

SKRIPSI

**STUDI POTENSI SAMPAH SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA SAMPAH (PLTSa) DI UNISMUH MAKASSAR**



SYAHRIAL S

10582125413

RAINI MUTMAINNA

10582128413

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2019**

**STUDI POTENSI SAMPAH SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBANGKIT
LISTRIK TENAGA SAMPAH (PLTsa) DI UNISMUH MAKASSAR**

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar sarjana
Program Studi Teknik Listrik
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik

Disusun dan diajukan oleh :

SYAHRIAL S

10582125413

RAINI MUTMAINNA

10582128413

PADA

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

MAKASSAR

2019



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: www.unismuh.ac.id, e_mail: unismuh@gmail.com

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **STUDI POTENSI SAMPAH SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SAMPAH (PLTSA) DI UNISMUH MAKASSAR**

Nama : 1. Syahrial S
2. Raini Mutmainna

Stambuk : 1. 10582 1254 13
2. 10582 1284 13

Makassar, 12 Februari 2019

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing;

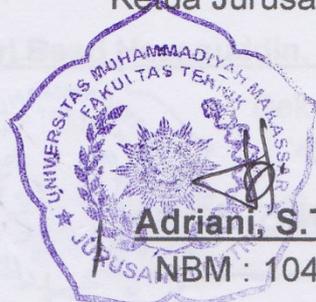
Pembimbing I

Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

Pembimbing II

Adriani, S.T., M.T.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Elektro



Adriani, S.T., M.T.

NBM : 1044 202



FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: www.unismuh.ac.id, e_mail: unismuh@gmail.com

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Syahrial S** dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1254 13 dan **Raini utmainna** dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1284 13, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0001/SK-Y/20201/091004/2019, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu tanggal 09 Februari 2019.

Panitia Ujian :

Makassar, 07 Jumadil Akhir 1440 H
12 Februari 2019 M

Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. Ir. H. Muh. Arsyad Thaha, M.T

Penguji

a. Ketua : Rizal A Duyo, S.T., M.T

b. Sekretaris : Rahmania, S.T.,M.T.

Anggota : 1. Dr. Umar Katu, S.T., M.T

2. Antarisubhi, S.T.,M.T

3. Andi Abd Halik Lateko Tj, S.T.,M.T

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

Adriani, S.T., M.T.

Dekan



Dr. Hamzah Al Imran, S.T., M.T.

NBM : 855 500

**PEMANFAATAN POTENSI ENERGI LISTRIK PENGOLAHAN
SAMPAH ORGANIK DI UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
MAKASSAR**

RAINI MUTMAINNA¹, SYAHRIAL S²

¹Prodi TeknkElektroFakultasTeknikUnismuh Makassar

E_mail : Rainimutmainna25@gmail.com

²Prodi TeknkElektroFakultasTeknikUnismuh Makassar

E_mail : Syahrial1306@icloud.com

ABSTRAK

Sumber energi listrik saat ini menjadi masalah utama di Unismuh Makassar, ini karena jumlah kepadatan mahasiswa meningkat setiap tahunnya. Selain itu, masalah jumlah limbah terus meningkat, dua masalah ini dapat diselesaikan dengan satu solusi untuk mengubah energi terburukan yang membuat potensi di mana sampah dikonversi menjadi pembangkit listrik dari limbah menjadi energi. Untuk menentukan apakah limbah dapat menjadi solusi bagi krisis energi dengan melakukan studi tentang potensi limbah atau sampah menjadi pembangkit listrik bahan bakar. penulisan skripsi ini menggambarkan bagaimana sampah dapat menghasilkan energi listrik sebesar 24833,76 kWh / hari jika beroperasi selama satu tahun berjumlah 41,319.36 kWh / tahun, langkah pertama adalah mengetahui jumlah total sampah organik per hari, jumlah kalori dalam limbah organik, jumlah energi (kWh) / hari, kapasitas pembangkit listrik, output daya boiler, daya bersih turbin uap.

Dalam makalah ini juga di paparkan usaha mengatasi keberadaan sampah dengan memanfaatkan sampah sebagai bahan untuk membuat briket. Hasil di dapat menunjukkan pembuatan briket dari sampah ini dapat membantu mengurangi timbunan sampah, khususnya sampah organik serta dapat menjadi alternatif bahan bakar bagi masyarakat sekaligus mengurangi konsumsi yang tinggi dari minyak bumi.

Kata kunci : *pemanfaatansampah, briket, bahanbakaralternatif.*

**UTILIZATION OF ELECTRICAL ENERGY POTENTIAL ORGANIC
WASTE PROCESSING IN MUHAMMADIYAH MAKASSAR UNIVERSITY**

RAINI MUTMAINNA¹, SYAHRIAL S²

¹ *Electrical Engineering Department, Faculty of Engineering, Unismuh, Makassar*

E_mail: Rainimutmainna25@gmail.com

² *Electrical Engineering Study Program Faculty of Engineering Unismuh
Makassar*

E_mail: Syahrial1306@icloud.com

ABSTRACT

The source of electrical energy is currently a major problem in Unismuh Makassar, this is because the number of student densities increases every year. In addition, the problem of the amount of waste continues to increase, these two problems can be solved by one solution to change renewable energy that creates the potential where waste is converted into electricity generation from waste to energy. To determine whether waste can be a solution to the energy crisis by conducting a study of the potential for waste or waste to become a fuel power plant. The writing of this thesis illustrates how waste can produce electricity of 24833.76 kWh / day if it operates for one year amounting to 41,319.36 kWh / year, the first step is to know the total amount of organic waste per day, the number of calories in organic waste, the amount of energy (kWh) / day, power generation capacity, boiler power output, steam turbine net power.

In this paper also described the effort to overcome the existence of waste by utilizing waste as an ingredient for making briquettes. The results obtained show that making briquettes from this garbage can help reduce landfill, especially organic waste and can be an alternative fuel for the community while reducing high consumption of petroleum.

Keywords: *utilization of waste, briquettes, alternative fuels.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada kami sehingga kami berhasil menyelesaikan skripsi ini yang Alhamdulillah tepat waktu yang berjudul “STUDI POTENSI SAMPAH SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SAMPAH (PLTSa) DI UNISMUH MAKASSAR”

Dalam pelaksanaan perancangan dan tugas akhir ini putis telah dibantu oleh beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan keselamatan dan kesehatan baik jasmani dan rohani.
2. Nabi Muhammad SAW yang senantiasa menjadi panutan kita.
3. Prof. Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE,. MM. selaku rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Ir. Hamzah Al Imran, ST., MT. selaku dekan Fakultas Teknik
5. Adriani, ST., MT. selaku ketua jurusan Teknik Elektro
6. Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M. Eng. Selaku pembimbing I.
7. Adriani, ST., MT. selaku pembimbing II
8. Seluruh dosen dan staf pengajar, serta pegawai Jurusan Teknik Elektro, dan petugas kebersihan Universitas Muhammadiyah.atas bantuan dan kemudahan yang diberikan.

9. Terimakasih kepada kedua orang tua dan saudara-saudara tercinta, dan seluruh keluarga atas segala doa, bantuan dan motivasinya.
10. Teman-teman yang telah berpartisipasi dalam pelaksanaan perancangan ini kami mengucapkan banyak terima kasih.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Amiin.

Makassar, 09 Februari 2019

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I : PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	6
E. Batasan Penelitian	6
F. Sistematika Penelitian	7
BAB II : KAJIAN PUSTAKA.....	9
A. Energi Terbarukan.....	9
B. Sumber Energi yang Berasal Dari Fosil.....	10
C. Sumber Energi Terbarukan	12
D. Biomassa	15
E. Sampah.....	20

F. Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa).....	28
G. Briket.....	32
BAB III : METODE PENELITIAN.....	37
A. Waktu dan Tempat Penelitian	37
B. Metode Penelitian.....	37
C. Penguji data alat	40
D. Pengambilan data alat	40
E. Diagram Skema Penelitian.....	41
F. Singgel Line Gambar	42
G. Alat dan Bahan Pembuatan Briket Arang	43
H. Pelaksanaan Penelitian Briket Arang	44
I. Proses Briket Arang	45
J. Diagram Skema Proses Pembuatan Briket.....	48
K. Diagram Proses Penelitian	49
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN	50
A. Pembahasan.....	50
B. Data perhitungan dan analisa	51
C. Pengambilan data alat	54
D. Pengambilan data alat menggunakan briket arang.....	58
E. Pengambilan data alat menggunakan briket arang tongkol jagung.....	60
BAB V : PENUTUP	63
A. Kesimpulan	63
B. Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA.....	65
LAMPIRAN.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 sampah di lantai 3 fakultas teknik	3
Gambar 1.2 sampah di container kampus Unismuh	3
Gambar 2.1 sampah yang menumpuk.....	20
Gambar 2.2 Briket Arang.....	31
Gambar 4.1 Diagram Output Generator Termoelektrik (organik).....	55
Gambar 4.2 Diagram Output Generator Termoelektrik (anorganik).....	57
Gambar 4.3 Diagram Output Generator Termoelektrik (briket arang).....	59
Gambar 4.4 Diagram Output Generator Termoelektrik (briket).....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 data sampah organik perhari	50
Tabel 4.2 hasil pengukuran sampah organik.....	54
Tabel 4.3 hasil pengukuran sampah anorganik	56
Tabel 4.4 pengambilan data briket arang	58
Tabel 4.5 pengambilan data briket arang tongkol jagung	60

DAFTAR LAMPIRAN

Dokumentasi pengambilan data alat	62
Dokumentasi pembuatan briket arang organik	64

BAB I

PEDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan masyarakat mengenai permasalahan sampah begitu kompleks sehingga mengakibatkan timbulnya sampah yang menumpuk di Universitas Muhammadiyah Makassar sehingga diperlukan pendidikan dan kesadaran masyarakat kampus mengenai sampah. Partisipasi dari warga kampus yang menjadi hal penting untuk mengidentifikasi pengolahan sampah. Untuk menjaga kelestarian lingkungan harus bermula dari diri sendiri dan dari hal yang kecil.

Jumlah sampah terus meningkat seiring meningkatnya pertumbuhan jumlah penduduk kampus. Seringkali masyarakat kampus memilih membuang sampah diberbagai tempat umum seperti jalan yang mereka lewati dan lapangan kampus. Ditinjau dari segi kesehatan sebagai tempat bersarang dan menyebarkan bibit penyakit, sedangkan ditinjau dari segi keindahan, tentu saja menurunnya estetika (takenak di pandangmata).

Perilaku kita perlu diubah dengan megelola sampah dengan lebih baik, kampus merupakan salah satu lembaga yang berperan dalam membentuk generasi sadar sampah.Cara pengelolahannya dapat dilakukan melalui gerakan *eco-campus*.

Eco-campus didefinisikan sebagai kampus yang peduli dan berbudaya lingkungan dan telah melakukan pengelolaan lingkungan secara sistimatis dan berkesinambungan. Beberapa indicator terciptanya *eco-campus* adalah

kebijakan manajemen kampus yang berorientasi pada pengelolaan lingkungan, adanya upaya penghematan air, kertas, dan listrik, adanya penghijauan untuk mencapai proporsi ideal Ruang Terbuka Hijau (RTH), dan tersedianya pengelolaan sampah kampus dengan prinsip 3R (*reduce, reuse, recycle*).

Unismuh Makassar merupakan kampus yang terdiri dari lebih dari 50 kelas dengan jumlah mahasiswa 11925 (data 2017) dengan tingkat ekonomi yang berbeda. Sampah yang dihasilkan dari masyarakat kampus Universitas Muhammadiyah Makassar berasal dari berbagai macam kegiatan, yaitu kegiatan akademik, administrasi, *event*, mall kampus, penyapuan jalan dan sampah yang berasal dari rusunawa Unismuh Makassar. Sampah tersebut terdiri dari sampah organik dan anorganik.

Timbunan sampah yang dihasilkan kampus Universitas Muhammadiyah Makassar sebesar 12,960 kg/hari. Komposisi timbunan sampah yang dihasilkan kampus Unismuh Makassar terdiri dari sampah organik (40%), dan sampah anorganik (60%). Sampah yang dihasilkan menyimpan potensi sumber daya apabila dapat dikelola dengan baik.



Gambar 1.1 : sampah di lantai 3 fakultas teknik



Gambar 1.2 : sampah di kontainer kampus Unismuh

Sampah organik dapat digunakan untuk bahan baku kompos, sedangkan sampah anorganik dapat didaur ulang, dijual atau digunakan kembali dan dapat pula digunakan sebagai pembangkit alternatif.

