

POTENSI SAMPAH ORGANIK DI KAMPUS UMY UNTUK DIJADIKAN ENERGI TERBARUKAN

Argi Mochamad Fauzi

Department of Electrical Engineering, University of Muhammadiyah Yogyakarta
Integrated Campus of UMY, Lingkar Selatan Street, Kasihan, Bantul Yogyakarta 55183

E-mail: argimf@gmail.com

Abstract Pengembangan pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa) merupakan solusi energi terbarukan agar dapat membantu mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil. Oleh sebab itu perlu adanya pengembangan sumber energi alternatif lain seperti sampah yang digunakan sebagai solusi dalam menekan penggunaan bahan bakar fosil. Sehingga penelitian potensi sampah organik di kampus UMY untuk dijadikan energi terbarukan diharapkan dapat memberikan gambaran dan solusi untuk kedepannya UMY bisa mengolah sampah dijadikan energi terbarukan.

Dengan metode gasifikasi, yang menjadi salah satu teknologi yang sedang marak digunakan untuk mengubah sampah organik menjadi bahan bakar biomassa. yang kemudian disebut gas produser. Gas produser lalu diumpankan ke motor genset untuk menghasilkan listrik menjadikan salah satu alternatif untuk pemanfaatan sampah. Sampah organik 31,8 ton/tahun bisa menghasilkan 7954,2 liter/tahun dan di umpan untuk menghasilkan 5302,1 kwh/tahun..

Keywords: PLTSa, Energi terbarukan, Gasifikasi

I. Pendahuluan

Di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (UMY) ditetapkan sebagai salah Green Campus oleh Indonesia Green Award (IGA) pada tahun 2016 (*Berita UMY*). Produksi sampah di UMY terus meningkat seiring dengan jumlah mahasiswa yang masuk dan juga jumlah pepohonan yang menghasilkan gugran daun dan ranting pohon yang mengikuti iklim cuaca.

Sampah organik dan non organik sendiri hanya di buang di TPS saja, tidak dimanfaatkan sepenuhnya untuk jenis sampah non organik seperti sampah kertas dan plastik pihak kampus membuka pintu rejeki untuk para pemulung yang ingin mendapatkan rejekinya dari memulung sampah untuk di jual kembali ke pengepul untuk mendapatkan uang.

Secara umum sampah yang ada di UMY itu 60% sampah organik dan 40% sampah non organik. Dari sini lah sumber energi terbarukan bisa di hasilkan dari pemanfaatan sampah organik tersebut dengan menghasilkan energi terbarukan yaitu biomasa. Dari hasil energi biomasa tersebut selain bisa dimanfaatkan untuk pembangkit listrik juga bisa dimanfaatkan untuk kebutuhan gas di kantin BOGA yang dapat mengurangi jumlah anggaran untuk pembelian gas untuk memasak serta mengurang jumlah finansial untuk kebutuhan listrik di kawasan UMY

II. Tinjauan Pustaka

Pada penelitian dan beberapa jurnal ilmiah yang telah ada mengenai pembahasan pembangkit listrik energi terbaharukan dari biomassa yang memanfaatkan sampah organik dimana sampah organik tersebut di *fermentasi* dengan termokimia yang nantinya akan menghasilkan biomassa dengan kandungan didalamnya terdapat macam macam gas seperti gas metana (CH_4), gas karbon dioksida (CO_2) dan juga gas lainnya.

(DKP Kota Surabaya Chalid Buchari 2016), Jumlah energi listrik yang dihasilkan dari pengelolaan limbah sampah di TPA Benowo, 10 megawatt. Jumlah itu berasal dari total limbah sampah yang masuk ke TPA Benowo yang mencapai 1.400 ton setiap harinya. Hasil tersebut terdiri dari listrik 2 megawatt memakai proses *landfill*, sedangkan 8 megawatt menggunakan sistem gasifikasi.

