

ramah lingkungan. Salah satu sumber energi terbarukan yang berasal dari sumber daya alam hayati adalah biogas. Biogas adalah gas yang dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme pada kondisi yang relatif kurang oksigen (anaerob). Sumber bahan baku untuk menghasilkan biogas yang utama adalah kotoran ternak sapi, kerbau, babi, kuda dan unggas, dapat juga berasal dari sampah organik. Namun sampai saat ini pemanfaatan limbah kotoran ternak sebagai sumber bahan bakar dalam bentuk biogas ataupun bioarang sangat kurang karena teknologi dan produk tersebut merupakan hal yang baru di masyarakat. Padahal biogas merupakan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan terbarukan, dapat dibakar seperti gas elpiji (LPG) dan dapat digunakan sebagai sumber energi penggerak generator listrik. Prospek pengembangan teknologi biogas ini sangat besar terutama di daerah pedesaan dimana sebagian besarnya masyarakat bekerja dibidang peternakan dan pertanian. Pada umumnya masyarakat yang berprofesi sebagai petani mempunyai hewan ternak seperti unggas, kambing, sapi, kerbau, dll. Selama ini limbah kotoran ternak hanya dimanfaatkan sebagai pupuk itupun kurang optimal. Limbah kotoran ternak yang menumpuk menimbulkan efek pencemaran seperti pencemaran terhadap air tanah, pencemaran terhadap udara, dan memicu timbulnya efek rumah kaca. Untuk itu dikembangkan teknologi baru untuk memanfaatkan dan menaikkan nilai keekonomisan dari limbah tersebut salah satunya dengan jalan memanfaatkannya sebagai bahan baku pembuatan biogas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat ditarik suatu rumusan masalah yaitu :

1. Bagaimana pengaruh penambahan 0,15 liter EM4 (*Effective Microorganism*) biogas sebagai bahan bakar motor stirling sebagai pembangkit listrik
2. Bagaimana pengaruh penambahan 0,25 liter EM4 (*Effective Microorganism*) biogas sebagai bahan bakar motor stirling sebagai pembangkit listrik

3. Bagaimana pengaruh penambahan 0,35 liter EM4 (*Effective Microorganism*) biogas sebagai bahan bakar motor stirling sebagai pembangkit listrik
4. Berapa tegangan listrik yang di hasilkan menggunakan bahan bakar biogas
5. efisiensi penggunaan biogas pada motor stirling sebagai pembangkit listrik

1.3 Batasan Masalah

1. Penelitian pengaruh penambahan EM4 (*Effective Microorganism*) pada pembuatan biogas untuk pembangkit listrik pada motor stirling dilakukan di bengkel Kreativitas Mahasiswa Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang
2. Biogas yg di gunakan terbuat dari bahan baku kotoran sapi dengan penambahan stater menggunakan EM4 (*Effective Microorganism*).
3. Mesin stirling yang di gunakan tipe gamma
4. Pengujian yang di lakukan meliputi:
 - a) Efisiensi
 - b) Tegangan listrik yang di hasilkan dari generator
4. Pembuatan biogas dengan penambahan EM4 dengan Variasi penambahan EM4(*Effective Microorganism*) pada masing masing komposisi 1. 0,15liter, Komposisi 2 0,25 liter, Komposisi 3 0,35liter

1.4 Tujuan Peneltian

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan 0,15 liter EM4 (*Effective Microorganism*) terhadap pembuatan biogas sebagai bahan bakar Motor Stirling
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan 0,25 liter EM4 (*Effective Microorganism*) terhadap pembuatan biogas sebagai bahan bakar Motor Stirling
3. Untuk mengetahui pengaruh penambahan 0,35 liter EM4 (*Effective Microorganism*) terhadap pembuatan biogas sebagai bahan bakar Motor Stirling

4. Untuk mengetahui tegangan generator pada motor stirling yang memakai bahan bakar biogas
5. Untuk mengetahui efisiensi penggunaan biogas pada motor stirling sebagai pembangkit listrik

1.5 Hipotesis Penelitian

- Fermentasi kotoran sapi menghasilkan gas metan (CH_4) dengan kualitas optimal
- Didapatkan perbandingan antara stater EM4 dengan campuran air guna menghasilkan biogas yang optimal

1.6 Manfaat Penelitian

1. Hasil dari penelitian ini dapat di pakai sebagai acuan dalam membuat energi terbarukan
2. Mengurangi limbah yang ada lingkungan
3. Biogas yang di hasilkan dapat di jadikan sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar fosil

1.7 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat yang diberikan dari hasil pengujian

BAB II DASAR TEORI

Memberikan penjelasan tentang energi alternatif

BAB III METODE PENELITIAN

Menerapkan rancangan penelitian yang akan dilakukan untuk memperoleh data

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN

Merupakan uraian dari data yang berkaitan dengan hasil penelitian dan dibahas berdasarkan fakta dari hasil penelitian yang telah dilakukan

BAB V KESIMPULAN

Merupakan hasil ringkasan dari proses penelitian yang dilakukan.
Kesimpulan mencakup hasil penelitian yang telah dilakukan.

