, dimana dari jumlah penduduk tersebut tingkat pendidikan masih sangat rendah dan kebanyakan tingkat pendidikan hanya lulus tingkat SD/MI berjumlah 8.744 jiwa, tingkat SLTP/MTs 469 jiwa dan tingkat SLTA/MA berjumlah 273 jiwa. Dilihat dari mata pencaharian pun kebanyakan penduduknya hanya petani tanaman pangan sejumlah 2567 jiwa dan petani ternak 381 jiwa serta buruh bangunan 1034 jiwa. Sarana pendidikan pun masih sangat minim dimana desa Buara hanya memiliki 5 gedung Sekolah Dasar dan 2 Taman Kanak-kanak dalam satu desa, sarana kesehatan pun masih sangat minim dengan jumlah penduduk 12.834 jiwa, hanya memiliki 1 gedung Puskesmas dan 2 klinik pengobatan. Dilihat dari populasi ternak desa Buara mempunyai ternak sapi yang cukup besar yaitu berkisar 8325 ekor sapi dan 21 kerbau, dan untuk ternak unggas berjumlah 156.221 ekor. (Sumber: Pendataan Monografi Desa 2014, BAPPEDA Kab Brebes).

Apabila dari data di atas cukup signifikan untuk bisa diaplikasikan teknologi biogas di desa Buara mengingat jumlah ternak sapi cukup banyak yaitu berjumlah 8325 ekor. Hanya saja dari jumlah tersebut tidak tergabung dalam satu kelompok peternak sapi, tersebar ke masing-masing individu atau perorangan yang memang memanfaatkan ternak sapi tersebut hanya untuk kepentingan membajak sawah atau hanya untuk sekedar ternak saja.

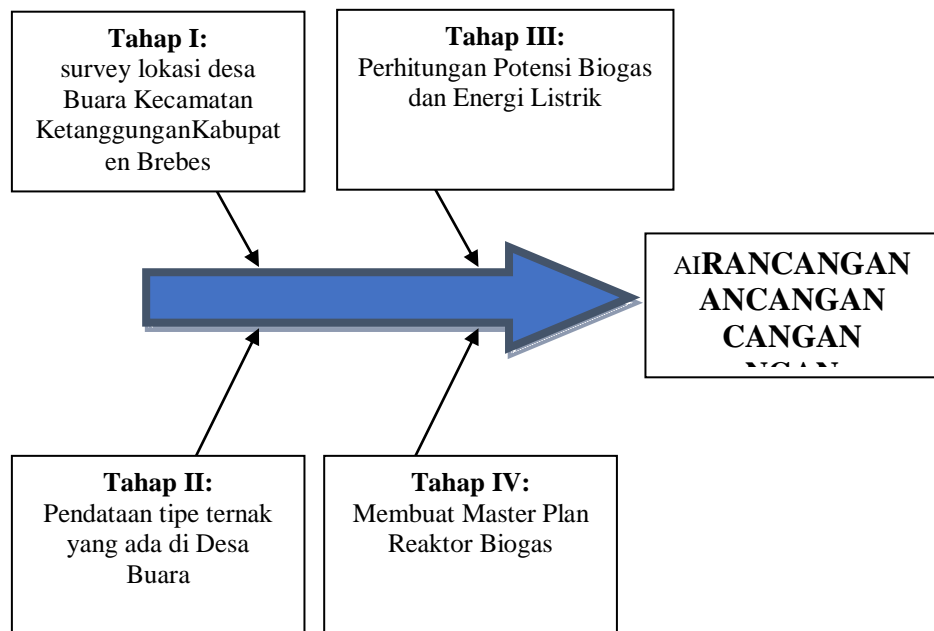
Rumusan penelitian yang akan diajukan adalah :

- a. Menghitung potensi Biogas yang dihasilkan
- b. Menghitung potensi energi listrik yang dihasilkan