(Dr.Ir. Rosad Ma'ali El Hadi, M.Pd., M.T. 2016), Telkom University dan Bandung Techno Park mengembangkan biodigester dari sampah oraganik yang dijadikan energi terbarukan yang menghasilkan 1000 liter, gas (biogas) yang bisa dimanfaatkan untuk 3-4 kantin dan dipergunakan sebagai bahan bakar untuk memasak di Kantin kampus Telkom university dengan kompor khusus

2.1 Pengertian Sampah

Sampah ialah kumpulan dari buangan sebuah aktifitas mahluk hidup berupa materi yang berbentuk cair, padat dan gas yang tidak bernilai ekonomi. Ada jenis sampah berdasarkan sifatnya seperti sampah organik terdiri dari sisa pohon, sisa makanan, sisa sayur dan buah yang mudah terdegradasi oleh mikroba dan sampah anorganik terdiri dari kaleng, plastik, besi, kaca dan bahan lain yang tidak bisa terdegradasi oleh mikroba sehingga sulit diuraikan.

2.2 Pengolahan Sampah

Ada berbagai metode pengolahan sampah dan cara penerapannya sebagai berikut:

a. Open Dumping (Pembuangan Terbuka)

Dengan cara pembuangan sederhana dimana sampah dibuang pada suatu lokasi lalu dibiarkan terbuka tanpa pengamanan juga ditinggalkan setelah lokasi sudah penuh.

b. Controlled Landfill

Metode ini adalah peningkatan dari open dumping dimana sampah yang telah tertimbun ditutup dengan lapisan tanah agar terhindari potensi gangguan yang ditimbulkan dari sampah. Dalam operasionalnya, dilakukan perataan juga dipadatkan sehingga sampah lebih padat untuk lokasi pembungannya agar lebih efisien untuk lahannya.

c. Sanitary Landfill

Metode ini ialah metode yang dikembangkan dari metode controlled landfill dimana penimbunan sampah dipadatkan dengan tanah, yang dilakukan terus secara berlapis sesuai dengan rencana yang diterapkan. Pelapisan sampah dengan tanah penutup dilakukan setiap hari pada akhir jam operasi.

d. Inceneration

Metode inceneration dilakukan dengan cara membakar sampah yang telah terkumpul untuk mereduksi volume buangan padat.

e. Composting

Metode ini dilakukan dengan cara mengubah sampah organik menjadi kompos sebagai penyubur tanaman.

2.3 PLTSa (Pembangkit Listrik Tenaga Sampah)

Pembangkit listrik tenaga sampah merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan sampah sebagai sumber energi utamanya juga 2 macam bahan baku energi yang bisa dipakai yaitu dari biomassa dan biogas.

Gasifikasi

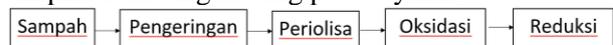
Gasifikasi ialah proses suatu konversi energi secara termokimia yang akan terjadi penguraian biomassa dilakukan di dalam sebuah alat yang disebut gasfier reactor, penguraian itu dilakukan dengan cara pemanasan menggunakan suhu sekitar 900°C. Biasanya bahan baku yang digunakan adalah dari sampah organik. Ada pula jenis gas yang dihasilkan dari proses gasifikasi yaitu CO, H₂, CH₄, N₂ dan CO₂. Gas hasil gasifikasi seperti gas metana dapat

digunakan untuk keperluan sebagai sumber bahan bakar untuk menjalankan mesin pembakaran, digunakan untuk memasak sebagai bahan bakar kompor, atau digunakan sebagai bahan bakar pembangkit listrik sederhana.



Gambar 2.1 Unit Gasifikasi di ITB

Tahapan proses gasifikasi di dalam gasfier reaktor terjadi beberapa proses seperti pengeringan, pirolisasi, reduksi dan oksidasi dengan rentang tempratur masing masing proses yaitu:



Gambar 2.4 Tahapan proses gasifikasi di dalam gasfier

1. Proses pengeringan

Pengeringan adalah awal tahapan untuk proses gasifikasi, dimana air yang terkandung didalam biomassa diuapkan dengan gas panas dari pembakaran pada bagian bawah reaktor, temperatur yang digunakan berkisar 150°C.

2. Proses Pengarangan (Pirolisa)

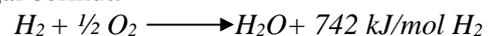
Selanjutnya didalam proses pengarangan bahan bakar yang sudah kering akan mengalami pemanasan pada suhu 500-700°C dengan menggunakan udara panas sehingga akan terjadi pembakaran yang tidak sempurna menjadikan bahan bakar akan terurai jadi arang, asam organik dan juga dalam bentuk zat lainnya.