Sejauh ini pengolahan sampah yang ada di kampus Unismuh Makassar belum optimal. Analisis awal penyebabnya karena kurang optimalnya manajemen sampah dikarenakan keterbatasan sumber daya terutama keterbatasan kemampuan dan keterampilan dari pengelola sampah, khususnya hal-hal yang berkaitan dengan bidang manajemen organisasi, pengolahan dan pemisahan limbah sampah organik dan anorganik. Akibatnya, sampah masih menumpuk merusak estetika lingkungan dan kesehatan. Selain keterbatasan kemampuan dan keterampilan dari pengelola sampah, hal lain yang menjadikan sampah belum optimal adalah dukungan dari warga kampus terutama mahasiswa yang belum melakukan pemilahan sampah. Pelaksanaan pemilahan sampah di Universitas Muhammadiyah Makassar belum terlaksana dengan baik Begitu pula halnya perilaku mahasiswa dalam membuang sampah. Sampah masih cenderung dibuang bukan pada tempatnya padahal tempat sampah sudah disediakan.

Permasalahan spesifik dan konkret adalah bahwa mitra belum sepenuhnya mengolah sampah, terutama dalam hal melakukan pemilahan. Padahal jika dikelola dengan lebih baik, masih bisa mendatangkan nilai ekonomi cukup tinggi. Jika sebelumnya barang bekas pakai tersebut kita buang dan menumpuk menjadi sampah, kini pola pikir serta sikap tersebut harus diubah. Tumpukan sampah dapat kita olah menjadi sesuatu benda yang berharga.

Berdasarkan latar belakang di atas dapat diketahui bahwa kurangnya pengetahuan dan keterampilan pengurus sampah dalam mengelola sampah kampus selain itu kurangnya keterampilan warga kampus dalam memanfaatkan kembali sampah organik dan anorganik menjadi berbagai produk yang bernilai ekonomis atau pembangkit alternatif, contohnya pengolahan sampah menjadi listrik, untuk mengantisipasi adanya peningkatan penimbunan sampah, perlu dilakukan penekanan terhadap peningkatan volume sampah dengan mengolah sampah menjadi sumber bahan bakar yang akan bermanfaat, listrik yang dihasilkan memang tidak seberapa tetapi dengan adanya pengolahan ini bisa menjadi bebas dari polusi, bau, dan tumpukan sampah. dan perlu adanya analisa potensi sampah sebagai bahan bakar energi terbarukan.

Di Indonesia, pemanfaatan sampah menjadi hal yang lazim dilakukan oleh masyarakat, seperti sampah anorganik yang didaur ulang menjadi barang-barang kerajinan. Sedangkan dari segi organik, sampah yang biasa dijadikan

sebagai bahan pengganti minyak, salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah pembuatan briket arang dari sampah organik.

Pembuatan briket relatifve lebih bersih karena tidak berasap dan beresiko. Selain itu, tidak ada bahan kimia yang digunakan dalam pembuatan briket sampah. Prinsip kerja briket sampah sama dengan pemanfaatan bahan bakar alternatif.

Bahan bakar briket pertama kali dikembangkan oleh kelompok aktivis lingkungan hidup Nepal (FOST), organisasi ini melihat potensi yang terkandung dalam sampah organik sebagai dasar pembuatan briket arang tersebut.

Penulis juga ingin mencoba membuat briket arang. Tetapi agak sedikit berbeda walaupun tujuannya sama yaitu menjadi bahan bakar alternatif. Penulis mengambil sampah organik sebagai dasar pembuatan briket sampah.

Tujuan yang ingin di capai dalam penelitian ini adalah mengukur dan mengidentifikasi potensi energi listrik yang mampu dibangkitkan sebagai bahan baku pembangkit listrik tenaga sampah di Unismuh Makassar dan penulis mencoba membuat penelitian tentang pembuatan briket arang dari sampah organik.

B. Rumusan Masalah

1. Berapa besar jumlah sampah yang ada di Unismuh Makassar ?
2. Apakah sampah organik dapat dimanfaatkan menjadi briket arang ?
3. Bagaimana cara kerja pembuatan briket arang dari sampah organik ?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui jumlah sampah yang ada di Unismuh Makassar
2. Untuk mengetahui pemanfaatan sampah organik menjadi briket arang
3. Untuk mengetahui cara kerja pembuatan briket arang dari sampah organik

D. Manfaat Penelitian

1. Bagi masyarakat

Sebagai tempat pembelajaran kepada masyarakat tentang pengolahan sampah menjadi pembangkit listrik tenaga sampah.

2. Bagi akademis

Menambahkan wawasan ilmu pengetahuan dalam ham pengelolah sampah menadi lebih bermanfaat lagi

3. Bagi penulis

Menambah wawasan ilmu pengetahuan di mengenai pengolahan sampah

4. Bagi kampus unismuh Makassar

Dapat menjadi manfaat bagi unismuh Makassar dalam pembangunan PLTSa

E. Batasan Masalah

1. Hanya mengetahui volume sampah yang ada di Unismuh Makassar
2. Sampah yang di gunakan adalah samah organik
3. Objek penelitian adalah kampus Universitas Muhammadiyah di Makassar

F. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisi mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, manfaat penelitian yang dilakukan serta sistematika penulisan dari hasil penelitian yang dilakukan.

BAB II : KAJIAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang teori-teori pendukung yang berkaitan dengan judul penelitian. Teori meliputi Pengertian sampah, jenis-jenis sampah, pengertian PLTSa,

BAB III : METODE PENELITIAN

Dalam bagian ini akan dibahas perancangan dari alat, yaitu waktu dan tempat pelaksanaan, diagram proses perancangan, dan metode penelitian.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menampilkan dan menganalisis data yang diperoleh dari hasil penelitian dan pembahasan dari pelaksanaan tindakan yang dilakukan dalam pembuatan tugas akhir ini.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari pembahasan permasalahan dan saran-saran untuk perbaikan dan penyempurnaan tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi daftar yang mencantumkan spesifikasi sebuah buku meliputi judul buku, nama pengarang, penerbit, dan informasi yang terkait.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Energi Terbarukan

1. Definisi Energi

Energi adalah kemampuan melakukan kerja. Disebut demikian karena setiap kerja yang dilakukan sekecil apapun dan seringnya apapun tetap membutuhkan energi. Menurut KBBI energi didefinisikan sebagai daya atau kekuatan yang diperlukan untuk melakukan berbagai proses kegiatan. Energi merupakan bagian dari suatu benda tetapi tidak terikat pada benda tersebut. Energi bersifat fleksibel artinya dapat berpindah dan berubah. Berikut beberapa pendapat ahli tentang pengertian energi;

- a. Energi adalah kemampuan membuat sesuatu terjadi (Robert L. Wolke)
- b. Energi adalah kemampuan benda untuk melakukan usaha (Mikrajuddin)
- c. Energi adalah suatu bentuk kekuatan yang dihasilkan atau dimiliki oleh suatu benda (Pardiyono)
- d. Energi adalah sebuah konsep dasar termodinamika dan merupakan salah satu aspek penting dalam analisis teknik (Michael J. Moran), dll.

Dari berbagai pengertian dan definisi energi diatas dapat disimpulkan bahwa secara umum energi dapat didefinisikan sebagai kekuatan yang dimiliki oleh suatu benda sehingga mampu untuk melakukan kerja.

2. Definisi Energi Terbarukan

Energi terbarukan adalah adalah energi yang berasal dari "proses alam yang berkelanjutan", seperti tenaga surya, tenaga angin, arus air proses biologi, dan panas bumi.(wikipedia).

3. Jenis Energi

a. Energi yang berasal dari fosil

Energi yang berasal dari fosil adalah energi yang kesediaan sumbernya di alam terbatas, sumber energi yang berasal dari fosil adalah batu bara, minyak bumi, dan gas alam.

b. Energi terbarukan

Konsep energi terbarukan mulai dikenal pada tahun 1970-an, sebagai upaya untuk mengimbangi pengembangan energi berbahan bakar nuklir dan fosil. Definisi paling umum adalah sumber energi yang dapat dengan cepat dipulihkan kembali secara alami, dan prosesnya berkelanjutan. Dengan definisi ini, maka bahan bakar nuklir dan fosil tidak termasuk di dalamnya. (wikipedia)

B. Sumber energi yang berasal dari fosil

1. Batu bara

Batu bara adalah salah satu bahan bakar fosil. Pengertian umumnya adalah batuan sedimen yang dapat terbakar, terbentuk dari endapan organik, utamanya adalah sisa-sisa tumbuhan dan terbentuk melalui proses pembatubaraan. Unsur-unsur utamanya terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen.

Batu bara juga adalah batuan organik yang memiliki sifat-sifat fisika dan kimia yang kompleks yang dapat ditemui dalam berbagai bentuk.

2. Minyak bumi

Minyak Bumi (bahasa Inggris: *petroleum*, dari bahasa Latin *petrus* – karang dan *oleum* – minyak), dijuluki juga sebagai emas hitam, adalah cairan kental, berwarna coklat gelap, atau kehijauan yang mudah terbakar, yang berada di lapisan atas dari beberapa area di kerak bumi. Minyak Bumi terdiri dari campuran kompleks dari berbagai hidrokarbon, sebagian besar seri alkana, tetapi bervariasi dalam penampilan, komposisi, dan kemurniannya. Minyak Bumi diambil dari sumur minyak di pertambangan-pertambangan minyak. Lokasi sumur-sumur minyak ini didapatkan setelah melalui proses studi geologi, analisis sedimen, karakter dan struktur sumber, dan berbagai macam studi lainnya.

3. Gas alam

Gas alam sering juga disebut sebagai gas Bumi atau gas rawa, adalah bahan bakar fosil berbentuk gas yang terutama terdiri dari metana (CH_4). Ia dapat ditemukan di ladang minyak, ladang gas Bumi dan juga tambang batu bara. Ketika gas yang kaya dengan metana diproduksi melalui pembusukan oleh bakteri anaerobik dari bahan-bahan organik selain dari fosil, maka ia disebut biogas. Sumber biogas dapat ditemukan di rawa-rawa, tempat pembuangan akhir sampah, serta penampungan kotoran manusia dan hewan.

C. Sumber Energi terbarukan

1. Sumber utama

a. Energi panas bumi

Energi panas bumi berasal dari peluruhan radioaktif di pusat Bumi, yang membuat Bumi panas dari dalam, serta dari panas matahari yang membuat panas permukaan bumi. Panas bumi adalah suatu bentuk energi panas atau energi termal yang dihasilkan dan disimpan di dalam bumi. Energi panas adalah energi yang menentukan temperatur suatu benda. Energi panas bumi berasal dari energi hasil pembentukan planet (20%) dan peluruhan radioaktif dari mineral (80%) Gradien panas bumi, yang didefinisikan dengan perbedaan temperatur antara inti bumi dan permukaannya, mengendalikan konduksi yang terus menerus terjadi dalam bentuk energi panas dari inti ke permukaan bumi.

Temperatur inti bumi mencapai lebih dari 5000 °C. Panas mengalir secara konduksi menuju bebatuan sekitar inti bumi. Panas ini menyebabkan bebatuan tersebut meleleh, membentuk magma. Magma mengalirkan panas secara konveksi dan bergerak naik karena magma yang berupa bebatuan cair memiliki massa jenis yang lebih rendah dari bebatuan padat. Magma memanaskan kerak bumi dan air yang mengalir di dalam kerak bumi, memanaskannya hingga mencapai 300 °C. Air yang panas ini menimbulkan tekanan tinggi sehingga air keluar dari kerak bumi.

Energi panas bumi dari inti Bumi lebih dekat ke permukaan di beberapa daerah. Uap panas atau air bawah tanah dapat dimanfaatkan, dibawa ke permukaan, dan dapat digunakan untuk membangkitkan listrik. Sumber tenaga panas bumi berada di beberapa bagian yang tidak stabil secara geologis seperti Islandia, Selandia Baru, Amerika Serikat, Filipina, dan Italia. Dua wilayah yang paling menonjol selama ini di Amerika Serikat berada di kubah *Yellowstone* dan di utara California. Islandia menghasilkan tenaga panas bumi dan mengalirkan energi ke 66% dari semua rumah yang ada di Islandia pada tahun 2000, dalam bentuk energi panas secara langsung dan energi listrik melalui pembangkit listrik. 86% rumah yang ada di Islandia memanfaatkan panas bumi sebagai pemanas rumah. Ada tiga cara pemanfaatan panas bumi:

- Sebagai tenaga pembangkit listrik dan digunakan dalam bentuk listrik
- Sebagai sumber panas yang dimanfaatkan secara langsung menggunakan pipa ke perut bumi
- Sebagai pompa panas yang dipompa langsung dari perut bumi.

b. Energi Surya

Energi surya adalah energi yang dikumpulkan secara langsung dari cahaya matahari. Tentu saja matahari tidak memberikan energi yang konstan untuk setiap titik di bumi, sehingga penggunaannya terbatas. Sel surya sering digunakan untuk mengisi daya baterai, di siang hari dan daya dari baterai tersebut digunakan di malam hari ketika cahaya matahari tidak tersedia. Tenaga surya dapat digunakan untuk:

- Menghasilkan listrik menggunakan sel surya
- Menghasilkan listrik Menggunakan menara surya
- Memanaskan gedung secara langsung
- Memanaskan gedung melalui pompa panas
- Memanaskan makanan Menggunakan oven surya

c. Tenaga Angin

Perbedaan temperatur di dua tempat yang berbeda menghasilkan tekanan udara yang berbeda, sehingga menghasilkan angin. Angin adalah gerakan materi (udara) dan telah diketahui sejak lama mampu menggerakkan turbin. Turbin angin dimanfaatkan untuk menghasilkan energi kinetik maupun energi listrik. Energi yang tersedia dari angin adalah fungsi dari kecepatan angin; ketika kecepatan angin meningkat, maka energi keluarannya juga meningkat hingga ke batas maksimum energi yang mampu dihasilkan turbin tersebut. Wilayah dengan angin yang lebih kuat dan konstan seperti lepas pantai dan dataran tinggi, biasanya diutamakan untuk dibangun "ladang angin".

d. Tenaga Air

Energi air digunakan karena memiliki massa dan mampu mengalir. Air memiliki massa jenis 800 kali dibandingkan udara. Bahkan gerakan air yang lambat mampu diubah ke dalam bentuk energi lain. Turbin air didesain untuk mendapatkan energi dari berbagai jenis reservoir, yang diperhitungkan dari jumlah massa air, ketinggian, hingga kecepatan air. Energi air dimanfaatkan dalam bentuk:

- Bendungan pembangkit listrik. Yang terbesar adalah *Three Gorges* dam di China.
- Mikrohidro yang dibangun untuk membangkitkan listrik hingga skala 100 kilowatt. Umumnya dipakai di daerah terpencil yang memiliki banyak sumber air.
- *Run-of-the-river* yang dibangun dengan memanfaatkan energi kinetik dari aliran air tanpa membutuhkan reservoir air yang besar.