2. Metodologi Penelitian

Dalam kegiatan pengembangan teknologi tepat guna di Desa Buara Kecamatan Ketanggungan Kabupaten Brebes ini ada beberapa tahapan di dalam perencanaan antara lain:

- 1) **Tahap I** : Kegiatan survey lokasi personil masyarakat sasaran di desa Buara Kecamatan Ketanggungan Kabupaten Brebes untuk dijadikan objek sasaran penelitian.
- 2) **Tahap II** : Melakukan pendataan tipe dan jumlah ternak yang ada di Desa Buara Kecamatan Ketanggungan Kabupaten Brebes.
- 3) **Tahap III** : Melakukan perhitungan Potensi Biogas yang dihasilkan dan Melakukan perhitungan Potensi Energi Listrik yang dihasilkan berdasar ternak yang ada di Desa tersebut.
- 4) **Tahap IV** : Mendesain Reaktor Biogas disesuaikan dengan Potensi Gas yang akan dihasilkan



Gambar 2. *Flow Chart* Penelitian

3. Hasil Dan Pembahasan

Dalam kegiatan penelitian di Desa Buara Kecamatan Ketanggungan Kabupaten Brebes ada beberapa tahapan yang sudah dilaksanakan antara lain:

Tahap I : Kegiatan survey lokasi personil masyarakat sasaran di desa Buara Kecamatan Ketanggungan Kabupaten Brebes untuk dijadikan objek penelitian. Kegiatan dilaksanakan di desa tersebut dengan cara melakukan wawancara baik melalui Kepala Desa atau peternak sapi nya. Dimana hasil wawancara bahwa jumlah penduduk

di Desa Buara terdapat 4000 kepala keluarga dan yang bermata pencaharian sebagai peternak sejumlah 1500 kepala keluarga dan ada beberapa peternak yang tergabung dalam kelompok peternak sapi “Sugih Mukti” dan ada juga yang tidak bergabung. Jumlah sapi pada kelompok peternak “Sugih Mukti” total 60 ekor. Adapun ketua kelompok tersebut adalah Bapak Didi dan Bapak Tafsirun.



Gambar 3. Mahasiswa melakukan wawancara di Desa Buara Kecamatan Ketanggungan



Gambar 4. Mahasiswa memeriksa luas Kandang Sapi ukuran 3 m x 2 m

Tahap II : memfokuskan pada Kelompok peternak “Sugih Mukti” yang akan di hitung potensi biogas serta potensi listrik yang dihasilkan berdasarkan pada hasil wawancara bahwa ternak sapi yang dimiliki total 60 ekor.

Tahap III : Melakukan perhitungan Potensi Biogas yang dihasilkan dan Melakukan perhitungan Potensi Energi Listrik yang dihasilkan berdasar ternak yang ada di Desa tersebut. Adapun data ternak :

- a. Jenis : Sapi
- b. Jumlah (PS) : 60 ekor
- c. Banyak Tinja 1 hari (A) : 8 Kg/ Ekor
- d. Estimasi Biogas : 0,013 – 0,020
- e. Potensi Gas Methane (PKS) yang dihasilkan adalah :

$$PKS = PS \times A$$

$$PKS = 60 \text{ ekor} \times 8 \text{ kg/ Ekor}$$

Sehingga jumlah Produksi Kotoran (PKS) Sapi tiap hari 480 kg / hari

- ✓ Maka Potensi Biogas (Bg) per hari adalah sebagai berikut :

$$Bg = PKS \times 20\% \text{ estimasi Biogas}$$

$$Bg = 480 \text{ kg/hari} \times 0,020$$

$$\text{Maka Potensi Biogas (Bg) perhari adalah} = 9,6 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- ✓ Kemudian Potensi methane (KM) yang dihasilkan :

$$KM = Bg \times 52,2038\%$$

$$KM = 9,6 \text{ m}^3/\text{hari} \times 0,522038 = 4,8 \text{ m}^3/\text{hari}$$