3. Proses Oksidasi

Didalam ini juga terjadi proses oksidasi, dimana zat yang dihasilkan dibakar dengan bantuan udara dan menghasilkan gas yang mampu terbakar dengan sempurna, dilain sisi juga akan terbentuk gas CO₂ yang disertai timbulnya energi panas. Yang dihasilkan pada proses ini yaitu jenis gas yang bisa ditarik atau dikeluarkan dari reaktor. Reaksi yang terjadi pada proses pembakaran ialah sebagai berikut:



Reaksi pembakaran lain yang berlangsung ialah oksidasi hidrogen yang terkandung dalam bahan bakar membentuk kukus. Reaksi yang terjadi ialah sebagai berikut:

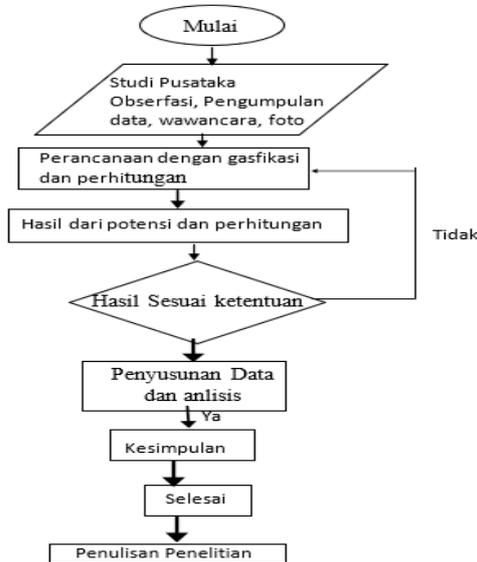


4. Proses Reduksi

Proses ini ialah proses terakhir dimana akan terjadi pertukaran uap air serta terjadi reduksi CO₂ oleh arang karbon. Dari proses ini, gas yang dihasilkan akan meningkat secara signifikan. Pada proses ini juga terjadi beberapa reaksi kimia, seperti Water-gas

reaction Bourdouar reaction, Shift conversion, dan CO methanation.

III. Metodologi Penelitian



Perlu adanya alur perencanaan yang menggambarkan jalannya penelitian agar dalam penelitian menemukan hasil yang maksimal dan sesuai dengan apa yang akan didapatkan sebagaimana pada alur diagram dibawah ini :

Gambar 3.2 Diagram alur

Dari penggambaran skema diatas merupakan bentuk alur diagram (flow chart) dari penelitian potensi sampah yang ada di UMY, melalui beberapa diagram yang akan dipaparkan berikut ini :

1. Tahap pengumpulan data, wawancara serta dokumentasi sebagai bahan referensi untuk penelitian yang akan diteliti.
2. Tahapan perhitungan dan potensi secara nyata yang kemudian efektifitas secara keseluruhan sehingga menghasilkan data perhitungan potensi listrik dari penelitian tersebut.
3. Tahapan terakhir yaitu membuat suatu analisis dan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

Perhitungan

Perhitungan melalui gasfikasi, dapat mengubah semua bahan organik dijadikan bahan bakar, sehingga dapat menggantikan bahan bakar fosil sebagai sumber energi. Melalui proses ini 4 kg sampah organik dapat dimanfaatkan sebagai pengganti 1 liter bahan bakar. (<http://esptk.fti.itb.ac.id/herri/index.html>)

$$L = \frac{S}{4}$$

Dimana : L : Kg/Ha (Liter)
S : Sampah/ Kg

4 : kg (gasfikasi)

(<http://esptk.fti.itb.ac.id/herri/index.html>)

Dan selanjutnya hasil dari proses gasfikasi menghasilkan energi terbarukan (biomassa) yang selanjutnya di salurakan ke unit generator BG 5 KVA (genset biomasa daya 5000 watt) dari PT BBI yang menghasilkan listrik. Dimana energi gas generator sebesar 1,5 liter biomassa akan memutar generator dengan 1500rpm per menit dan menghasilkan 1 kwh dalam waktu 1 jam.