D. Biomassa

1. Pengertian biomassa

Tumbuhan biasanya menggunakan fotosintesis untuk menyimpan tenaga surya, udara, dan CO₂. Bahan bakar bio (*biofuel*) adalah bahan bakar yang diperoleh dari biomassa - organisme atau produk dari metabolisme hewan, seperti kotoran dari sapi dan sebagainya. Ini juga merupakan salah satu sumber energi terbarui. Biasanya biomassa dibakar untuk melepas energi kimia yang tersimpan di dalamnya,

pengecualian ketika *biofuel* digunakan untuk bahan bakar *fuel cell* (misal *direct methanol fuel cell* dan *direct ethanol fuel cell*). Biomassa dapat digunakan langsung sebagai bahan bakar atau untuk memproduksi bahan bakar jenis lain seperti biodiesel, bioetanol, atau biogas tergantung sumbernya. Biomassa berbentuk biodiesel, bioetanol, dan biogas dapat dibakar dalam mesin pembakaran dalam atau pendidih secara langsung dengan kondisi tertentu. Biomassa menjadi sumber energi terbarukan jika laju pengambilan tidak melebihi laju produksinya, karena pada dasarnya biomassa merupakan bahan yang diproduksi oleh alam dalam waktu relatif singkat melalui berbagai proses biologis. Berbagai kasus penggunaan biomassa yang tidak terbarukan sudah terjadi, seperti kasus deforestasi jaman romawi, dan yang sekarang terjadi, deforestasi hutan amazon. Gambut juga sebenarnya biomassa yang pendefinisianya sebagai energi terbarukan cukup bias karena laju ekstraksi oleh manusia tidak sebanding dengan laju pertumbuhan lapisan gambut.

Ada tiga bentuk penggunaan biomassa, yaitu secara padat, cair, dan gas. Dan secara umum ada dua metode dalam memproduksi biomassa, yaitu dengan menumbuhkan organisme penghasil biomassa dan menggunakan bahan sisa hasil industri pengolahan makhluk hidup.

a. Bahan bakar bio cair

Bahan bakar bio cair biasanya berbentuk bioalkohol seperti metanol, etanol dan biodiesel. Biodiesel dapat digunakan pada kendaraan diesel modern dengan sedikit atau tanpa modifikasi dan

dapat diperoleh dari limbah sayur dan minyak hewani serta lemak. Tergantung potensi setiap daerah, jagung, gula bit, tebu, dan beberapa jenis rumput dibudidayakan untuk menghasilkan bioetanol. Sedangkan biodiesel dihasilkan dari tanaman atau hasil tanaman yang mengandung minyak (kelapa sawit, kopra, biji jarak, alga) dan telah melalui berbagai proses seperti esterifikasi.

b. Biomassa padat

Penggunaan langsung biasanya dalam bentuk padatan yang mudah terbakar, baik kayu bakar atau tanaman yang mudah terbakar. Tanaman dapat dibudidayakan secara khusus untuk pembakaran atau dapat digunakan untuk keperluan lain, seperti diolah di industri tertentu dan limbah hasil pengolahan yang bisa dibakar dijadikan bahan bakar. Pembuatan briket biomassa juga menggunakan biomassa padat, di mana bahan bakunya bisa berupa potongan atau serpihan biomassa padat mentah atau yang telah melalui proses tertentu seperti pirolisis untuk meningkatkan persentase karbon dan mengurangi kadar airnya. Biomassa padat juga bisa diolah dengan cara gasifikasi untuk menghasilkan gas.

c. Biogas

Berbagai bahan organik, secara biologis dengan fermentasi, maupun secara fisiko-kimia dengan gasifikasi, dapat melepaskan gas yang mudah terbakar. Biogas dapat dengan mudah dihasilkan dari berbagai limbah dari industri yang ada saat ini, seperti produksi

kertas, produksi gula, kotoran hewan peternakan, dan sebagainya.

Berbagai aliran limbah harus diencerkan dengan air dan dibiarkan secara alami berfermentasi, menghasilkan gas metana. Residu dari aktivitas fermentasi ini adalah pupuk yang kaya nitrogen, karbon, dan mineral.

2. Manfaat Energi biomassa

Energi biomassa merupakan sumber energi terbarukan yang dihasilkan dari hal-hal seperti kayu, limbah tanaman, materi hewan dan tanaman hidup

Biomassa digunakan sebagai bahan bakar untuk menghasilkan listrik dan bentuk energi lainnya. Bahan bakar ini bisa dalam bentuk gas cair atau padat. Penggunaan energi biomassa memiliki berbagai manfaat dan mereka sebagian besar lingkungan dan ekonomi. Energi biomassa telah menjadi alternatif yang bagus sekarang hari sebagai pengganti menggunakan bahan bakar fosil untuk produksi energi.

1. Mengurangi Emisi Karbon

Energi biomassa menghasilkan emisi karbon lebih sedikit dibandingkan dengan bahan bakar fosil. Hal ini karena tanaman baru tumbuh untuk menggantikan yang lama yang digunakan untuk menghasilkan energi biomassa sebelumnya. Penggunaan bahan bakar fosil berkurang ketika energi biomassa yang dihasilkan dan ini menurunkan kadar karbon dioksida di atmosfer. Satu-satunya

kelemahan adalah bahwa bahan bakar fosil biasanya digunakan untuk memanen dan memanipulasi biomassa.

2. Mengurangi Tingkat metana

Dengan diperkenalkannya energi biomassa, tingkat metana di atmosfer berkurang. Metana bertanggung jawab atas efek rumah kaca dan dengan produksi energi biomassa, tingkat gas diturunkan. Metana biasanya dihasilkan ketika bahan organik terurai karena itu dengan menurunkan ituefek rumah kaca berkurang juga.

3. Mencegah Kebakaran Hutan

Kayu yang masih baru adalah salah satu bahan tanaman biomassa yang digunakan untuk menghasilkan energi biomassa dan bahan ini biasanya diperoleh dari hutan. Menebang pohon mungkin tidak tampak seperti hal yang masuk akal yang harus dilakukan untuk mengurangi kebakaran hutan tapi ini benar-benar bekerja. Pemanenan pohon dari hutan dapat membantu mencegah titik-titik api sebagai hasil dari pertumbuhan padat. Jika ada terlalu banyak pohon di hutan, ada resiko tinggi kebakaran hutan dan ini tidak baik bagi lingkungan karena itu berarti bahwa banyak karbon dioksida akan dilepaskan ke atmosfer.

4. Ketika energi biomassa menggantikan bahan bakar fosil, hal ini membantu untuk meningkatkan kualitas udara karena ada sedikit polusi. Penggunaan bahan bakar fosil juga telah disalahkan sebagai penyebab hujan asam dan ini adalah salah satu manfaat dari energi

biomassa. Biomassa tidak menghasilkan emisi sulfur ketika sedang dibakar dan ini mengurangi peluang hujan asam. Karbon atmosfer didaur ulang dengan penggunaan biomassa dan ini merupakan keuntungan karena dengan demikian peradaban manusia berakhir dengan kurang polusi.

E. Sampah

1. Pengertian Sampah

Sampah adalah barang yang dianggap sudah tidak terpakai dan dibuang oleh pemilik/pemakai sebelumnya, tetapi bagi sebagian orang masih bisa dipakai jika dikelola dengan prosedur yang benar.(Panji Nugroho, 2013),



Gambar 2.1 sampah yang menumpuk

menurut para ahli, sampah adalah bahan yang tidak mempunyai nilai atau tidak berharga untuk maksud biasa atau utama dalam pembikinan atau pemakaian barang rusak atau cacat dalam pembikinan manufaktur atau materi berlebihan atau ditolak atau buangan. Sampah menimbulkan bau yang tidak sedap, belum lagi virus dan bakteri yang

mudah menyebar kepada siapa saja. Yang mana akan menimbulkan penyakit bagi warga yang ada di dekatnya, dihasilkan dari berbagai kegiatan masyarakat. Mulai dari industri sampah dengan perumahan. Sampah berasal dari beberapa tempat, yakni Sampah dari pemukiman penduduk dan sampah dari tempat-tempat umum, pada suatu pemukiman penduduk jenis sampah yang dihasilkan biasanya cenderung organik, seperti sisa makanan atau sampah yang bersifat basah, kering, abu plastik dan lainnya, dan jenis sampah yang dihasilkan dari tempat umum berupa sisa-sisa makanan, sayuran busuk, sampah kering, abu, plastik, kertas, kaleng serta yang lainnya, tempat-tempat tersebut mempunyai potensi yang cukup besar dalam memproduksi sampah termasuk tempat perdagangan seperti pertokoan dan pasar.

Menurut Prof. Dr. Ir. Ign. Suhatro dalam buku Limbah Kimia (2011) mengatakan pemerintah belum begitu serius dalam memikirkan masalah sampah ini. Meski pemerintah sudah melakukan beberapa terobosan namun di beberapa tempat pembuangan sementara (TPS) gunungan sampah masih sangat mengganggu masyarakat dan masih menjadi perhatian.

Beberapa faktor penting yang mempengaruhi sampah :

a. Jumlah penduduk

Dengan semakin banyaknya penduduk maka akan semakin banyak sampah yang dihasilkan.

b. Kemajuan teknologi

Kemajuan teknologi akan menimbulkan jumlah maupun sampah, karena bahan baku yang semakin beragam.

c. Keadaan sosial ekonomi

Semakin tinggi keadaan sosial ekonomi masyarakat, semakin banyak pula jumlah sampah yang dibuat tiap harinya. Kualitas sampahnya pun semakin banyak yang bersifat anorganik

2. Pembagian Sampah

Pada umumnya, jenis sampah terdiri atas bagian yaitu sampah organik dan sampah anorganik.

a. Sampah Organik, adalah sampah yang dihasilkan dari bahan yang dapat didegradasi oleh yang bersifat *biodegradable*. Sampah ini mudah dapat diuraikan melalui proses alami. Sampah rumah sebagian besar merupakan bahan organik, misalnya sisa makanan, pembungkus, tepung, sayuran, kulit buah, dll. Kehidupan manusia tidak dapat lepas dari sampah organik setiap sarinya. Pembusukan sampah organik terjadi karena proses biokimia akibat penguraian materi organik sampah itu sendiri oleh mikroorganisme dengan dukungan faktor lain yang terdapat di lingkungan. Metode pengelolaan sampah organik yang paling tepat tentunya adalah memalui pembusukan yang dikenal dengan pengomposan.

b. Sampah anorganik adalah sampah yang dihasilkan dari bahan-bahan non hayati, sampah anorganik dibedakan menjadi : sampah logam dan

produk olahannya, sampah plastik, sampah kertas, sampah kaca dan keramik, dan sampah deterjen. Sementara sebagian lainnya hanya dapat diuraikan dalam waktu yang lama. Sampah jenis ini pada tingkat rumah tangga misalnya botol plastik, gelas, tas plastik, dan kaleng. (Gelbert dkk, 1996)

3. Jenis-Jenis Sampah

Jenis sampah yang ada disekitar kita cukup beraneka ragam, ada yang berupa sampah rumah tangga, sampah industri, sampah pasar, sampah rumah tangga, sampah pertanian, sampah perkebunan, sampah peternakan, sampah institusi/kantor/sekolah, dan sebagainya.

