STUDI PERANCANGAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK BERBASIS BIOGAS DI DUSUN NGENTAK, PONCOSARI, SRANDAKAN, BANTUL, YOGYAKARTA

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu persyaratan

mencapai derajat Sarjana S1

Disusun oleh:

Wirduna Robbani

13524114

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2018

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI PERANCANGAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK BERBASIS BIOGAS DI DUSUN NGENTAK, PONCOSARI, SRANDAKAN, BANTUL, YOGYAKARTA

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Disusun oleh:

Wirduna Robbani
13524114

Yogyakarta, 31 Agustus 2018

Menyetujui,

Pembimbing

Husein Mubarok, S.T., M.Eng
155241305

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

STUDI PERANCANGAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK BERBASIS BIOGAS DI DUSUN NGENTAK, PONCOSARI, SRANDAKAN, BANTUL, YOGYAKARTA

TUGAS AKHIR

Disusun oleh:

Nama : Wirduna Robbani

No. Mahasiswa : 13524114

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 31 Agustus 2018

Tim penguji,

Husein Mubarok, S.T., M.Eng. .....

Ketua

Setyawan Wahyu Pratomo, S.T., M.T. .....

Anggota I

Firmansyah Nur Budiman, S.T., M.Sc. .....

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik elektro

Universitas Islam Indonesia

Yusuf Aziz Amrulloh, S.T., M.Eng., Ph.D.

PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Skripsi yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal penggunaan informasi dan materi Skripsi terkait paten maka akan diskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut diatas.

Yogyakarta, 12 Mei 2018



Wirduna Robbani

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah segala puji hanya bagi Allah tuhan penguasa alam semesta yang telah mencurahkan rahmat dan hidayahnya sehingga skripsi yang berjudul "STUDI PERANCANGAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK BERBASIS BIOGAS DI DUSUN NGENTAK, PONCOSARI, SRANDAKAN, BANTUL, YOGYAKARTA" ini dapat terselesaikan dengan baik dan lancar.

Sholawat dan salam senantiasa kami haturkan kepada Nabi agung Muhammad SAW. Semoga di hari akhir nanti kita mendapat syafa'atnya.

Syukur yang berlipat ganda kami haturkan atas terselesainya skripsi ini sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca sekalian.

Ucapan terimakasih kami haturkan kepada semua belah pihak atas motivasi, bantuan, dan dukungannya dalam proses pengerjaan skripsi ini. Terlebih kepada:

1. Ayah dan Ibu yang selalu mendoakan dan memberikan yang terbaik kepada anak-anaknya.
2. Bapak Dr.Eng Hendra Setiawan, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Husein Mubarok S.T., M.Eng. selaku pembimbing I skripsi yang selalu memberikan bimbingan.
4. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang telah mengajarkan kami ilmu dan banyak hal selama duduk di bangku kuliah.
5. Teman – teman Teknik Elektro UII pada umumnya dan khususnya angkatan 2013 atas doa dan dukungannya.
6. Pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Dalam skripsi ini tentunya masih banyak kekurangan. Oleh sebab itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat kami butuhkan untuk kesempurnaan dan perbaikan skripsi ini.

Wassalamualaikum warohmatullah wabarokatuh.

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Singkatan	Arti
CO_2	Karbon dioksida
CH_4	Metana
NPC	*Net Present Costs*
COE	*Cost of Energy*
Rp	Rupiah
HOMER	*Hibrid Optimisazion Model for Electric Renewable*
kg	Kilogram
kW	*Kilo Watt*
kWh	*Kilo Watt Hour*
L	Liter
BBM	Bahan Bakar Minyak
TAC	*total annualize cost*
m^3	Meter kubik
O&M	*Opration and Maintanance*
P	*Power*/ Daya
PLTBg	Pembangkit Listrik Tenaga Biogas

ABSTRAK

Biogas merupakan salah satu sumber energi *renewable* yang sedang banyak diteliti dan dikembangkan sebagai salah satu sumber energi alternatif masa depan yang bersifat ekonomis, *sustainable* dan ramah lingkungan. Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta memiliki 150 ekor sapi yang mana kotoran dari sapi-sapi tersebut diolah dan dimanfaatkan sebagai bahan bakar kompor di lokasi pengolahan biogas. Produksi biogas dalam setiap harinya yaitu sebesar 141 m^3 atau setara dengan 141.000 liter. Dari potensi biogas yang dimiliki, biogas dapat dimanfaatkan sebagai sistem pembangkit yang mampu menghasilkan energi sebesar 174,84 kWh dalam setiap harinya dengan daya 7,285 kW. Sistem pembangkit pada penelitian ini dibagi menjadi 2 bagian yaitu pertama, sistem pembangkit sederhana (Digester-biogas-Genset Biogas 1.200W-listrik) yang diasumsikan akan beroperasi selama 24 jam dalam sehari dengan energi keluaran dari pembangkit listrik biogas ini adalah 28,8 kWh per hari. Sistem pembangkit yang kedua adalah sistem pembangkit menggunakan HOMER (*Thermal*-Boiler-Generator Bio 2 kW-Converter 10 kW-beban listrik) dengan energi keluaran 4,26 kWh per bulan. Dalam mewujudkan sistem pembangkit berbasis biogas yang efisien, maka pada penelitian ini menggunakan perangkat lunak HOMER untuk mengoptimalkan ukuran pembangkit dan nilai ekonomi pembangkit dengan cakupan berupa *net present cost* (NPC) sebesar Rp. 422.820.079 dan *cost of energy* (COE) sebesar Rp. 30.775.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN i
PERNYATAAN iii
KATA PENGANTAR iv
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN v
ABSTRAK vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR TABEL x
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Penelitian 2
1.5 Manfaat Penelitian 2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 3
2.1 Studi Literatur 3
2.2 Dasar Teori 4
2.2.1 Pengertian Energi 4
2.2.2 Klasifikasi Energi 4
2.2.3 Pengertian Biogas 4
2.2.4 Perkembangan Biogas di Indonesia 5
2.2.5 Proses Pembuatan Biogas 5
2.2.6 Besar Produksi Energi 6
2.2.7 Generator Set Biogas 7

2.2.8 HOMER Pro 9
2.2.9 Total Produksi Energi 9
2.2.10 *Net Present Cost* 9
2.2.11 *Cost of Energy* 10
BAB 3 METODOLOGI 8
3.1 Alur Penelitian 8
3.1.1 Lokasi Penelitian 8
3.1.2 Produksi Biogas Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta 9
3.1.3 Sistem Produksi Biogas 10
3.1.4 *Break Event Point I* (BEP) 11
BAB 4 HASIL DAN ANALISA 13
4.1 Potensi Biogas di Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarata 13
4.2 Generator Biogas 13
4.3 Analisis HOMER 15
4.4 Analisis Ekonomi 15
4.5 Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Berbasis Biogas 17
4.5.1 Biaya Investasi 18
4.5.2 Biaya Operasional Perawatan 18
4.6 Analisa *Break Event Point* (BEP) 18
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 19
5.1 Kesimpulan 19
5.2 Saran 19
DAFTAR PUSTAKA 20
LAMPIRAN 21

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Reaktor Biogas 6
Gambar 2. 2 Genset Biogas 7
Gambar 2. 3 Proses Konversi Energi Biogas Menjadi Listrik 9
Gambar 3. 2 Alur Penelitian 8
Gambar 3. 3 Peternakan Sapi Pandan Mulyo 10
Gambar 3. 4 Tempat Produksi Biogas 10
Gambar 3. 5 Skema Produksi Biogas 11
Gambar 4. 1 Generator Set Biogas 14
Gambar 4. 2 Skematik rancangan pembangkit listrik biogas 15
Gambar 4. 3 Skema Sistem Pembangkit Listrik Biogas 17

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Spesifikasi Generator Set Biogas..... 14

Tabel 4. 2 Nilai Ekonomis Sistem Pembangkit Listrik Biogas..... 16

Tabel 4. 3 Data Total Produksi Energi per Tahun..... 16

Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan *Net Present Cost* Perangkat Lunak HOMER..... 16

Tabel 4. 5 Data Total Energi Melayani Beban dan Biaya per Tahun 17

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dewasa ini kebutuhan energi semakin meningkat seiring dengan kebutuhan manusia yang terus meningkat. Energi fosil seperti minyak bumi dan batubara merupakan sumber energi utama di Indonesia. Akan tetapi ketersediaan sumber energi tersebut yang semakin lama semakin menipis dengan harga yang relatif tinggi menyebabkan harus dilakukannya transformasi energi dari energi *non-renewable* menjadi energi *renewable*. Selain itu energi fosil juga berdampak buruk terhadap lingkungan seperti pencemaran udara, emisi gas rumah kaca, pemanasan global dan lain sebagainya.

