

PENGELOLAAN SAMPAH MELALUI EMPOWERMENT MASYARAKAT DENGAN PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SAMPAH TEKNIK THERMAL CONVERTER DI TPST PIYUNGAN

Cahyadi Setya Nugraha¹, Ahmad Abu Darda² Wafi Farhan Hermawan³

^{1,2,3} Fakultas Teknik, Universitas Jember

¹ cahyadi22599@gmail.com, ² dardaplannner64@gmail.com, ³ wafihermawan1987@gmail.com

Abstract

The increase in population accompanied by massive activities in education, tourism and government have an impact on increasing the amount of waste generated in the province of Yogyakarta. Trash originating from the City of Yogyakarta, Sleman and Bantul Regencies is accommodated in the Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) in Bantul Regency. In the current condition, TPST Piyungan has overloaded but is still forced to collect and manage waste reaching 400-500 tons per day. The overloaded TPST has begun to cause various problems such as environmental damage, pollution and sources of disease threats to the community. Efforts to manage waste through community empowerment with the planning of Waste Power Plant (Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa)) is one of the innovations in the solution of handling waste in TPST Piyungan. The Thermal Converter technique converts waste into electrical energy by combustion which will produce hot steam so that it will drive turbines on the generator so that it will produce electricity. By using the Thermal Converter garbage technique at TPST Piyungan, it can produce 36,287,0064 kWh / day or 1,088,610,192 kWh / month. PLTSa planning includes a spatial design which includes the area of garbage unloading areas that contain compacting trucks and overhead cranes, the area of waste crushing that has waste incision devices, and turbine and generator areas. Community empowerment includes efforts to improve community skills around the TPST Piyungan to participate in waste segregation activities, garbage distribution, and PLTSa technicians responsible for the thermal converter, boiler, turbine and generator stages.

Keywords: PLTSa, Thermal Converter, Community Empowerment

1. PENDAHULUAN

Daerah Istimewa (D.I) Yogyakarta merupakan salah satu wilayah provinsi yang terletak di Pulau Jawa. D.I Yogyakarta terdiri dari Kabupaten Sleman, Bantul, Kulon Progo, Gunung Kidul dan Kota Yogyakarta. Meningkatnya jumlah penduduk yang disertai dengan *massive*-nya aktivitas pendidikan, pariwisata, dan pemerintahan di Provinsi D.I. Yogyakarta berimbas pada peningkatan jumlah sampah yang dihasilkan. Sampah yang berasal dari Kota Yogyakarta, Kabupaten Sleman dan Bantul ditampung di Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) Piyungan Kabupaten Bantul.

TPST Piyungan terletak di Dukuh Bendo dan Dukuh Watu Desa Sitimulyo Kecamatan Piyungan Kabupaten Bantul. TPST Piyungan mulai beroperasi pada tahun 1996 dan sekarang ini dikelola secara bersama oleh Kabupaten Sleman, Yogyakarta dan Kabupaten Bantul yang disebut Kartamantul. Bersumber dari Buku Profil TPST Piyungan sampah yang masuk ke TPST Piyungan berkisar 400-500 ton per harinya. Persentase komposisi sampah yang terdapat di TPST Piyungan meliputi 64,41% berat sampah organik, 3,24 % berat sampah kayu, 2,08 % berat sampah karet, 12,72% berat sampah kain, dan 3,99% berat sampah B3 (Adidarma, 2014). Menurut Kepala Bidang Pengendalian Pencemaran Dinas

Lingkungan Hidup dan Kehutanan di Yogyakarta kondisi TPST sudah *overload* tetapi masih diupayakan untuk digunakan (Zakki, Amali TPST Piyungan *Overload*, Bank Sampah Dilirik Jadi Solusi, <https://tirto.id/tpst-piyungan-jogjakarta-overload-bank-sampah-dilirik-jadi-solusi-elWK>, diakses pada 14 Februari 2020).