Berikut jenis sampah secara rinci :

a. Berdasarkan sumbernya:

- Sampah alam : sampah yang diproduksi di kehidupan liar diintegrasikan melalui proses daur ulang alam, seperti daun-daun kering di hutan yang terurai menjadi tanah.
- Sampah manusia : hasil-hasil dari pencernaan manusia, seperti *feses* dan *urine*.
- Sampah rumah tangga : sampah dari kegiatan di dalam rumah tangga, sampah yang dihasilkan oleh kebanyakan rumah tangga adalah kertas dan plastik.
- Sampah konsumsi : sampah yang dihasilkan oleh manusia dari proses penggunaan barang seperti kulit makanan dan sisa makana.

- Sampah perkantoran : sampah yang berasal dari lingkungan perkantoran dan pusat perbelanjaan seperti sampah organik, kertas, tekstil, plastik, dan logam.
 - Sampah industri : sampah yang berasal dari daerah industri yang terdiri dari sampah umum dan limbah berbahaya cair atau padat
 - Sampah nuklir : sampah yang dihasilkan dari fusi dan fisi nuklir yang menghasilkan uranium dan thorium yang sangat berbahaya bagi lingkungan hidup dan juga manusia.
- b. Berdasarkan jenisnya.
- Sampah organik : buangan sisa makanan misalnya daging, buah, sayuran dan sebagainya
 - Sampah anorganik : sisa material sintesis seperti plastik, logam, kaca, keramik dan sebagainya
- c. Berdasarkan bentuk.
- Sampah padat : segala bahan buangan selain kotoran manusia, urin dan sampah cair
 - Sampah cair : bahan cairan yang telah digunakan lalu tidak diperlukan kembali dan dibuang ke tempat pembuangan sampah

4. Komposisi dan karakteristik sampah

Komposisi dan karakteristik sampah merupakan hal yang penting dalam memilih teknologi pengolahan sampah. Menurut Sudrajat (2006) bahwa sumber sampah yang terbanyak berasal dari rumah tangga dan pusat pasar. Sampah pasar khususnya seperti sayur mayur, buah buahan,

ikan dan sejenisnya relatif seragam, sebagian besar merupakan sampah organik sehingga lebih mudah untuk ditangani. Sampah yang berasal dari rumah tangga umumnya seragam, tetapi secara umum terdiri dari 75 persen sampah organik dan selebihnya sampah anorganik Widyatmoko (2002), mengelompokkan sampah menjadi dua jenis yaitu, sampah rumah tangga dan sampah komersial. Sampah rumah tangga yang berupa sampah basah, sampah kering dan sampah lembut sedangkan sampah komersial berupa sampah yang berasal dari pertokoan, restoran, tempat hiburan, penginapan, bengkel, kios dan sebagainya.

Pengelompokan sampah yang paling sering dilakukan adalah berdasarkan komposisinya dinyatakan dalam persen berat atau volume dari kertas, kayu, kulit, logam, kaca, kain, makanan dan sampah lain-lain .

Semakin sederhana pola hidup masyarakat maka semakin banyak komponen sampah organik (sisa makanan dan lain-lain) dan semakin besar serta beragam aktivitas suatu kota maka semakin kecil porsi sampah yang berasal dari kegiatan rumah tangga. Selain komposisi maka karakteristik lain yang penting dalam penanganan sampah adalah karakteristik fisika dan kimia. Karakteristik fisika seperti densitas, kadar air, kadar volatile, kadar abu, nilai kalor dan distribusi ukuran (Damanhuri, 2008).

Menurut Tehcnobanoglous (1993) komposisi sampah dapat dibedakan :

a. Komposisi fisik

Umumnya sampah untuk daerah perkotaan terdiri dari sisa makanan, kertas, karton, plastik, tekstil, karet, kulit, sampah pekarangan, kayu, kaca, kaleng, logam bukan besi, besi dan debu, informasi mengenai komposisi fisik sampah diperlukan untuk memilih dan menentukan cara pengoperasian setiap peralatan serta fasilitas-fasilitas lainnya dan memperkirakan kelayakan pemanfaatan kembali sumberdaya dan energi dari sampah.

b. Komposisi kimia

Komposisi kimia merupakan hal yang penting dalam melakukan penilaian dan memilih cara pengolahan dan pemanfaatan sampah. Sampah yang akan digunakan sebagai bahan bakar, maka ada empat faktor yang perlu diketahui, seperti analisis perkiraan (kelembaban, bahan *volatile*, abu dan kadar karbon), titik bakar.

5. Dampak Negatif Sampah

Sampah-sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan dampak negatif, antara lain gangguan kesehatan, timbulan sampah dapat menjadi tempat pembiakan lalat yang mendorong penularan infeksi dan dapat menimbulkan penyakit yang berkaitan dengan tikus (Soebroto, 1990).

Menurunnya kualitas estetika lingkungan, timbulan sampah yang menghasilkan bau, kotor dan berserakan akan menjadikan lingkungan tidak indah untuk dipandang mata. Demikian juga pembakaran sampah

akan mengakibatkan pencemaran udara, pembuangan sampah ke sungai akan mengakibatkan pencemaran air, tersumbatnya saluran air dan banjir (Sicular, 1989).

6. Pemanfaatan Sampah

Sampah anorganik dapat dilakukan proses daur ulang sehingga dapat digunakan dalam kehidupan, sedangkan sampah organik selain dapat dibuat menjadi kompos juga dapat diolah seperti pembuatan briket arang yang dapat digunakan menjadi bahan bakar (Kurniawan dan Marsono, 2008). Menurut Soebroto (1990) bahwa penanganan sampah yang baik akan memberi manfaat yang besar bagi kehidupan manusia dan lingkungan.

Sampah yang selama ini selalu menjadi masalah dalam lingkungan, jika dikelola dengan baik akan menghasilkan produk-produk yang bermanfaat bagi kehidupan manusia. Salah satu upaya penanggulangan sampah perkotaan adalah dengan memanfaatkan limbah organik perkotaan tersebut sebagai bahan baku briket arang. Pemanfaatan sampah organik perkotaan sebagai bahan pembuatan briket arang diharapkan dapat membantu meningkatkan kebersihan kota dan membuka lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat. Menciptakan bahan bakar alternatif dan pada akhirnya dapat membantu ketahanan energi nasional (Ekawati, 2010).

F. Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa)

1. Pengertian PLTSa

Pembangkit listrik tenaga sampah adalah pembangkit listrik yang berbahan bakar tenaga dari sampah yang sudah melalui proses. Dimana proses tersebut menggunakan teknologi tinggi yang ramah lingkungan. Konsep Pengolahan Sampah menjadi Energi (*Waste to Energy*) atau yang biasa disebut PLTSa (Pembangkit Listrik Tenaga sampah) menggunakan tiga teknologi yaitu, proses sampah dengan teknologi *Thermal Converter*, *Insinerator*, *Gasifikasi* dan *Fermentasi*.

2. Teknologi yang dipergunakan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Sampah

Sistem PLTSa ini menggunakan tiga metode dimana metode pertama menggunakan teknologi Insinerator yaitu dengan proses pembakaran. Selain menggunakan teknologi Insinerator PLTSa juga dapat menggunakan LFG terdiri atas *collection system* dan fermentasi sampah menjadi gas metan, serta pengolahan sampah menjadi listrik dengan

- Teknologi Pembakaran langsung (*Incineration*)

Teknologi Pembakaran langsung (*Incineration*) adalah cara pengolahan sampah dengan cara pembakaran menggunakan sedikit bahan bakar pada saat pembakaran awal, yang akan memusnahkan seluruh jenis sampah yang dibakar dalam waktu cepat. Panas hasil pembakaran tersebut kemudian didinginkan dengan semprotan sirkulasi air sehingga menimbulkan

"*Superheated Steam*" yangselanjutnya ditampung dalam boiler.

Tenaga uap dalam boiler inilah yang akan menggerakkan turbin, kemudian turbin tersebut akan menggerakkan generator sehingga menghasilkan tenaga listrik.

3. Potensi Sampah Menjadi Energi Listrik

Untuk mengetahui potensi sampah sebagai bahan bakar energi terbarukan harusnya terlebih dahulu mengetahui nilai kandungan kalori yang dihasilkan, setelah nilai asumsi kalor didapat barulah mengetahui berapa kapasitas daya yang dihasilkan dari proses insenerator dan berapa kebutuhan bahan bakar yang diperlukan atau dari bahan bakar yang tersedia untuk saat ini.

Keterangan perhitungan analisa sampah organik :

V total = volume sampah homogen

N median = presentase sampah organik 55%

V organik = volume sampah organik m³/hari

P = berat jenis sampah

M = berat sampah organik kg/hari

Untuk menentukan kapasitas termal sampah terhadap masukkan boiler serta daya yang dihasilkan oleh generator, harus diketahui jumlah volume sampah organik Unismuh Makassar, setelah mengetahui jumlah volume sampah organik, kemudian mengetahui berat pada sampah organik dan memasukkan nilai kalori pada sampah, sehingga dihasilkan energi yang bisa dibangkitkan (kWh). Dengan mengambil jumlah berat

sampel sampah organik di lokasi, pengambilan sampel sampah organik untuk menentukan berapa berat jenis pada sampah organik dan jumlah persentase volume sampah organik di Unismuh Makassar kisaran 55% .

$$V_{\text{organik}} = v_{\text{total}} \times N_{\text{media}} \dots \dots \dots (1.1)$$

$$V_{\text{organik}} = \frac{M}{P} \dots \dots \dots (1.2)$$

$$M = P \times V_{\text{organik}} \dots \dots \dots (1.3)$$

- Jumlah Kalori
(kkal) = Jumlah berat jenis sampah organik x nilai kalori sampah Organik.....(1.4)

- Jumlah energi (kWh)
Perhari = jumlah kalori (kkl) x 0.00116 (KWh/kkl).....(1.5)

- Kapasitas termal sampah = jumlah energi (kWh)/hari
Jumlah jam/hari.....(1.6)

- Daya keluaran pada boiler
= kapasitas termal sampah x efisiensi boiler.....(1.7)

- Daya netto turbin uap
= daya keluaran boiler x efisiensi uap.....(1.8)

- Daya keluaran generator
= daya netto turbin uap x efisiensi generator.....(1.9)

Setelah didapat daya dari keluaran generator sebesar (kW) maka energilistrik perhari yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

W = energi listrik kWh

P = daya keluran pada generator kW

t = waktu 24 jam

$$W = P \times t \dots\dots\dots(1.10)$$

- Pengukuran tegangan output generator termoelektrik

Nilai daya didapat dari hasil perhitungan tegangan dan arus dengan menggunakan rumus daya listrik. Adapun rumusnya yaitu

Rumus daya listrik :

Daya tegangan = tegangan x arus atau watt = volt ampere

Dengan rumus tersebut kita bisa menghitung dan mendapatkan nilai daya dengan cara penyelesaian sebagai berikut.

$$P = V \times I \text{ atau } P = I^2 \times R \dots\dots\dots(1.11)$$

$$P = V^2 / R$$

P = daya listrik dengan satuan Watt (W)

V = tegangan listrik dengan satuan Volt (V)

I = arus listrik dengan satuan ampere (A)

R = hambatan dengan satuan Ohm (Ω)

(sumber : buku rangkaian listrik, enerbit andi)

G. Briket

Briket merupakan sebuah blok bahan padat yang dapat dibakar untuk digunakan sebagai bahan bakar alternatif atau pengganti bahan bakar minyak, kayu yang berasal dari limbah pabrik maupun limbah perkotaan dengan metode mengkonversi bahan baku padat menjadi suatu bentuk konvaksi yang lebih efektif, efisien dan mudah digunakan (PP ESDM,2006). Ada macam-macam jenis briket antara lain briket batubara, briket gambut, briket biomassa dan briket bioarang.



Gambar 2.2 Briket Arang

1. Briket Bioarang

Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Ketika pemanasan berlangsung, diusahakan tidak terjadi kebocoran udara didalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi (Sembiring dan Sinaga, 2003)

Briket arang adalah arang yang mempunyai bentuk tertentu dengan kerapatan tinggi, hal ini diperoleh dengan cara pengempaan arang halus dicampur dengan bahan perekat. Briket arang diperoleh dengan cara membakar biomassa kering tanpa udara (*pirolysis*) (Johannes, 1991). Menurut Himawanto (2005), mekanisme pembakaran biomassa terdiri dari tiga tahap yaitu pengeringan (*drying*), devolatilisasi (*devolatilization*), dan pembakaran arang (*char combustion*).

a. Pengeringan (*drying*)

Dalam proses ini bahan bakar mengalami proses kenaikan temperatur yang akan mengakibatkan menguapnya kadar air yang berada pada permukaan bahan bakar tersebut, sedangkan untuk kadar air yang berada di dalam akan menguap melalui pori-pori bahan bakar padat tersebut. (Borman dan Ragland, 1998).

b. Devolatilisasi (*devolatilization*)

Setelah proses pengeringan, bahan bakar mulai mengalami dekomposisi, yaitu pecahnya ikatan kimia secara termal dan zat terbang (*volatile matter*) akan keluar dari partikel. *Volatile matter* adalah hasil dari proses devolatilisasi.

c. Pembakaran arang (*char combustion*)

Prinsip pembakaran bahan bakar sejati adalah reaksi kimia bahan bakar dengan oksigen (O). Kebanyakan bahan bakar mengandung unsur

Karbon (C), Hidrogen (H) dan Belerang (S). Akan tetapi memiliki kontribusi yang penting terhadap energi yang dilepaskan adalah C dan H. Masing-masing bahan bakar mempunyai kandungan unsur C dan H yang berbeda-beda. Sisa dari pirolisis adalah arang (*fixed carbon*) dan sedikit abu, kemudian partikel bahan bakar mengalami tahapan oksidasi arang yang memerlukan 70% - 80% dari total waktu pembakaran. Laju pembakaran arang tergantung pada konsentrasi oksigen, temperatur gas, bilangan *Reynolds*, ukuran, dan porositas arang (Amrul dkk, 2013).