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

1. Agus Haryanto, 2017

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui produksi biogas dari bahan campuran rumput gajah dan kotoran sapi. Rumput gajah berumur 2 bulan yang diperoleh dari petani di Gedong Tataan (Pesawaran) dicacah dengan panjang maksimum 5 cm. Kotoran sapi segar diambil dari Laboratorium di Jurusan Peternakan, Universitas Lampung. Rumput gajah (25 kg) diaduk rata dengan kotoran sapi (25 kg). Campuran ini lalu diencerkan dengan air pada tiga level pengenceran, yaitu 50 l (P1), 75 l (P2), dan 100 l (P3). Campuran dimasukkan ke dalam digester batch dari drum plastik dengan volume 220 liter dan ditutup rapat. Untuk kontrol hanya digunakan 25 kg kotoran sapi yang diencerkan dengan 25 l air. Semua perlakuan dilakukan dengan dua ulangan. Parameter yang diamati pada penelitian ini meliputi temperatur harian, pH awal dan akhir substrat, kandungan TS dan VS, volume biogas, produktivitas biogas dan komposisi biogas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai pH awal semua perlakuan berada pada kisaran normal yaitu 7,73, 8,08, 8,00, 7,20 berturut-turut untuk P1, P2, P3 dan kontrol; sedangkan pH akhir berturut-turut adalah 4,50, 4,62, 6,82, 7,30. Suhu harian rata-rata hampir sama untuk semua perlakuan yaitu 33,15 oC, 29,60 oC, 31,17 oC, dan 30,23 oC. Total dari produksi biogas adalah 439,42 l, 353,02 l, 524,32 l dan 519,27 l berturut-turut untuk P1, P2, P3, dan kontrol dengan produktivitas biogas secara berurutan adalah 42,20 l/kgTS, 33,91 l/kgTS, 50,38 l/kgTS, 72,42 l/kgTS dan produktivitas.

2. Denta sanjay, 2015

Teknologi biogas dengan konsep zero waste diharapkan bisa menjadi energi alternatif dan dapat mengurangi permasalahan lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya volume biogas per

kilogram dari masing-masing perbandingan kotoran ayam dan sapi. Penelitian dilakukan pada enam perlakuan yakni dengan penambahan kotoran ayam 0, 100, 300, 500, 700 dan 1000 gram. Proses fermentasi dilakukan menggunakan sistem batch dengan pengukuran gas setiap hari. Parameter yang diamati meliputi bahan organik, derajat keasaman (pH), suhu, volume biogas, produktivitas biogas, nyala api dan C/N rasio tiap perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara keseluruhan pH awal dan akhir pada penelitian cenderung mendekati netral. Hasil produksi biogas terbaik dihasilkan pada komposisi dengan penambahan kotoran ayam 50% yaitu sebesar 35.690 ml, dan nilai produktivitas biogas tertinggi sebesar 0,33 liter/g (volatile solid) dengan komposisi yang sama.

3. Abdul Mukhlis Ritonga, 2017

Biogas merupakan salah satu energi alternatif yang sekarang banyak dikembangkan. Selain murah, biogas juga ramah lingkungan. Metan (CH_4) merupakan unsur gas yang menentukan kualitas biogas. Bila biogas memiliki kadar metan yang tinggi maka biogas tersebut akan memiliki nilai kalor yang tinggi. Oleh karena itu kemurnian biogas tersebut penting. Sehingga perlu melakukan penelitian pemurnian biogas yang bertujuan untuk meningkatkan kadar gas metan (CH_4) dengan rancangan alat pemurni dan untuk meningkatkan nilai guna biogas. Metode yang dilakukan adalah adsorpsi menggunakan kombinasi arang aktif dan zeolit alam dengan perbandingan, 30 : 70 m/m, 50 : 50 m/m dan 70 : 30 m/m dengan waktu pemurnian selama 30, 60 dan 90 menit. Hasil penelitian diperoleh alat purifier biogas yang terbuat dari pipa paralon yang dilapisi fiber dengan dimensi panjang 60 cm dan diameter 10 cm. Semakin lama waktu pemurnian maka konsentrasi gas metan yang dihasilkan akan semakin tinggi yaitu pada lama pemurnian 90 menit. Kombinasi arang aktif dan zeolit dengan perbandingan 50 : 50 m/m merupakan kombinasi terbaik dalam melakukan pemurnian biogas.

4. Widodo, 2013

Mesin stirling merupakan suatu mesin kalor yang digerakkan melalui siklus kompresi dan ekspansi pada fluida kerja dalam wujud gas. Pada prinsip kerjanya ada 3 tipe mesin stirling yaitu tipe Alpha, tipe Beta dan tipe Gamma. Secara umum skema kerja mesin ini, pada suhu yang berbeda fluida kerja terjadi perbedaan tekanan yang dapat menimbulkan perubahan energi panas menjadi energi kerja mekanik. Metode penelitian ini dilakukan secara ekperimental yaitu suatu metode yang digunakan untuk menguji pengaruh dari suatu perlakuan atau desain baru dengan cara membandingkan desain tersebut dengan desain tanpa perlakuan sebagai kontrol atau pembanding. Melalui variasi parameter bebas yang meliputi putaran motor dan temperatur inlet water tanpa di lakukan pengulangan, selanjutnya tipe motor stirling yang di gunakan pada penelitian ini adalah tipe gamma dengan seri TD 295. Penelitian ini di lakukan dengan cara mengatur temperatur masukan air ke dalam sistem kemudian diambil nilai temperatur panas kerja pada engine dan temperatur air yang keluar dari sistem sekaligus jumlah rata – rata air yang masuk kedalam sistem tiap liter dalam menit. Dari hasil penelitian tersebut dapat di di simpulkan bahwa pada putaran motor 275 Rpm,temperatur masukan air 31,90 C dan flow rate 4,30 l/min menghasilkan daya output sebesar 569, 18 Watt.