Biogas merupakan salah satu sumber energi *renewable* yang sedang banyak diteliti dan dikembangkan sebagai salah satu sumber energi alternatif masa depan yang bersifat ekonomis, *sustainable* dan ramah lingkungan.

Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta merupakan sebuah daerah yang berada tidak jauh dari area wisata Pantai Baru yang mana sebagian besar mata pencaharian penduduknya berasal dari tani, nelayan dan ternak. Hewan ternak yang banyak dijumpai salah satunya adalah sapi. Ternak sapi yang mereka miliki disatukan dan dikelola bersama dalam suatu kelompok yang dinamakan Kelompok Ternak Pandan Mulyo. Kelompok Ternak Pandan Mulyo dengan bantuan dari pemerintah setempat, Kementrian Lingkungan Hidup, para peneliti, dan sebagian mahasiswa, kini sudah mampu mengolah kotoran sapi menjadi energi *renewable* biogas dan kemudian dimanfaatkan sebagai bahan bakar kompor gas. Hal ini juga didukung oleh tersedianya lahan produksi biogas yang cukup bagus di sekitaran lokasi tersebut.

Berlandaskan dari potensi biogas yang dimiliki, penulis dalam penelitian ini ingin mencoba memperluas dan mengkaji lebih dalam pemanfaatan energi biogas di daerah Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta agar pemanfaatan energi biogas tidak hanya sebagai bahan bakar kompor gas, melainkan sebagai pembangkit listrik berbasis biogas.

Sistem pembangkit listrik berbasis biogas ini diharapkan dapat digunakan sebagai pembangkit yang mampu membantu memenuhi kebutuhan energi di Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu apakah dengan potensi biogas yang ada di lokasi penelitian dapat digunakan sebagai pembangkit listrik di Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membahas potensi biogas dari kotoran sapi di Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta.
2. Mengkaji pemanfaatan biogas sebagai pembangkit listrik di Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta.
3. Dari segi teknis, membahas tentang sistem produksi biogas hingga menjadi listrik dan melakukan perancangan pembangkit listrik biogas.
4. Dari segi ekonomis, membahas tentang kelayakan investasi pembangunan pembangkit listrik berbasis biogas.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetaui potensi biogas di Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta.
2. Mengkaji kelayakan energi biogas sebagai pembangkit listrik di Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta.
3. Memperoleh dan menawarkan rancangan sistem pembangkit listrik berbais Biogas sebagai pembangkit listrik di Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu diharapkan dengan adanya sistem pembangkit listrik berbasis biogas ini dapat membantu memenuhi kebutuhan energi di Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Berdasarkan penelitian dari M. Dianawati dan S. L. Mulijanti (2015), menyatakan bahwa proses produksi biogas diawali dengan mengencerkan kotoran ternak dengan air dengan perbandingan 1:1-2, bergantung pada kondisi kotoran ternak. Bahan ini harus mengandung berat kering 5-10%, air yang berlebihan dalam sistem dapat menghambat saluran biogas, menurunkan tingkat panas api, dan membuat api berwarna kemerahan. Pengadukan dapat dilakukan setiap selang waktu tertentu untuk mencegah pengendapan padatan pada dasar tangki dan pembentukan busa pada permukaan yang menyulitkan gas keluar. Masalah tersebut jarang terjadi pada sistem digester kontinyu karena pada saat bahan baku dimasukkan akan memecahkan busa pada permukaan sehingga seolah-olah terjadi pengadukan. Pengadukan dengan kandungan padatan sekitar 10% dapat mencegah sedimentasi dan meningkatkan produksi gas dalam digester. Kotoran yang sudah dicampur air dimasukkan ke dalam digester sampai menutup saluran pemasukan dan pengeluaran, kemudian dibiarkan sampai gas yang dihasilkan stabil. Waktu untuk membentuk gas yang stabil sekitar 20-40 hari. Setelah itu pengisian digester dilakukan setiap hari atau dua hari sekali, bergantung pada kondisi lingkungan dan jenis bahan bakunya. Untuk meningkatkan proses fermentasi, pada pengisian pertama perlu ditambahkan bakteri anaerob sebagai starter sebanyak 1 liter serta isi rumen segar dari rumah potong hewan sebanyak lima karung untuk digester berkapasitas 3,5-5 m^3. Gas yang dihasilkan pertama kali harus dibuang karena didominasi CO_2. Selanjutnya produksi gas CH4 makin meningkat dan produksi CO_2 makin menurun. Pada saat komposisi CH_4 54% dan CO_2 27%, biogas akan menyala. Biogas langsung dapat dihubungkan dengan kompor gas atau generator listrik [1].

Pada penelitian lain oleh Andik Yulianto (2010) tentang pembangkit listrik biogas yang dilakukan di Dusun Kaliurang timur, Desa Hargobinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta yaitu berasal dari kotoran sapi sebanyak 54 ekor sapi dengan gas yang dihasilkan sebanyak 362,88 m^3/hari. 1 ekor sapi dapat menghasilkan sekitar 25-28 kg kotoran per hari Pada penelitian ini mengkaji pemanfaatan biogas dengan menkonversi terlebih dahulu menjadi energi listrik. Mesin konversi yang digunakan adalah mesin diesel dengan estimasi pembangkitan sebesar 3 kW dengan waktu operasional selama 12 jam/hari [2].

Pada penelitian lain oleh R. Arnando (2015) yang membahas mengenai pembangkit biogas dari kotoran manusia dan kotoran sapi menyatakan bahwa dari hasil penelitian menghasilkan

biogas 1,3 m^3/hari dengan kadar metana sebesar 52,5% dengan daya input 5.251,4 W yang dilakukan di Ponpes Baiturrahman Jawa Barat melakukan proses analisis daya dengan memasang *flow meter* untuk melihat konsumsi bahan bakar biogas ketika tanpa beban dan saat beban *dummy load*, mengamati tegangan keluarannya pada osiloskop, menganalisis perhitungan daya sebagai bahan baku pembangkit biogas dengan Genset Biogas 1 kW. Hasil yang didapat saat beban 0,5 W adalah 399,9 W [3].

2.2 Dasar Teori

Berikut merupakan landasan teori yang digunakan dalam mendukung proses penyelesaian tugas akhir ini:

2.2.1 Pengertian Energi

Pengertian Energi menurut Undang-undang No 30 Tahun 2007, yaitu kemampuan untuk melakukan kerja yang dapat berupa panas, cahaya, mekanika, kimia, dan elektromagnetika. Energi merupakan kebutuhan manusia yang paling mendasar. Energi dimanfaatkan di berbagai bidang untuk menunjang keberlangsungan hidup manusia [4].

2.2.2 Klasifikasi Energi

Menurut jenisnya energi dibagi menjadi 2 macam, yaitu energi terbarukan dan energi tak terbarukan. Energi terbarukan merupakan energi yang bersumber dari alam dan secara berkesinambungan dapat diproduksi tanpa menunggu jutaan tahun lamanya layaknya energi fosil. Sumber alam yang dimaksud dapat berasal dari matahari, panas bumi, angin, air dan berbagai bentuk dari biomassa. Energi tak terbarukan merupakan energi fosil yang berasal dari alam yang waktu pembentukannya sampai jutaan tahun. Energi tak terbarukan merupakan energi yang ketersediaannya di alam sangat terbatas, seperti minyak bumi dan batubara.

2.2.3 Pengertian Biogas

Biogas merupakan suatu gas yang dihasilkan dari proses anaerobik (fermentasi) bahan organik seperti kotoran manusia, limbah rumah tangga dan kotoran hewan. Biogas merupakan campuran dari beberapa unsur kimia yang banyak mengandung gas metana (CH4) dan gas karbon dioksida (CO2). Gas metana (CH4) merupakan komponen utama dari biogas yang memiliki nilai kalor yang cukup tinggi. Karena nilai kalor inilah yang menyebabkan biogas dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi.