- f. Dengan diketahui volume gas metan yang dihasilkan, yaitu 4,8 m³/hari, dan Faktor Konversi (FK) adalah (1 m³ Gas Metan setara 11,17 kWh), sehingga potensi energi listrik yang dihasilkan adalah :

$$E = KM \times FK = 4,8 \text{ m}^3/\text{hari} \times 11,17 \text{ kWh} = 53.616 \text{ kWh/hari}$$

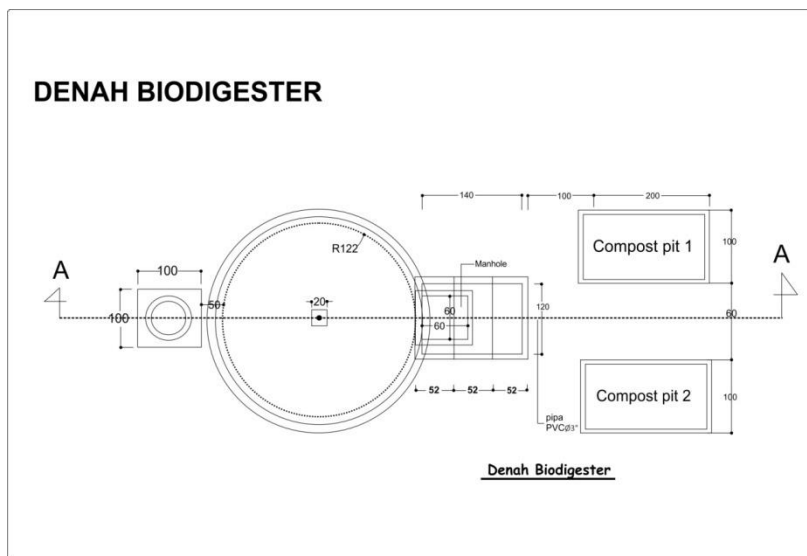
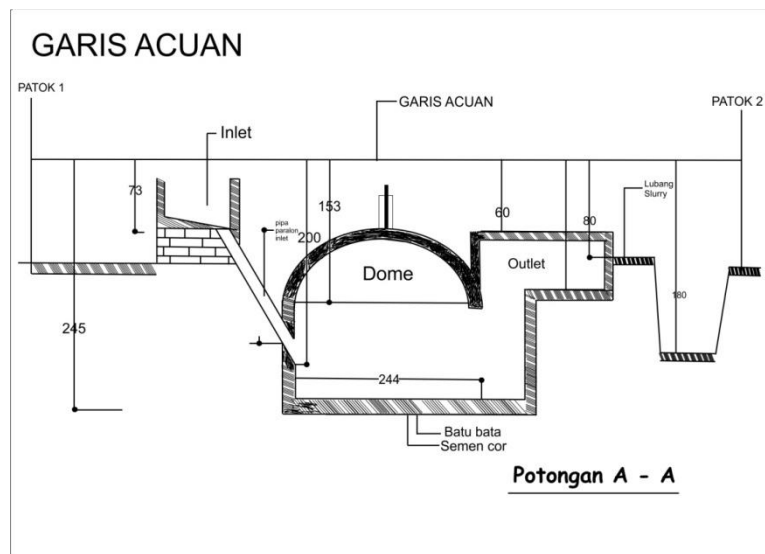
- g. Daya (P_{total}) yang dibangkitkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Biogas adalah Energi yang dihasilkan per hari dibagi dengan 24 jam yaitu :

$$P \text{ total} = E : 24 \text{ jam}$$

$$P \text{ total} = 53,616 \text{ kWh/hari} : 24 \text{ jam} = 2,234 \text{ kW}$$

Tahap IV : Dari data potensi yang ada maka langkah selanjutnya adalah membuat desain Masterplan Reaktor Biogas, adapun beberapa aspek yang harus diperhatikan dalam perancangan suatu digester adalah sebagai berikut :