Kondisi TPST Piyungan yang sudah *overload* tetapi harus menampung sampah yang bersumber sebagian besar wilayah provinsi Yogyakarta menimbulkan berbagai permasalahan seperti kerusakan lingkungan, pencemaran dan sumber ancaman penyakit bagi masyarakat. Dengan potensi sampah yang besar dan belum adanya pengelolaan yang baik, pemanfaatan sampah sebagai sumber energi listrik sangat besar potensinya, apalagi jumlah sampah organik yang merupakan sumber utama energi listrik dari sampah mencapai 64,41%. Oleh karena itu, analisis mengenai seberapa besar potensi energi listrik yang dapat dihasilkan serta penggunaan teknologi untuk merubah sampah menjadi energi listrik melalui pemberdayaan masyarakat diperlukan untuk memanfaatkan sampah yang terdapat di TPST Piyungan. Salah satu teknologi yang dapat mengubah sampah menjadi sumber energi listrik adalah teknik *Thermal Converter*. *Thermal Converter* merupakan teknik pemanfaatan sampah sebagai energi listrik dengan cara pembakaran. Hasil dari pembakaran sampah yang kemudian didinginkan dengan semprotan air sehingga menghasilkan uap. Tenaga uap dalam *boiler* inilah yang akan menggerakkan turbin, kemudian turbin tersebut akan menggerakkan generator sehingga menghasilkan tenaga listrik. Atau dalam bahasa sederhananya bahwa teknologi tersebut adalah pembangkit tenaga listrik dari tenaga uap dengan menggunakan

bahan baku pembakar dari sampah (Nawawi, 2003 dalam Partha, 2010).

Perhitungan potensi energi listrik dari sampah serta desain perencanaan pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa) dengan teknik *Thermal Converter* melalui pemberdayaan masyarakat merupakan solusi yang tepat dalam mengelola dan memanfaatkan sampah yang terdapat di TPST Piyungan. Hal tersebut juga dapat mendukung usaha pemenuhan energi listrik yang ramah lingkungan khususnya di daerah Provinsi D.I. Yogyakarta.

2. METODE PENELITIAN

A. Pendekatan Studi

Pendekatan yang digunakan pada analisis potensi sampah dan perencanaan PTSa sebagai inovasi pemanfaatan sampah di TPST Piyungan serta bentuk *empowerment* masyarakat dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan secara kuantitatif dilakukan untuk menghitung besar potensi energi listrik yang dihasilkan dari sampah yang terdapat di TPST Piyungan. Adapun pendekatan secara kualitatif dilakukan untuk menjelaskan bentuk desain pembangkit listrik tenaga sampah teknik *Thermal Converter* dan perencanaan peran serta masyarakat melalui upaya pemberdayaan.

B. Alur Pikir

1. Perumusan Permasalahan

Perumusan permasalahan dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan terkait kondisi TPST Piyungan yang telah *overload*. Pada tahapan ini juga dilakukan proses pengumpulan data-data yang dilakukan sebagai tahapan melakukan perhitungan potensi sampah yang dapat dihasilkan di TPST Piyungan.

2. Kajian Literatur

Pada tahapan kajian literatur dilakukan proses identifikasi mengenai

teknik perhitungan energi listrik dari sampah dan bagaimana proses pemanfaatan sampah menjadi energi listrik dengan teknik *Thermal Converter*. Pada tahap ini akan menghasilkan rumusan dalam perhitungan besar potensi listrik serta konsep dasar dari desain perencanaan PLTSa.

3. Perhitungan Potensi Energi Listrik

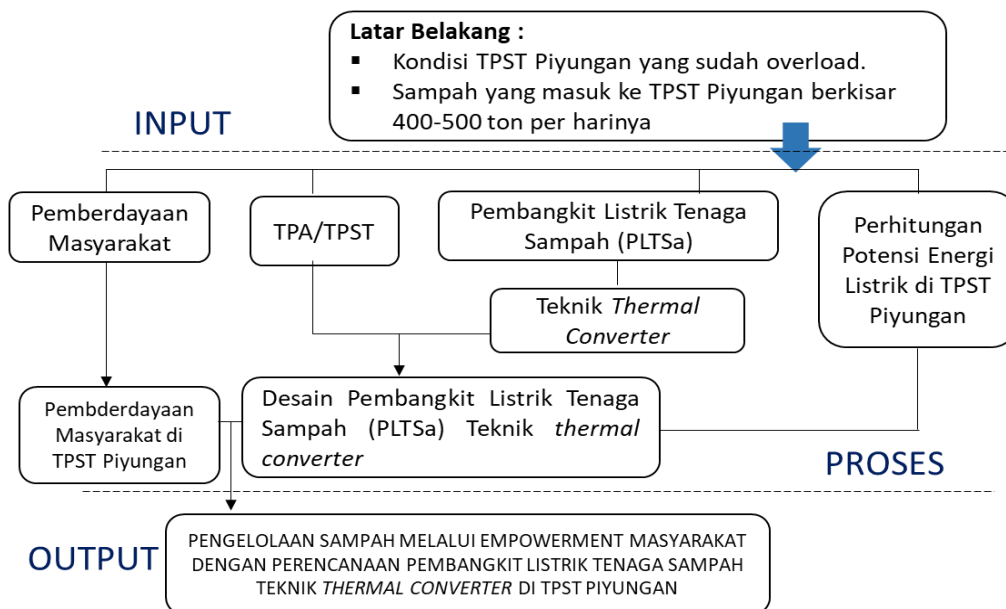
Perhitungan potensi energi listrik dilakukan dengan menganalisis data timbunan sampah yang terdapat di TPST Piyungan. Perhitungan dilakukan secara kuantitatif dengan menggunakan teknik rumus tertentu.

