

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII
ANALISA POTENSI ENERGI LISTRIK DARI BIOGAS
DI PULAU NUSA PENIDA



Oleh:

I Komang Rudita Natih

NIM. 1915313035

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK JURUSAN TEKNIK
ELEKTRO POLITEKNIK NEGERI BALI

2022

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

Diajukan Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

ANALISA POTENSI ENERGI LISTRIK DARI BIOGAS

DI PULAU NUSA PENIDA



Oleh:

I Komang Rudita Natih

NIM. 1915313035

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK JURUSAN TEKNIK
ELEKTRO POLITEKNIK NEGERI BALI**

2022

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

ANALISA POTENSI ENERGI LISTRIK DARI BIOGAS

DI PULAU NUSA PENIDA

Oleh:

I Komang Rudita Natih

NIM. 1915313035

Tugas Akhir ini Diajukan untuk Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III
di
Program Studi DIII Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri
Bali

Disetujui Oleh:

Pembimbing I:



I.G.N.A. Dwijaya Saputra, ST.MT.P.hD.
NIP. 196902081997021001

Pembimbing II:



I Nyoman Sukarna SST., Mt
NIP. 196907051994031004

Disahkan Oleh:

Jurusan Teknik Elektro



Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T.

NIP. 196705021993031005

LEMBAR PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Komang Rudita Natih
NIM : 1915313035
Program Studi : Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bali Hak **Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-Exclusive Royalty Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: ANALISA POTENSI ENERGI LISTRIK DARI BIOGAS DI PULAU NUSA PENIDA beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Politeknik Negeri Bali berhak menyimpan, mengalihmedia atau mengalihformatkan. Mengelola dalam bentuk pangkal data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bukit Jimbaran, 8 Agustus 2022

Yang Membuat Pernyataan,



I Komang Rudita Natih

NIM. 1915313035

FORM PERNYATAAN PLAGIARISME

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : I Komang Rudita Natih

NIM : 1915313035

Program Studi : Teknik Listrik

Jurusan : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan Tugas Akhir berjudul ANALISA POTENSI ENERGI LISTRIK DARI BIOGAS DI PULAU NUSA PENIDA adalah betul-betul karya sendiri dan bukan menjiplak atau hasil karya orang lain. Hal-hal yang bukan karya saya, dalam Tugas Akhir tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan Tugas Akhir dan gelar yang saya peroleh dari Tugas Akhir tersebut.

Bukit Jimbaran, 8 Agustus 2022

Yang Membuat Pernyataan,



I Komang Rudita Natih

NIM. 1915313035

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini yang berjudul “ANALISA POTENSI ENERGI LISTRIK DARI BIOGAS DI PULAU NUSA PENIDA” tepat pada waktunya.

Penyusunan tugas akhir ini diajukan dengan tujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan program pendidikan Diploma DIII pada program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis banyak memperoleh bimbingan, dukungan dan masukan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

Bapak I Nyoman Abdi, S.E., M.eCom selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E, M.eCom. selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
3. Bapak I Made Aryasa Wiryawan, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro.
4. Bapak I.G.N.A. Dwijaya Saputra, ST.MT.P.hD. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, arahan dan masukan yang sangat bermanfaat dalam penyusunan Tugas Akhir.
5. Bapak I Nyoman Sukarma SST.,Mt. selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan bimbingan, arahan dan masukan yang sangat bermanfaat dalam penyusunan Tugas Akhir.
6. Bapak / Ibu Dosen serta staf Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
7. Pimpinan, staf dan karyawan PT PLN (Persero) ULP Klungkung yang telah membantu penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir.

8. Keluarga, teman terdekat, rekan – rekan dan semua pihak yang telah memberikan dukungan, doa dan membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan rahmat-NYA kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan dan waktunya sehingga membantu penulis dalam menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna menyempurnakan tugas akhir ini. Akhir kata penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat dimanfaatkan sebagaimana mestinya.