- a. Temperatur di lokasi reaktor biogas tersebut akan diaplikasikan. Mengingat Desa Buara Kecamatan Ketanggungan Kabupaten Brebes merupakan lokasi daerah Pantura dimana temperatur berkisar antara 35 – 40 derajat Celcius.
 - b. Derajat Keasaman (pH) dimana rasio C/N bahan isian syarat idealnya adalah 1, sehingga untuk mendapatkan produksi Pembangkit Listrik Tenaga Biogas yang tinggi maka penambahan bahan yang mengandung Karbon (C) seperti jerami atau Nitrogen (N) seperti Urea perlu dilakukan untuk mencapai rasio C/N = 0,17.
 - c. Perancangan *Design Digester* dimana potensi kotoran sapi di Desa Buara Kecamatan Ketanggungan Kabupaten Brebes mencapai 480 kg/hari, maka digester yang cocok adalah tipe *Fixed Dome* atau *Fixed Drump Digester*. Dimana model tersebut seluruh instalasinya di buat di dalam tanah dengan konstruksi permanen. Selain menghemat lahan pembuatan digester di dalam tanah juga berguna mempertahankan suhu digester stabil dan mendukung pertumbuhan bakteri metanogen. Digester menggunakan jenis mengalir dimana aliran bahan baku dimasukkan dan residu dikeluarkan pada selang waktu tertentu. Lamanya bahan baku berada di dalam reaktor digester disebut *Retention Time* / Waktu Retensi (RT). Adapun bagian-bagian digester tipe *Fixed Dome* ini meliputi :
 - 1) Ruang penampungan gas (*Gas collecting chamber*)
 - 2) Ruang penyimpanan gas (*Gas storage chamber*)
 - 3) Volume ruang fermentasi (*Fermentation chamber*)
 - 4) Volume ruang hidrolis (*Hydolic chamber*)
 - 5) Volume lapisan penampungan lumpur (*sludge layer*)
-



Gambar 5. Desain Biodigester

Dengan ditentukan waktu digestifikasi adalah 30 hari, dapat ditentukan volume kerja digester yaitu penjumlahan antara Volume penyimpanan Gas (V_{gs}) dengan Volume ruang digestifikasi (V_f) :

Volume Kerja Digester = $Q \times$ waktu digestifikasi

$$V_{gs} + V_f = Q \times \text{waktu digestifikasi}$$

$$= 480 \text{ kg/hari} \times 30 \text{ hari}$$

$$= 14400 \text{ kg}$$

Dikarenakan 80% dari total bahan baku (Q) adalah air maka kita asumsikan Massa Jenis Air = 360 kg/m^3 . Maka :

$$V_{gs} + V_f = 14400 \text{ kg} : 360 \text{ kg/m}^3$$

$$= 40 \text{ m}^3$$

Sedangkan total bahan baku sekitar 80% maka :

$$V_{gs} + V_f = 80 \% V$$

Dimana V adalah Ukuran tanki digester, sehingga nilai V adalah :

$$V = 40 \text{ m}^3 : 0,8 = 50 \text{ m}^3.$$

Banyaknya digester yang harus dibangun adalah : 1 unit digester.

Sehingga dimensi dari unit digester adalah sebagai berikut :

- 1) Ruang penampungan gas (*Gas collecting chamber*) / V_c

$$V_c = 5\% \times V$$

$$V_c = 0,05 \times 50 \text{ m}^3 = 2,5 \text{ m}^3$$

- 2) Volume lapisan penampungan lumpur (*sludge layer*) / V_s

$$V_s = 15\% \times V$$

$$V_s = 0,15 \times 50 \text{ m}^3 = 7,5 \text{ m}^3$$

- 3) Ruang penyimpanan gas (*Gas storage chamber*) / V_{gs}

$$V_{gs} = 0,5 (V_{gs} + V_f + V_s)K$$

$$V_{gs} = 0,5 \times (40 \text{ m}^3 + 7,5 \text{ m}^3) \times 5 \text{ m}^3$$

$$V_{gs} = 11,875 \text{ m}^3.$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga nilai } V_f &= 40 \text{ m}^3 - 11,875 \text{ m}^3 \\ &= 28,125 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- 4) Volume ruang fermentasi (*Fermentation chamber*) / $V_f = 28,125 \text{ m}^3$