3. Riyadi Prabowo Moekti, 2016

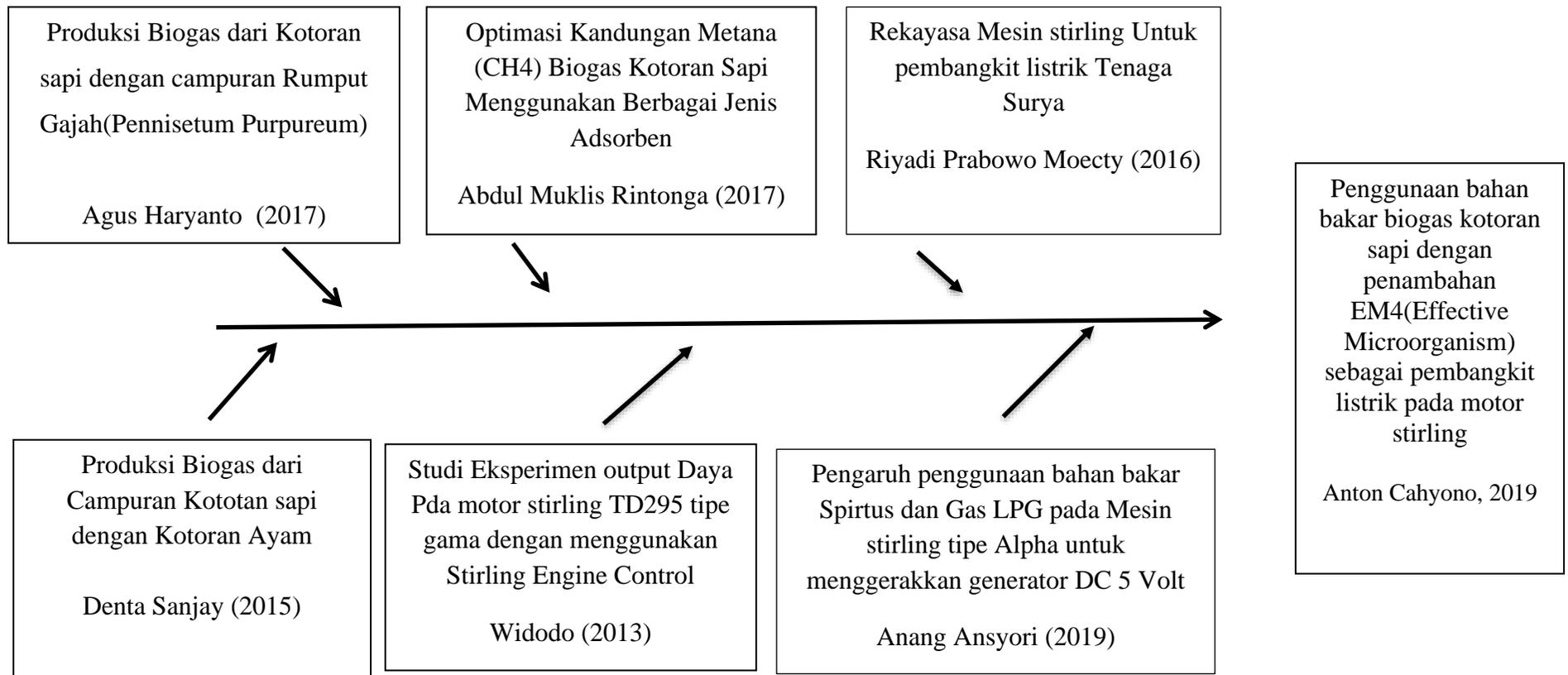
Riset ini merekayasa mesin stirling untuk menggerakkan generator sebagai pembangkit listrik tenaga surya (matahari) bertujuan untuk: (1) Menghasilkan desain mesin stirling (2) Memanufaktur mesin stirling sesuai dengan desain, (3) Merakit mesin stirling hasil proses manufaktur ke generator listrik yang akan mengubah energi gerak menjadi energi listrik, (4) Menguji performa mesin dan energi listrik yang dihasilkan dalam satuan watt (W). Semua tujuan tersebut untuk menghasilkan desain dan produk yang akan membangkitkan energi listrik dengan sumber yang terbarukan. Metode riset ini menggunakan konsep perancangan dengan beberapa tahapan, antara lain kebutuhan, definisi proyek, proyek dan penyusunan

spesifikasi teknis produk, perencanaan konsep produk, perancangan produk, hingga dokumen untuk pembuatan produk. Proses selanjutnya yaitu menganalisis kebutuhan, memperhatikan pertimbangan perencanaan, dan memperhatikan pula tuntutan perencanaan. Hasil mesin stirling yang telah dibuat manufakturnya sudah sesuai yang diharapkan. Akan tetapi ada beberapa kendala yang menyebabkan kurang maksimalnya kinerja mesin tersebut diantaranya yaitu piston terlalu sesak sehingga mengakibatkan fly wheel susah berputar. Hal ini dikarenakan diameter piston dengan diameter silinder toleransinya terlalu kecil. Selain itu pemilihan bahan untuk silinder yang kurang sesuai dapat mengakibatkan piston sesak. Kendala yang kedua yaitu plat yang dipakai untuk stang piston terlalu tipis sehingga pada saat kompresi berlangsung stang piston kocak dan mengakibatkan pergerakan piston dari TMA ke TMB ataupun dari TMB ke TMA tidak stabil.