Badung, 8 Agustus 2022

Penulis

I Komang Rudita Natih

ANALISA POTENSI ENERGI LISTRIK DARI BIOGAS DI PULAU NUSA PENIDA

ABSTRAK

Nusa Penida merupakan bagian dari pulau Bali yang terletak di wilayah Kecamatan Klungkung. Terdapat banyak peternakan sapi di Nusa Penida, yang menyebabkan mayoritas masyarakat Nusa Penida bermata pencaharian sebagai peternak sapi.. Biogas merupakan energi terbarukan yang dapat dihasilkan dengan teknologi tepat guna yang relatif lebih sederhana dan sesuai untuk daerah pedesaan. Potensi biogas di Nusa Penida cukup besar, mengingat hampir setiap rumah tangga dipastikan memelihara ternak sapi, sehingga bahan baku biogas tersedia secara berkelanjutan. Adapun masalah yang dibahas dalam penelitian ini yakni jumlah energi listrik yang dapat dihasilkan dalam 1 tahun dengan bahan kotoran ternak dan dampak lingkungan saat pengolahan proses biogas. Potensi biogas dari kotoran sapi di Peternakan Pulau Nusa Penida adalah sebesar 24,912 m³/hari atau 747,3 m³/bulan. Dan untuk per tahunnya dapat menghasilkan potensi biogas sebanyak 9.093 m³/tahun. Dengan demikian potensi energi listrik yang dihasilkan dari limbah kotoran sapi yang ada di Peternakan Pulau Nusa Penida adalah 4,8786 kW dapat didistribusikan ke kurang lebih 10 rumah dengan daya 450 w maka biogas dari kotoran sapi dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik. Terdapat beberapa dampak yang positif terhadap lingkungan dari proses pembuatan biogas ini diantaranya mengurangi penggunaan bahan bakar lain, menghasilkan pupuk organik, mengurangi pembuangan sampah ke lingkungan (aliran air/sungai), meningkatkan kualitas udara karena mengurangi asap dan jumlah karbondioksida akibat pembakaran bahan bakar minyak/kayu bakar, dan secara ekonomi, murah dalam instalasi serta menjadi investasi yang menguntungkan dalam jangka panjang.

Kata Kunci : Potensi Energi Listrik, Biogas, Kotoran Sapi

I Komang Rudita Natih

ANALISA POTENSI ENERGI LISTRIK DARI BIOGAS DI PULAU NUSA PENIDA

ABSTRACT

Nusa Penida is part of the island of Bali which is located in the Klungkung District area. There are many cattle farms in Nusa Penida, which causes the majority of Nusa Penida people to make a living as cattle breeders. Biogas is a renewable energy that can be produced with appropriate technology that is more simple and suitable for rural areas. The potential of biogas in Nusa Penida is quite large, considering that almost every household is sure to raise cattle, so that biogas raw materials are available sustainably. The problems discussed in this study are the amount of electrical energy that can be produced in 1 year with manure and environmental impacts when processing the biogas process. The potential for

biogas from cow dung on Nusa Penida Island Farm is 24,912 m³ / day or 747.3 m³ / month. And per year it can increase the potential of biogas as much as 9,093 m³ / year. Thus the potential for electrical energy generated from cow dung waste in Nusa Penida Island Farm is 4.8786 kW can be distributed to approximately 10 houses with a power of 450 w, so biogas from cow dung can be used as a power plant. There are several positive impacts on the environment of this biogas manufacturing process including reducing the use of other fuels, producing organic fertilizers, reducing waste disposal into the environment (water flow / river), improving air quality because it reduces smoke and the amount of cardiooxide due to burning fuel oil / firewood, and economically, cheap in installation and becomes a profitable investment in the long term.

Keywords: Energy Potential, Biogas, Cow Dung

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	iii
LAPORAN TUGAS AKHIR DIII	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
FORM PERNYATAAN PLAGIARISME.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	I-2
1.1 Latar Belakang	I-2
1.2 Perumusan Masalah	I-3
1.3 Batasan Masalah	I-4
1.4 Tujuan Penelitian	I-4
1.5 Manfaat Penelitian	I-4
BAB II LANDASAN TEORI.....	II-5
2.1 Energi Terbaharukan.....	II-5
2.2 Biogas	II-6
2.3 Tahapan Produksi Biogas	II-9
2.4 Proses Produksi Biogas.....	II-11
2.5 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Biogas	II-13
2.6 Konversi Biogas menjadi Listrik	II-16
BAB III PENGUMPULAN DATA.....	III-17
3.1 Pengambilan Data	III-17
3.2 Pengolahan Data	III-17
3.3 Sistem Kerja Sebuah Instalasi Biogas.....	III-17
3.4 Analisis Aspek Teknis Pembangkit Listrik Biogas di Pulau Nusa Penida	III-18