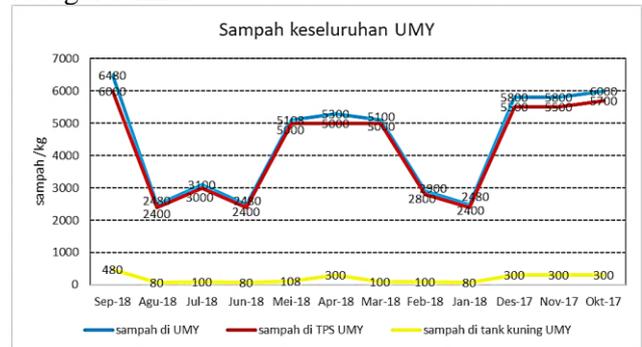
1kwh = 1,5 liter/jam

(https://kencanaonline.com/index.php?route=product/product&product_id=82)

IV. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini analisis potensi energi listrik dari sampah organik dilakukan di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Dimana penelitian ini menggunakan media sampah organik yang dibuang di TPS di belakang UMY yang berpotensi menjadikan energi terbarukan (biomassa) dengan metode Gasfikasi. Berdasarkan data di lapangan serta wawancara kepada pihak-pihak yang mengetahui siklus sampah yang ada di UMY dan yang terlibat didalamnya seperti biro umum yang memegang bagian LH serta para petugas pembersih yang sudah mengetahui siklus siklus sampah dan juga pihak kedua seperti PJM Gamping, DLH Gamping serta para pemulung yang sudah mengais rezeki di UMY.

Berikut ini data perkiraan total jumlah timbunan sampah di seluruh kawasan UMY per bulan menurut data di lapangan serta hasil wawancara di tempat sebagai berikut :



Gambar 4.1 Diagram volume sampah keseluruhan

Jika dilihat menurut luas kawasan UMY yang luasnya kurang lebih sekitar 191.293,46 m² dan dari data di lapangan serta hasil wawancara menunjukan volume timbunan sampah tergantung dari siklus cuaca yang ada serta jumlah sisa makanan dari BOGA dan SPORTORIUM. Jika dilihat dalam kurun satu tahun ini UMY bisa menghasilkan 53,1 ton per tahun dan jika dirata-rata akan maka menghasilkan 4.425 kg perbulan atau 145,5 kg perhari.

Dilihat data di lapangan serta wawancara kepada pihak yang terlibat sampah 53,1 ton tersebut diperkirakan terdiri 60% organik dan 40% sampah nonorganik.

Untuk lahan hijau di UMY hanya ada 10473.1 m² yang dapat menghasilkan sampah organik dari hasil guguran pepohonan sekitar 120kg/hari. Dan ditampung di TPS yang ada di belakang kampus UMY. Dan untuk sisa makan dari BOGA dan SPORTORIUM di buang di tank kuning yang ada di belakang UMY untuk jumlah yang terkumpul itu tergantung dari jumlah mahasiswa yang membuang sisa sisa makan dari BOGA dan sisa sisa dari event atau acara yang biasa dilaksanakan di SPORTORIUM.



Gambar 4.2 Kondisis Sampah

4.1.1 Proses Pengumpulan di TPS

Gambar 4.6 Diagram volume timbunan sampah di TPS

Volume timbunan sampah rata-rata per bulan bisa mencapai 4000kg tergantung dari jumlah siklus hujan hanya berasal dari guguran pepohonan yang berada di kawasan UMY. Untuk menampung sekitar 6000kg an ini di tampung di TPS yang berukuran 6m X 7m X 3,5m. Setelah dikumpulkan di TPS maka selanjutnya akan di angkut oleh pihak ke 2 untuk di buang ke TPA Piungan. Oleh pihak ke dua seperti PJM Gamping akan mengangkut dari TPS ke TPA Piungan setiap hari pada sekitar jam 10.00 wib.



Gambar 4.7 Pengangkutan sampah

Untuk proses pengumpulan sampah di TPS dilakukan tiap hari dari pagi dan juga sore dengan diangkut oleh gerobak kuning yang bisa menampung 2 sampai 3 kantong atau sekitar 10 sampai 15 kg yang gerobaknya itu berjumlah 11.

