

PEMANFAATAN LIMBAH SAMPAH SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK DI SEMARANG

Rita Hariningrum¹, ✉ Sukarno Budi Utomo²

Universitas IVET¹, Universitas Islam Sultan Agung²

Info Articles

Sejarah Artikel:

Disubmit Mei 2020

Direvisi Juni 2020

Disetujui Juli 2020

Keywords:

Potential waste, PLTSa, electric power

Abstrak

Kebutuhan energi listrik di Indonesia setiap tahun sangat meningkat maka perlu dicari alternatif sumber energi yang lainnya. Sampah merupakan permasalahan utama bagi penduduk banyak kota, seiring dengan tingkat pertumbuhan penduduk yang berdampak pada semakin banyaknya jumlah sampah yang dihasilkan. Untuk menggali potensi energi baru terbarukan yaitu dengan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa).

Potensi energi sampah pada TPA Jatibarang yang bersumber dari 16 kecamatan Wilayah Kota Semarang memiliki produksi jumlah sampah yang cukup besar, sehingga dalam penelitian ini perlu dilakukan penelitian tentang pemanfaatan sampah sebagai sumber energi alternatif untuk dimanfaatkan menjadi Energi Baru Terbarukan (EBT) untuk dikelola menjadi energi listrik yang berguna bagi masyarakat.

Dari penelitian ini energi listrik yang dapat dimanfaatkan untuk PLTSa dalam 1 tahun selama 5 tahun kedepan (2017 – 2021) yaitu 84.627,02 Mwh/tahun di tahun 2017, lalu 82.308,43 Mwh/tahun di tahun 2018, setelah itu 83.627,97 Mwh/tahun di tahun 2019, kemudian 83.179,35 Mwh/tahun di tahun 2020, dan terakhir 83.434,88 di tahun 2021. Rata – rata daya keluaran dari generator sebesar 9.525,63 kW sebagai potensi energi listrik dari limbah sampah

Abstract

The need for electrical energy in Indonesia is increasing every year so other alternative energy sources need to be found. Waste is a major problem for residents of many cities, along with the rate of population growth which has an impact on the increasing amount of waste generated. To explore the potential of new renewable energy, namely the construction of a Waste Power Plant (PLTSa). Potential of waste energy in Jatibarang Landfill sourced from 16 sub-districts of Semarang City Region has a large amount of waste production, so that in this study research needs to be done on the use of waste as an alternative energy source to be utilized as Renewable Energy (EBT) to be managed into electrical energy that is useful for the community.

From this study the electrical energy that can be utilized for PLTSa in 1 year for the next 5 years (2017 - 2021) is 84,627.02 Mwh / year in 2017, then 82,308.43 Mwh / year in 2018, after that 83,627.97 Mwh / year in 2019, then 83,179.35 Mwh / year in 2020, and finally 83,434.88 in 2021. The average output power of generators is 9,525.63 kW as potential electrical energy from waste waste.

✉ Alamat Korespondensi:

E-mail: sukarno@unissula.ac.id

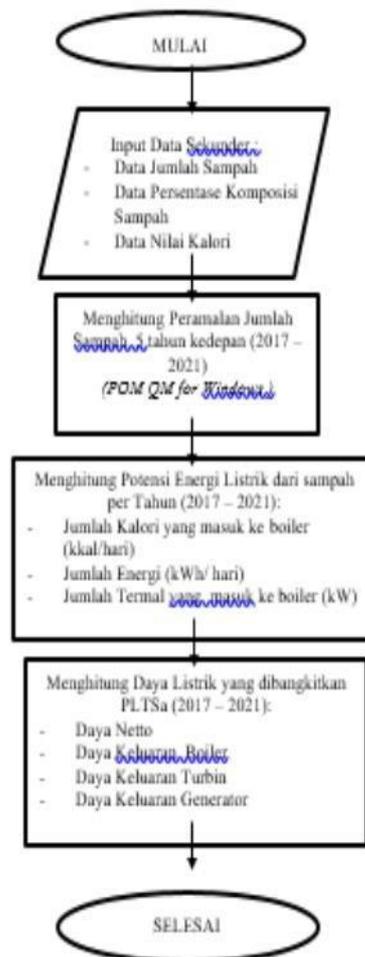
p-ISSN 2715-0305

PENDAHULUAN

Sampah merupakan permasalahan utama bagi penduduk di banyak kota, yang berdampak negatif seperti dampak pencemaran, dampak buruk kesehatan maupun lingkungan serta dampak gangguan estetika. [1] Contoh kota besar di Indonesia yang mempunyai permasalahan dalam pengelolaan sampah adalah kota Semarang. Dari data [2] Kota Semarang yang berpenduduk $\pm 1,7$ juta jiwa menghasilkan sampah tiap tahun meningkat seiring dengan penambahan jiwa penduduk. Tiap tahun Kota Semarang terjadi pembuangan sampah sampai 800 ton/hari di Kota Semarang yang akan selalu meningkat di buang begitu saja di Melihat potensi saampah yang tidak terpakai, maka penulis akan melakukan penelitian tentang pemanfaatan sampah sebagai sumber energi alternatif untuk dimanfaatkan menjadi Energi Baru Terbarukan (EBT) untuk dikelola menjadi energi listrik yang berguna bagi masyarakat. Maka penulis akan meneliti tentang potensi pemanfaatan sampah menjadi energi listrik khususnya di Kota Semarang.

METODE PENELITIAN

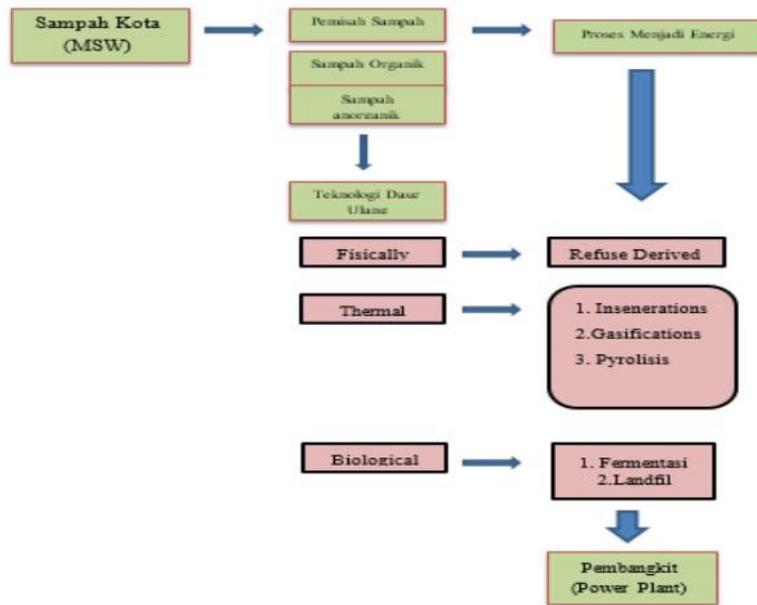
Pada penelitian Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) ini menggunakan metode penelitian yang dilakukan yaitu dengan membagi kedalam beberapa tahapan yaitu: Identifikasi Masalah, Landasan Teori, Pengumpulan Data, Pengolahan data, Analisa Data dan Pembahasan dan kesimpulan, adapun langkah tahapannya bisa di lihat pada gambar 1



Gambar 1. Bagan Aliran Penelitian

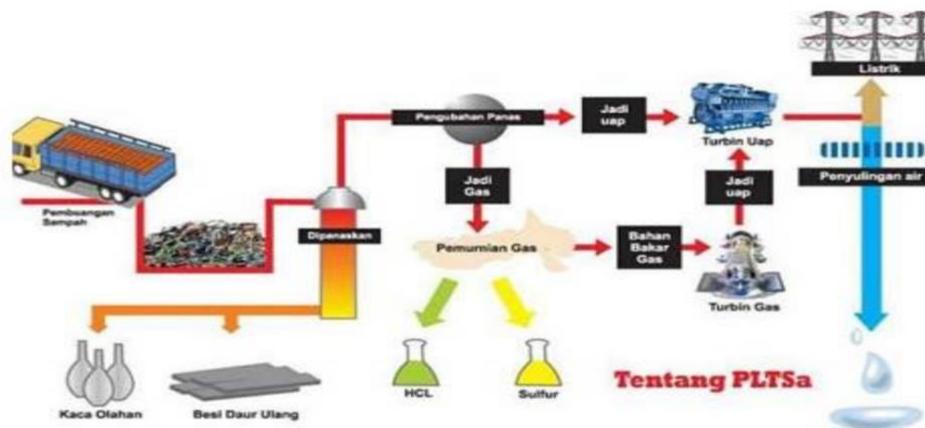
Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa)

Pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa) adalah pembangkit yang bisa memproduksi tenaga listrik dengan cara memanfaatkan sampah sebagai bahan bakar utamanya, baik sampah organik maupun anorganik. Sampah ini nantinya akan digunakan untuk memanaskan air di boiler. Uap panas yang dihasilkan dari boiler ini dimasukkan ke turbin uap yang akan memutar generator, maka akan menghasilkan energi listrik. Berikut ini pada gambar 2 adalah mengenai pemanfaatan sampah untuk pembangkit tenaga listrik berbagai macam teknologi



Gambar 2. Teknologi di PLTSa

Berdasarkan gambaran tersebut, proses konversi energi umumnya *thermal* mempunyai kadar air yang relatif sedikit. Seperti yang terlihat pada Gambar 3 Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Teknologi *Thermal* .



Gambar 3. Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Teknologi Thermal

Umumnya Thermal merupakan proses pemusnahan sampah dengan cara dibakar. Sehingga energi panas dari pembakaran yang dihasilkan, dapat menjadi energi listrik.

Potensi Sampah Menjadi Energi Listrik

Untuk mengetahui potensi sampah dan kapasitas *thermal* dari sampah dan boiler serta daya yang keluar dari generator, maka harus diketahui terlebih dahulu volume atau jumlah sampah kota Semarang. Kebutuhan sampah PLTSa nya diambil data hasil volume sampah terangkut lokasi TPA Jatibarang rata - rata 974.26 ton/ hari (data tahun 2016). Setelah diketahui jumlah volume sampah, maka ditentukan asumsi nilai kalori sampah sebesar 1197 kkal/kg sumber (nilai kalori kota Bandung) .

Untuk mencari Jumlah kalori

$$(\text{kkalori/hari}) = \text{volume sampah} \times \text{nilai kalori sampah} \dots\dots\dots(4.1)$$

Untuk mencari Jumlah energi (kWh /hari)

$$\text{Perhari} = \text{Jumlah kalori (kkal/hari)} \times 0,00116 \text{ (KWh/kkal)} \dots\dots\dots(4.2)$$

Untuk mencari Jumlah Termal Sampah yang masuk boiler

$$\text{Jumlah Termal} = \frac{\text{Jumlah energi (kWh/ hari)}}{\text{Jumlah Jam / hari}} \dots\dots\dots(4.3)$$

Untuk Mencari Daya keluaran pada boiler

$$\text{Daya Keluaran} = \text{Kapasitas termal sampah} \times \text{Efisiensi boiler} \dots\dots\dots(4.4)$$

Untuk Mencari Daya keluaran Turbin Uap

$$\text{Daya Keluaran} = \text{Daya Keluaran Boiler} \times \text{Efisiensi turbin uap} \dots\dots\dots(4.5)$$

Untuk Mencari Daya keluaran Generator

$$\text{Daya Keluaran} = \text{Daya netto Turbin Uap} \times \text{Efisiensi generator} \dots\dots\dots(4.6)$$

Setelah mendapatkan daya keluaran dari generator (kW), maka energi listrik perhari yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

$$W = \text{energi listrik (kWh)}$$

$$P = \text{daya keluran pada generator (kW)}$$

$$t = \text{waktu 24 jam}$$

$$W = P \times t \dots\dots\dots(4.7.)$$

Data Produksi Sampah

Beberapa data yang dimiliki dari penelitian ini adalah data produksi sampah Semarang. Data produksi sampah diperoleh dari kantor TPA Jatibarang yang dibawah oleh kantor DLH Semarang, data produksi sampah ini tahun 2009 - 2016 sebagai data yang diperlukan sebagai analisa dan perhitungan pada tabel 1.

Tabel 1 Data Produksi Sampah Semarang per hari

| TABEL PRODUKSI SAMPAH KOTA SEMARANG PER HARI | | | | | |
|--|-----------------------|---------|-------------------------------|---------|----------------------|
| TAHUN | PRODUKSI SAMPAH /hari | | VOLUME SAMPAH TERANGKUT /hari | | PERSENTASE TERANGKUT |
| | M3 | TON | M3 | TON | (%) |
| 2009 | 4527,18 | 1131,8 | 3395,39 | 848,85 | 75 |
| 2010 | 4602,56 | 115064 | 3543,97 | 885,99 | 77 |
| 2011 | 4679,19 | 1169,8 | 3696,56 | 924,14 | 79 |
| 2012 | 4757,1 | 1189,28 | 3853,25 | 963,31 | 81 |
| 2013 | 4836,3 | 1209,08 | 4014,13 | 1003,3 | 83 |
| 2014 | 4916,65 | 1229,21 | 417,3 | 1044,83 | 85 |
| 2015 | 4998,65 | 1249,66 | 4348,83 | 1087,21 | 87 |
| 2016 | 5080 | 1270,13 | 3897,04 | 974,26 | 77 |