4. Anang Ansyori, 2019

Perlu adanya inovasi untuk menciptakan sumber energi listrik salah satunya dengan mesin stirling tipe alpha, mesin kalor yang sistem kerjanya mengambil kalor dari luar silinder. Sumber kalor apapun, selama temperaturnya cukup tinggi, akan bisa menggerakkan motor stirling. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh penggunaan bahan bakar pada mesin stirling tipe alpha. Bahan bakar yang digunakan adalah Spiritus dan Gas LPG (Liquified Petroleum Gas). Dari dua bahan bakar tersebut akan diketahui mana yang akan menghantarkan panas lebih cepat sehingga putaran (Rpm) yang dihasilkan lebih besar dan akan berpengaruh pada Voltase dan daya output (mW) generator DC 5 Volt. Berdasarkan hasil penelitian, bahan bakar gas LPG memiliki kinerja lebih baik dibandingkan bahan bakar spiritus, dan menunjukkan perbedaan dimana dengan menggunakan gas LPG dengan waktu 7 menit menghasilkan temperatur ruang bakar 243 OC dan putaran 2432 Rpm, sedangkan untuk bahan bakar spiritus menghasilkan temperatur ruang bakar 211 OC dan putaran 1938 Rpm, dilihat dari Rpm bahwa gas LPG memiliki kinerja yang cukup baik dibandingkan dengan spiritus sehingga tegangan yang dihasilkan lebih

besar. Untuk proses pembakaran Spiritus mempunyai nyala api yang lebih bersih dibandingkan dengan gas LPG, gas LPG masih menimbulkan asap berwarna hitam sehingga perlu adanya bunner untuk memecah api agar warna pada gas LPG berwarna biru.



2.2 Diagram Road Map

Berikut disajikan Road Map mengenai penelitian sebelumnya dan penelitian yang akan dilakukan.

Gambar 2. 1Diagram Road Map

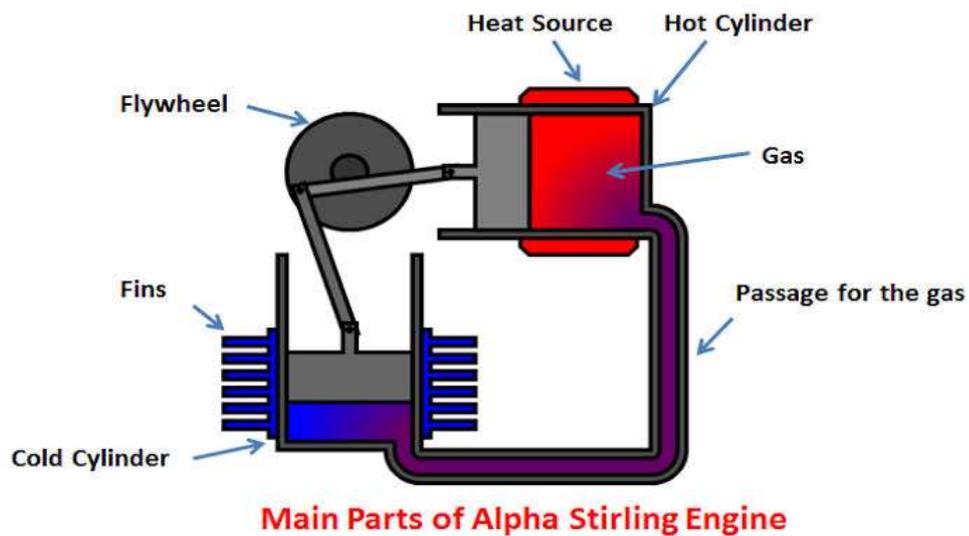
2.3 Mesin Stirling

Mesin stirling adalah salah satu mesin kalor yang unik karena efisiensi teoritisnya mendekati efisiensi teoritis maksimumnya, atau yang lebih kita kenal dengan efisiensi mesin carnot. Mesin stirling digerakkan oleh ekspansi gas ketika dipanaskan dan diikuti dengan kompresi gas ketika didinginkan. Mesin ini berisi sejumlah gas yang dipindahkan antara sisi dingin dan panas secara terus-menerus. Piston displacer memindahkan gas antara dua sisi tersebut dan piston power mengubah volume internal karena ekspansi dan kontraksi gas. Stirling engine sendiri memiliki beberapa tipe, diantaranya:

2.3.1 Macam macam mesin stirling

A. Alpha-type

Mesin stirling tipe alpha ini merupakan mesin stirling dengan 2 piston, dimana 2 piston ini sebagai hot-piston dan cold-piston. Dua piston ini dipisahkan oleh heater, regenerator, serta cooler. Dibandingkan dengan mesin stirling yang lain, tipe ini memiliki kelebihan pada desainnya yang lebih simpel, lebih mudah dalam perawatan serta perbaikannya. Namun justru membutuhkan material lebih banyak, dan efisiensinya yang lebih rendah bila dibandingkan dengan jenis mesin stirling lainnya. Sehingga sangat berguna untuk mesin yang besar dan tak bergerak (stationary)