Briket arang adalah arang yang dibuat dari proses pembakaran dengan udara yang terkendali dan dibentuk sedemikian rupa yang dijadikan sebagai bahan bakar alternatif. Briket arang yang dibuat dari limbah organik rumah tangga, seperti nasi, ikan, batang-batang sayur, kulit buah serta ranting kayu dan sampah organik lainnya.

Briket arang ini merupakan bahan bakar alternatif yang terbuat dari proses pembakaran bahan yang memiliki ukuran/diameter kecil atau serbuk dapat diubah menjadi berbagai bentuk briket yang akan disenangi masyarakat. Dapat diperbaiki sifat fisiknya terutama kerapatan, ketahanan/kekuatan tekan serta kebersihan (Pari dkk, 2012).

Biomassa yang digunakan secara langsung sebagai bahan bakar kurang efisien, oleh karena itu energi biomassa harus diubah dahulu menjadi energi kimia yang disebut bioarang. Bioarang inilah yang memiliki kalor lebih tinggi serta bebas polusi bila digunakan sebagai bahan bakar. Menurut Seran (1990), nilai kalor bakar biomassa hanya 3300 k.kal/Kg, sedangkan bioarang mampu

menghasilkan 5500 k.kal/kg. Kenyataan ini membuktikan bahwa penggunaan bahan bakar bioarang mampu meningkatkan efisiensi penggunaan energi. Bioarang dapat digunakan sebagai bahan bakar setelah dilakukan pencetakan menjadi briket arang. Briket arang organik merupakan bahan bakar yang terbuat dari limbah organik perkotaan. Bahan bakar padat ini merupakan bahan bakar alternatif atau pengganti bahan bakar minyak yang paling murah dan dimungkinkan akan dikembangkan secara massal dalam waktu yang relatif singkat, mengingat teknologi dan peralatan yang digunakan relatif sederhana (Kementerian Negara Riset dan Teknologi, 2004).

Ekawati (2010) pernah memanfaatkan limbah pertanian dengan pencampuran komposisi bahan tempurung kelapa dan sampah organik dari pertanian untuk dijadikan briket bioarang, yang menunjukkan kualitas biobriket pada komposisi 50%:50%. Menurut Schuchart (1996) pembuatan briket dengan penggunaan bahan perekat akan lebih baik hasilnya. Nilai kalor bakar briket arang dari hasil uji karakteristik fisis briket bioarang hasil pencampuran arang tempurung kelapa dan sampah organik dengan bahan perekat tepung ketan adalah 787,9 kJ (Hendra dan Winarni, 2003). Berdasarkan hasil penelitian Hartoyo, dkk Universitas Sumatera Utara (1978) menyimpulkan bahwa kualitas briket arang campuran limbah pertanian dan tempurung kelapa yang dihasilkan setaraf dengan briket arang buatan Inggris dan memenuhi persyaratan yang berlaku di Jepang karena menghasilkan kadar abu dan zat yang menguap yang rendah serta tinggi kadar karbon terikat dan nilai kalor

2. Briket bioarang tongkol jangung

Pemanfaatan limbah tongkol jagung menjadi briket arang sebagai energi alternatif ramah lingkungan, untuk meminimalisasi limbah tongkol jagung. Metode yang digunakan adalah metode karbonasi untuk pembuatan arang tongkol jagung untuk bahan baku pembuatan briket, menggunakan tungku pengarangan. Tungku pengarangan dapat dibuat secara konvensional maupun dengan teknologi pirolisis sederhana. Proses pembuatan briket tongkol jagung yaitu dengan menambahkan perekat pada arang tongkol jagung yang telah dihaluskan, kemudian dicetak dengan bentuk silinder dengan bantuan alat pengepres. Untuk pembuatan arang briket, briket arang yang dihasilkan dapat digunakan sebagai energi alternatif pengganti bahan bakar minyak dan gas untuk keperluan rumah tangga.

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah :

A. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu

Penelitian tugas akhir ini dilaksanakan selama 6 (enam) bulan, dimulai pada bulan juni sampai dengan bulan november pada tahun 2018 dan jenis kegiatan yang dilakukan yaitu studi literatur, pengumpulan alat dan bahan, perancangan, pengujian alat dan yang terakhir pengambilan data

2. Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian akan dilakukan di kampus Universitas Muhammadiyah Makassar (Unismuh) dengan kasus yang kami angkat yaitu Pemanfaatan Potensi Energy Listrik Pengolahan Sampah Organik di Unismuh Makassar.

B. Metode Penelitian

1. Studi Literatur

Studi literatur pada penelitian ini adalah menggunakan *field research* atau penelitian lapangan yang merupakan cara mengumpulkan data melalui pengamatan secara langsung, orang-orang atau keadaan lokasi penelitian yang dapat dijadikan acuan pembahasan dalam masalah ini.

2. Pengambilan data lapangan

Data lapangan yang diperlukan adalah data primer merupakan sumber data yang diperoleh secara langsung dari sumber asli atau pihak pertama dan data sekunder diperoleh dari data yang sudah ada.

Adapun data yang diperlukan adalah sebagai berikut :

- Data volume sampah setiap hari di Unismuh makassar
- Jenis, sumber dan komposisi sampah yang dibuang di Unismuh Makassar

Data yang lain, guna melengkapi untuk memperlancar proses penelitian dan penulisan tugas akhir.

3. Pengumpulan alat dan bahan perancangan

Alat yang akan kami gunakan kami kumpulkan dan kemudian dirangkai komponen yang sudah tersedia menjadi sebuah alat dan Bahan. Biomasa yang digunakan kami keringkan terlebih dahulu hingga kering kemudian bahan tersebut siap digunakan.

a. Alat

Adapun komponen alatnya sebagai berikut :

- Generator Termoelektrik : Tipe TEC1-12706
- Heatsink : 1 buah
- Baut : 5 buah
- Lampu : 1 buah

b. Bahan

Adapun Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- Sampah organik

Jenis-jenis sampah yang digunakan adalah jenis sampah yang sudah membusuk contohnya :

- Nasi
- Sayur
- Kulit buah atau sayur
- Daun kering dan ranting kering
- Dll

- Sampah anorganik

Contoh sampah anorganik yang di gunakan adalah :

- Gelas plastik
- Plastik
- Bungkus rokok
- Kaleng
- Pembungkus nasi, mi instan
- Dll

- Buku serta jurnal yang terlampir pada daftar pustaka.

Dalam proses perancangan yang dilakukan kami mulai pada pengumpulan alat/bahan, dan kami melakukan langkah-langkah perancangan sebagai berikut:

- a. Sampah Organik di bakar untuk memanaskan Heatsink.
- b. Heatsink menyerap panas dan mengalirkan pada Generator Termoelektrik.
- c. Panas yang diserap oleh Generator Termoelektrik menghasilkan proses konversi.
- d. Dan arus di bagi untuk menyalakan beban.

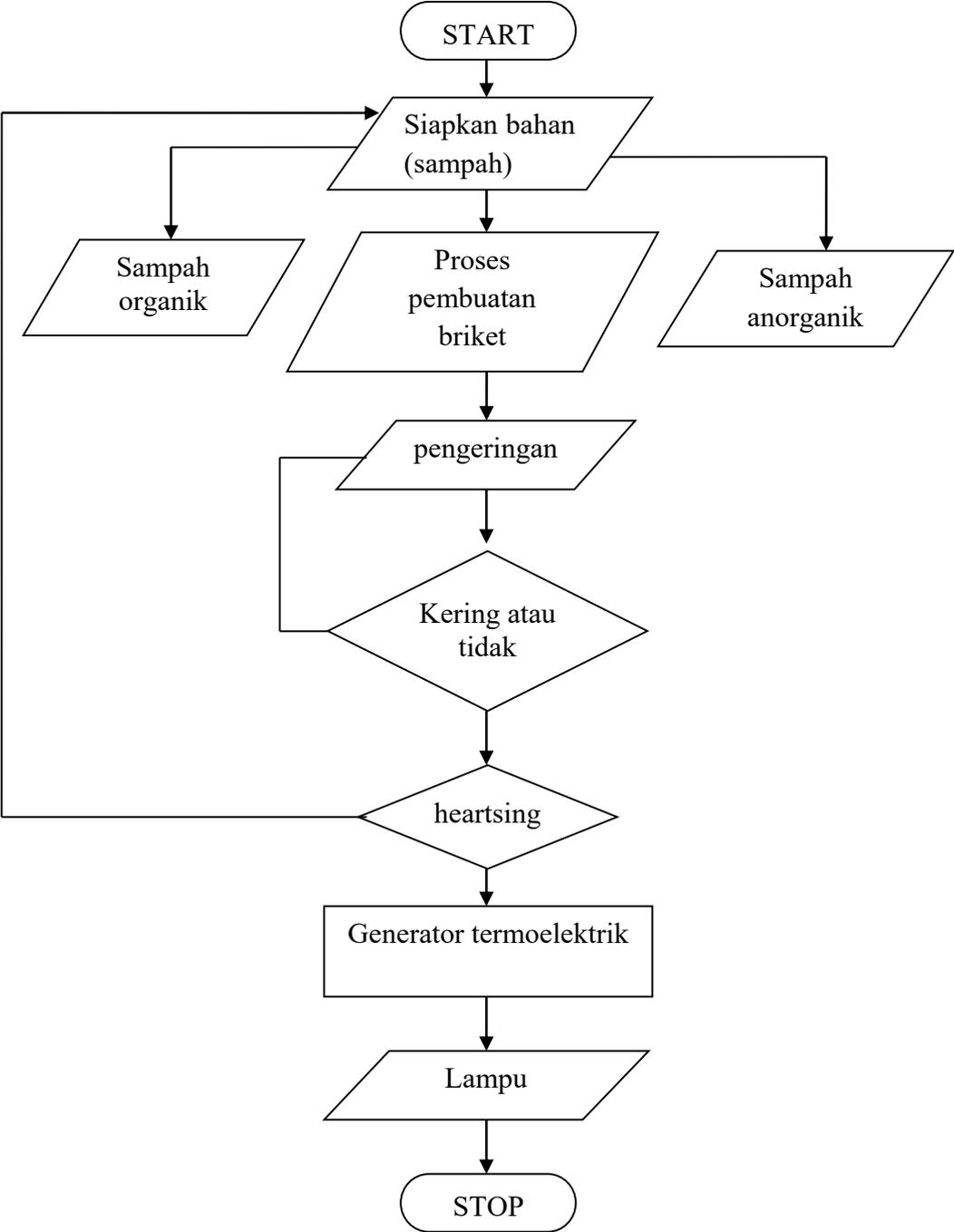
C. Pengujian Data Alat

Pada pengujian alat ini kami mulai pada pembakaran biomassa, setelah melakukan pembakaran untuk memanaskan Heatsink. Heatsink menyerap panas dan mengalirkan pada Termoelektrik, Termoelektrik mengkonversi energi panas menjadi energi listrik terus dialirkan untuk menyalakan beban.

D. Pengambilan Data Alat

Pada tahap pengambilan data kami terlebih dahulu mengambil data pada tempat pembuangan sampah, kemudian mengambil data pada alat dengan mengukur berapa suhu panas Heatsink supaya dapat menghantarkan listrik, mengukur arus dan daya yang keluar pada Termoelektrik dan berapa arus yang masuk pada *batteray* supaya dapat menyalakan beban dan mengukur berapa arus yang masuk di setiap beban yang akan dinyalakan.

E. Diagram Skema Penelitian



F. Singgel Line Gambar



G. Alat dan Bahan Pembuatan Briket Arang

- a. Alat yang di gunakan dalam pembuatan briket ini adalah :
 - Timbangan
 - Drum pembakar/kaleng biskuit
 - Alat penghancur (*mixer*)
 - Saringan
 - Sarung tangan
 - Alat cetak (buat sendiri)
 - Alat tekan (buat sendiri)

- b. Bahan
 - Bahan baku utama dalam pembuatan briket adalah sampah organik dari rumah tangga yang diperoleh di pembuangan sampah masyarakat terdiri dari sampah dapur seperti nasi, sayuran, kulit buah, daun kering, ranting kayu, dan lainnya
 - Bahan perekat yang digunakan adalah tepung tapioka/kanji yang diperoleh dipasar lokal. Menurut sungkana (2009), bahan perekat yang digunakan terdiri dari tepung tapioka dengan air dengan perbandingan 1:10 kemudian di larutkan dan dipanaskan dalam suhu 70°C dan di aduk merata menjadi lem ditandai dengan perubahan warna campuran menjad bening dan mengental.