Sumber : Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) hal yang harus di analisa dan dikaji terutama adalah potensi berdasarkan jumlah penduduk, potensi jumlah volume sampah di TPA, jumlah komposisi jenis sampah organik dan anorganik di TPA, potensi sampah berdasarkan perhitungan di TPA yang dapat digunakan sebagai PLTSa, Potensi sampah jika dimanfaatkan sebagai bahan bakar PLTSa.

Potensi Jumlah Volume Sampah di TPA Jatibarang

Data Sampah ini diambil dari data sampah Semarang di TPA Jatibarang. Untuk data Timbulan Sampah diambil dalam waktu 2012 -2016, pada tabel 2.

Tabel 2 Data Produksi Sampah Kota Semarang

| TABEL PRODUKSI SAMPAH KOTA SEMARANG | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------|----------|-------------------------|----------|----------------------|
| TAHUN | PRODUKSI SAMPAH | | VOLUME SAMPAH TERANGKUT | | PERSENTASE TERANGKUT |
| | M3 | TON/hari | M3/hari | TON/hari | (%) |
| 2009 | 4527,18 | 1131,8 | 3395,39 | 848,85 | 75 |
| 2010 | 4602,56 | 1150,64 | 3543,97 | 885,99 | 77 |
| 2011 | 4679,19 | 1169,8 | 3696,56 | 924,14 | 79 |
| 2012 | 4757,1 | 1189,28 | 3853,25 | 963,31 | 81 |
| 2013 | 4836,3 | 1209,08 | 4014,13 | 1003,3 | 83 |
| 2014 | 4916,65 | 1229,21 | 417,3 | 1044,83 | 85 |
| 2015 | 4998,65 | 1249,66 | 4348,83 | 1087,21 | 87 |
| 2016 | 5080 | 1270,13 | 3897,04 | 974,26 | 77 |

Sumber : Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang [2]

Dari tabel 2 terlihat bahwa timbulan sampah per hari setiap tahun meningkat terutama di tahun 2012- 2015, namun pada tahun 2016 telah menurun yaitu sebesar 947,26 ton per hari, sebagian sampah sudah ada yang mengolah. Volume sampah yang terangkut di TPA Jatibarang sebesar \pm 850 ton per hari .

Menghitung Peramalan Jumlah Volume Sampah

Dalam menentukan peramalan (*forecasting atau Time Series Analysis*) jumlah volume sampah Kota Semarang menggunakan metode *Moving Averages* dengan cara memasukkan data sampah dari tahun 2009 – 2016 kemudian didapatkan data peramalan 5 tahun kedepan (2017- 2021).

Tabel 3 Peramalan Sampah 5 Tahun kedepan dimulai 2017 – 2021

| Peramalan Jumlah Sampah 5 Tahun Ke Depan | |
|--|-----------------|
| Tahun | Jumlah ton/hari |
| 2009 | 848,85 |
| 2010 | 885,99 |
| 2011 | 924,14 |
| 2012 | 963,31 |
| 2013 | 1003,53 |
| 2014 | 1044,83 |
| 2015 | 1087,21 |
| 2016 | 974,26 |
| 2017 | 1030,74 |
| 2018 | 1002,5 |
| 2019 | 1019,12 |
| 2020 | 1013,31 |
| 2021 | 1016,22 |

Sumber : Hasil Perhitungan POM QM for Windows (*Versi3.0*)

Hasil perhitungan peramalan (*forecasting*) volume sampah 5 tahun kedepan pada tabel 3 yang digunakan adalah hasil peramalan pada tahun 2017 – 2021 untuk penelitian nilai energi listrik PLTSa 5 tahun kedepan. Guna menentukan jumlah volume sampah yang akan digunakan sebagai sumber energi PLTSa, diperlukan perhitungan mengamsumsikan 10% pengurangan sampah dari hasil peramalan tahun 2017 – 2021 sesuai dengan tabel 3. Perhitungan estimasi ini dengan mengurangi 10% sampah untuk cadangan.