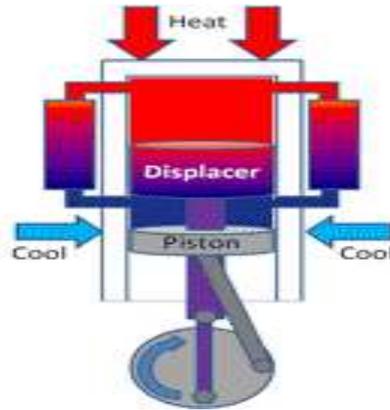


Gambar 2. 2Stirling engine type alpha

Sumber : www.google.com

B. Beta-type

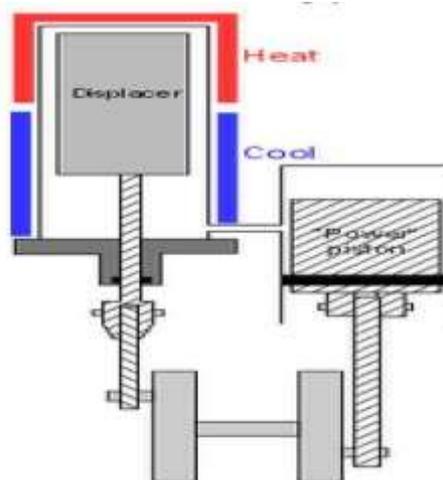
Mesin stirling tipe beta ini merupakan bentuk mesin stirling yang paling populer. Mesin stirling ini hanya memiliki satu buah piston power yang berada pada sebuah silinder sebagai displacer-piston. Dimana displacer piston ini tidak menghasilkan power dari proses expanding gas didalamnya, hanya menjalankan pergantian fluida kerja dari hot-heat exchanger ke cold-heat exchanger. Desain dari mesin stirling ini lebih kompleks dibanding mesin stirling lainnya. Perawatan serta perbaikannya juga lebih susah, namun tidak memerlukan komponen yang banyak dalam pembuatannya serta efisiensi yang paling tinggi. Sehingga mesin ini cocok untuk aplikasi kecil skala laboratorium.



Gambar 2. 2 Stirling engine type beta
 Sumber: www.google.com

C. Gamma-type

Sejatinya mesin stirling tipe Gamma ini hampir sama dengan mesin stirling tipe beta, namun piston powernya terpasang secara terpisah dari piston displacer. Desain yang seperti akan membuat rasio kompresinya lebih rendah, sehingga seringkali digunakan dalam mesin stirling dengan multi-cylinder.



Gambar 2. 3 Stirling engine type gamma
 Sumber: www.google.com

2.3.2 Prinsip kerja Mesin stirling

Cara kerja mesin ini memanfaatkan sifat dasar Udara yang akan memuai jika dipanaskan dan akan menyusut jika di dinginkan. Dengan demikian akan terjadi siklus pemuaiian dan penyusutan sehingga sebuah mesin dapat berputar. Dari definisi diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa sebuah mesin stirling akan bekerja atau berputar jika terdapat perbedaan temperatur. Mesin Stirling bekerja dengan urutan demikian :

1. Ruang udara dipanasi dari bawah, maka udara di dalam nya akan memuai dan menekan power piston ke atas.
2. Power piston menggerakkan crank shaft bersamaan dengan itu displacer akan berpindah tempat ke posisi paling atas, dengan melihat gambar, dengan adanya posisi displacer di bagian atas ruang udara, maka mayoritas udara di dalam ruang udara mengalami pemanasan. Sehingga terjadi kompresi lanjutan yang menyebabkan power piston terus bergerak hingga posisi puncak.
3. Saat power piston berada di posisi puncak maka dengan bantuan fly wheel, segera piston akan bergerak turun lagi, posisi displacer sudah berada di tengah, sehingga dengan demikian sebagian udara akan mengalami penyusutan yang mengakibatkan power piston terhisap ke bawah.
4. Hal ini terus berlangsung hingga posisi power piston ter-rendah di ikuti oleh pergerakan displacer ke tengah. 5. Dan begitu seterusnya, hal ini berlangsung juga dengan bantuan fly wheel yang menyimpan momen inersianya.

2.4 Biogas

Biogas adalah gas yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobik atau fermentasi dari bahan-bahan organik termasuk diantaranya, kotoran manusia dan hewan, limbah domestik (rumah tangga), sampah biodegradable atau setiap limbah organik yang biodegradable dalam kondisi anaerobik(Wikipedia).Biogas merupakan suatu campuran gas-gas yang

dihasilkan dari suatu proses fermentasi bahan organik oleh bakteri dalam keadaan tanpa oksigen (Prihandana & Hendroko, 2008).

Biogas juga merupakan gas yang dilepaskan jika bahan-bahan organik seperti kotoran ternak, kotoran manusia, jerami, sekam, dan daun-daun hasil sortiran sayur difermentasi atau mengalami proses metanisasi. Proses metanisasi menghasilkan gas yang kaya akan methane dan slurry. Gas methane dapat digunakan untuk berbagai sistem pembangkitan energi sedangkan slurry dapat digunakan sebagai kompos (Hambali, 2007).

Biogas yang dihasilkan oleh aktivitas anaerobik sangat populer digunakan untuk mengolah limbah biodegradable karena bahan bakar dapat dihasilkan ,sambil menghancurkan bakteri patogen dan sekaligus mengurangi volume limbah buangan. 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.

Pemanfaatan biogas memegang peranan penting dalam manajemen limbah karena metana merupakan gas rumah kaca yang lebih berbahaya dalam pemanasan global bila dibandingkan dengan karbon dioksida. Karbon dalam biogas merupakan karbon yang diambil dari atmosfer oleh fotosintesis tanaman, sehingga bila dilepaskan lagi ke atmosfer tidak akan menambah jumlah karbon diatmosfer bila dibandingkan dengan pembakaran bahan bakar fosil.