4. Desain Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa)

Tahapan desain Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) dilakukan dengan visualisasi 3D dengan menggunakan *software* khusus.

5. Empowermen Masyarakat

Empowerment atau pemberdayaan merupakan salah satu stretegi dalam upaya peningkatan kualitas dan kemampuan masyarakat agar berkontribusi terhadap perencanaan PLTSa di TPST Piyungan.



Gambar 1. Alur Pikir Penelitian

C. Teknik Anal

Teknik analisis yang dilakukan berupa perhitungan untuk menghitung potensi energi listrik yang dapat dihasilkan dari sampah yang terdapat di TPST Piyungan. Teknik analisis dilakukan secara kuantitatif dengan rumus sebagai berikut.

Rumus Perhitungan Kalor

$$\text{Jumlah Kalori} = \text{Jumlah Berat Jenis Sampah Organik} \times \text{Nilai Kalori Sampah Organik} \quad (1)$$

Dimana : Nilai Kalori Sampah Organik 674,57 kkal/kg (Fernando, 2007)

Rumus Perhitungan Jumlah Energi /hari

$$\text{Energi/Hari} : \text{Jumlah Kalori (Kkal)} \times 0,00116 \text{ (KWH/kkl)} \quad (2)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Potensi Energi Sampah

Analisis potensi energi listrik dari sampah di TPST Piyungan dilakukan untuk mengetahui seberapa besar energi listrik yang dapat dihasilkan. Perhitungan potensi energi listrik dari sampah menggunakan data timbulan sampah organik yang berada di TPST Piyungan setiap harinya. Oleh karena itu, sebelumnya diperlukan perhitungan seberapa besar sampah organik yang masuk kedalam TPST Piyungan setiap harinya. Bersumber dari Adidarma (2014) dalam Ariyani dkk., persentase sampah yang terdapat di TPST Piyungan adalah yang disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Jenis dan persentase sampah yang terdapat di TPST Piyungan

No	Jenis Sampah	Persentase
1	Organik	64,41
2	Kayu	3,24
3	Karet	2,08
4	Kain	12,72
5	B3	3,99

Sumber : Adidarma, 2014, dalam Ariyani dkk,

Bersumber dari Buku Profil TPST Piyungan sampah yang masuk ke TPST Piyungan berkisar 400-500 ton per harinya. Untuk memastikan bahwa sampah organik selalu tersedia setiap harinya di TPST Piyungan maka digunakan angka terkecil sampah yang masuk kedalam TPST Piyungan yaitu berkisar 400 ton.

Timbulan sampah organik/hari = 64,41%
x 400.000 kg = 257.640 kg/hari

Sesuai dengan hasil perkalian antara perentase sampah organik dengan berat sampah yang masuk setiap harinya di TPST Piyungan, dihasilkan berat sampah organik yang masuk setiap hari ke TPST Piyungan mencapai 257.640 kg/hari.