2.2.4 Perkembangan Biogas di Indonesia

Sejarah mengatakan bahwa biogas pertama kali ditemukan oleh orang Cina berupa campuran gas di rawa yang disebut sebagai rawa gas methana. Proses fermentasi untuk membentuk gas metana (CH4) pertama kali ditemukan oleh Aessandro Volta pada tahun 1778. Pada tahun 1986, digester anaerobik pertamakali dibangun di Inggris. Biogas telah dimanfaatkan oleh petani Inggris saat perang dunia II untuk menggerakkan traktor. Teknologi biogas juga berkembang di Afrika, Eropa, Cina, dan India. Pada 1970, Indonesia mulai meneliti dan mengembangkan Biogas.Namun, penggunaanya mulai ditinggalkan seiring dengan adanya BBM dalam jumlah yang banyak dan harga yang murah.

Pada tahun 2006 teknologi biogas mulai dikembangkan kembali karena pada saat itu harga BBM melonjak naik disebabkan oleh kelangkaan dan ketersediannya yang mulai terlihat berkurang. Kesadaran masyarakat akan pemenuhan energi yang berkelanjutan menjadikan biogas sebagai solusi yang tepat, terutama bagi masyarakat di daerah pedesaan [5].

Ada beberapa alasan mengapa energi biogas sangat berpotensi untuk dikembangkan yaitu:

1. Kenaikan harga BBM yang disebabkan oleh ketersediannya yang semakin berkurang.
2. Ketersediaan sumber energi biogas yang cukup banyak seperti kotoran manusia, kotoran hewan, dan limbah rumah tangga.
3. Mengurangi efek rumah kaca dan polusi lingkungan.

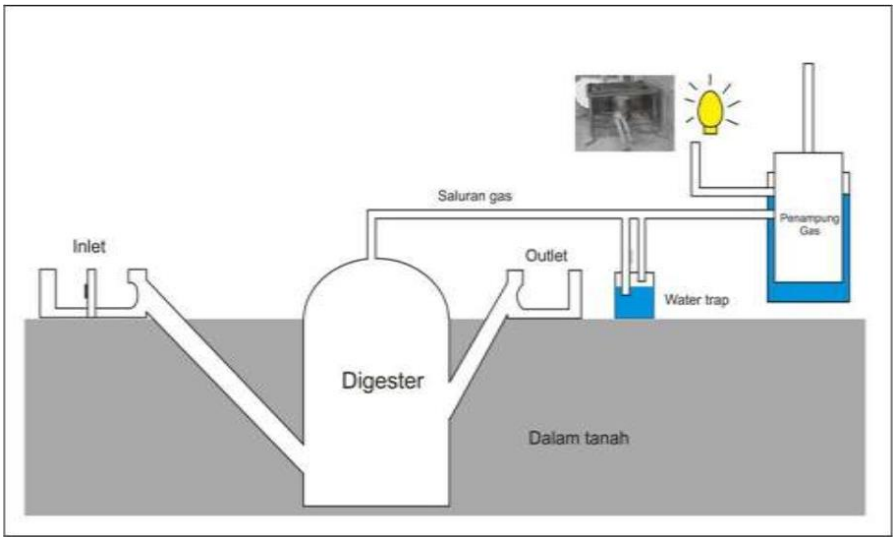
2.2.5 Proses Pembuatan Biogas

Prinsip pembuatan biogas yaitu karena adanya dekomposisi organik secara anaerobik (tertutup dari udara bebas) yang sebagian besar menghasilkan gas metana (gas yang bersifat mudah terbakar) dan gas karbon dioksida. Proses dekomposisi dibantu oleh mikroorganisme, terutama bakteri metan. Suhu yang baik untuk proses fermentasi adalah diantara 30-50^{0}C, dimana pada suhu tersebut mikroorganisme mampu merombak bahan-bahan organik secara optimal. Hasil perombakan bahan-bahan organik oleh bakteri berupa gas metana [6].

Komponen reaktor biogas adalah sebagai berikut:

1. Inlet : tempat mencampur kotoran hewan dan air.
2. Pipa inlet : saluran inlet menuju digester.
3. Digester : tempat terjadinya proses fermentasi untuk menghasilkan gas.
4. Kubah gas : tempat tersimpannya gas yang siap dialirkan.
5. Manhole : saluran penghubung tangki dan outlet.
6. Outlet : limbah biogas yang terdorong keluar dari tangki reaktor.

7. Pipa utama : saluran untuk mengalirkan gas.
8. *Slurry pit* : penampung limbah biogas.
9. Katup gas : katup untuk mengontrol aliran gas.
10. *Water trap* : saluran pembuangan air dari pipa.
11. Manometer : meteran untuk mengetahui ketersediaan biogas.
12. Kotoran ternak : bahan baku biogas.



Gambar 2. 1 Reaktor Biogas

Cara pengoperasian reaktor biogas adalah sebagai berikut:

1. Mencampurkan kotoran ternak dan air dengan perbandingangan 1:1.
2. Memasukkan bahan biogas dari outlet menuju tangki digester selanjutnya tunggu proses produksi biogas berlangsung kurang lebih selama 10 hari.
3. Memantau kondisi gas yang sudah dihasilkan dengan melihat manometer yang sudah terpasang.
4. Membuka *water drain* atau *water trap* untuk membuang air yang ada di dalam reaktor agar terjadi penguraian sempurna.
5. Mengulangi pengisian biogas yang dapat dilakukan kembali setiap pagi dan sore.

2.2.6 Besar Produksi Energi

Perkiraan volume biogas yang dihasilkan dari jumlah populasi sapi yang ada dapat ditentukan dengan persamaan 2.1

$$V_{Bg} = P \times 0{,}94\ m^3 \qquad (2.1)$$

Dimana;

V_{Bg} = Volume Biogas (m^3)

P = Jumlah Populasi Sapi (ekor)

Dapat diketahui bahwa 1 ekor sapi rata-rata dapat mengeluarkan kotoran 25 kg/hari yaitu setara dengan 0,94 m^3.

Untuk mengetahui bersarnya energi yang dapat dibangkitkan oleh bahan bakar biogas, maka digunakan persamaan 2.2:

Besar Energi = Volume Biogas x Energi yang dibangkitkan per m^3 (2.2)

Dimana;

Besar energi (kWh)

Volume Biogas (m^3)

Energi yang dapat dibangkitkan untuk 1 m3 biogas adalah 1,24 kWh.

2.2.7 Generator Set Biogas

Untuk dapat mengkonversi energi biogas menjadi energi listrik, maka diperlukan suatu alat konversi, salah satunya yaitu generator set biogas.

Generator set biogas atau dikenal dengan istilah genset biogas merupakan sebuah alat berbahan bakar biogas yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik dimana di dalamnya terdapat dua buah perangkat yang berbeda yaitu mesin penggerak dan generator. Mesin penggerak ini dapat digerakkan karena adanya pembakaran bahan bakar gas di dalamnya yang kemudian digunakan untuk menghasilkan energi mekanik. Dengan adanya energi mekanik yang dikopel dengan generator, maka terjadilah konversi energi mekanik menjadi energi listrik. Berikut merupakan bentuk genset biogas dapat dilihat pada gambar 2.2



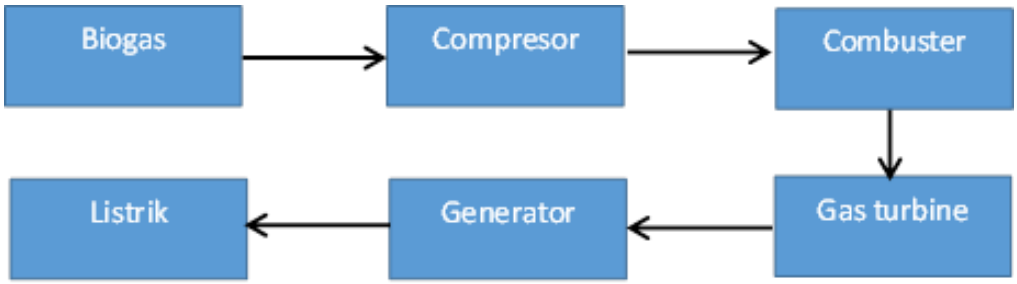
Gambar 2. 2 Genset Biogas

Adapun komponen utama dari Genset Biogas adalah sebagai berikut:

1. *Compressor* adalah pembangkit tenaga mekanik yang berfungsi untuk membagkitkan energi panas yang berasal dari udara atmosfer untuk memenuhi proses pembakaran gas di dalam ruang bakar gas turbin. Dalam proses operasiannya, *Compressor* ditunjang dengan alat bantu yaitu *intake air filter* dan *inlet gate fan*.
2. *Combuster* adalah ruang bakar yang merupakan pembangkit energi panas dari proses bahan bakar gas. Dalam proses operasiannya, *Combuster* ditunjang dengan alat bantu yaitu *gas station, control system, fuel nozzle,* dan *ignitor system* (sistem pengapian).
3. *Gas Turbine* adalah pembangkit energi mekanik dari proses konversi energi panas menjadi energi kinetik dan selanjut menjadi energi mekanik yang mampu menggerakkan poros turbin dengan massa gas pembakaran bahan bakar. Dalam proses operasinya, gas turbine ditunjang dengan alat bantu yaitu *lubricating oil system, control oil system, turning motor, pony motor, starting motor, cooling water system, exhaust duck system,* dan *turbine supervisory instrumen.*
4. *Generator* adalah alat untuk mengubah energi mekanik dari poros turbin menjadi energi listrik.