Tabel 4. Estimasi Jumlah Sampah dalam Peramalan 2017-2021

| Hasil Peramalan Sampah 5 Tahun Kedepan Untuk Sumber Energi PLTSa | | |
|---|-----------------|---|
| Tahun | Jumlah Ton/Hari | Estimasi Ton/Hari dalam 1 Tahun (-10%) |
| 2017 | 1030,74 | 927,666 |
| 2018 | 1002,5 | 902,25 |
| 2019 | 1019,12 | 917,208 |
| 2020 | 1013,31 | 911,979 |
| 2021 | 1016,22 | 914,598 |

Dari Tabel 4. diatas hasil perhitungan estimasi dari tahun 2017 –2021 dengan mengurangi 10 %. Hasil tersebut yang akan digunakan sebagai sumber energi PLTSa .

Perhitungan Kapasitas *Incenerator* per Jam

Pemanfaatan Sampah Kota Semarang sangat berpotensi untuk bahan bakar PLTSa, Dengan Teknologi Insenerasi ini, maka membutuhkan kapasistas *Incenerator* per jam nya. Agar *Incenerator* dapat terus beroperasi , maka akan dihitung rata – rata jumlah volume sampah pada tahun 2017 – 2021 di hasilkan pada tabel 5. Tabel ini menunjukkan rata – rata jumlah volume sampah 5 tahun kedepan,

Tabel 5 Tabel Rata – rata jumlah volume sampah 5 Tahun kedepan

| TAHUN | JUMLAH TON/HARI |
|---------------|-----------------|
| 2017 | 1030,74 |
| 2018 | 1002,5 |
| 2019 | 1019,12 |
| 2020 | 1013,31 |
| 2021 | 1016,22 |
| JUMLAH | 1016.378 |

Hasil Potensi Energi Sampah dengan Teknologi Insenerasi

Pemanfaatan sampah kota Semarang sangat berpotensi sebagai sumber energi jika kita jadikan bahan bakar Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) dengan metode thermal, atau dengan pembakaran. Berdasarkan potensi sampah yang ada maka dapat direncanakan suatu Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) yang bisa digunakan dapat dihitung. Dengan Jumlah sampah yang masuk ke TPA Jatibarang Semarang diambil data pada tahun 2017 – 2021, dengan asumsi nilai kalor sampah yang ditentukan sebesar 1197 kkal.

Perhitungan Energi Listrik 5 Tahun Kedepan dalam 1 Tahun.

Perhitungan estimasi energi listrik dari hasil peramalan jumlah sampah tahun 2017 - 2021 yaitu dengan mengalikan asumsi 1 tahun (365 hari).

Tabel 6. Hasil Perhitungan Energi Listrik PLTSa 5 Tahun Kedepan dalam 1 Tahun (365 hari)

| Tahun | Estimasi MWh/tahun (x 365 hari) |
|-------|---------------------------------|
| 2017 | 84.627,02 |
| 2018 | 82.308,43 |
| 2019 | 83.627,97 |
| 2020 | 83.179,35 |
| 2021 | 83.434,88 |

Hasil perhitungan tabel 6. terlihat bahwa jika PLTSA beroperasi selama 1 tahun (365 hari) pada setiap tahunnya yaitu di tahun 2017 – 2021.

Pemilihan Generator Listrik

Generator adalah mesin atau alat yang mampu menjadikan energi mekanik ke energi listrik. Peneliti ini menggunakan Generator sinkron (AC). Hasil rata – rata daya keluaran pada generator Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA) Jatibarang dapat membangkitkan energi sebesar 9,525.63 kW di tunjukkan pada tabel 7.

| Hasil Rata- rata Daya keluaran dari Generator | |
|---|-----------------|
| Periode | Daya kW |
| 2017 | 9.660,61 |
| 2018 | 9.395,94 |
| 2019 | 9.551,71 |
| 2020 | 9.495,36 |
| 2021 | 9.524,53 |
| Rata - Rata | 9.525,63 |

