



Analysis Of Potential Utilization Of Anorganic Waste into Electricity Energy at TPA District Tualang

Analisis Potensi Pemanfaatan Sampah Anorganik Menjadi Energi Listrik Di TPA Kecamatan Tualang

Irfan Ricky Setiawan^{1*}, Nanda Putri Miefthawati²,

^{1,2} Teknik Elektro, UIN Sultan Syarif Kasim, Indonesia

Corresponden E-Mail: 11850510479@students.uin-suska.ac.id¹ , nandamiefthawati@uin-suska.ac.id²

*Makalah: Diterima 4 Agustus 2022; Diperbaiki 29 September 2022; Disetujui 12 November 2022
Corresponding Author: Irfan Ricky Setiawan*

Abstrak

Sampah merupakan suatu masalah utama yang dihadapi oleh masyarakat diseluruh dunia, termasuk masyarakat di Kecamatan Tualang yang mengalami peningkatan jumlah sampah setiap tahunnya. Khususnya sampah anorganik. Sampah anorganik yang ada di Kecamatan Tualang tidak terkelola dengan baik, sehingga mengakibatkan terjadinya penumpukan sampah anorganik di TPA Kecamatan Tualang setiap tahunnya. Sampah Anorganik memiliki potensi yang besar apabila dikonversi menjadi energi listrik dengan cara incinerator. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung potensi dari sampah anorganik menjadi energi listrik dan potensi energi listrik yang dihasilkan dari pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) serta dapat membantu menambah jumlah pasokan energi listrik. Penelitian ini menggunakan metode incinerator. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, diperoleh jumlah sampah anorganik sebesar 17,03 ton/hari. Potensi energi listrik yang dapat dihasilkan sebesar 438,85 kW atau setara dengan 438 MW dan dalam setahun dapat menghasilkan energi listrik sebesar 3.844.326 kWh/tahun.

Keyword : ,Sampah,Anorganik,PLTSa,Incinerator,Energi Listrik

Abstract

Garbage is a major problem faced by the community in a, especially the community in Tualang District which experiences an increase in the amount of waste every year. Especially inorganic waste, inorganic waste in Tualang District is not managed properly, resulting in accumulation of inorganic waste volume in Tualang District TPA. Inorganic waste has great potential if it is converted into electrical energy by means of an incinerator. The purpose of this study is to calculate the potential of inorganic waste into electrical energy and the potential of electrical energy generated from the Waste Power Plant (PLTSa) and can help increase the amount of electrical energy supply. In this study using the incinerator method. From the calculation results, the amount of inorganic waste is 17.03 tons/day. The potential of electrical energy that can be generated is 438,85 kW atau setara dengan 438 MW and in a year it can produce electrical energy of 3.844.326 kWh/year.

Keyword; Waste,anorganic,PLTSa,Incinerator,Electrical Energy

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Indonesia adalah negara kepulauan terbesar di dunia yang terdiri dari 17.504 pulau. Di mana jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2018 berjumlah 265,04 juta jiwa, tahun 2019 berjumlah 268,1 juta jiwa, tahun 2020 berjumlah 270,23 juta jiwa dan tahun 2021 jumlah penduduk mencapai 273,87 juta jiwa [1]. Berdasarkan data di atas menunjukkan adanya peningkatan jumlah penduduk Indonesia setiap tahunnya, sehingga mengakibatkan tingginya pemakaian energi listrik [2].

Selain itu, peningkatan jumlah penduduk juga dapat mengakibatkan meningkatnya volume sampah. Di mana sampah dihasilkan dari berbagai sektor yaitu sektor rumah tangga, sektor pasar tradisional, sektor industri dan sektor lainnya [3]. Sampah-sampah yang dihasilkan tersebut tidak diiringi dengan pengolahan yang baik sehingga membuat sampah menumpuk di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Semakin banyak sampah yang menumpuk maka akan berdampak pada kesehatan dan lingkungan [4].