Produksi energi listrik dari pembangkit listrik berbasis biogas merupakan tahapan dari proses pembangkit tenaga yang dihasilkan dari beberapa komponen utama generator set biogas. Dalam proses perubahan energi tersebut diawali dengan *compressor* yang berfungsi untuk memberikan sejumlah udara yang dibutuhkan dalam proses pembakaran bahan bakar biogs, dalam hal ini energi kimia diubah menjadi energi panas yang berbentuk gas panas yang terjadi di dalam *combuster*. Selanjutnya, energi gas panas disalurkan ke dalam *gas turbine* untuk mendorong turbin hingga menjadi energi kinetik untuk memutar poros turbin. Dalam hal ini terjadi perubahan enegi dari energi panas menjadi energi mekanik melalui poros gas turbin yang merupakan satu-kesatuan dengan rotor generator yang kemudian berfungsi untuk menghasilkan listrik.

Berikut merupakan alur proses konversi energi biogas menjadi energi listrik pada generator set biogas dapat dilihat pada gambar 3.6



Gambar 2. 3 Proses Konversi Energi Biogas Menjadi Listrik

2.2.8 HOMER Pro

HOMER (*Hybrid Optimization of Multiple Energy Resources*) merupakan model perangkat lunak yang dikembangkan oleh *The National Renewable Energy Laboratory* (NREL) Amerika Serikat dengan tujuan optimasi sistem pembangkit listrik, HOMER dilengkapi dengan output estimasi ukuran/kapasitas sistem, *lifecycle cost*, dan emisi gas rumah kaca. Perangkat lunak HOMER microgrid memberikan simulasi kronologis yang rinci dan optimasi dalam suatu model yang relatif sederhana dan mudah digunakan. Hal ini disesuaikan dengan berbagai macam proyek. Untuk sistem listrik desa atau skala *power system*, HOMER dapat digunakan untuk dua faktor, yaitu bagian teknis dan ekonomi dalam proyek yang sedang dikerjakan. Untuk sistem yang lebih besar, HOMER dapat memberikan gambaran penting yang membandingkan biaya dan kelayakan konfigurasi yang berbeda, sehingga desainer dapat menggunakan perangkat lunak yang lebih khusus untuk model kinerja teknis. Analisis sensitivitas HOMER membantu menentukan dampak potensial dari faktor yang tidak pasti seperti harga bahan bakar [7].

2.2.9 Total Produksi Energi

Total produksi energi selama masa oprasional dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.3

$$E_{tot.prod} = E_{gen.} \quad (2.3)$$

Dimana;

$E_{tot.prod}$ = total produksi energi (kWh).

E_{gen} = total produksi energi generator diesel (kWh).

2.2.10 *Net Present Cost*

Net Present Cost (NPC) adalah biaya total dari semua biaya pemasangan dan pengoprasian komponen selama masa proyek berlangsung. *Net Present Cost* (NPC) sendiri dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.4

$$NPC = Capital\ Costs + Replacement\ costs + O\&M\ costs + Fuel\ Costs - Salvage \quad (2.4)$$

Dimana;

Capital Costs = biaya modal komponen

Replacement Costs = biaya pergantian komponen.

O&M Costs = biaya oprasional dan perawatan.

Fuel Costs = biaya bahan bakar.

Salvage = baiya yang tersisa pada komponen.

2.2.11 *Cost of Energy*

Cost of Energy (COE) merupakan biaya yang diperlukan untuk menghasilkan tiap 1 kWh energi listrik yaitu, hasil pembagian antara biaya tahunan dengan produksi energi tahunan oleh pembangkit cadangan sistem hibrid. Nilai COE dari masing-masing skenario menggunakan Persamaan 2.5.

$$COE = \frac{TAC}{E_{tot.served}} \quad (2.5)$$

Dimana;

$E_{tot.served}$ = total energi tahunan yang digunakan untuk melayani beban (kWh).

TAC = *total annualize cost* atau biaya total tahunan yang dikeluarkan untuk pembangkit cadangan.

BAB 3
METODOLOGI

3.1 Alur Penelitian

Tahap awal alur penelitian dimulai dari survei dan observasi lokasi penelitian yaitu Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta. Kemudian berikutnya adalah mengumpulkan data yang berkaitan dengan judul penelitian baik data primer maupun data skunder. Setelah memperoleh data yang sesuai dengan fokus penelitian, maka tahap berikutnya adalah mengolah data dengan melakukan perhitungan matematis dan dilanjutkan dengan perancangan sistem pembangkit listrik berbasis biogas. Kemudian tahap terakhir dari penelitian ini adalah menganalisa data dan menulis laporan hasil penelitian sekaligus memberikan kesimpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan.

Berikut merupakan *Flow Chart* dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

3.1.1 Lokasi Penelitian

Dusun Ngentak terletak di Desa Poncosari, Kecamatan Srandakan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Jarak yang harus ditempuh dengan menggunakan kendaraan bermotor adalah sekitar 45 menit dari pusat Kota Yogyakarta. Desa Poncosari kini dikenal dengan wisata pantainya, yang akhir-akhir ini banyak menjadi favorit bagi wisatawan, terutama wisatawan lokal. Beberapa pantai yang sering dikunjungi di Desa Poncosari adalah Pantai Baru, Pantai Kuwaru, dan Pantai Pandansimo.

Batas administratif Desa Poncosari sebelah barat adalah Kabupaten Kulon Progo dengan Sungai Progo menjadi perbatasan. Lalu batas sebelah utara adalah Desa Trimurti, Kecamatan

Srandakan dan batas sebelah timur adalah Desa Gadingsari, Kecamatan Sanden. Sedangkan sebelah selatan merupakan Samudera Hindia. Desa Poncosari terdiri dari 24 dusun. Salah satu dusun yang ada adalah Dusun Ngentak, dimana terdapat Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (PLTH) terbesar di Indonesia, yang diprakarsai oleh Kementrian Negara Riset dan Teknologi. Pantai Pandansimo juga telah resmi mengaplikasikan konsep *'Zero Waste*' yang diresmikan oleh Bupati Bantul, Hj. Sri Surya Widati pada tahun 2013.

3.1.2 Produksi Biogas Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta

Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta memiliki kelompok ternak yang disebut dengan Kelompok Ternak Pandan Mulyo. Kelompok ternak ini memiliki populasi sapi sebanyak 150 ekor dengan jumlah kandang sebayak 150 unit yang dikelola secara bersama. Dari 150 unit kandang yang ada, hanya 75 unit kandang yang dimanfaatkan dikarenakan berkurangnya populasi sapi. Pada awal mula populasi sapi sebanyak 350 ekor dan kini menjadi 150 ekor. Dari sekian jumlah populasi sapi yang ada, tentu saja sapi-sapi tersebut dapat menghasilkan kotoran dengan jumlah berton-ton. Berawal dari hal tersebut, maka Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta dengan bantuan dari Menteri Lingkungan Hidup membangun sebuah bangunan dimana digunakan untuk mengolah kotoran sapi menjadi biogas.

Pembuatan tempat pengolahan biogas ini masih satu lokasi dengan peternakan tersebut. Pengolahan biogas didesain dengan 4 unit digester. Pengisian digester dilakukan setiap seminggu sekali. Hasil produksi biogas kemudian disalurkan ke 90 warung yang ada disekitar area pantai baru Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta dengan tarif pembayaran Rp. 10.000,- per warung dalam setiap bulanya.