Jika biogas dibersihkan dari pengotor secara baik, ia akan memiliki karakteristik yang sama dengan gas alam. Jika hal ini dapat dicapai, produsen biogas dapat menjualnya langsung ke jaringan distribusi gas. Akan tetapi gas tersebut harus sangat bersih untuk mencapai kualitas pipeline. Air (H_2O), hidrogen sulfida (H_2S) dan partikulat harus dihilangkan jika terkandung dalam jumlah besar di gas tersebut. Jika biogas harus digunakan tanpa pembersihan yang ekstensif, biasanya gas ini dicampur dengan gas alam untuk

meningkatkan pembakaran. Biogas yang telah dibersihkan untuk mencapai kualitas pipeline dinamakan gas alam terbarui.

Gas metan ini sudah lama digunakan oleh warga Mesir, China, dan Roma kuno untuk dibakar dan digunakan sebagai penghasil panas. Sedangkan, proses fermentasi lebih lanjut untuk menghasilkan gas metan ini pertama kali ditemukan oleh Alessandro Volta (1776). Hasil identifikasi gas yang dapat terbakar ini dilakukan oleh Willam Henry pada tahun 1806. Dan Becham (1868), murid Louis Pasteur dan Tappeiner (1882), adalah orang pertama yang memperlihatkan asal mikrobiologis dari pembentukan metan.

Adapun alat penghasil biogas secara anaerobik pertama dibangun pada tahun 1900. Pada akhir abad ke-19, riset untuk menjadikan gas metan sebagai biogas dilakukan oleh Jerman dan Perancis. Selama Perang Dunia II, banyak petani di Inggris dan Benua Eropa yang membuat alat penghasil biogas kecil yang digunakan untuk menggerakkan traktor. Akibat kemudahan dalam memperoleh BBM dan harganya yang murah pada tahun 1950-an, proses pemakaian biogas ini mulai ditinggalkan.

Tetapi, di negara-negara berkembang kebutuhan akan sumber energi yang murah dan selalu tersedia selalu ada. Oleh karena itu, di India kegiatan produksi biogas terus dilakukan semenjak abad ke-19. Saat ini, negara berkembang lainnya, seperti China, Filipina, Korea, Taiwan, dan Papua Nugini, telah melakukan berbagai riset dan pengembangan alat penghasil biogas. Selain di negara berkembang, teknologi biogas juga telah dikembangkan di negara maju seperti Jerman.

Biogas ini sangat perlu di kembangkan dan mendapatkan dukungan dari pemerintah karena melihat pertumbuhan populasi penduduk dan menipisnya sumber cadangan minyak dunia serta permasalahan emisi dari bahan bakar fosil.

Disisi lain juga lonjakan harga minyak dunia akan memberikan dampak yang besar bagi pembangunan bangsa Indonesia. Konsumsi BBM yang mencapai 1,3 juta/barel tidak seimbang dengan produksinya yang nilainya sekitar 1 juta/barel sehingga terdapat defisit yang harus dipenuhi melalui impor. Menurut data ESDM (2006) cadangan minyak Indonesia hanya tersisa sekitar 9 miliar barel. Apabila terus dikonsumsi tanpa ditemukannya cadangan minyak baru, diperkirakan cadangan minyak ini akan habis dalam dua dekade mendatang.

Jika dilihat dari alasan-alasan di atas biogas sangat tepat di gunakan di Indonesia seperti dalam Peraturan presiden republik Indonesia nomor 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak. Kebijakan tersebut menekankan pada sumber daya yang dapat diperbaharui sebagai alternatif pengganti bahan bakar minyak.

Prinsip pembuatan biogas adalah adanya dekomposisi bahan organik secara anaerobik (tertutup dari udara bebas) untuk menghasilkan gas yang sebagian besar adalah berupa gas metan (yang memiliki sifat mudah terbakar) dan karbon dioksida, gas inilah yang disebut biogas. Proses dekomposisi anaerobik dibantu oleh sejumlah mikroorganisme, terutama bakteri metan. Suhu yang baik untuk proses fermentasi adalah 30-55°C, dimana pada suhu tersebut mikroorganisme mampu merombak bahan organik secara optimal.

Langkah pertama yang dilakukan dalam membuat biogas adalah kita harus membuat instalasi biogas. Instalasi biogas terdiri dari bangunan utama yaitu digester yang berfungsi untuk menampung gas metan hasil perombakan bahan organik oleh bakteri. Jenis digester yang paling banyak digunakan adalah model continuous feeding dimana pengisian bahan organiknya dilakukan secara kontinu setiap hari. Besar kecilnya digester tergantung pada kotoran ternak yang dihasilkan dan banyaknya biogas yang diinginkan. Lahan yang diperlukan sekitar 16 m². Untuk membuat digester

diperlukan bahan bangunan seperti pasir, semen, batu kali, batu koral, bata merah, besi konstruksi, cat dan pipa prolon.

Lokasi yang akan dibangun sebaiknya dekat dengan kandang sehingga kotoran ternak dapat langsung disalurkan kedalam digester. Disamping digester harus dibangun juga penampung sludge (lumpur) dimana sludge tersebut nantinya dapat dipisahkan dan dijadikan pupuk organik padat dan pupuk organik cair.