Hampir sebagian besar daerah di Indonesia mengalami peningkatan jumlah penduduk. Salah satunya adalah Kecamatan Tualang. Kecamatan Tualang merupakan sebuah Kecamatan di Kabupaten Siak di mana luas wilayah keseluruhannya adalah 343,60 km². Di mana jumlah penduduknya tahun 2020 mencapai 120,665 ribu jiwa dan tahun 2021 mencapai 122,349 ribu jiwa [1]. Peningkatan jumlah penduduk tersebut juga mengakibatkan peningkatan volume sampah, di mana volume sampah pada tahun 2020 mencapai 14,52 ton/hari dan tahun 2021 mencapai 28,23 ton/hari. Dengan perbandingan 46% sampah organik dan 56% sampah anorganik.

Untuk mengatasi volume sampah yang meningkat setiap tahunnya, Pemerintah Daerah Kecamatan Tualang melalui Dinas Kebersihan dan Pengelola TPA telah melakukan upaya pengolahan sampah organik menjadi pupuk kompos [5]. Tetapi untuk sampah anorganik belum dilakukan pengolahan lebih lanjut sehingga mengakibatkan terjadinya penumpukan sampah di TPA. Jika kondisi ini dibiarkan maka akan sangat berbahaya bagi lingkungan karena jenis sampah anorganik ini membutuhkan waktu yang lama agar dapat terurai dengan sempurna [6]. Berdasarkan permasalahan di atas pada penelitian ini akan memanfaatkan peluang potensi sampah anorganik yang tidak terkelola menjadi sumber energi listrik.

Proses pengolahan sampah menjadi energi dapat menggunakan tiga teknologi, yaitu teknologi incinerator, teknologi gasifikasi, dan teknologi biogas. Teknologi incinerator adalah proses pembakaran sampah sehingga menghasilkan energi panas yang akan memanaskan air untuk menghasilkan uap. Uap ini dikonversikan menjadi listrik dengan menggerakkan turbin uap. Teknologi gasifikasi adalah proses konversi bahan bakar padat menjadi gas yang mudah terbakar seperti CO, CH₄ dan H₂, dengan proses pembakaran dengan suplai udara yang terbatas berkisar 20% - 40% udara stoikiometri. Dan teknologi biogas adalah proses di mana bahan organik dalam sampah akan terurai oleh bakteri dan mikroorganisme, pada proses ini menghasilkan sebuah gas, seperti gas metana (CH₄), selanjutnya gas metana ini yang akan digunakan untuk bahan bakar pada mesin bakar [6].