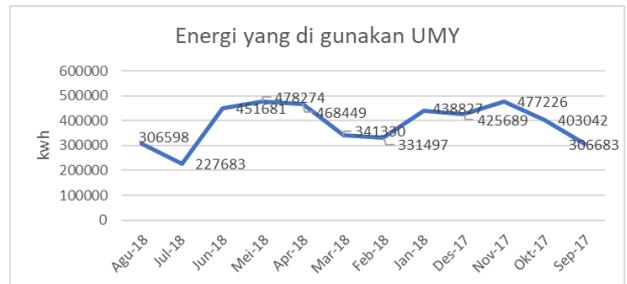
4.2 Kondisi Kelistrikan UMY

Kapasitas sumber tenaga listrik dari PLN yang hanya di distribusikan 20kv tegangan menengah

dan dipasang transformator merk TRAFINDO dengan kapasitas 1250Kva.

Namun tidak secara terus-menerus dapat suply tenaga listrik secara mutlak tanpa gangguan. Sehingga untuk mencukupi kebutuhan akan listrik pada gedung perkuliahan ketika ada gangguan maka di pasang sistem back-up listrik berupa generator (genset) sebesar 500 Kva dan 700Kva k agar kebutuhan listrik dapat terpenuhi ketika terjadi gangguan pada sistem distribusi PLN.

Dan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik untuk perkuliahan serta praktikum di semua jurusan berikut ini diagram kebutuhan energi listrik per bulan dari septeber 2017 sampai agustus 2018 sebagai berikut:



Gambar 4.10 Diagram energi di UMY

Sumber: biro keuangan

Dengan analisis pada kebutuhan total harian listrik rata-rata per gedung menghabiskan energi listrik sebesar 562.8 Kva. Dengan asumsi UMY bisa menggunakan listrik sekitar 4.656.981.875kwh per tahun.

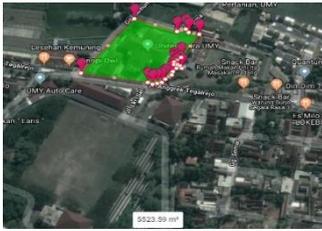
4.3 Potensi Sampah

Pengembangan Energi Baru Terbarukan (EBT) yang saat ini mengacu pada Prepes No 5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional. Tujuannya dari Kebijakan Energi Nasional (KEN) sebagai pedoman untuk memberi arah pengelolaan energi guna mewujudkan kemandirian dan ketahanan energi guna mendukung pembangunan nasional. Serta mengkampanye kan GO Green dan juga Pemanasan Global. Oleh sebab itu kampus UMY sebagai Green Campus memiliki banyak potensi untuk pengembangan energi terbarukan salah satunya ialah sampah yang bisa di olah jadi energi biomassa dengan metode gasifikasi.

4.3.1 Potensi Sampah Organik di UMY

Berdasarkan luas lahan hijau kawasan UMY yang luasnya kurang lebih sekitar 10473.1 m² dan dari data lapangan serta hasil wawancara menunjukan volume timbunan sampah tergantung dari siklus cuaca yang ada serta jumlah sisa makanan dari BOGA dan SPORTORIUM. Berikut ini luas hijau UMY sebagai berikut:





Gambar 4.11 Lahan hijau

Dari lahan hijau UMY sebagai sumber dari sampah organik dalam kurun waktu satu tahun, UMY bisa menghasilkan 31816,8/kg atau 31.8 ton per tahun dan jika dirata-rata kan maka menghasilkan 2651,4/kg perbulan atau 88,3/kg perhari. Berikut data dari satu tahun terakhir dari mulai Oktober 2017 sampai September 2018:

No	Bulan	Tahun	Sampah (/kg)	Organik (/kg)	Anorganik (/kg)
1	September	2018	6480	3888	2592
2	Agustus	2018	2480	1488	992
3	Juli	2018	3100	1860	1240
4	Juni	2018	2480	1488	992
5	Mei	2018	5108	3064,8	2043,2
6	April	2018	5300	3180	2120
7	Maret	2018	5100	3060	2040
8	Februari	2018	2900	1740	1160
9	Januari	2018	2480	1488	992
10	Desember	2017	5800	3480	2320
11	November	2017	5800	3480	2320
12	Oktober	2017	6000	3600	2400
Rata-rata per bulan			4425	2651,4	1773,6
Rata-rata per hari			145,5	88,3	59,1
Total			53100	31816,8	21283,2

Tabel 4.1 Volume Sampah

4.3.2 Organik Menjadi Listrik

Bisa dilihat di BAB III rumus tentang metode gasifikasi dan konversi sampah menjadikan energi terbarukan biomassa untuk di gunakan sebagai energi untuk menggerakkan generator generator BG 5 KVA (genset biomaasa daya 5000 watt) dari PT BBI yang menghasilkan listrik.