- 5) Volume ruang hidrolis (*Hydolic chamber*) / $V_h = V_{gs} = 11,875 \text{ m}^3$

d. Pembuatan biodigester dan uji coba peralatan digester



Gambar 6. Kolam Pengalir ke Biodigester



Gambar 7. Kolam Pengaduk Kotoran Sapi



Gambar 8. Pipa biodigester yang menuju ke rumah.



Gambar 9. Nyala api hasil biogas

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian tentang Analisa Potensi Pembangkit Listrik Biogas di Desa Buara Kecamatan Ketanggungan Kabupaten Brebes antara lain: Hasil penelitian dari wawancara bahwa jumlah penduduk di Desa Buara terdapat 4000 kepala keluarga dan yang bermata pencaharian sebagai peternak sejumlah 1500 kepala keluarga dan ada beberapa peternak yang tergabung dalam kelompok peternak sapi “Sugih Mukti” dan ada juga yang tidak bergabung. Jumlah sapi pada kelompok peternak “Sugih Mukti” total 60 ekor; potensi Gas Methane (PKS) yang dihasilkan adalah $4,8 \text{ m}^3/\text{hari}$ dengan jumlah produksi kotoran sapi tiap hari $480 \text{ kg} / \text{hari}$; potensi energi listrik yang dihasilkan adalah $2,234 \text{ kW}$; banyaknya digester yang harus dibangun adalah : 1 unit digester, Ruang penampungan gas (*Gas collecting chamber*) / $V_c = 2,5 \text{ m}^3$, Volume lapisan penampungan lumpur (*sludge layer*) / $V_s = 7,5 \text{ m}^3$, Ruang penyimpanan gas (*Gas storage chamber*) / $V_{gs} = 28,125 \text{ m}^3$, Volume ruang fermentasi (*Fermentation chamber*) / $V_f = 28,125 \text{ m}^3$, Volume ruang hidrolis (*Hydolic chamber*) / $V_h = V_{gs} = 11,875 \text{ m}^3$

Daftar Pustaka

- Anis Fahri, (2006). Teknologi Pembuatan Biogas Dari Kotoran Ternak. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Riau. www.anisfahri.blogspot.com.
- Abdul Kadir, (1987). Biogas. Penerbit Erlangga : Jakarta.
- Debora Anne Yang Aysia, Togar Wiliater S Panjaitan, Ryan Adiputra, (2012). Pembuatan Biogas Dari Kotoran Sapi Dengan Metode Taguchi. Prosiding
-

Seminar Nasional Manajemen Teknologi XV Program Studi MMT-ITS Surabaya, ISBN:978-602-97491-4-4.

- Harahap, (1978). Energi. Jakarta: UI Press. Pendataan Monografi Desa, (2014). BAPPEDA Kab Brebes.
- Price, Elizabeth C dan Cheremisinoff, Paul N. (1982). Biogas production and utilization. Michigan: Ann Arbor Science Publishers, Inc.
- Rini Ramadhanti, (2011). Kotoran Sapi: Pengembangan Energi Terbarukan Pada Kelompok Perempuan Suka Maju Kelurahan Teluk Meranti Riau-Indonesia. Institute Social and Economic Change (ISEC) Pekanbaru Riau.
- Riskha Mardiana. 2018. Teknik Bioenergi 1 (Biogas). Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi. Jakarta.
- Teodorita Al Seadi. dkk. Biogas Handbook. ISBN 978-87-992962-0-0. Penerbit : University of Southern Denmark Esbjerg, Niels Bohrs Vej 9-10 DK 6700 Esbjerg Jerman.