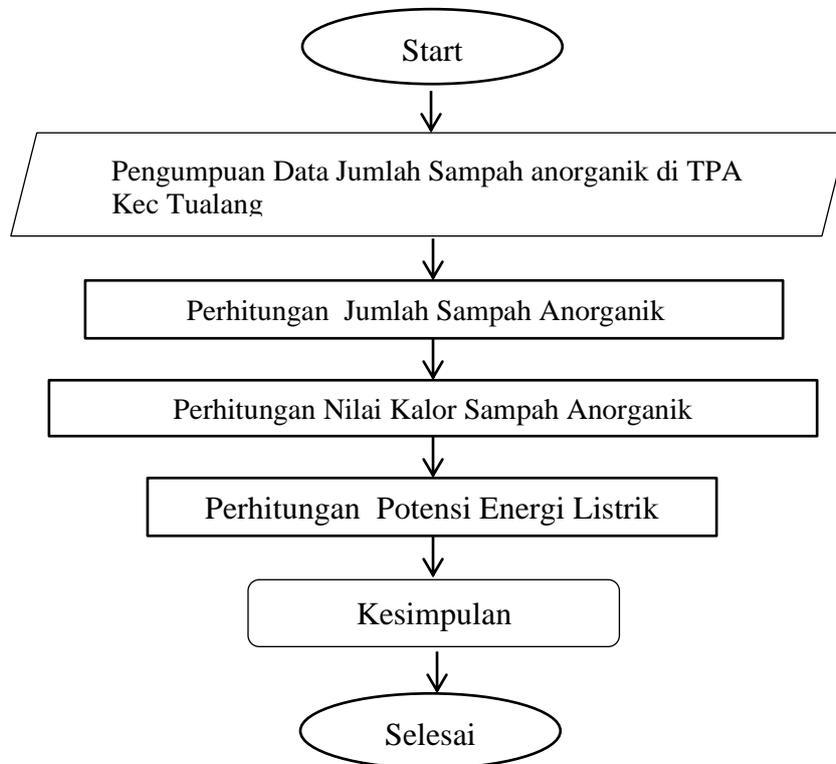
Penelitian terkait tentang pemanfaatan sampah menjadi bahan baku PLTSA ini ada beberapa yaitu pada penelitian [2] dan [10]. Pada penelitian tersebut bertujuan menghasilkan PLTSA dengan mengolah sampah organik menjadi energi listrik menggunakan teknologi incinerator dan pada penelitian ini hanya berfokus pada sampah jenis organik. Pada penelitian [6] pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tentang pengaruh PLTSA jika digabungkan dengan metode RDF. Dan pada penelitian [10] Pada penelitian ini bertujuan menghasilkan PLTSA dengan memanfaatkan sampah anorganik menjadi energi listrik menggunakan metode gasifikasi.

Berdasarkan pertimbangan di atas teknologi yang tepat untuk membantu mengurangi jumlah sampah anorganik di TPA Tualang adalah dengan teknologi incinerator. Pemilihan teknologi incinerator disesuaikan dengan kondisi sampah yang ada di Kecamatan Tualang yang harus ditangani secara cepat. Teknologi incinerator lebih sederhana serta lebih cepat dibandingkan dengan teknologi gasifikasi dan biomassa, dari segi pemrosesan maka teknologi incinerator memiliki keunggulan dibandingkan gasifikasi dan biomassa. Dan pada penelitian ini juga dilengkapi dengan (*dust collector*), yang berfungsi untuk mereduksi sampah berupa abu boiler dan abu terbang yang dapat menyebabkan polusi udara. Sehingga dengan adanya *dust collector* ini dapat mencegah adanya polusi udara dari proses incinerator.

Berdasarkan penjabaran di atas untuk mengatasi permasalahan sampah anorganik yang belum dimanfaatkan dengan baik. Maka pada penelitian ini akan mencoba memanfaatkan potensi sampah anorganik menjadi energi listrik, yang terdapat pada TPA Kecamatan Tualang dengan menggunakan teknologi

incinerator, Diharapkan dapat membantu mengurangi jumlah sampah Anorganik yang menumpuk dan juga menambah jumlah pasokan energi listrik di Kecamatan Tualang.

2. Metode



Gambar 1. Flowchart Penelitian

2.1 Pengumpulan Data

Jenis sampah yang terdapat di TPA Kecamatan Tualang ini terdiri atas sampah organik 44 % dan anorganik 56 %. Dimana sampah organiknya berupa sisa-sisa makanan, tanaman dan kayu. Sampah anorganiknya berupa kertas, karet/kulit, plastik, kaca dan logam. Tabel 1 berikut menunjukkan jumlah timbunan sampah di TPA kecamatan Tualang.