Setelah mengetahui berat sampah organik yang merupakan sumber utama dari pemanfaatan sampah menjadi energi listrik, tahap selanjutnya adalah menghitung nilai kalor yang dihasilkan dengan rumus sebagai berikut:

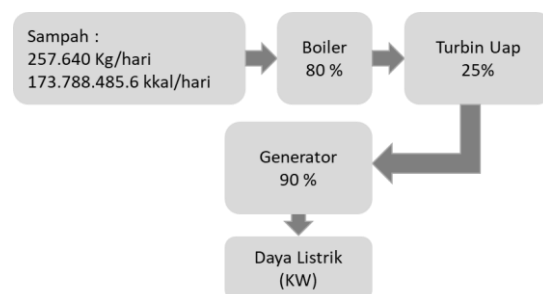
$$\text{Jumlah kalori} = 257.640 \text{ kg/hari} \times 674,54 \text{ kkal/kg} = 173.788.485,6 \text{ kkal/hari} \dots (1)$$

Jumlah kalori yang dihasilkan oleh timbulan sampah organik di TPST Piyungan tiap harinya mencapai 173,788 kkal. Untuk menghitung besar potensi energi listrik yang dihasilkan dari nilai kalori pada sampah organik menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Energi/hari} &= 173.788.485,6 \text{ kkal/hari} \times 0,00116 \text{ (kwh/kkal)} \dots (2) \\ &= 201.594,6433 \text{ kWh/hari} \\ &= 8.399,77 \text{ kW/jam} \end{aligned}$$

B. Perhitungan Keluaran Daya Listrik dengan Teknik *Thermal Converter*

Perhitungan dilakukan dengan cara perkalian antara jumlah energi peharinya dengan efisiensi yang terdapat pada teknik *Thermal Converter*. Perhitungan dilakukan dengan blok diagram efisiensi yang meliputi nilai efisiensi *boiler*, efisiensi turbin, efisiensi generator dan pada akhirnya akan menenghasilkan daya listrik yang dihasilkan. Adapun asumsi perhitungan yang dilakukan adalah sampah yang memiliki kadar air 30%. Adapun diagram efisiensi disajikan pada gambar.2.



Gambar 2. Diagram Efisiensi Energi
Sumber : Diolah dari Wibowo (2007)

Nilai efisiensi adalah ukuran penggunaan sumber daya dalam suatu proses atau siklus tertentu. Adapun perhitungan nilai efisiensi pada teknik *Thermal Converter* disajikan sebagai berikut :

- Efisiensi Boiler : $80\% \times 8.399,77 \text{ kw/jam} = 6.719,816 \text{ kW}$
- Efisiensi Turbin Uap : $25\% \times 6.719,816 \text{ kw/jam} = 1.679,954 \text{ kW}$
- Efisiensi Generator : $90\% \times 1.679,954 \text{ kw/jam} = 1.511,9586 \text{ kW}$

Penggunaan teknik *Thermal Converter* untuk merubah sampah menjadi energi listrik di TPST Piyungan mampu menghasilkan daya mencapai 1.511,9586 kW. Untuk mengetahui total daya yang dihasilkan per hari, maka dilakukan perkalian anantara nilai daya dengan 24 jam, yaitu menghasilkan **36.287,0064 kWh/hari** atau **1.088.610,192 kWh/bulan**.

C. Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) Teknik *Thermal*

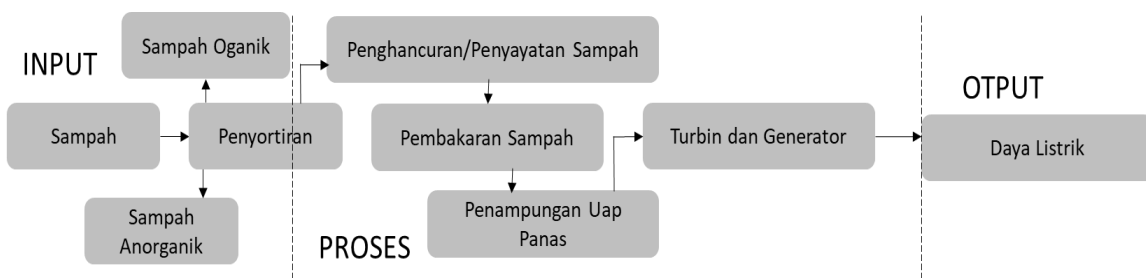
Perencanaan desain pembangkit listrik tenaga sampah dilakukan dengan penyesuaian alur dalam teknik *Thermal Converter* yang merubah sampah menjadi energi listrik. Secara umum, terdapat tiga tahapan dalam teknik *Thermal Converter*, yaitu input berupa penyortiran sampah organik dan anorganik. Tahap proses meliputi penghancuran sampah,

penampungan uap panas, dan kemudian uap tersebut digunakan sebagai sumber penggerak turbin dalam generator. *Output* berupa energi daya listrik yang dapat dimanfaatkan, adapapun secara rincian disajikan pada gambar 3. berikut.