H. Pelaksanaan Penelitian Briket Arang

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahapan sebagai berikut :

a. Tahapan Karbonisasi/pengeringan

Sampah yang digunakan hanya golongan sampah organik. Sampah ini terlebih dahulu dikeringkan. Pengeringan sampah dilakukan dengan menjemur di panas matahari sampai kering dengan tujuan agar bahan baku mudah terbakar dan tidak banyak menghasilkan asap, kemudian dicacah untuk membuat ukuran material yang sama besar. Bahan baku sampah organik dan tempurung kelapa masing-masing dibuat arang dengan menggunakan drum pembakaran.

b. Pembuatan perekat

Tepung kanji sebanyak 25 gram dilarutkan dengan 1 liter air lalu dipanaskan sambil diaduk-aduk sampai mendidih sehingga berbentuk lem.

c. Pembuatan briket arang

Arang hasil pengarangan dari bahan baku sampah organik ditumbuk atau digiling, kemudian disaring dengan alat pengayak 50 mesh. Serbuk arang yang lolos seluruhnya digunakan sebagai bahan baku pada pembuatan briket arang. Serbuk arang hasil penggilingan dibuat adonan dengan perekat tepung tapioka yang telah dibuat seperti lem dan dicampur dengan kadar perekat sebesar 10% dari berat serbuk arang. Adonan tersebut selanjutnya dimasukkan kedalam cetakan

briket berbentuk silinder dan ditekan agar sisa kandungan air nya keluar.

d. Tahapan Pengeringan

Briket arang yang dihasilkan dikeringkan dengan menjemur dipanas matahari atau dipanggang dalam oven pada suhu 800 °C selama 4 jam.

I. Proses Briket Arang

Proses pengarangan sampah limbah rumah tangga berupa sampah organik basah dikeringkan, kemudian dibakar dalam drum pengarangan.

Proses karbonisais dilakukan dengan tahap pengeringan sampah organik basah 5 kg dikeringkan dipanas matahari menjadi 2 kg, dan daun kering 3kg.

1. cara membuat arang sampah organik

- a. siapkan drum atau kaleng biskuit (untuk proses pembakaran/pengarangan sampah organik)
- b. sampah organik (termasuk daun kering) dimasukan kedalam drum dan dibakar, sampah dapat dimasukan kedalam wadah pembakaran sedikit demi sedikit agar nyala api tidak padam.
- c. Selama proses pembakaran harus dijaga agar tidak ada udara yang keluar masuk wadah pembakaran secara leluasa. Jika udara dapat keluar masuk ke dalam wadah pembakaran maka pembakaran tidak akan menghasilkan arang melaikan abu.
- d. Bila proses pengarang sudah selesai, api bias dimatikan.

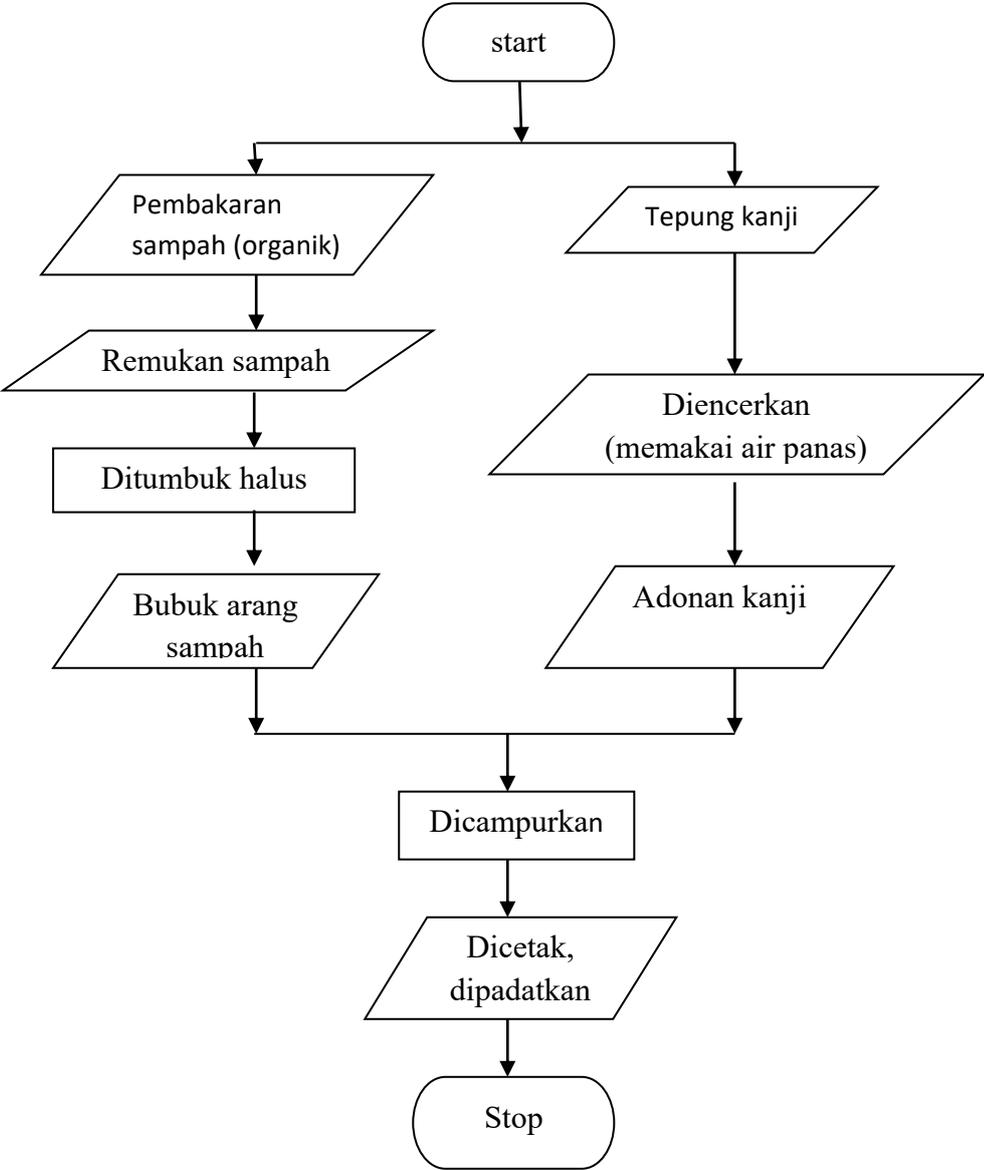
2. Cara membuat briket sampah organik

- a. Siapkan alat penghancur (*mixser*) bisa juga alat penumbuk misalnya lesung, kemudian arang yang tersedia di hancurkan atau di tumbuk halus hingga menjadi bubuk arang dan di saring menggunakan alat pengayak sehingga menjadi serbuk arang. Selanjutnya kumpulkan serbuk arang tersebut pada suatu tempat atau wadah.
- b. Siapkan lem perekat (kanji) dan encerkan dengan air panas. Campurkan kanji tersebut dengan serbuk arang sehingga menjadi adonan yang lengket. Selanjutnya, adonan di aduk agar semua bahan tercampur rata dan cukup lengket.
- c. Siapkan cetakan briket. Bisa dibuat dari pipa PVC /bambu cukup dikepal dengan tangan atau agar hasilnya lebih optimal bisa dengan menggunakan mesin pencetak briket
- d. Setelah cetakan siap, masukkan adonan yang ke dalamnya dengan cara dipadatkan, setelah padat dan berbentuk, keluarkan dari cetakan.
- e. Jemur briket yang masih basah dibawah sinar matahari sampai benar-benar kering
- f. Briket sampah siap digunakan.

CATATAN :

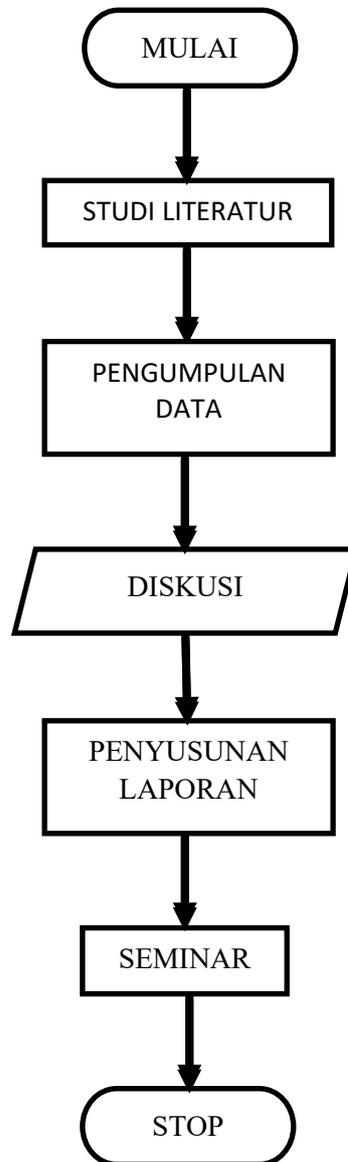
- Ukuran dan bentuk cetakan briket sampah organik bermacam-macam, ada yang besar dan ada yang kecil, tergantung pada kegunaannya. Bahkan, pembuatan briket langsung dapat dikepal dengan tangan.
- Tempat cetak yang dapat dipakai juga bermacam-macam, misalnya kaleng susu, cangkir, atau bekas botol minuman yang terbuat dari plastik.
- Briket sampah organik yang telah kering langsung dapat digunakan untuk memasak dengan cara dibakar dalam tungku atau anglo.

J. Diagram Skema Proses Pembuatan Briket



Simpanlah briket ditempat yang aman dan kering/tidak basah, jangan sampai briket menjadi lembab karena akan berpengaruh terhadap efektifitas pembakaran briket itu sendiri.

K. Diagram Proses Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembahasan

Berdasarkan tinjauan langsung pada lokasi sampah Unismuh Makassar memiliki volume sampah homogen yaitu, sampah organik dan anorganik dicampur jadi satu tempat, oleh karna itu dilakukan pemilihan dan pengambilan sampel organik selama satu minggu. Selama survei sampah ini dilakukan untuk melihat lokasi sampah dan sekaligus melakukan wawancara langsung kepada petugas kebersihan yang ada di lokasi mengenai sampah yang di hasilkan setiap hari dalam 1 minggu di Unismuh Makassar setiap fakultas. Dan juga sampel sampah organik perharinya.

Data sampah organik perhari dalam seminggu :

Tabel 4.1.data sampah organik perhari

Hari	Organik		
	Berat sampah (kg/hari)	Volume Keranjang Sampah (m ³ /hari)	Berat Jenis (kg/m ³)
1	5.110 kg	0,12 m ³	42.58 kg/m ³
2	5.227 kg	0,12 m ³	41.66 kg/m ³
3	4.070 kg	0,12 m ³	33.91 kg/m ³
4	4.800 kg	0,12 m ³	40 kg/m ³
5	3.330 kg	0,12 m ³	27.75 kg/m ³
6	3,500 kg	0,12 m ³	29.166 kg/m ³
7	2.150 kg	0,12 m ³	17.916 kg/m ³

Jumlah	28.184 kg	0,84 m ³	232.97 kg/m ³
Rata-rata	277.34 kg	0,12 m ³	33.552 kg/m ³

Dengan mengambil jumlah sampel sampah organik rata-rata sampah 277.34 kg dan volume keranjang sampah 0,12 m³ maka dapat diperoleh berat jenis sampah, yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{Berat jenis sampah} &= \frac{\text{berat sampah organik (kg)}}{\text{Volume sampah (m}^3\text{)}} \\
 &= \frac{277,34 \text{ kg}}{0,12 \text{ m}^3} \\
 &= 33.552 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

B. Data Perhitungan dan Analisa

1. Hasil Analisa Potensi Energy Sampah Organik

Asumsi ini dibuat dengan pertimbangan pengambilan sampel jumlah berat sampel sampah organik di lokasi Unismuh Makassar rata-rata 232.97 kg/m³ untuk mencari rata – rata berat jenis 33,552 kg/m³.