Kondusi sekarang ini adalah pendistribusian gas dari lokasi produksi biogas ke warung-warung tersebut sudah tidak memungkinkan lagi dikarenakan terjadinya sumbatan dan kerusakan pada pipa saluran yang menuju konsumen. Produksi di lokasi masih berjalan namun tidak efektif seperti dulu. Hanya saja sekarang ini lebih difokuskan untuk studi dan sarana penelitian saja.

Berikut merupakan kondisi peternakan Pandan Mulyo Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3. 2 Peternakan Sapi Pandan Mulyo

Berikut merupakan tempat pengolahan kotoran sapi menjadi biogas dapat dilihat pada gambar 3.3



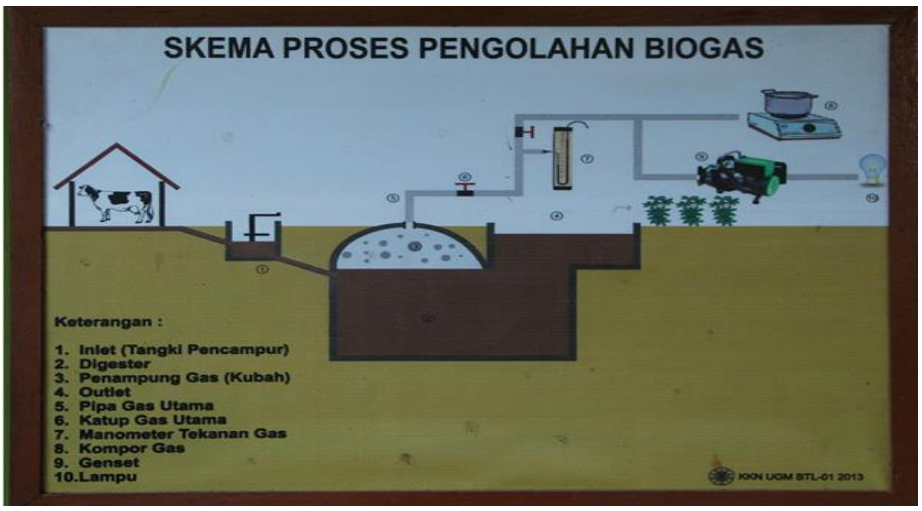
Gambar 3. 3 Tempat Produksi Biogas

3.1.3 Sistem Produksi Biogas

Proses produksi biogas diawali dengan mengencerkan kotoran ternak dengan air dengan perbandingan 1:1. Air yang berlebihan dalam sistem dapat menghambat saluran biogas, menurunkan tingkat panas api, dan membuat api berwarna merah. Pengadukkan dapat dilakukan setiap waktu tertentu untuk mencegah pengendapan padatan pada dasar tangki.

Kotoran yang sudah dicampur air diteruskan ke dalam digester sampai menutup saluran masukkan dan keluaran, kemudian tunggu selama kurang lebih 10-40 hari [8]. Kemudian selanjutnya pengisian digester dapat dilakukan setiap dua kali dalam sehari yaitu pagi dan sore. Gas pertama kali dihasilkan harus dibuang karena karena didominasi gas CO_2. Berikutnya, produksi biogas dapat dilaksanakan dengan normal sehingga produksi gas CH_4 akan menigkat

dan gas CO_2 akan menurun dengan persentase 54 %:27 %. Selanjutnya biogas dapat dihubungkan ke kompor atau generator listrik. Gas yang dihasikan sangat baik untuk pembakaran karena mampu manghasilkan panas yang cukup tinggi, apinya berwarna biru, tidak berbau, tidak berasap [9]. Berikut ini merupakan skema proses produksi biogas dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar 3. 4 Skema Produksi Biogas

3.1.4 *Break Event Point I* (BEP)

BEP merupakan suatu keadaan dimana suatu perusahaan di dalam posisinya tidak mengalami keuntungan dan kerugian. Hal ini dapat terjadi apabila dalam operasinya menggunakan biaya tetap dan volume penjualan hanya untuk menutupi biaya tetap dan biaya variabel. Apabila penjualan hanya cukup untuk menutupi biaya variabel dan sebagian biaya tetap, maka perusahaan menderita kerugian. Sedangkan apabila penjualan melebihi biaya penjualan dan biaya tetap yang harus dikeluarkan maka perusahaan mengalami keuntungan.

Adapun komonen perhitungan biaya pada BEP adalah sebagai berikut:

1. Biaya Tetap (*Fixed Cost)*

Biaya tetap merupakan biaya yang nilainya cenderung stabil tanpa dipengaruhi oleh unit yang diproduksi. Jadi komponen yang satu ini konstan ada atau muncul saat produksi berlangsung ataupun saat produksi tidak dilakukan oleh perusahaan. Contoh biaya tetap pada perusahaan adalah biaya tenaga kerja, biaya penyusutan mesin, biaya air, dan lain sebagainya.

2. Biaya Variabel (*Variable Cost*)

Biaya variabel merupakan biaya yang besar nilainya tergantung pada kuantitas unit atau barang yang diproduksi. Jadi komponen yang satu ini merupakan biaya per unit yang sifatnya

tidak tetap atau berubah-ubah sesuai dengan tindakan produksi yang berlangsung. Jadi misalkan saja jika produksi berhenti maka biaya variabel menurun atau tidak ada dan jika produksi meningkat maka biaya variabel juga akan ikut meningkat. Beberapa contoh biaya variabel adalah biaya bahan baku, biaya listrik, dan lain sebagainya.

3. Harga Jual (*Selling Price*)

Harga jual merupakan harga jual listrik yang diproduksi oleh perusahaan. Harga jual ini perlu untuk diketahui karena termasuk dalam rumus penghitungan *Break Event Point*.

Berikut merupakan rumus untuk mencari nilai BER berdasarkan penjualan.

$$\text{BEP} = \frac{FC}{(VC/P)}$$

Dimana;

FC adalah *Fixed Cost* atau Biaya Tetap

P adalah *Price* Per Unit atau Harga per unit

VC adalah *Variable Cost* atau Biaya Variabel

BAB 4
HASIL DAN ANALISA

4.1 Potensi Biogas di Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarata

Seperti yang sudah disebutkan pada penjelasan sebelumnya, bahwa kotoran hewan yang digunakan sebagai bahan baku penghasil biogas di lokasi penelitian yaitu berasal dari kotoran sapi. Kelompok ternak Pandan Mulyo, Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta memiliki 150 ekor sapi (1 ekor sapi dapat menghasilkan 25 kg kotoran), dimana satu ekor sapi dapat menghasilkan biogas 0,94 m^3 / hari, sehinggga jika dikalkulasikan, biogas yang dihasilkan dari peternakan sapi tersebut adalah sebesar 141 m^3/ hari.

Diketahui bahwa 1 m^3 biogas dapat membangkitkan tenaga listrik sebesar 1,24 kWh [10] sehingga untuk 141 m^3 biogas dapat membangkitkan energi sebesar:

Besar energi = volume biogas x energi yang dibangkitkan per m^3

= 141 m^3 x 1,24 kWh

= 174,84 kWh.

Daya = 174,84 kWh : 24 Jam

= 7,285 kW

Jadi secara teoritis besar energi biogas di Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantuk, Yogyakarta adalah sebesar 174,84 kWh dengan daya yang dihasilkan sebesar 7,285 kW per hari.

4.2 Generator Biogas

Generator biogas merupakan mesin listrik yang digunakan untuk membangkitkan energi listrik yang berbahan bakar biogas. Adapun spesifikasi generator biogas yang akan digunakan adalah:



Gambar 4. 1 Generator Set Biogas

Tabel 4. 1 Spesifikasi Generator Set Biogas

Features	Single Cylinder
	4-Stroke
	OHV
	Force Air-Cooled
	Single Phase Ac Synchronization with Brush Alternator
AC Voltage	230V
AC Output/Max	Running Power : 1200 watt
	Peak Power :
Frequency	50/60 Hz
Starting System	Recoil Start/Electric Start
Fuel	Biogas
Fuel Capacity	0.55 Liter
Weight	65 Kg
Other	Min. Fuel Consumption : 1.46m^3 /hour

Dengan asumsi generator biogas akan dioperasikan selama 24 jam dalam sehari, maka energi keluaran dari pembangkit listrik berbasis biogas ini adalah:

Energi = Daya x Waktu

= 1200 watt x 24 Jam

= 28.800 Wh.