Besar energi listrik yang dapat dihasilkan dari sampah dengan teknik *Thermal Converter* di TPST Piyungan mencapai 36.287,0064 kWh/hari atau 1.088,61 mWh/bulan. Sebagai tindak lanjut dari hasil analisis perhitungan energi listrik dari sampah di TPST Piyungan, dibutuhkan perencanaan desain pembangkit listrik tenaga sampah dengan teknik *Thermal Converter*. Perencanaan desain PLTSa mengacu pada hasil studi literatur yang telah dilakukan dan dilanjutkan dengan proses desain. Adapun perencanaan PLTSa di TPST Piyungan meliputi:

1. *Compacting Truck*

Compacting truck merupakan truk yang berfungsi sebagai pengangkut sampah yang terdapat di TPST Piyungan. Truk pengangkut sampah diperuntukan untuk mengangkut sampah organik yang memiliki kapasitas 15 m kubik. Sampah yang dimuat oleh *Compacting Truck* akan dipindahkan menuju tempat penampungan sampah sementara dan kemudian disortir dengan menuugunakan alat *Overhead Crane*.



Gambar 3. Alur Pemrosesan Sampah Menjadi Energi Listrik Teknik *Thermal Converter*



Gambar 4. *Compacting Truk*

2. *Overhead Crane*

Overhead Crane digunakan untuk mengangkut sampah dan mensortir sampah. Sampah yang telah tertampung di tempat penampungan sementara dipindahkan menuju tempat penghancuran sampah dengan *overhead crane*. Fungsi lain yang dapat dilakukan oleh *Overhead Crane* adalah melakukan penyortiran sampah. Sampah yang masih dapat didaur ulang dapat disortir dengan menggunakan *Overhead Crane*.



Gambar 5. *Overhead Crane*

3. *Thermal Converter*

Sesuai dengan nama alatnya yaitu *thermal converter*, alat ini memiliki fungsi utama yaitu merubah sampah menjadi energi panas dengan cara pembakaran. *Thermal Converter* akan membakar 257.640 kg sampah organik tiap harinya di TPST Piyungan dan akan menghasilkan 173.788.485.6 kkal/hari. Pada proses ini akan juga dilakukan pendinginan dengan penyemprotan uap air sehingga akan

menghasilkan uap dengan tekanan tinggi atau *superheated steam*.



Gambar 6. *Thermal Converter*

4. *Boiler*

Boiler merupakan alat berfungsi untuk menampung uap panas/energi panas yang dihasilkan dari pembakaran sampah. Uap panas lanjutan atau *superheated steam* akan didinginkan melalui penyemprotan air secara kontinu. Pada alat *Boiler* ini memiliki efisiensi sebesar 80%, sehingga apabila dikalikan dengan kalori dari proses pembakaran yaitu 173.788.485.6 kkal akan menghasilkan 6.719.816 kW.



Gambar 6. *Boiler*

5. *Turbin*

Turbin merupakan salah satu peralatan penggerak dalam generator. Turbin digerakan dengan uap panas yang berasal dari boiler. Turbin berfungsi sebagai alat perngkorversi energi panas dari uap untuk dirubah menjadi energi listrik. Energi uap dikonversi menjadi energi kinetik oleh turbin dan selanjutnya akan dikonversi menjadi energi listrik dalam seluruh rangkaian generator.