Jumlah sampah organik yang begitu melimpah tentunya akan menghasilkan potensi pada rata-rata volume sampah organik 5,184 kg/hari. Dengan nilai kalor 1000.09 kkal/kg dan jumlah sampah organik yang tersedia rata-rata 197.872 kg/hari berdasarkan sampel data sampah organik yang di ambil langsung pada lokasih Unismuh Makassar maka diperoleh energi termal yang masuk ke boiler sebesar 197,889.808 kkal/hari sesuai persamaan 1.4 yaitu:

- Jumlah kalori / (kkal) = jumlah berat jenis sampah organik x nilai kalori sampah organik

$$= 1000.09 \times 197,889$$

$$= 197,889.808 \text{ kkal/hari}$$

- Jumlah energi (kWh)

$$\text{Per hari} = \text{jumlah kalori (kkal)} \times 0,00116 \text{ (kWh/kkal)}$$

$$= 197,889.808 \text{ kkal/hari} \times 0,00116 \text{ (kWh/kkal)}$$

$$= 229.552,177 \text{ kWh/hari.}$$

Untuk mencari kapasitas daya sesuai persamaan 1.6 adalah

- Kapasitas termal sampah = jumlah energi (kWh) perhari

$$\frac{\text{jumlah jam perhari yaitu 24 jam,}}{24 \text{ jam/hari}}$$

$$= \frac{229.552,177 \text{ kWh/hari.}}{24 \text{ jam/hari}}$$

$$= 9.564,67 \text{ Kw}$$

$$= 9.564,67 \text{ Kw}$$

Ini belum memperhitungkan efisiensi boiler, turbin, dan generator.

Kemudian asumsi efisiensi boiler dibuat berdasarkan harga tipikal

boiler sampah yang beroperasi dengan sisten sama adalah sebesar 80%

maka daya keluaran adalah sesuai persamaan 1.7:

- Daya keluaran boiler = kapasitas termal sampah x efisiensi boiler

$$= 9.564,67 \text{ kW} \times 80\%$$

$$= 7,651.736 \text{ kW}$$

Asumsi ini cukup *relative* dengan efisiensi uap 80% ketimbang efisiensi boiler berbahan bakar batu bara yang mencapai 85%. Untuk

efisiensi turbin uap dibuat berdasarkan efisiensi siklus *rankine* yang berkisar 25-30%. Maka dipilih angka 25% untuk faktor keamanan dalam perhitungan. Sehingga keluaran daya bersih nya adalah sesuai persamaan 1.8 :

$$\begin{aligned} - \text{ Daya netto turbin uap} &= \text{ daya keluaran boiler} \times \text{ efisiensi uap} \\ &= 7,651.736 \text{ kW} \times 25\% \\ &= 1,912.934 \text{ kW} \end{aligned}$$

Kemudian efisiensi generator dipilih 90%

$$\begin{aligned} - \text{ Daya keluaran generator} &= \text{ daya netto turbin uap} \times \text{ efisiensi} \\ &\text{ generator} \\ &= 1,912.934 \text{ kW} \times 90\% \\ &= 1,721.64 \text{ kW} \end{aligned}$$

Pemanfaatan sampah dengan menggunakan teknologi pembakaran langsung atau insenerasi mampu menghasilkan daya keluaran dari generator sebesar 1,721.64 kW. Setelah itu, untuk mendapatkan energi listrik yang di hasilkan dari insenerasi perhari adalah daya keluaran generator dikali dengan 24 jam.

$$\begin{aligned} W &= P \times t \\ &= 1,721.64 \text{ kW} \times 24 \text{ jam} \\ &= 41,319.36 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

Jika beroperasi selama satu tahun sebesar 15,081,566.4 kWh/tahun atau 15,08156 MAh/tahun.

C. Pengambilan Data

1. Pengambilan data hari pertama (sampah organik)

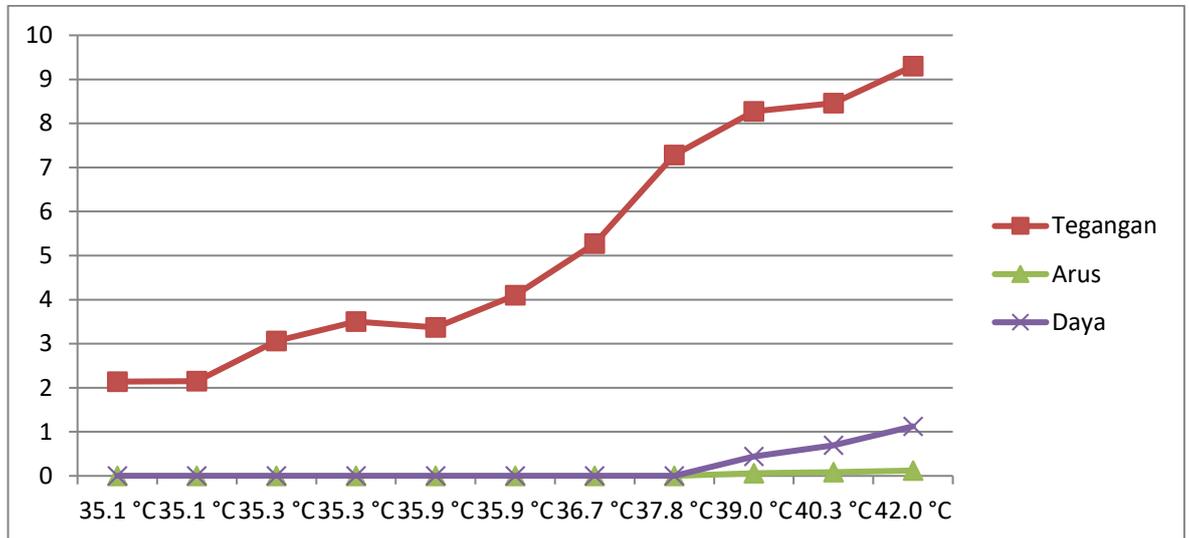
Table 4.2 hasil pengukuran, arus, suhu dan daya dari output Generator Termoelektrik yang dilakukan pada tanggal 7 Oktober 2018.

Tabel 4.2 menjelaskan pada jam 12:10 dengan suhu 42.0 °C dapat menghasilkan tegangan sebesar 9.30 V dan arus sebesar 0,121 A. Tegangan dan arus akan terus naik pada setiap pergantian menit sesuai dengan berapa suhu panas yang dikonversi oleh Generator Termoelektrik, dan dengan 2 kg sampah organik bisa menyalakan api selama 10 menit.

Tabel 4.2 hasil pengukuran sampah organik

No	Waktu (WITA)	Suhu (0C)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
1.	12.00	35.1 °C	2.14	0	0
2.	12.01	35.1 °C	2.15	0	0
3.	12.02	35.3 °C	3.06	0	0
4.	12.03	35.3 °C	3.50	0	0
5.	12.04	35.9 °C	3.37	0	0
6.	12.05	35.9 °C	4.10	0	0
7.	12.06	36.7 °C	5.27	0	0
8.	12.07	37.8 °C	7.28	0	0
9.	12.08	39.0 °C	8.27	0,061	0,443
10.	12.09	40.3 °C	8.46	0,082	0,693
11	12.10	42.0 °C	9.30	0,121	1,125

Diagram Output Generator Termoelektrik (organik)



Gambar 4.1 Diagram Output Generator Termoelektrik (organik)

Pada gambar 4.1 memperlihatkan tegangan yang dihasilkan oleh Generator Termoelektrik pada jam 12:00 sampai dengan jam 12:10. secara keseluruhan, output tegangan, Arus dan Daya dari Generator Termoelektrik semakin naik.

Cara penyelesaian :

Rumus daya listrik = Tegangan x Arus Atau Watt = Volt x Ampere dengan rumus tersebut kita bisa menghitung dan mendapatkan nilai daya dengan cara penyelesaian sebagai berikut.

$$V = 9.30V$$

$$P = V \times I$$

$$I = 0,121A$$

$$P = 9.30 V \times 0,121A$$

$$P = \dots\dots?$$

$$P = 1,125 \text{ Watt}$$

(Sumber : Rumus persamaan Daya listrik)

2. Pengambilan data Alat hari kedua (sampah anorganik)

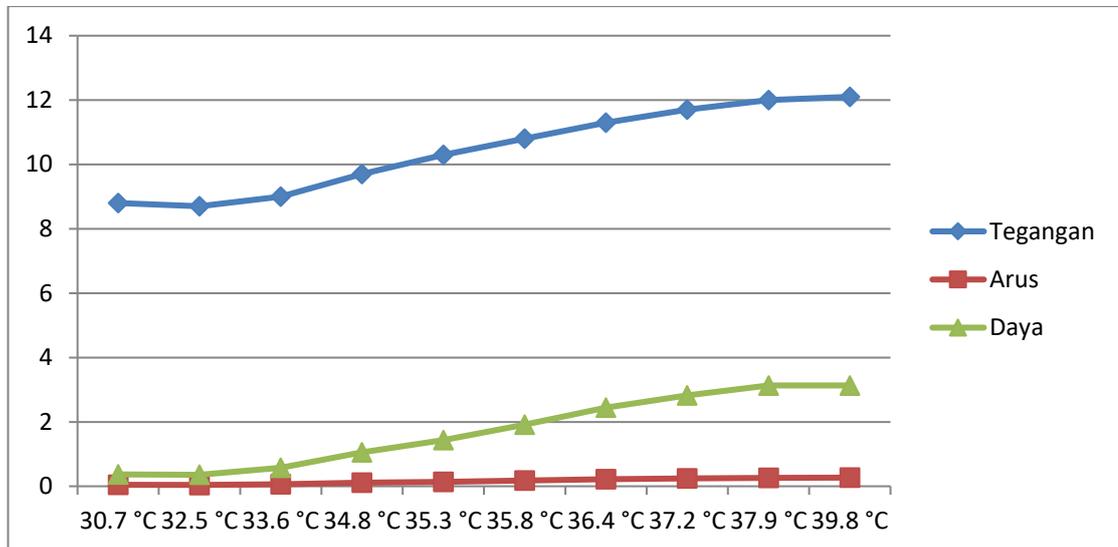
Tabel 4.3. Hasil pengukuran tegangan, arus, suhu dan daya dari output Generator Termoelektrik yang dilakukan pada tanggal 19 Oktober 2018.

Tabel 4.3 menjelaskan pada jam 22.09 dengan suhu 39.8 °C dapat menghasilkan tegangan sebesar 12,1 V dan arus sebesar 0.268 A. Tegangan dan arus akan terus naik pada setiap pergantian menit sesuai dengan berapa suhu panas yang dikonversi oleh Generator Termoelektrik, dan dengan 1,5 kg sampah anorganik bisa menyalakan api selama 10 menit.

Table 4.3 hasil pengukuran sampah anorganik

No	Waktu (WITA)	Suhu (°C)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
1.	22.00	30,7 °C	08,8	0,042	0,369
2.	22.01	32,5 °C	808,7	0,041	0,356
3.	22.02	33,6 °C	09,0	0,064	0,576
4.	22.03	34,8 °C	09,7	0,109	1,057
5.	22.04	35,3 °C	10,3	0,139	1,431
6.	22.05	35,8 °C	10,8	0,177	1,911
7.	22.06	36,4 °C	11,3	0,216	2,440
8.	22.07	37,2 °C	11,7	0,241	2,819
9.	22.08	37,9 °C	12,0	0,261	3,132
10.	22.09	39,8 °C	12,1	0,268	3,132

Diagram Output Generator Termoelektrik (anorganik)



Gambar 4.2 Diagram Output Generator Termoelektrik (anorganik)

Pada gambar 4.2 memperlihatkan tegangan yang dihasilkan oleh Generator Termoelektrik pada jam 22:00 sampai dengan jam 22:09. Secara keseluruhan, output Tegangan, Arus dan Daya dari Generator Termoelektrik semakin naik.

Cara penyelesaian :

$$V = 12,1V$$

$$P = V \times I$$

$$I = 0,268 A$$

$$P = 12,1 V \times 0,268A$$

$$P = \dots\dots?$$

$$P = 3,242 Watt$$

(Sumber : Rumus persamaan Daya listrik)

Dari hasil pembakaran hari pertama (organik) dan hari kedua (anorganik) dapat di peroleh kesimpulan bahwa panas yang dihasilkan pembakaran organik lebih rendah dengan pembakaran anorganik,

dikarenakan sampah organik lebih lama terbakar sehingga butuh waktu untuk lampu bisa menyala sedangkan pada sampah anorganik akan mudah terbakar dan tidak membutuhkan waktu lama sampai lampunya menyala.