Setelah pengerjaan digester selesai maka mulai dilakukan proses pembuatan biogas dengan langkah langkah sebagai berikut:

Mencampur kotoran sapi dengan air sampai terbentuk lumpur dengan perbandingan 1:1 pada bak penampung sementara. Bentuk lumpur akan mempermudah pemasukan kedalam digester

Mengalirkan lumpur kedalam digester melalui lubang pemasukan. Pada pengisian pertama kran gas yang ada diatas digester dibuka agar pemasukan lebih mudah dan udara yang ada didalam digester terdesak keluar. Pada pengisian pertama ini dibutuhkan lumpur kotoran sapi dalam jumlah yang banyak sampai digester penuh.

Melakukan penambahan starter (banyak dijual dipasaran) sebanyak 1 liter dan isi rumen segar dari rumah potong hewan (RPH) sebanyak 5 karung untuk kapasitas digester 3,5 - 5,0 m². Setelah digester penuh, kran gas ditutup supaya terjadi proses fermentasi.

Membuang gas yang pertama dihasilkan pada hari ke-1 sampai ke-8 karena yang terbentuk adalah gas CO₂. Sedangkan pada hari ke-10 sampai hari ke-14 baru terbentuk gas metan (CH₄) dan CO₂ mulai menurun. Pada komposisi CH₄ 54% dan CO₂ 27% maka biogas akan menyala.

Pada hari ke-14 gas yang terbentuk dapat digunakan untuk menyalakan api pada kompor gas atau kebutuhan lainnya. Mulai hari ke-14 ini kita sudah bisa menghasilkan energi biogas yang selalu terbarukan. Biogas ini tidak berbau seperti bau kotoran sapi. Selanjutnya, digester terus diisi lumpur kotoran sapi secara kontinu sehingga dihasilkan biogas yang optimal

Pengolahan kotoran ternak menjadi biogas selain menghasilkan gas metan untuk memasak juga mengurangi pencemaran lingkungan, menghasilkan pupuk organik padat dan pupuk organik cair dan yang lebih penting lagi adalah mengurangi ketergantungan terhadap pemakaian bahan bakar minyak bumi yang tidak bisa diperbaharui.

Biogas merupakan salah satu energi alternatif yang sekarang banyak dikembangkan. Selain murah, biogas juga ramah lingkungan. Metan (CH_4) merupakan unsur gas yang menentukan kualitas biogas. Bila biogas memiliki kadar metan yang tinggi maka biogas tersebut akan memiliki nilai kalor yang tinggi. Oleh karena itu kemurnian biogas tersebut penting. Sehingga perlu melakukan penelitian pemurnian biogas yang bertujuan untuk meningkatkan kadar gas metan (CH_4) dengan rancangan alat pemurni dan untuk meningkatkan nilai guna biogas.

Biogas yang dihasilkan dari proses fermentasi limbah organik tidak memiliki kandungan gas yang 100 % bisa terbakar. Produk biogas terdiri dari metana (CH_4) 55-75 %, karbondioksida (CO_2) 25-45 %, nitrogen (N_2) 0-0,3 %, hidrogen (H_2) 1-5 %, hidrogen sulfida (H_2S) 0-3 %, oksigen (O_2) 0,1-0,5 %, dan uap air (Burke, 2001). Dari semua unsur tersebut yang berperan dalam menentukan kualitas biogas yaitu gas metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2). Kemurnian metana dari hasil biogas tersebut jadi penting karena akan mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan. Bila kadar CH_4 tinggi maka biogas tersebut akan memiliki nilai kalor yang tinggi. Sebaliknya jika kadar CO_2 yang tinggi maka akan mengakibatkan nilai kalor biogas tersebut rendah. Kandungan metana yang rendah memiliki kualitas nyala api yang rendah, hanya bisa dimanfaatkan sebagai bahan

bakar dalam kegiatan memasak. Untuk menaikkan kemanfaatan biogas sebagai energi terbarukan (renewable energy) perlu dilakukan tahapan pemurnian metana secara mudah dan murah. Dua kriteria suatu teknologi pemisahan akan dipilih jika pertimbangan secara teknis dan ekonomis mudah dilakukan (Mulder, 1996). Teknik pemurnian biogas dapat dilakukan dengan metode adsorpsi, yaitu pemisahan suatu gas tertentu dari campuran gas-gas dengan cara pemindahan massa kedalam suatu liquid yang mempunyai selektivitas pelarut yang berbeda dari gas yang akan dipisahkannya. Dengan sistem/alat pemurnian (purifikasi) metana, biogas dapat diaplikasikan sebagai sumber bahan baku energi untuk dikonversikan menjadi energi listrik dengan menggunakan co-generator sehingga dapat dimanfaatkan untuk kepentingan mensubstitusi bahan bakar minyak (BBM) yang semakin mahal. Beberapa penelitian yang sudah pernah dilakukan tentang pemurnian gas antara lain Wahono dkk, meneliti proses pemurnian biogas dengan menggunakan zeolite yang telah diaktivasi dengan larutan NaOH dan zeolite tersebut dimodifikasi dengan mencampurkan beberapa material seperti bentonit, kaolin lokal Semin – Gunung Kidul, gamping, tapioka/kanji, dan kitosan cair. Selain itu usaha lain yang juga pernah dilakukan untuk

peningkatan kualitas dan kuantitas biogas yaitu dengan penambahan karbon aktif dan penggunaan scrubber CO₂. Penambahan karbon aktif dalam bahan baku yaitu berupa kotoran sapi berfungsi untuk meningkatkan nisbah C/N, yang dapat memperbaiki proses pencernaan anaerob dan mendapatkan kondisi optimum dalam menghasilkan gas metan. Penelitian tersebut juga menggunakan scrubber CO₂ dengan larutan Ca(OH)₂, (air kapur) dan larutan KOH (Siharti, 1989).