3.5	Analisis Aspek Teknis Pembangkit Listrik Biogas di Pulau Nusa Penida	III-18
3.6	Kapasitas Biogas Sebagai Bahan Bakar Generator Listrik di Pulau Nusa Penida	III-18
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		IV-22
4.1	Analisis Kapasitas Biogas Sebagai Bahan Bakar Generator Listrik di Pulau Nusa Penida	IV-22
4.2	Dampak Lingkungan dari Proses Pembuatan Biogas	IV-33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		V-35
5.1	Kesimpulan	V-35
5.2	Saran	V-36
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Pembangkit listrik	II-5
Gambar 2.2 Instalasi Biogas Sederhana	II-12
Gambar 3.1 Skema Bioreaktor Kapal Selam.....	III-18
Gambar 3.2 Biogas power generation flows chart	III-19

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komponen penyusun biogas.....	II-7
Tabel 3.1 Jumlah Sapi Per Desa di Pulau Nusa Penida.....	III-19
Tabel 4.1 Kandungan Bahan Kering dan Volume Gas yang Dihasilkan Tiap Jenis Kotoran	IV-20
Tabel 4.2 Konversi Biogas dan Penggunaannya	IV-28
Tabel 4.3 Perhitungan Jumlah Potensi Biogas di Seluruh Desa di Nusa Penida	IV-30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar Kegiatan

Lampiran 2 : Kandang Sapi di Nusa Penida

Lampiran 3. Jumlah Sapi Per Desa di Nusa Penida

Lampiran 4. Lokasi Kelompok Simantri di Desa Batumadeg

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nusa Penida merupakan bagian dari pulau Bali yang terletak di wilayah Kecamatan Klungkung. Mata pencaharian utama penduduknya adalah petani, peternak dan nelayan. Pertanian tanaman pangan palawija merupakan mata pencaharian pokok penduduk dengan tanaman yang biasa ditanam antara lain jagung, ubi kayu, kacang-kacangan dan belakangan ini budidaya rumput laut. Dalam hal ini peternak di Nusa Penida menernak sapi, babi, dan ayam, serta sebagai nelayan menghasilkan ikan tongkol, tuna, ikan karang, dan lain-lain.

Terdapat banyak peternakan sapi di Nusa Penida, yang menyebabkan mayoritas masyarakat Nusa Penida bermata pencaharian sebagai peternak sapi. Itulah sebabnya Nusa Penida ditetapkan sebagai Kawasan Konservasi Sapi Bali. Sapi Bali terpilih untuk program nasional pengembangan peternakan sapi potong karena memiliki beberapa kelebihan. Sapi yang hidup di Pulau Dewata dan Nusa Penida dikenal sebagai sapi Bali murni. Kemurnian genetiknya telah dilindungi dengan Peraturan Gubernur Bali Nomor 45 Tahun 2004 dan Perda No 2/2003 yang melarang bibit sapi Bali betina keluar dari wilayah provinsi ini.

Pemeliharaan ternak sapi bagi petani memiliki fungsi ganda, yaitu sebagai tenaga untuk membajak, dan sebagai tabungan yang dapat dijual setiap saat. Selama ini sapi menghasilkan feses dan urine banyak dimanfaatkan langsung sebagai pupuk organik, padahal sebelum dijadikan pupuk dapat diolah terlebih dahulu menjadi biogas dan ampasnya (*sludge*) baru dijadikan pupuk organik.

Biogas merupakan gas yang dihasilkan dari proses penguraian atau fermentasi dari bahan-bahan organik oleh mikroorganisme (bakteri) dalam kondisi tanpa udara (*anaerobik*). Bahan organik termasuk diantaranya; kotoran hewan, limbah domestik (rumah tangga), sampah organik yang biodegradable dalam kondisi anaerobik. Kandungan utama dalam biogas adalah metana (CH₄) sekitar

50-60%, dan karbon dioksida (CO₂) sekitar 30-40% [2]. Gas lain yang terkandung dalam jumlah kecil seperti H₂, N₂, dan H₂S jumlahnya antara 1-2%. Metana dalam biogas, bila terbakar akan relatif lebih bersih daripada batu bara, dan menghasilkan energi yang lebih besar dengan emisi karbon dioksida yang lebih sedikit.