Tabel 1. Jumlah Sampah Di Tualang [13]

Tahun	Total Sampah		Rata-rata sampah	
	Kg	Ton	Kg/hari	Ton/hari
2019	4.743.513	4.743,51	12.995,92	13,00
2020	5.300.524	5.300,52	14.521,98	14,52
2021	10.302.370	10.302,37	28.225,6	28,23

Tabel 2. Komposisi Sampah Anorganik di TPA Tualang

Komposisi Sampah	Komposisi(%)
Kertas	15
Karet/Kulit	5
Plastik	30
Kaca	3
Logam	3

2.2 Menghitung Jumlah Sampah

Perhitungan prediksi jumlah potensi sampah dapat menggunakan persamaan berikut [10]:

$$Px(\text{tahun}) = Pa(1 + r)^x \quad (2.1)$$

Dimana :

Px = Jumlah sampah pada tahun \times proyeksi (ton/hari)

Pa = Jumlah sampah pada tahun awal proyeksi (ton/hari)

r = Rata-rata pertumbuhan pertahun (%).

x = Selang waktu proyeksi (tahun)

2.3 Perhitungan Nilai Kalor

Nilai kalor (heating value) adalah jumlah kandungan energi yang dapat dimanfaatkan didalam sebuah bahan bakar, biasanya di lepaskan dalam pembakaran dan ditunjukkan dalam angka. Berikut ini adalah nilai kalor sampah yang dapat diproses [8].

Tabel 3. Nilai Kalor [10]

Komposisi sampah	Nilai kalor (Kkal/kg)
Kertas	2887
Kayu	1393
Tekstil	4000
Karet/ kulit	4000
Plastik	7738

Untuk menghitung nilai kalor dapat menggunakan persamaan berikut [8] :

$$HHV = HHV^* \times P \quad (2.2)$$

Dimana :

HHV = Nilai kalor komponen sampah

P = Persentase komponen sampah (%)

HHV^* = Data nilai kalor komponen sampah

2.4 Perhitungan Potensi Energi Listrik

Untuk menghitung potensi dari PLTSA dapat menggunakan persamaan sebagai berikut [10] :

2.4.1 Menghitung Energi Yang Masuk Ke Boiler

$$\text{Energi yang masuk keboiler} = HHV \times \text{jumlah sampah} \quad (2.3)$$

2.4.2 Menghitung Daya Keluaran Boiler

$$\text{Daya keluaran boiler} = \text{daya netto} \times \text{efisiensi boiler} \quad (2.4)$$

2.4.3 Menghitung Daya Netto Turbin Uap

$$\text{Daya netto turbin uap} = \text{daya keluaran boiler} \times \text{efisiensi turbin uap} \quad (2.5)$$

2.4.4 Menghitung Daya Keluaran Generator

$$\text{Daya Keluaran Generator} = \text{Daya Netto Turbin Uap} \times \text{efisiensi generator} \quad (2.6)$$

3. Analisis dan Pembahasan

3.1 Perhitungan Jumlah Sampah Anorganik

Berdasarkan data pada tabel diatas , jumlah sampah yang dihasilkan di TPA Tualang pada tahun 2019 sampai 2021 mengalami peningkatan mencapai 15,23 ton/harinya atau 1,5 % per hari. Jumlah sampah dapat diprediksi 5 tahun kemudian dengan menggunakan rumus diatas:

$$\begin{aligned}
 P_{(x)} &= Pa (1 + r) \\
 &= 28.23 (1 + 0,015)^5 \\
 &= 28,23 (1,015)^5 \\
 &= 30,40 \text{ ton/hari}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan di atas menunjukkan jumlah total sampah yang ada di TPA Kecamatan Tualang, baik sampah organik dan anorganik, sehingga untuk mendapat jumlah sampah anorganik dapat dilakukan dengan mengalikan 56% dengan total sampah. Maka didapatkan jumlah sampah anorganik di TPA Kecamatan Tualang sebesar 17,03 ton/hari.