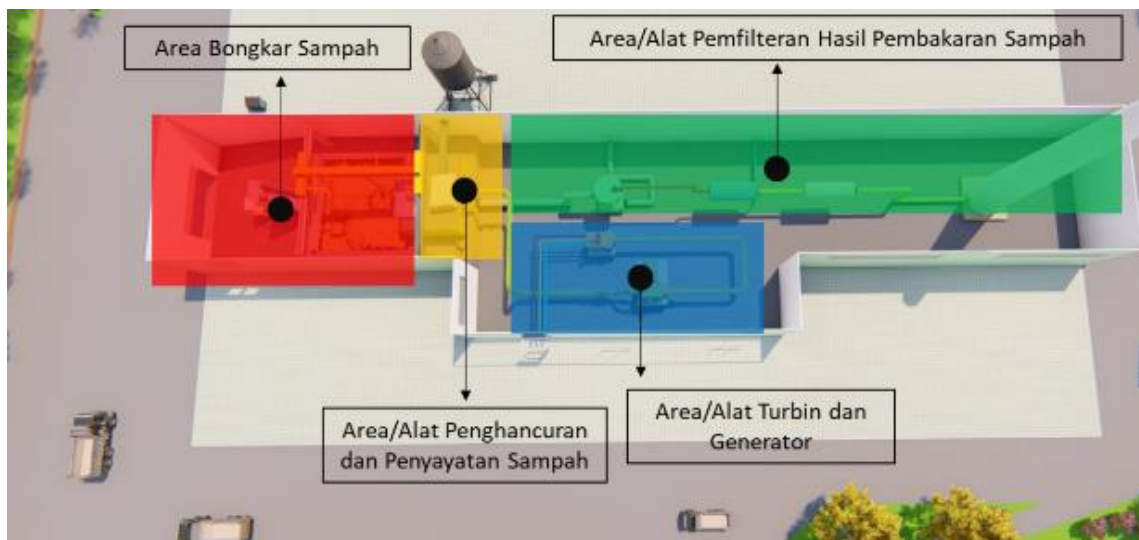
Gambar 7. Turbin



6. Generator

Generator berfungsi sebagai alat memproduksi listrik yang digerakkan oleh turbin. Generator menghasilkan aliran listrik yang berasal dari seluruh rangkaian dalam pemanfaatan sampah menjadi energi listrik dengan teknik *Thermal Converter*. Berdasarkan hasil hitungan dengan pertimbangan efisiensi generator

Gambar 8. Desain Generator



90%, mampu menghasilkan daya mencapai 1.511,9586 kW, selama 24 jam mencapai 36.287,0064 kWh/hari dan 1.088.610,192 kWh dalam satu bulan.

Gambar 9. Desain Zonasi Ruang PLTSa

D. Empowerment Masyarakat di TPST Piyungan

Kontribusi masyarakat pada PLTSa di TPST Piyungan dapat terbagi menjadi dua tahap yaitu tahapan *input* meliputi kegiatan pemilahan/penyortiran sampah dan tahapan proses sebagai tenaga teknis dalam kegiatan penghancuran/penyayatan sampah, proses pembakaran sampah, penampungan uap, teknis turbin dan generator. Pemberdayaan meliputi kegiatan pelatihan dan edukasi agar nantinya masyarakat dapat berkontribusi dalam kegiatan PLTSa sehingga kondisi perekonomian mereka dapat semakin meningkat.

1. Pemilahan Sampah

Pemilahan sampah merupakan kegiatan pemilahan jenis-jenis sampah yang akan masuk ke PLTSa untuk diproses lebih lanjut. Sampah harus dipilah untuk membedakan antara sampah yang masih dapat dimanfaatkan atau didaur ulang dengan sampah yang akan diproses menuju tahapan Teknik *Thermal Converter*. Masyarakat dapat mengambil peran dalam tahapan ini yaitu berupa pelatihan pemisahan sampah dan teknik pemilahan sampah. Pada tahap ini juga membantu para masyarakat untuk mengolah sampah yang dapat didaur ulang di TPST Piyungan.

2. Distribusi Sampah

Kegiatan distribusi memiliki peran dan tugas sebagai penanggung jawab distribusi sampah yang telah dipisahkan menuju alat *Thermal Converter*. Masyarakat di sekitar TPST Piyungan dapat memberikan andil dalam pendistribusian sampah dengan menjadi tenaga supir truk dan penanggung jawab distribusi secara kontinu agar pasokan sampah yang akan dirubah menjadi energi listrik tidak terhenti.