D. Pengambilan Data Menggunakan Briket Arang

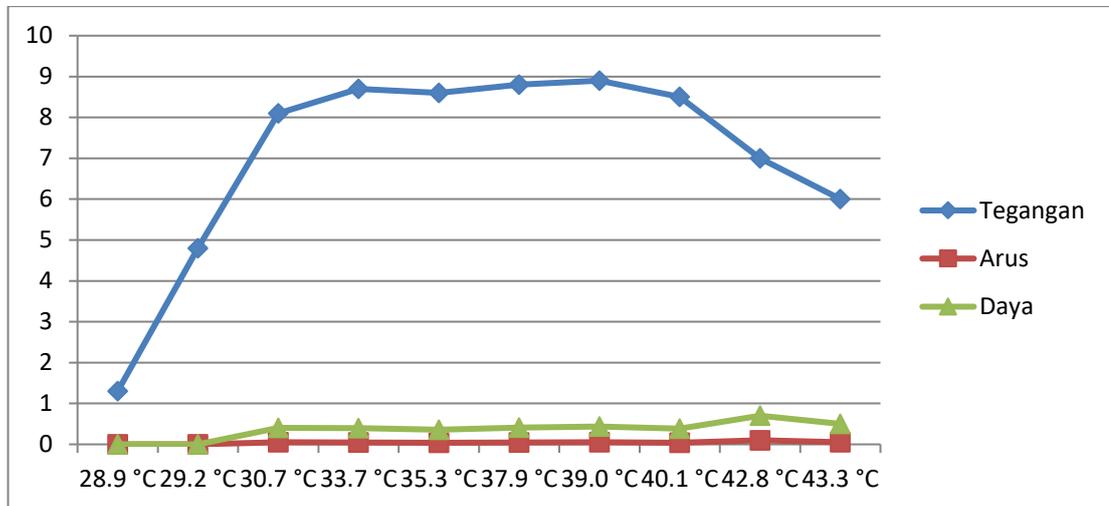
Tabel 4.4. Hasil pengukuran tegangan, arus, suhu dan daya dari output Generator Termoelektrik yang dilakukan pada tanggal 4 November 2018.

Tabel 4.4 menjelaskan pada jam 15:09 dengan suhu 43.3 °C dapat menghasilkan tegangan sebesar 06.6 V dan arus sebesar 0.05 A. Tegangan dan arus naik turun pada setiap pergantian menit sesuai dengan berapa suhu panas yang dikonversi oleh Generator Termoelektrik, dan dengan 1 kg briket arang bisa menyalakan api selama 10 menit.

Table 4.4 pengambilan data briket arang

No	Waktu (WIB)	Suhu (0C)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
1.	15.00	28.9 °C	01,3	0	0
2.	15.01	29.2 °C	04,8	0	0
3.	15.02	30.7 °C	08,10	0,050	0,405
4.	15.03	33.7 °C	08,7	0,046	0,400
5.	15.04	35.3 °C	08,6	0,042	0,361
6.	15.05	37.9 °C	08,8	0,047	0,413
7.	15.06	39.0 °C	08,9	0,049	0,436
8.	15.07	40.1°C	08,5	0,041	0,348
9.	15.08	42.8°C	07,0	0,10	0,7
10.	15.09	43.3°C	06,6	0,05	0,5

Diagram Output Generator Termoelektrik (briket arang)



Gambar 4.3 Diagram Output Generator Termoelektrik (briket arang)

Pada gambar 4.3 memperlihatkan tegangan yang dihasilkan oleh Generator Termoelektrik pada jam 15:00 sampai dengan jam 15:09. secara keseluruhan, output Tegangan, Arua dan Daya dari Generator Termoelektrik naik turun.

Cara penyelesaian :

$$V = 06,6V$$

$$P = V \times I$$

$$I = 0,05A$$

$$P = 06,6 V \times 0,05A$$

$$P = \dots\dots?$$

$$P = 0,5 \text{ Watt}$$

(Sumber : Rumus persamaan Daya listrik)

Dari hasil pembakaran briket arang dapat di peroleh kesimpulan bahwa panas yang dihasilkan pembakaran briket, tegangan yang dihasilkan tidak stabil, sehingga tegangan dan arus nya naik turun.

Briket arang berbahan organik memang diperuntukkan untuk pembakaran ikan dll.

E. Pengambilan Data Menggunakan Briket Arang Tongkol Jagung

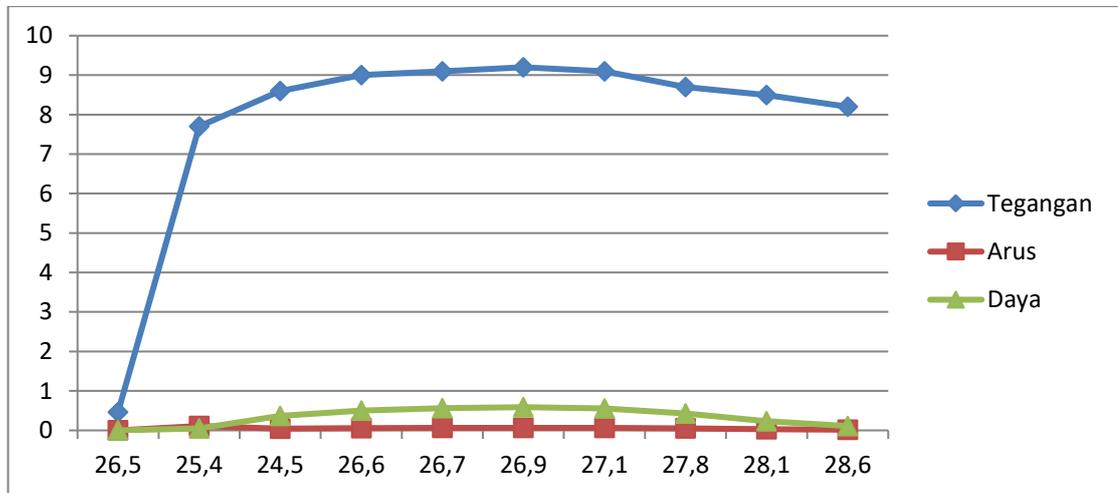
Tabel 4.5. Hasil pengukuran tegangan, arus, suhu dan daya dari output Generator Termoelektrik yang dilakukan tanggal 04 Maret 2018.

Tabel 4.5 menjelaskan pada jam 20.09 dengan suhu 28,6 °C dapat menghasilkan tegangan sebesar 08,2 V dan arus sebesar 0,014 A. Tegangan dan arus naik turun pada setiap pergantian menit sesuai dengan berapa suhu panas yang dikonversi oleh Generator Termoelektrik, dan dengan 0,5 kg briket arang tongkol jagung bisa menyalakan api selama 10 menit.

Table 4.5 pengambilan data briket arang

No	Waktu (WIB)	Suhu (°C)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
1.	20.00	26,5 °C	0,46	0	0
2.	20.01	26,4 °C	07,7	0,11	0,050
3.	20.02	26,5 °C	08,6	0,043	0,369
4.	20.03	26,6 °C	09,0	0,056	0,504
5.	20.04	26,7 °C	09,1	0,062	0,564
6.	20.05	26,9 °C	09,2	0,064	0,588
7.	20.06	27,1 °C	09,1	0,061	0,555
8.	20.07	27,8 °C	08,7	0,048	0,426
9.	20.08	28,1 °C	08,5	0,027	0,229
10.	20.09	28,6 °C	08,2	0,014	0,114

Diagram Output Generator Termoelektrik (briket)



Gambar 4.4 Diagram Output Generator Termoelektrik (briket)

Pada gambar 4.5 memperlihatkan tegangan yang dihasilkan oleh Generator Termoelektrik pada jam 20:00 sampai dengan jam 20:09. Secara keseluruhan, output Tegangan, Arus dan Daya dari Generator Termoelektrik naik turun.

Cara penyelesaian :

$$V = 08,2V$$

$$P = V \times I$$

$$I = 0,014A$$

$$P = 08,2 V \times 0,014A$$

$$P = \dots\dots?$$

$$P = 0,114 \text{ Watt}$$

(Sumber : Rumus persamaan Daya listrik)

Dari hasil pembakaran briket arang tongkol jagung dapat di peroleh kesimpulan bahwa panas yang dihasilkan pembakaran briket tegangan yang dihasilkan tidak stabil, sehingga tegangan dan arus nya naik turun. Briket arang berbahan tongkol jagung sama dengan briket arang berbahan organik lainnya. Yang hanya membedakan, briket arang organik

dapat dijadikan bahan pembangkit listrik hanya saja daya tahan apinya tidak bertahan lama, sedangkan briket tongkol jagung daya tahanannya apinya dapat bertahan lama. Masing-masing briket ini memang diperuntukan untuk bahan pembakar ikan dll. Bisa digunakan untuk bahan pembangkit alternatif, tetapi alangkah lebih baiknya disediakan penyimpanan daya atau generator agar daya yang dihasilkan oleh briket bisa disimpan di dalam penyimpanan, sama halnya dengan bahan sampah organik yang tidak diolah menjadi briket.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Jumlah sampah yang ada di universitas muhammadiyah Makassar 12,960 kg/hari
2. Perkiraan energi listrik yang di hasilkan dari insenerasi perhari adalah 41,319.36 kWh/hari, Jika beroperasi selama satu tahun sebesar 15,081,566.4 kWh/tahun atau 15,08156 MAh/tahun.
3. Proses sampah menjadi energi terbarukan mampu memberikan jawaban atas permasalahan penumpukan sampah di Unismuh Makassar.
4. Proses pengolahan sampah organik dengan sistem pengarangan pirolisis menjadi briket arang dapat dilakukan dengan mudah dan menggunakan alat sederhana. Dan dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti minyak tanah dan gas.
5. Dari pembakaran dapat di peroleh kesimpulan bahwa panas yang dihasilkan pembakaran organik lebih rendah dengan pembakaran anorganik, dikarenakan sampah organik lebih lama terbakar sehingga butuh waktu untuk lampu bisa menyala sedangkan pada sampah anorganik akan mudah terbakar dan tidak membutuhkan waktu lama sampai lampunya menyala.

B. Saran

1. Masih diperlukan studi lebih lanjut serta observasi lapangan yang meliputi berbagai aspek – aspek terkait dengan penanganan sampah serta pengolahan sampah menjadi energi terbarukan
2. Data yang di hasilkan untuk memulai studi potensi seharusnya lebih akurat serta data pada rata – rata volume sampah organik seharusnya sudah ada pada instansi terkait, agar untuk observasi pengembangan lebih mudah
3. Dengan melakukan studi potensi limbah kampus sebagai pembangkit listrik Unismuh Makassar di harap kedepannya teknologi pemanfaatan sampah menjadi bahan bakar energi listrik bisa dikembangkan lebih spesifik agar dapat membantu mengatasi krisis energi listrik, khususnya dilingkungan kampus unismuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifah, Rena.2016. *potensi sampah organik dalam penyediaan briket arang untuk pembuatan ketahanan energi*. Repositori Institusi USU, Universitas Sumatera Utara
- Budi, H. 2006. *Pirolisis Biomassa Untuk Pembuatan Bioarang Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Teknik Kimia Unika Widya Mandala. Jakarta.
- Cokorde Indra Pharta. 2010. *PenggunaanSampah Organik Sebagai Pembangkit Listrik di*
- Djarmiko. B, 1985. *Pengolahan Arang dan Kegunaannya*. Departemen Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian IPB-Bogor.
- Efendi, Selamat.2016. *Pengembangan perangkat Konversi Energi panas menjadi Energi Listrik*. Fakultas Keguruan an ilmu Pendidikan Universitas Lampung. Bandar
- Eka Wardania¹, Sunarti Jaya Arista²:¹Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar:E_mail : Ekawardania247@gmail.com:²Prodi Teknik ElektroFakultas Teknik Unismuh Makassar:E_mail : Sunartijayaarista@gmail.com ;konversi energi panas menjadi energi listrik dengan menggunakan generator termoelektrik.
- E. Hutrindo, *Modul Evaluasi Aspek - Ekonomi. Pembangkit Listrik Tenaga Sampah*, Jakarta: Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Ketenaga Listrikan, Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi, 2015.

Lampung Waspon, anton.1997. *Biomassa sebagai pembangkit listrik*. Wacana No.9/juli- Agustus 1997

Muhammad Ikromi, *feasibility studi pembangunan pembangkit listrik tenaga sampah*. Fakultas teknik universitas Bandar lampung, Bandar lampung 2017.

Nisandi, *pengolahan dan pemanfaatan sampah organik menjadi briket arang dan asap cair*. Yogyakarta, 2007.

Rezki hairi, Mamal Qabir ; ¹Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar; *konversi energi biomassa melalui proses termokimia tipe (combustion) dengan menggunakan generator termoelektrik*. 2018.

Uray Ibnu Faruq. 2016. *studi potensi limbah kota sebagai pembangkit listrik tenaga sampah (pltsa) kota singkawang*, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak ; Email : Oerayibnu25@gmail.com ; Pontianak, Indonesia, 2016..

Yulistina ND, 2001. Analisis Energi dan Biomassa dalam Proses Pembuatan Briket Arang. Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian IPB.

<https://mesinpencacahsampah.wordpress.com/2016/06/14/cara-membuat-briket-sampah-organik/>

<http://wiyatagonta.blogspot.com/2013/02/prinsip-pembuatan-briket-dari-sampah.html>

LAMPIRAN

A. Dokumentasi pengambilan data alat



Proses perakitaan alat



Pengambilan data pertama sampah organik



Pengambilan data kedua sampah anorganik

B. Dokumentasi pembuatan briket arang organik



bahan sampah organik sebelum di bakar



Bahan sampah organik sesudah di bakar



Pencampuran semua bahan



Briket arang yang sudah jadi