No	Bulan	Tahun	Organik (/kg)	Biomasa (/kg-ha/liter)
1	September	2018	3888	972
2	Agustus	2018	1488	372
3	Juli	2018	1860	465
4	Juni	2018	1488	372
5	Mei	2018	3064,8	766,2
6	April	2018	3180	795
7	Maret	2018	3060	765
8	Februari	2018	1740	435
9	Januari	2018	1488	372
10	Desember	2017	3480	870
11	November	2017	3480	870
12	Oktober	2017	3600	900
Rata-rata per bulan			2651,4	662,85
Rata-rata per hari			88,3	22,075
Total			31816,8	7954,2

Tabel 4.2 Perkiraan Biomassa dari Sampah Organik

Dari perkiraan di atas dengan metode gasifikasi dari sampah organik untuk dijadikan energi terbarukan biomassa dalam kurun waktu satu tahun, UMY bisa menghasilkan 7954,2/kg-ha(liter) per tahun dan jika dirata-rata kan maka menghasilkan 662.85/kg-ha(liter) perbulan atau 22,075/kg-ha(liter) perhari. Berikut diagram dari satu tahun terakhir dari mulai Oktober 2017 sampai September 2018:

Dengan energi tersebut bisa untuk meggerakkan unit generator BG 5 KVA (genset biomaasa daya 5000 watt) dari PT BBI yang menghasilkan listrik. Dimana energi gas generator sebesar 1,5 liter biomassa akan memutar generator dengan 1500rpm per menit dan menghasilkan 1 kwh dalam waktu 1 jam. Atau bisa dilihat rumus yang ada pad Bab III. Berikut table hasil energi listrik yang di hasilkan:

No	Bulan	Tahun	Organik (/kg)	Biomasa (/kg-ha/liter)	Listrik (kwh)
1	September	2018	3888	972	647,3
2	Agustus	2018	1488	372	248
3	Juli	2018	1860	465	310
4	Juni	2018	1488	372	248
5	Mei	2018	3064,8	766,2	510,8
6	April	2018	3180	795	530
7	Maret	2018	3060	765	510
8	Februari	2018	1740	435	290
9	Januari	2018	1488	372	248
10	Desember	2017	3480	870	580
11	November	2017	3480	870	580
12	Oktober	2017	3600	900	600
Rata-rata per bulan			2651,4	662,85	441,8
Rata-rata per hari			88,3	22,075	14,7
Total			31816,8	7954,2	5302,1

Tabel 4.3 Perkiraan Listrik dari Biomassa

Dengan metode gasifikasi dari sampah organik untuk dijadikan energi terbarukan (biomassa). Sehingga energi tersebut bisa menggerakkan generator BG 5 KVA (genset biomaasa daya 5000 watt) dari PT BBI yang menghasilkan listrik diperkirakan UMY dalam kurun waktu satu tahun bisa menghasilkan listrik sebesar 5302,1 kwh per tahun dan jika dirata-rata kan maka menghasilkan 441,8 perbulan atau 14.7 perhari.

4.3.3 Penggunaan Energi Terbarukan

Dari hasil perhitungan pemakaian 1 lampu PJU dengan daya 20 W dengan 12 jam menyala maka akan menghabiskan 0,24 kwh dengan menggunakan rumus:

$$\text{kwh} = \frac{P \times t}{1000}$$

dimana :

P = daya listrik

t = hour (waktu/jam)

kwh = /1000

$$\text{Maka : } \frac{20 \times 12}{1000} = 0,24\text{kwh}$$

Dari hasil listrik yang di hasilkan energi terbarukan tersebut maka dengan asumsi pemakaian lampu PJU untuk 61 buah dengan daya 20 W dengan lama menyala selama 12 jam maka akan menghabiskan daya sebesar 14,64 kwh.