Biogas merupakan energi terbarukan yang dapat dihasilkan dengan teknologi tepat guna yang relatif lebih sederhana dan sesuai untuk daerah pedesaan. Kotoran ternak sapi dalam hal ini feses dan urine dapat diolah menjadi biogas, sebagai sumber energi baik untuk memasak, untuk energi listrik maupun untuk penerangan. Potensi biogas di Nusa Penida cukup besar, mengingat hampir setiap rumah tangga dipastikan memelihara ternak sapi, sehingga bahan baku biogas tersedia secara berkelanjutan.

Teknologinya pun tergolong sangat sederhana yang dapat dibuat oleh masyarakat baik secara mandiri, maupun berkelompok. Usaha pembuatan dan pemanfaatan biogas harus terus didorong dan dipromosikan, karena ke depan harga bahan bakar minyak (*fossil*) terus meningkat, sementara cadangan minyak terus menipis. Pemanfaatan biogas memiliki beberapa keuntungan seperti 1) mengurangi gas rumah kaca, 2) mengurangi bau, 3) pupuk yang lebih baik, menghasilkan panas dan tenaga. Presentase pembangkit listrik biogas yang masih sedikit maka peneliti berinisiatif untuk mengangkat tema biogas sebagai energi terbarukan yang didukung oleh kondisi Nusa Penida yang kaya akan ternak. Ternak menghasilkan limbah kotoran dan kotoran tersebut dapat diolah sebagai energi listrik.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang permasalahan, maka perumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.2.1 Berapakah jumlah energi listrik yang dapat dihasilkan dalam 1 tahun dengan bahan kotoran ternak?
- 1.2.2 Apakah dampak lingkungan saat pengolahan proses biogas?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini hanya membahas energi listrik yang di hasilkan oleh biogas di Nusa Penida. Data yang diambil berlaku hanya di daerah Nusa Penida

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini yakni :

- 1.4.1 Untuk mengetahui jumlah energi listrik yang dapat dihasilkan dalam 1 tahun dengan bahan kotoran ternak
- 1.4.2 Untuk mengetahui dampak lingkungan saat pengolahan proses biogas

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yakni :

- 1.5.1 Dapat memperluas wawasan mengenai pengolahan proses biogas menjadi listrik
- 1.5.2 Dapat memperluas pengetahuan mengenai detail jumlah energi listrik yang dihasilkan dari bahan kotoran ternak

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Di Peternakan Pulau Nusa Penida, pemanfaatan biogas dengan menggunakan kotoran sapi sangat potensial.

5.1.1 Jumlah Potensi Energi Listrik di Nusa Penida

Jumlah sapi di peternakan Pulau Nusa Penida berjumlah 1.038 ekor yang mampu menghasilkan 3 kg kotoran per ekor per hari. Sehingga, Potensi biogas dari kotoran sapi di Peternakan Pulau Nusa Penida adalah sebesar 24,912 m³/hari atau 747,3 m³/bulan. Dan untuk per tahunnya dapat menghasilkan potensi biogas sebanyak 9.093 m³/tahun. Dengan demikian potensi energi listrik yang dihasilkan dari limbah kotoran sapi yang ada di Peternakan Pulau Nusa Penida adalah 4,8786 kW dapat didistribusikan ke kurang lebih 10 rumah dengan daya 450 w maka biogas dari kotoran sapi dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan di sekitar Peternakan Pulau Nusa Penida untuk pembangkit listrik.

5.1.2 Dampak Lingkungan dari Proses Pembuatan Biogas

Terdapat beberapa dampak yang positif terhadap lingkungan dari proses pembuatan biogas ini diantaranya mengurangi penggunaan bahan bakar lain, menghasilkan pupuk organik, mengurangi pembuangan sampah ke lingkungan (aliran air/sungai), meningkatkan kualitas udara karena mengurangi asap dan jumlah karbondioksida akibat pembakaran bahan bakar minyak/kayu bakar, dan secara ekonomi, murah dalam instalasi serta menjadi investasi yang menguntungkan dalam jangka panjang. Sebagian besar pembangkit tenaga listrik yang menyuplai wilayah Pulau Nusa Penida masih menggunakan sumber energi berbahan bahan energi non-renewable. Semakin menipisnya bahan bakar untuk

pembangkit-pembangkit non renewable tersebut, maka pembangkit listrik dengan bahan bakar renewable seperti biogas ini akan sangat diperlukan di masa mendatang.