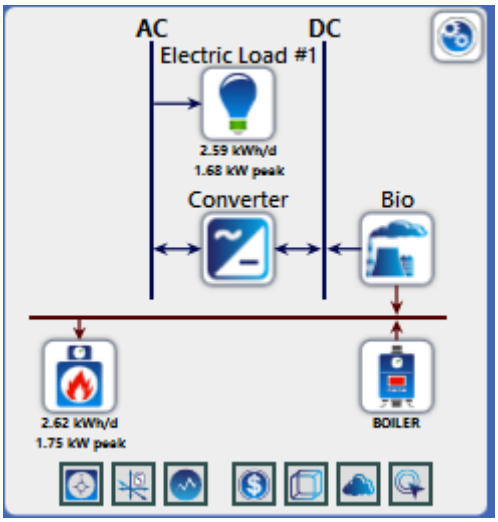
Kemampuan digester dengan daya 7.285 watt mampu untuk generator dengan kapasitas 1200 Watt. Bila diketahui mesin generator dengan kapasitas 1.200 watt dengan kemampuan digester 7.285 watt, maka digester dapat menampung gas selama 6,07 hari.

Adapun biogas yang dibutuhkan untuk menyalakan genset selama 24 jam berdasarkan minimal konsumsi biogas yang tertera pada spesifikasi genset (1,46m^3/hour) adalah = 24 jam x 1,46m^3/hour = 35,04m^3/hari.Sementara itu gas yang dihasilkan 150 ekor sapi adalah 141 m^3 dalam 24 jam. Jadi proses pembentukan biogas untuk menggerakkan generator minimal 35,04 m^3 untuk pemakaian 24 jam, diperlukan waktu selama $\frac{35.04\ m3}{141\ m3}$ = 0,248 hari = 0,25 hari.

Lamanya genset beroperasi untuk volume biogas 141 m^3 dapat ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\frac{\text{volume produksi biogas}}{\text{biogas untuk genset}} = \frac{141}{1{,}46} = 98{,}57 \text{ hari.}$$

4.3 Analisis HOMER



Gambar 4. 2 Skematik rancangan pembangkit listrik biogas

Pada Gambar 4.2 terdapat beberapa komponen meliputi beban thermal, boiler, generator biogas, converter, dan beban AC. Fungsi beban thermal yaitu sebagai energi untuk memanaskan air pada boiler. Fungsi boiler pada rangkaian diatas yaitu sebagai wadah tempat terjadinya proses pemanasan air untuk menghasilkan uap panas. Fungsi generator yaitu sebagai pembangkit energi listrik. Fungsi converter yaitu merubah arus DC dari generator menjadi arus AC yang dapat digunakan oleh beban AC. Berikut merupakan proses sistematika pada Gambar 4.2.

1. Beban thermal memanaskan air pada boiler.
2. Air yang sudah dipanaskan pada boiler akan menghasilkan uap panas.
3. Uap panas tersebut diarahkan untuk memutar motor pada generator yang kemudian akan menimbulkan energi listrik yang bersifat DC.
4. Arus DC dari generator dialirkan menuju converter untuk dikonversikan menjadi arus AC.
5. Arus AC dialirkan ke beban.

4.4 Analisis Ekonomi

Nilai ekonomis sistem pembangkit listrik biogas diperlihatkan pada Tabel 4.2

Tabel 4. 2 Nilai Ekonomis Sistem Pembangkit Listrik Biogas

Kriteria Penilaian	Nilai
Total Produksi Energi (kWh) / tahun	1.535
NPC (Rupiah)	422.820.079
Cost of Energy (Rp/kWh)	30.775

Total produksi energi menggunakan sistem pembangkit listrik biogas menghasilkan daya sebesar 1.535 kWh/tahun. Hasil dari total produksi energi dapat dilihat pada Table 4.3 dan dihitung dengan menggunakan persamaan 2.2.

Tabel 4. 3 Data Total Produksi Energi per Tahun

Komponen	Produksi (kWh)
Generator	1.535

$$E_{tot.prod} = 1.535\ kWh$$

Net Present Costs sistem sebesar Rp 422.820.079. Hasil *Net Present Costs* dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan dihitung dengan menggunakan persamaan 2.3

Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan *Net Present Cost* Perangkat Lunak HOMER.

Component	Capital	Replacement	O&M	Fuel	Salvage	Total
Generic Biogas Generator	5.000.000	4.205.745	0	365.193.527	-3.729.812	370.669.459
HOMER Load Following	0	0	0	0	0	0
System Converter	10.000.000	0	1.000.000	0	0	1.736.637
Other	15.000.000	0	13.575.410	0	0	28.575.410
System	30.000.000	4.205.745	27.150.620	365.193.527	-3.729.812	422.820.079

$NPC = Rp\ 30.000.000 + Rp\ 4.205.745 + Rp\ 27.150.620 + Rp\ 365.193.527 - 3.729.812$

$NPC = \text{Rp } 422.820.079$

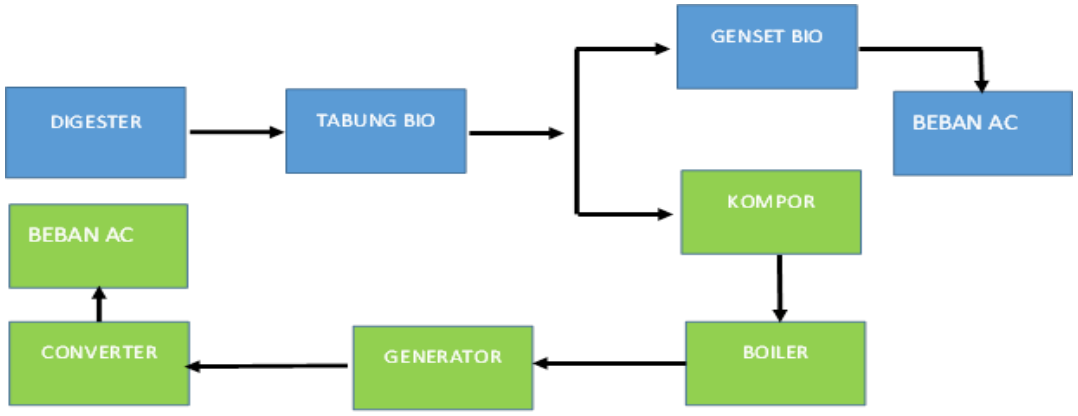
Cost of Energy sistem Rp 30.775/kWh. Data hasil total energi melayani beban dan biaya total per tahun yang digunakan untuk menghitung *Cost of Energy* dapat dilihat pada Table 4.5 dan dihitung dengan menggunakan persamaan 2.4

Tabel 4. 5 Data Total Energi Melayani Beban dan Biaya per Tahun

Kriteria Penilaian	Nilai
Total Energi Melayani Beban (kWh/tahun)	946
Biaya total tahunan (Rp)	31.146.485

$$COE = \frac{\text{Rp } 31.146.485}{946 \text{ kWh}} = \text{Rp } 32.924{,}4/\text{kWh}$$

4.5 Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Berbasis Biogas



Gambar 4. 3 Skema Sistem Pembangkit Listrik Biogas

Berdasarkan Gambar 4.3 dapat dijelaskan bahwa digester merupakan tempat produksi biogas. Biogas kemudian diarahkan menuju penampungan tabung biogas. Biogas dapat dijadikan sebagai bahan bakar 'Genset Biogas' yang kemudian akan membangkitkan listrik untuk beban AC. Dan atau biogas dari tabung biogas digunakan sebagai energi untuk menyalakan api kompor yang kemudian akan memanaskan air pada boiler. Air yang sudah dipanaskan akan menimbulkan uap dan tekanan sehingga mampu menggerakkan generator. Dari hasil putaran generator menimbulkan arus DC yang kemudian akan dijadikan sebagai arus AC oleh converter dan selanjutkan dapat disalurkan ke beban AC (lampu).

Adapun spesifikasi komponen pembangkit diatas yaitu:

No	Komponen	Spesifikasi	Volume	Harga (Rp)
1	Digester	Jenis : *fixed-dome*/ 2.000kg (capacity) Bahan : adukan bata dan semen	4 unit	6.000.000
2	Tabung Bio	Jenis : tandon air (145m^3) Bahan : plastik	1 unit	3.000.000
3	Genset Bio	AC voltage : 230 V AC out/max : 1,2 kW (running power), 1,3 Kw (peak power) Frek : 50/60 Hz Fuel : Biogas/0,55 liter (capacity)	1 unit	5.000.000

4.5.1 Biaya Investasi

Biaya investasi adalah biaya awal yang dikeluarkan untuk melengkapi sarana dan prasarana dalam mewujudkan suatu proyek. Pada pembangunan instalasi biogas, biaya investasi dikeluarkan secara keseluruhan pada awal proyek. Secara umum, umur ekonomis dari instalasi biogas adalah selama 15 tahun.