Dari tabel 7 terlihat hasil rata- rata daya keluaran generator sebesar 9.525,63 kW.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA) di TPA Jatibarang maka potensi menghasilkan energi listrik yang dibangkitkan Pembangkit Listrik tenaga sampah dalam 1 tahun selama 5 tahun kedepan (2017 – 2021) yaitu 84.627,02 Mwh/tahun di tahun 2017, lalu 82.308,43 Mwh/tahun di tahun 2018, setelah itu 83.627,97 Mwh/tahun di tahun 2019 , kemudian 83.179,35 Mwh/tahun di tahun 2020, dan terakhir 83.434,88 di tahun 2021. Daya yang dapat dibangkitkan oleh pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSA) Jatibarang dengan rata – rata daya keluaran dari generator sebesar 9.525,63 kW.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Santoso, “Dampak Negatif Sampah Terhadap Lingkungan dan Upaya Mengatasinya,” pp. 1–16, 2008.
- [2] D. L. H. K. Semarang, “Pengolahan TPA Jatibarang,” *Pengolah. TPA Jaitbarang di Kota Semarang*, 2017.
- [3] N. K. S. Faridha, Budi Pirngadie, “POTENSI PEMANFAATAN SAMPAH MENJADI LISTRIK DI TPA CILOWONG KOTA SERANG PROVINSI BANTEN,” *Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan*, vol. 14, pp. 103–116, 2015.
- [4] P. Monice, “SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri),” *SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknol. Ind.,* vol. 1, pp. 9–16, 2016.

- [5] S. Monice, "OPERASI EKONOMIS (economic Dispatch) Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) dan (PLTG) dalam Melayani Beban Puncak Kelistrikan Sumbar," *Operasi Ekon.*, vol. 2, 2013.
- [6] E. dan T. P. Damanhuri, *PENGELOLAAN SAMPAH*, Semester1. Bandung, 2010.
- [7] 3 Sandra, Santosa Soemarno1, "Peningkatan Nilai Kalor Produk pada Produk Proses Bio-drying Sampah Organik Improved Calor Value on Biodrying Production of Organic Waste," *Indones. Green Technol. J.*
- [8] Dian Marya Novita1 dan Enri Damanhuri2, "PERHITUNGAN NILAI KALOR BERDASARKAN KOMPOSISI DAN KARAKTERISTIK SAMPAH PERKOTAAN DI INDONESIA DALAM KONSEP WASTE TO ENERGY," *J. Tek. Lingkung.*, vol. 16, p. 2, 2010.
- [9] Enri Damanhuri – Tri Padmi, "Program Studi Teknik Lingkungan FTSL ITB," *Diklat Kuliah Pengelolaan Sampah*, vol. 8, pp. 8–14, 2015.
- [10] Safrizal, "DISTRIBUTED GENERATION PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SAMPAH KOTA (PLTSa) TYPE INCINERATOR SOLUSILISTRIK ALTERNATIF KOTA MEDAN," *Pros iding SNATIF*, vol. 1, p. 124, 2014.
- [11] Asmudi, "ANALISA UNJUK KERJA BOILER TERHADAP PENURUNAN DAYA PADA PLTU PT. INDONESIA POWER UBP PERAK," *Tek. Sist. Perkapalan Fak. Teknol. Kelautan, ITS Surabaya*.
- [12] I. P. Pintar, *Modul Pelatihan PENGENALAN GENERATOR, EXCITER DAN AUTO VOLTAGE REGULATOR (AVR)*.
- [13] DAVID MABRUR PRANOTO, "ANALISIS GENERATOR PADA PEMBANGKIT LISTRIK," *Lap. Kerja Prakt. unikom*, p. 24, 2008.
- [14] Y. P. Arman Hakim, *PERENCAMAAM DAN PENGENDALIAN PRODUKSI*, 1st ed. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2008.
- [15] B. P. S. K. Semarang, *Kota semarang 2016, ANGKA SEMARANG*. Semarang: BPS KOTA SEMARANG/ BPAS STATISTICS OF SEMARANG MUNICIPALITY, 2016.
- [16] M. M. Dyah Ernawati, Sri Budiastuti, "ANALISIS KOMPOSISI, JUMLAH DAN PENGEMBANGAN STRATEGI PENGELOLAAN SAMPAH DI WILAYAH PEMERINTAH KOTA SEMARANG BERBASIS ANALISIS SWOT," *EKOSains*, vol. IV, p. 2, 2012.
- [17] laporan Tugas Akhir Elisabeth Apriani Sihotang, "RANCANGAN ALAT INCINERATOR UNTUK PEMBAKARAN LIMBAH KAYU DENGAN KAPASITAS 60 KG/ 2 JAM," 2016.
- [18] URAY IBNU FARUQ, "STUDI POTENSI LIMBAH KOTA SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SAMPAH (PLTSa) KOTA SINGKAWANG," *Progr. Stud. Tek. Elektro Jur. Tek. Elektro Fak. Tek. Univ. Tanjungpura Pontianak*, 2016.