3. Teknisi PLTSa

Teknisi PLTSa secara umum bertanggung jawab pada proses pengubahan sampah menjadi listrik dengan teknik *Thermal Converter*. Seksi ini terbagi menjadi dua yaitu teknis penanggung jawab generator dan teknis penanggung jawab alat *Thermal Converter* dan *Boiler*. Masyarakat sekitar TPST Piyungan dapat berkontribusi sebagai petugas hal pemeliharaan dan pembersian agar alat *Thermal Converter*, *Boiler* dan generator tetap terjaga dan bekerja sesuai dengan rencana.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan bahwa inovasi pengelolaan sampah di TPST Piyungan dapat dilakukan dengan tepat melalui *empowerment* masyarakat melalui perencanaan desain Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) dengan teknik *Thermal Converter*. Potensi daya listrik yang dapat dihasilkan dari sampah organik di TPST Piyungan mencapai 201.594,6433 kwh/hari. Adapun dengan penggunaan teknik *Thermal Converter* dengan mempertimbangkan nilai efisiensi boiler (80%), efisiensi turbin uap (25%), efisiensi generator (90%) mampu menghasilkan daya listrik mencapai 36.287,0064 kWh/hari atau 1.088.610,192 kWh/bulan. Perencanaan desain pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa) meliputi desain zonasi tata ruang yang meliputi kawasan area bongkar sampah yang terdapat alat *Compacting Truck* dan *Overhed Crane*, area penghancur sampah yang terdapat alat penyayatan sampah, dan area turbin dan generator. Adapun strategi pemberdayaan (*empowerment*) masyarakat diarahkan agar masyarakat berkontribusi pada kegiatan PLTSa sehingga . Pemberdayaan masyarakat dapat melalui peningkatan *skill* masyarakat sekitar TPST Piyungan untuk ikut berpartisipasi dalam kegiatan pemilahan sampah, distribusi sampah, dan

sebagai teknisi PLTSa yang bertanggung jawab terhadap alat *Thermal Converter, Boiler*, turbin dan generator.

5. REFERENSI

- Adidarma, Kusuma Praend, dkk. 2014. *Gas Emissions Inventory of Methane (CH₄) with First Order Decay (FOD) Method in TPA Pitungan, Bantul, DIY*. Yogyakarta : FTSP UII.
- Adiyoso, W. 2009. Menggugat Perencanaan Partisipatif dalam Pemberdayaan Masyarakat. Jakarta : ITS Press.
- Ariyani, S. F. Putra, H. P., Kasam. tanpa tahun. Evaluasi Pengelolaan Sampah di TPA Piyungan. Yogyakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan. SNI No. 19-2452-2002. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Erie, F. 2007. Pemilihan Teknologi Pengolahan Sampah Pembiayaan dan Institusi TPS Regio Nol (Studi kasus: Kota Jakarta Barat, Kabupaten dan Kota Tangerang serta Kabupaten Serang).
- Faruq, U.I. tanpa tahun. Studi Potensi Limbah Kota Sebagai Pembangkit listrik Tenaga Sampah (PLTSa) Kota Singkawang.
- Fernando, A. 2007. Pemilihan Teknologi Pengolahan Sampah Pembiayaan dan Institusi TPA Regio Nol (Studi kasus: kota Jakarta Barat, Kabupaten dan Kota Tangrang serta Kabupaten Serang). Tesis. Jakarta.
- Monice. & Perinov. 2016. Analisis Potensi Sampah Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA) Pekanbaru. *SainETIN (Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri)*, Vol. 1 No. 1.
- Peraturan Pemerintah Republik Inodnesia, 2012. No. 80 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.
- Pharta, C. I. 2010. Penggunaan Sampah Organik Sebagai Pembangkit Listrik di TPA Suwung – Denpasar. Vol.9 No. 2.
- Samsinar, R. & Anwar, K. Tanpa tahun. Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Kapasitas 115 KW (Studi Kasus Kota Tegal). *Jurnal Elektrum*, Vol. 15 No. 2.
- Wibowo, A. B. 2007. Kajian Awal Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah di Kota Bandung.
- World Bank. 2001. *Cause of Proverty and a Framework for action. Chapter 2 in The World Development Report 2000.2001 : Attacking Proverty. The World Bank/Oxford University Press*.
- Nur, F, A.B.B. *Timbulan Sampah Nasional Mencapai 64 Juta Ton Per Tahun*. 2019. https://ekonomi.bisnis.com/read/20190221/99/891611/timbulan-sampah_nasional-capai-64-juta-ton-per-tahun. Diakses pada 14 Februari 2020.
- Zakki, A. *TPST Piyungan Overload, Bank Sampah Dilirik Jadi Solusi*, <https://tirto.id/tpst-piyungan-jogjakarta-overload-bank-sampah-dilirik-jadi-solusi-elWK>, diakses pada 14 Februari 2020).