Tabel 4.1 Perkiraan biaya investasi instalasi pembangkit listrik berbasis biogas.

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga (Rp)
1	Instalasi Biogas	1	Unit	9.000.000
2	Generator Set	1	Unit	5.000.000
Total biaya				14.000.000

4.5.2 Biaya Operasional Perawatan

Biaya operasional umumnya terdiri dari biaya tenaga kerja dan biaya perawatan, yaitu antara lain mencakup:

1. Air untuk membersihkan dan mencampur kotoran pada digester.
2. Pengawasan dan pemeliharaan.
3. Penyimpanan dan pembuangan limbah kotoran kering.
4. Administrasi.

Tabel 4.2 Perkiraan biaya operasional dan perawatan pembangkit biogas.

No	Uraian	Volume	Satuan	Nominal/bulan (Rp)
1	Gaji pegawai	2	Orang	1.200.000
2	Biaya PAM	1	Unit	500.000
Total biaya				1.700.000

4.6 Analisa *Break Event Point* (BEP)

Penghitungan *Break Even Point* menggunakan rumus berdasarkan penjualan ini digunakan untuk mengetahui berapa rupiah nilai penjualan yang harus diterima untuk bisa mendapatkan titik impas ini. Berikut ini adalah perhitungan *Break Even Point* berdasarkan penjualan.

Jika diketahui nilai biaya tetap (*fixed cost*) pada perancangan ini yaitu mengacu pada harga gas per kilogram sebesar Rp. 8000,- dan harga jual listrik (*prize cost*) dari mesin konversi biogas-listrik per kWh dalam setiap bulan adalah sebesar Rp. 10000,- sedang harga variabel (*variable cost*) yaitu merupakan harga rumput per ikat sebesar Rp. 2000,-. Sehingga perhitungan BEP berdasarkan persamaan adalah sebagai berikut:

$$\text{BEP} = \frac{8000}{(10000/2000)} = 1$$

BAB 5
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan dapatkan disimpulkan bahwa:

1. Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta dengan populasi sapi 150 ekor berpotensi menghasilkan biogas sebesar 141 m^3 dengan potensi energi listrik yang dihasilkan 174,84 kWh dan daya yang dihasilkan sebesar 7,285 kW.
2. Pemilihan generator set biogas dengan kapasitas 1,2 kW cocok digunakan sebagai mesin konversi energi biogas menjadi energi listrik dalam sistem pembangkit sederhana dan pada sistem pembangkit HOMER menggunakan generator 2 kW.
3. Sistem pembangkit sederhana (Digester-biogas-Genset Biogas 1.200W-listrik) yang diasumsikan akan beroperasi selama 24 jam dalam sehari dapat membangkitkan energi sebesar 28,8 kWh sedangkan pada sistem pembangkit HOMER (*Thermal*-Boiler-Generator Bio 2 kW-Converter 10 kW-beban listrik) sebesar 4,26 kWh.
4. Investasi pembangunan Sistem pembangkit sederhana (Digester-biogas-Genset Biogas 1.200W-listrik) akan lebih mudah terealisasikan dibanding dengan pembangunan sistem pembangkit HOMER (*Thermal*-Boiler-Generator Bio 2 kW-Converter 10 kW-beban listrik) dengan pertimbangan harga yang cukup tinggi.

5.2 Saran

Adapun saran dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk pembangunan sistem pembangkit listrik berbasis biogas di Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta, akan lebih efisien dan ekonomis dengan sistem pembangkit sederhana (Digester-biogas-Genset Biogas 1.200W-listrik) dibandingkan dengan sistem pembangkit HOMER (*Thermal*-Boiler-Generator Bio 2 kW-Converter 10 kW-beban listrik).
2. Perlu diadakannya studi lebih lanjut tentunya dengan parameter berbeda mengenai sistem pembangkit listrik berbasis biogas di Dusun Ngentak, Poncosari, Srandakan, Bantul, Yogyakarta agar pembangunan pembangkit dapat terealisasikan sehingga mampu disalurkan ke masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Dianawati and S. L. Mulijanti, "Peluang Pengembangan Biogas di Sentra Sapi Perah," *J. Litbang Pertan.*, vol. 34, no. 3, pp. 125–134, 2015.

[2] A. Yulianto, "Studi Potensi Pemanfaatan Biogas Sebagai Pembangkit Energi Listrik," vol. 2, pp. 83–89, 2010.

[3] R. Arnando, "Studi Analisis Daya Pembangkit Listrik Biogas Dari Kotoran Sapi dan Manusia Di Pondok Pesantren," vol. 3, no. 2, pp. 136–146, 2015.

[4] Pemerintah RI, "UU No 30 Tahun 2007 Tentang Energi," *10 Agustus*, pp. 1–27, 2007.

[5] K. S. Dinas Pekerjaan Umum *et al.*, "Pengembangan Biogas Dalam Rangka Pemanfaatan Energi Terbarukan Di Desa Jetak Kecamatan Getasan Kabupaten Semarang," *Skripsi*, vol. 2, no. 2, pp. 1–13, 2015.

[6] T. Haryati, "Biogas : limbah peternakan yang menjadi sumber energi alternatif," *Wartazoa*, vol. 16, no. 3, pp. 160–169, 2006.

[7] T. Lambert, P. Gilman, and P. Lilienthal, "Micropower System Modeling with Homer," *Integr. Altern. Sources Energy*, pp. 379–418, 2006.

[8] A. Schievano, M. Pognani, G. D'Imporzano, and F. Adani, "Predicting anaerobic biogasification potential of ingestates and digestates of a full-scale biogas plant using chemical and biological parameters," *Bioresour. Technol.*, vol. 99, no. 17, pp. 8112–8117, 2008.

[9] B. Pengkajian and T. Pertanian, "PEMANFAATAN LIMBAH KANDANG DAN NILAI KABUPATEN KULON PROGO (Use of Manure and its Economic Value in Horticultur Plants on Sandy Soil in Galur Subdistrct , Kulon Progo District)," pp. 718–723, 2008.

[10] L. L. Kasisira and N. D. Muyiiya, "Assessment of the Effect of Mixing Pig and Cow Dung on Biogas Yield," *CIGR Ejournal*, vol. XI, no. 2003, pp. 1–7, 2009.

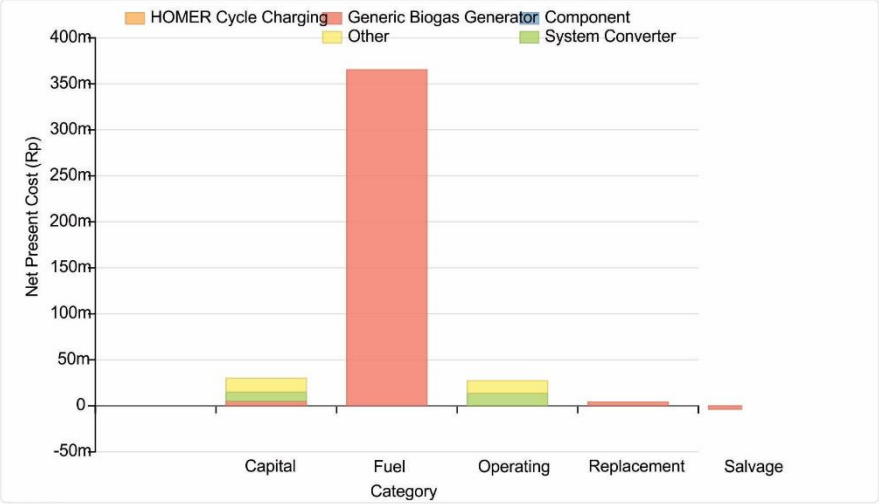
LAMPIRAN

System Report

System architecture

Generator	Generic Biogas Generator	2	kW
Converter	System Converter	10	kW
Dispatch Strategy	HOMER Cycle Charging		