Maka jika : **1kwh = Rp 1250**

Total hemat daya sebesar :

Per hari 14,7kwh = Rp 18.375

Per bulan 441,8kwh = Rp 552.250

Per tahun 5302,1kwh = Rp 6.627.625

Dengan begitu hemat anggaran listrik sebesar RP 6.627.625/ tahun atau jika dirata rata perbulan bisa hemat anggaran Rp 552.250/ bulan atau perharinya bisa mencapai Rp 18.375 /hari. Dan energi yang di pakai tersebut menyalakan PJU LED 20W selama 12 jam sebanyak 61 buah.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan yang telah di lakukan maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam satu tahun ini bisa menghasilkan 53,1 ton per tahun dan jika dirata-rata kan maka menghasilkan 4,4 ton perbulan atau 145,5 kg perhari. Dimana terdiri dari 60% sampah organik dan 40% sampah nonorganik.
2. Untuk sampah organik sekitar 31,8 ton dan sampah nonorganik sekitar 21,3 ton. Dimana sampah nonorganik biasa dimanfaatkan oleh para pemulung untuk dijual kembali ke pada pihak ke2 yaitu para pengepul.
3. Metode gasfikasi dapat memkonversi dari sampah organik menjadi biomassa dengan mengubah sampah organik sekitar 31,8 ton menjadi biomassa sehingga dalam kurun waktu satu tahun, UMY bisa menghasilkan 7954,2 liter per tahun dan jika dirata-rata kan maka menghasilkan 22,075 liter /hari.
4. Energi biomassa tersebut bisa menggerakkan generator BG 5 KVA (genset biomassa daya 0,5 MW) yang menghasilkan listrik diperkirakan UMY dalam kurun waktu satu tahun bisa menghasilkan listrik sebesar 5302,1 kwh per tahun dan jika dirata-rata kan

maka menghasilkan 441,8 perbulan atau 14.7 perhari.

5. Total dari hasil listrik yang di hasilkan tersebut maka dengan asumsi pemakaian lampu PJU untuk 61 buah dengan daya 20 W dengan lama menyala selama 12 jam maka akan menghabiskan daya sebesar 14,64 kwh.

Daftar Pustaka

- Penelitian biogas sebagai sumber pembangkit tenaga listrik di Pesantren Saung Balong Al-Barokah, Majalengka, Jawa Barat. Arifin Maulana, dkk. 2011*
- Pemanfaatan Limbah Pertanian sebagai Energi Alternatif Melalui Konversi Thermal : Studi kasus di Untiri Kota Malang N D. Siswati dan T. Iskandar. 2012*
- Analisis Manfaat Dan Biaya Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Untuk Desa Terpecil Di Indragiri Hilir. Syarifudin, 2012*
- Distributed Generation Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Kota (PLTSa) Type Incinerator Solusi Listrik Alternatif Kota Medan. Safrizal. 2014*
- Jumlah energi listrik yang dihasilkan dari pengelolaan limbah sampah di TPA Benowo, Buchari Chalid. 2016*
- Biodigester dari sampah oraganik yang dijadikan energi terbarukan yang menghasilkan 1000 liter, gas (biogas. El Hadi M Rosad. 2016*
- Analisi Peranan Sampah Kota Sebagai Energi Terbarukan Dalam Penyediaan Energi Terbarukan. Ari, M.Nuridin 2017,*
- Peran Sumber Energi Terbarukan dalam Penyediaan Energi Listrik dan Penurunan Emisi CO2 di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Rahmat Adiprasetya*
- Studi potensi pembentukan biogas dari sampah makanan dan ko-substrat feses sapi untuk energi listrik alternatif. Ardinal, dkk.*
- Produksi gas metana dari pengolahan sampah perkotaan dengan sistem sel. Arie, dkk. 2010*
- Karakterisasi bahan sampah, biogas dan lindi pada pengelolaan terintegrasi sampah kota dalam bioreactor. Damsir 2017*
- Analisa Ekonomis Pemanfaatan Limbah Organik Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) Pada Pasar Tradisional. Jeral H, dkk 2017.*
- Design of Portable Biogas Reactor Type for Cow Dung Waste. Guyup Mahardhian 2017*
- Studi potensi limbah kota sebagai pembangkit listrik tenaga sampah (pltsa) Kota Singkawang. Uray Ibnu.2016*
- Perancangan pembangkit listrik tenaga sampah organik zero waste di kabupaten tegal (studi kasus di tpa penujah kabupaten tegal) Abdul Muiz, dkk. 2017.*