5.2 Saran

Dalam pelaksanaannya, diharapkan terjadi sinergi manfaat dari pengembangan aspek ekonomi, dampak sosial dan peningkatan kualitas lingkungan. Adanya pengelolaan limbah ini tidak mencemari lingkungan yang akan mengakibatkan suatu lingkungan bersih dan sehat, kondusif, para pekerja dan penduduk di sekitar Pulau Nusa Penida akan mendapat manfaat secara langsung dari proses pengelolaan limbah ternak menjadi biogas. Jadi diharapkan limbah yang digunakan sebagai bahan dasar biogas yakni limbah kotoran sapi ini dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin mengingat bahwa di Pulau Nusa Penida terdapat banyak peternakan sapi yang nantinya dapat mempermudah untuk menemukan bahan dasar pembuatan biogas ini sebagai sumber energi listrik di Pulau Nusa Penida.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aji, Kurniawan Puspito. *Konversi Energi Biogas Menjadi Energi Listrik sebagai Alternatif Energi Terbaharukan dan Ramah Lingkungan di Desa Langse Kecamatan Margorejo Kabupaten Pati*. Jurnal Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan dan Infrastruktur. Vol 2, 2019, pp 1-5
- [2] Harsono. *Aplikasi Biogas Sistem Jaringan Dari Kotoran Sapi Di Desa Bumijaya Kec, Anak Tuha Lampung Tengah Sebagai Energi Alternatif Yang Efektif*. Scientific article Jurusan Teknik Kimia, Universitas Surabaya. Vol 1, Ed.2, 2013
- [3] Setiawan, A.I., *Memanfaatkan Kotoran Ternak*. Panebar Swadaya, Cetakan ke 10, Jakarta, 2005
- [4] Ariyanto M.R. *Pembuatan Biodigester Dengan Uji Coba Kotoran Sapi Sebagai Bahan Baku*. Jurnal Jurusan Teknik. Vol 1, 2010, pp 4-5
- [5] Simamora,dkk. *Membuat Biogas Pengganti Minyak dan Gas dari Kotoran Ternak*. Jakarta: Agromedia Pustaka, 2006
- [6] Raski. *Tahapan Proses Produksi Biogas*. Jakarta: Agromedia Pustaka, 2007
- [7] Karki, A.B., Shrestha, J.N., Bajgain, S. *Biogas as Renewable Source of Energy in Nepal Theory and Development*. BSP-Nepal, Kathmandu. 2005

Deptan. *Membuat Biogas dari Kotoran Ternak Sapi*. Tersedia di <http://cybex.deptan.go.id/lokalita/membuat-bio-gas-dari-kotoran-ternak-sapi-1>. 2014
- [8] Harahap, I. V. *Uji beda komposisi campuran kotoran sapi dengan beberapa jenis limbah pertanian terhadap biogas yang dihasilkan*. Universitas Sumatera Utara. 2007
- [9] Ali, Z., Hardiono dan A, Syarifudin. *Percobaan Produksi Biogas dari Kotoran Sapi dan Kotoran Ayam dengan Penambahan Enzim Papain*. Jurnal Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Banjarmasin. 11(1), 2014, pp 177-178.
- [10] Gunawan, D. *Produksi Biogas sebagai Sumber Energi Alternatif dari Kotoran Sapi*. Scientific article Jurusan Teknik Kimia, Universitas Surabaya. 1(02), 2013, p 2.
- [11] Haryati, T. *Biogas: Limbah Alternatif yang Menjadi Sumber Energi alternatif*. Wartazoa Balai Penelitian Ternak. 16(3), 2006, pp 160-161.
- [12] Sudaryono. *Pemanfaatan Biogas dari Limbah Kotoran Ternak sebagai Sumber Energi Listrik (Studi Kasus di Desa Sutenjaya, Lembang, Jawa*

Barat). Jurnal Teknologi Lingkungan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.14(1), 2012, pp 61.

- [13] Panjaitan,Susi. Analisis perhitungan daya yang dihasilkan kotoran sapi yang diolah menjadi biogas didaerah pinggiran kota batam. Universitas Maritim Raja Ali Haji Batam.2010
- [14] Suriawiria, Menuai Biogas dari Limbah, 2005