2.5 EM4 (Effective Microorganism-4)

Perkembangan probiotik di Indonesia belum pesat, namun sudah mulai dikembangkan dan salah satu probiotik yang telah mampu diproduksi dalam negeri berupa media kultur berbentuk cairan yang dapat disimpan lama adalah EM4 (Effective Microorganisms-4). EM4 mengandung 90%

bakteri *Lactobacillus* sp. (bakteri penghasil asam laktat) pelarut fosfat, bakteri fotosintetik, *Streptomyces* sp, jamur pengurai selulosa dan ragi. EM4 merupakan suatu tambahan untuk mengoptimalkan pemanfaatan zat-zat makanan karena bakteri yang terdapat dalam EM4 dapat mencerna selulose, pati, gula, protein, lemak (Surung, 2008).

No	Jenis bakteri	Jumlah (sel/ml)
1	<i>Total plate count</i>	$2,8 \times 10^6$
2	Bakteri pelarut fosfat	$3,4 \times 10^5$
3	<i>Lactobacillus</i>	$3,0 \times 10^5$
4	<i>Yeast</i>	$1,95 \times 10^3$
5	<i>Actimoncites</i>	+

Tabel 2. 1 Jenis bakteri yang terkandung pada EM4(effective microorganism)
 Sumber: www.google.com

2.6 Generator

Generator merupakan alat yang memproduksi energi listrik dari sumber energi mekanik biasanya dengan menggunakan induksi elektro magnetik. Proses ini biasanya di kenal sebagai pembangkit listrik. Walau generator dan motor memiliki banyak kesamaan tetapi motor adalah alat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Generator mendorong muatan listrik untuk bergerak melalui sebuah sirkuit listrik eksternal, tetapi generator tidak menciptakan listrik yang sudah ada di dalam kabel lilitanya. Hal ini bisa di analogikan dengan sebuah pompa air yang menciptakan aliran air tetapi tidak menciptakan air di dalamnya. Sumber energi mekanik bisa berupa resiprokat maupun turbin mesin uap, air yang jatuh melalui sebuah turbin maupun kincir air, mesin pembakaran dalam , turbin angin, engkol tangan , energi surya atau matahari , udara yang di mampatkan.

2.7 Metode eksperimental

Metode eksperimental adalah sebuah percobaan yang dilakukan melalui perubahan-perubahan terencana terhadap variabel input suatu proses atau sistem sehingga dapat ditelusuri penyebab dan faktor-faktor sehingga

membawa perubahan pada output sebagai respon dari eksperimen yang telah dilakukan.

Metode penelitian ini diartikan sebagai metode yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan. Dalam hal ini penulis menggunakan kelas control variable sampel sebagai perbandingan maka penelitian ini juga bisa disebut eksperimen murni. Metode ini digunakan atas dasar pertimbangan bahwa sifat penelitian eksperimental yaitu mencoba sesuatu untuk mengetahui atau akibat dari suatu perlakuan. Disamping itu peneliti ingin mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat yang diselidiki atau diamati. Mengenai metode eksperimen ini Sugiono (2008:3) mengemukakan bahwa “secara umum metode penelitian diartikan sebagai cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Dan eksperimen menurut Sugiono (2008:107) adalah suatu penelitian yang digunakan untuk mencari perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan. Berdasarkan metode penelitian tersebut peneliti menggunakan metode eksperimen. Jadi metode penelitian eksperimen merupakan rangkaian kegiatan percobaan dengan tujuan untuk menyelidiki sesuatu hal atau masalah sehingga diperoleh hasil.

Oleh sebab itu dalam metode eksperimen harus ada faktor yang di ujikan, dalam hal ini faktor yang di ujikan adalah pengaruh penambahan EM4(*Effective miroorganism*) pada komposisi pembuatan biogas dengan 3 komposisi setiap komposisi berjumlah 3 sampel.

2.8 Konversi Energi Biogas Sebagai Pembangkit Listrik

Konversi energi biogas untuk pembangkit listrik dapat dilakukan dengan menggunakan gas turbine, microturbines dan Otto Cycle Engine. Pemilihan teknologi sangat dipengaruhi potensi biogas yang ada seperti konsentrasi gas metan maupun tekanan biogas, kebutuhan beban dan ketersediaan dana yang ada.

Tabel 2. 2 Konversi Energi GasMetan menjadi Energi Listrik

Jenis Energi	Setara Energi
1 Kg Gas Metan	6,13 x 10 ⁷ J
1 kWh	3,6 x 10 ⁶ J
1 m ³ Gas Metan Massa Jenis Gas Metan adalah 0,656 Kg/m ³	4,0213 x 10 ⁷ J
1 m ³ Gas Metan	11,17 kWh

Sumber : Renewable Energy Conversion, Transmision and Storage, Bent Sorensen (Juni 2007)

Berdasarkan tabel di atas 1 Kg gas metan setara dengan 6,13 x 10⁷ J, sedangkan 1 kWh setara dengan 3,6 x 10⁶ J. Untuk massa jenis gas metan 0,656 kg/m³ sehingga 1 m³ gas metan menghasilkan energi listrik sebesar 11,17 kWh.