Cost summary



Cost Summary

Total net present cost	422820079Rp
Levelized cost of energy	30775.173Rp/kWh

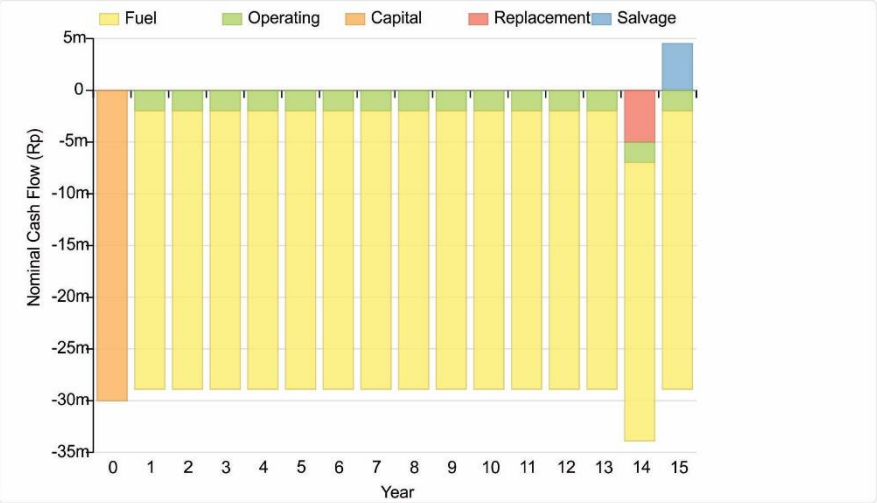
Net Present Costs

Component	Capital	Replacement	O&M	Fuel	Salvage	Total
Generic Biogas Generator	5,000,000	4,205,745	0	365,193,527	-3,729,812	370,669,459
HOMER Cycle Charging	0	0	0	0	0	0
System Converter	10,000,000	0	13,575,210	0	0	23,575,210
Other	15,000,000	0	13,575,410	0	0	28,575,410
System	30,000,000	4,205,745	27,150,620	365,193,527	-3,729,812	422,820,079

Annualized Costs

Component	Capital	Replacement	O&M	Fuel	Salvage	Total
Generic Biogas Generator	368,318	309,811	0	26,901,501	-274,752	27,304,878
HOMER Cycle Charging	0	0	0	0	0	0
System Converter	736,637	0	1,000,000	0	0	1,736,637

Component	Capital	Replacement	O&M	Fuel	Salvage	Total
Other	1,104,955	0	1,000,015	0	0	2,104,970
System	2,209,911	309,811	2,000,015	26,901,501	-274,752	31,146,485

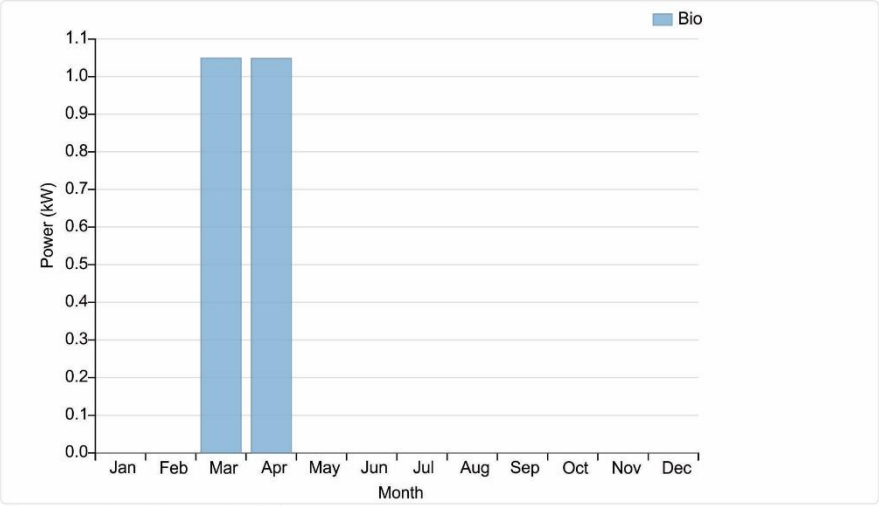


Electrical

Quantity	Value	Units
Excess electricity	484	kWh/yr
Unmet load	0	kWh/yr
Capacity shortage	0	kWh/yr
Renewable fraction	0	

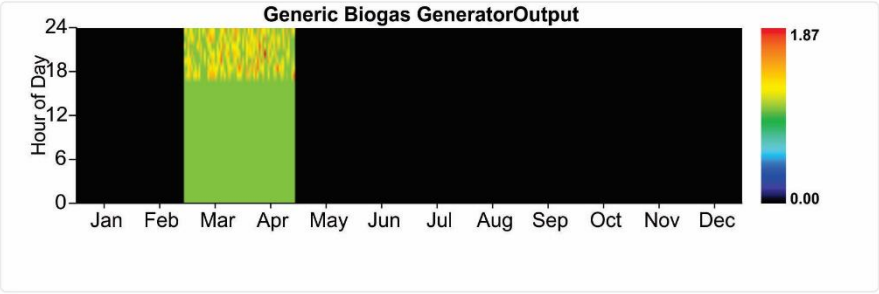
Component	Production(kWh/yr)	Fraction (%)
Generator	1,535	100
Total	1,535	100

Load	Consumption(kWh/yr)	Fraction (%)
AC primary load	946	100
DC primary load	0	0
Total	946	100



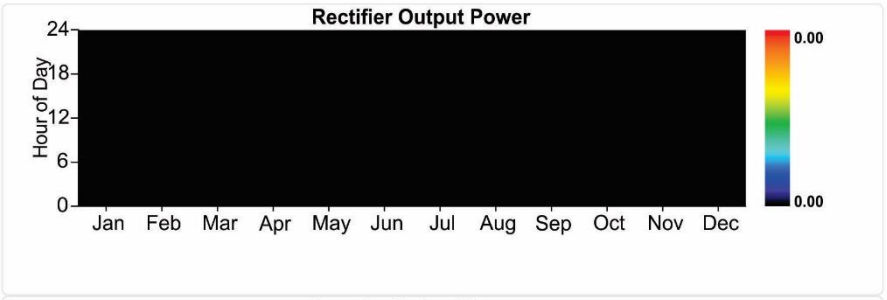
Generator:Generic Biogas Generator

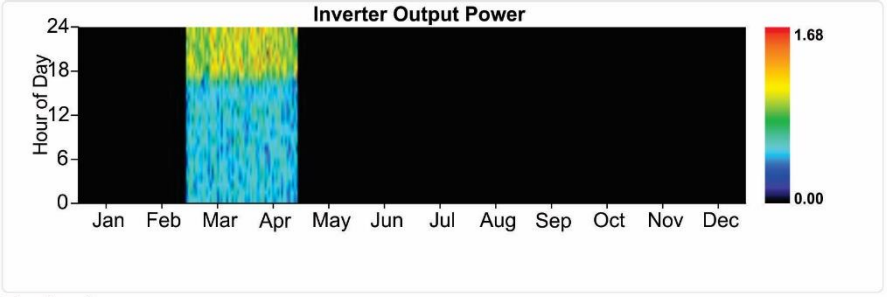
Quantity	Value	Units
Hours of operation	1464	hrs/yr
Number of starts	1	starts/yr
Operational life	14	yr
Fixed generation cost	1850.00	Rp/hr
Marginal generation cost	16000.00	Rp/kWh
Electrical production	1535	kWh/yr
Mean electrical output	1	kW
Min. electrical output	1	kW
Max. electrical output	2	kW
Fuel consumption	3363	L/yr
Specific fuel consumption	2.19	L/kWh
Fuel energy input	14796	kWh/yr
Mean electrical efficiency	10	%



Converter

Quantity	Inverter	Rectifier	Units
Capacity	10	9	kW
Mean output	0	0	kW
Minimum output	0	0	kW
Maximum output	2	0	kW
Capacity factor	1	0	%
Hours of operation	1,464	0	hrs/yr
Energy in	1,051	0	kWh/yr
Energy out	946	0	kWh/yr
Losses	105	0	kWh/yr





Emissions

Pollutant	Emissions	Units
Carbon dioxide	5067	kg/yr
Carbon monoxide	7	kg/yr
Unburned hydrocarbons	0	kg/yr
Particulate matter	0	kg/yr
Sulfur dioxide	18	kg/yr
Nitrogen oxides	4	kg/yr

HOMER Energy, LLC © 2018