3.2 Perhitungan Nilai Kalor

Dari data pada tabel 2 dan 3 serta dengan menggunakan persamaan berikut dapat dihitung nilai kalor sampah anorganik di Kecamatan Tualang adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{HHV(kertas)} &= 2887 \text{ Kkal/Kg} \times \left(\frac{15}{100} \right) & \text{HHV(plastik)} &= 7738 \text{ Kkal/Kg} \times \left(\frac{30}{100} \right) \\
 &= 433,05 \text{ Kkal/Kg} & &= 2.321,4 \text{ Kkal/Kg} \\
 \text{HHV(karet/kulit)} &= 4000 \text{ Kkal/Kg} \times \left(\frac{5}{100} \right) \\
 &= 200 \text{ Kkal/Kg}
 \end{aligned}$$

Sehingga total nilai kalor sampah anorganik di TPA kecamatan Tualang adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{HHV(kertas)} + \text{HHV(karet/kulit)} + \text{HHV(plastik)} &= 433,05 + 200 + 2.321,4 \\
 &= 2954,45 \text{ Kkal/kg}
 \end{aligned}$$

3.3. Perhitungan Potensi Energi Listrik

Berdasarkan perhitungan diatas, didapatkan nilai kalor sampah anorganik di TPA Kecamatan Tualang adalah 2954,45 Kkal/kg. sehingga untuk menghitung energi yang masuk ke boiler adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Energi yang masuk ke boiler} &= 2954,45 \text{ Kkal/kg} \times 17,03 \text{ ton/hari} \\
 &= \frac{2954,45 \text{ kkal}}{\text{kg}} \times \frac{709,58 \text{ kg}}{\text{jam}} \\
 &= 2.096.418,63 \text{ kkal/jam} \\
 &= 2.096.418,63 \text{ kkal/jam} \times 0,001163 \text{ kW} \\
 &= 2.438,13 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Setelah menghitung energi yang masuk ke boiler, langkah berikutnya menghitung daya keluaran boiler menggunakan persamaan 2.4

$$\begin{aligned}
 \text{Daya Keluaran boiler} &= 2.438,13 \text{ kW} \times 80 \% \\
 &= 1.950,50 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Efisiensi boiler yang dipilih adalah 80%, ini dibuat berdasarkan harga tipekal boiler, alasan pemilihan efisiensi ini karena pertimbangan boiler batubara konvensional yang memiliki efisiensi 85% [6]. Untuk turbin uap yang memiliki efisiensi antara 25-30% berdasarkan siklus rankine, dipilahlah efisiensi 25% sebagai faktor keamanan dalam perhitungan. Sehingga dengan rumus persamaan 2.5 didapatkan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Daya netto turbin uap} &= 1.950,50 \text{ kW} \times 25 \% \\
 &= 487,62 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan daya netto diatas sebesar 487,62 kW, dengan efisiensi generator dipilih 90% maka didapatkan hasil dengan persamaan 2.6 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Daya keluaran} &= \text{Daya netto} \times \text{efisiensi generator} \\
 &= 487,62 \text{ kW} \times 90\% \\
 &= 438,85 \text{ kW} \text{ atau setara dengan } 438 \text{ MW}
 \end{aligned}$$

Sedangkan energi listrik yang akan dihasilkan dalam setahun adalah :

$$\begin{aligned} \text{Daya keluaran} \times 8760 \text{ jam/tahun} &= 438,85 \text{ kW} \times 8760 \text{ jam/tahun} \\ &= 3.844.326 \text{ kWh dalam setahun} \end{aligned}$$

Tabel 4.Hasil Perhitungan PLTSa

No	Deskripsi	Hasil	Satuan
1	Jumlah sampah anorganik	17,03	ton/hari
2	Energi yang masuk ke boiler	2.438,13	kW
3	Daya keluaran boiler	1.950,50	kW
4	Daya netto turbin uap	487,62	kW
5	Daya Keluaran generator	438,85	kW
6	Energi Listrik Yang Dihasilkan	3.844.326	kWh

Dari data tabel 5 diatas menunjukkan hasil perhitungan energi listrik yang dapat dibangkitkan oleh PLTSa Kecamatan Tualang, dimana jumlah sampah yang terdapat di TPA Kecamatan Tualang pada tahun 2026 adalah sebesar 17,03 ton/hari. Adapun energi yang masuk ke boiler sebesar 2.438,13 kW dengan daya keluaran boiler sebesar 1.950,50. dan dengan daya netto turbin uap sebesar 487,62 kW. Hasil dari perhitungan-perhitungan yang telah dilakukan ialah energi listrik yang dapat dihasilkan PLTSa apabila sampah anorganik dimanfaatkan menjadi energi listrik dengan menggunakan teknologi Incinerator sebesar 438,85. Sedangkan energi listrik yang akan dihasilkan dalam setahun adalah 3.844.326 kWh.

4. Kesimpulan

Dengan jumlah penduduk sekitar 122,349 ribu jiwa, TPA Kecamatan Tualang mengasilkan jumlah sampah anorganik sebesar 56% atau berjumlah 17,03 ton/hari sampah anorganik. Pengkonversian sampah anorganik sebagai bahan baku PLTSa menggunakan teknologi Incinerator dapat menghasilkan energi listrik sebesar 438,85 kW atau setara dengan 438 MW dan dalam setahun dapat menghasilkan energi listrik sebesar 3.844.326 kWh/tahun.

5. Saran

Pada penelitian selanjutnya dalam melakukan perhitungan aspek teknis diharapkan dapat menambahkan pemodelan menggunakan *software* agar dapat membandingkan hasil perhitungan manual dan hasil perhitungan dari *software*. Dan agar mendapat hasil yang lebih baik, pada penelitian selanjutnya dapat ditambahkan aspek lainnya seperti aspek ekonomi, aspek sosial dan aspek lingkungan.

References :

- [1] Badan Pusat Statistik.2021 . www.bps.go.id
- [2] Faruq, U. I. (n.d.). Studi Potensi Limbah Kota Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (Pltsa) Kota Singkawang.
- [3] Elektro, T., Teknologi, J., & Email, B. (2019). *Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Pada TPA Sambutan Kota Samarinda Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Pada TPA Sambutan Kota Samarinda. August*, 18–26.
- [4] Syahrial,S (2019)“Studi Potensi Sampah Sebagai Bahan Baku Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (Pltsa) Di Unismuh Makassar”
- [5] Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan Kecamatan Tualang Kabupaten siak.2021
- [6] Harahap,Akbar Honey. 2018”Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Di Kota Pekanbaru”.
- [7] Caysa, Ardi Bimantara, 2012 “Analisa Potensi Refuse Dereived Fuel (RDF) dari Sampah Yunit Pengolahan Sampah (UPS) di Kota Depok (Studikasus UPS Grogol, UPS Permata Regency, UPS cilangkap)”, Sekripsi Teknik Lingkungan, Universitas Indonesia
- [8] Ario, Basuki Wibowo, 2007 “Kajian Awal Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Di Kota Bandung”.
- [9] Monice1 , Pemonov2 , 2016. Analisa Potensi Sampah Sebagai Bahan Baku Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA) Di Pekanbaru, SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri) , Vol 1 No 1, pp. 9-16 ISSN 2548-6888 print, ISSN 2548-9445.
- [10] Saputra, Gilang.2018 “Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (Pltsa) Di Kota Pekanbaru”.

- [11] Sepriona, T. (N.D.). “ Analisis Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) Kota Pekanbaru Ditinjau Dari Aspek Ekonomis Teknik. 1–6.
- [12] Kurniawan, E., & Lasmana, A. (2021). Analisis Laju Aliran Udara dan Laju Aliran Massa Bahan Bakar Terhadap Beban Pembakaran Sampah pada Incinerator Berbahan Bakar Limbah Oli Bekas. 5(1), 17–23.
- [13] Rini,” Data jumlah timbunan sampah di TPA Kecamatan Tualang”, *interview* 2021