

Optimalisasi Pembangkit Tenaga Listrik Dengan Sumber Energi Baru dan Terbaharukan (EBT) dengan Pengembangan Potensi Sampah

Yusri Anugerah Manapa Ambabunga¹⁾
Eliyah Acantha M. Sampetoding²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Elektro
Universitas Kristen Indonesia Toraja

²⁾Program Studi Sistem Informasi Universitas Hasanuddin

¹⁾ ambabungayusri@gmail.com

ABSTRAK

Garbage in the utilization of renewable electrical energy producers, waste becomes a trigger for problems in the community so that it needs to be handled. So the waste power plant is one solution so that it is not handed over to the community. In the planning of this PLTSa, it will use a simple steam cycle with steam extraction after passing through the turbine. The planned power is 2 MW based on assumptions from waste statistical data. In this study, the literature method was used to collect data and presented it systematically. From the results of the research, testing the design of PLTSa with combustion is 50% and water excess is 80% with 40% material. Parameter sensitive analysis is between 900°C – 1200°C. and waste forecasting from year to year is 288,082.19 predictions for 2024.

Keywords: *Garbage, PLTSa, Literature Method, New Energy, Turbin*

I. Pendahuluan

Sampah merupakan suatu masalah utama bagi masyarakat disekitar lingkungan, sampah bisa menjadi dampak suatu pencemaran, kesehatan, dan dampak gangguan estetika. Penduduk Indonesia menjadi salah satu negara yang mempunyai permasalahan dalam mengelola sampah (Utomo, 2020). Pengelolaan sampah di Indonesia yang masih berpatokan pada pengendalian open dumping yang pembuangan sampah di sembarang tempat tanpa kesadaran dari masyarakat dalam mengelola sampah yang baik (Ardian, 2018).

Pengelolaan sampah yang kurang baik men-

jadikan sebuah ide agar dapat dimanfaatkan menjadi energi listrik yang dikenal dengan pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa). Hal ini dapat menjadi alternatif pemanfaatan sampah yang ada dilingkungan masyarakat (Ardian, 2018). Listrik diketahui menjadi salah satu kebutuhan pokok pada jaman sekarang ini terutama dalam aspek kehidupan sehari-hari. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi sumber listrik di Indonesia, diantaranya ketersediaan primer, harga dari bahan bakar yang tidak konstan, perkembangan teknologi dan pengaruh dari budaya masyarakat (Slamet, 2020). Pengelolaan bahan bakar pembangkit listrik sampah (PLTSa)

diperlukan pengelolaan yang baik. Sampah yang berbeda produksinya menjadi salah satu faktor pertama dalam pengelolaan terhadap sampah untuk dijadikan sebuah energi listrik (Adrian, 2018).

Karakteristik sampah dapat mempengaruhi pada konfigurasi pembangkit listrik dan sampah yang akan dibakar. Perbedaan pada operasi desain yang tidak terlalu jauh dengan kondisi menjadi suatu tujuan dalam menganalisa perancangan pembangkit listrik sampah (PLTSa) yang didasarkan pada karakteristik sampah yang akan digunakan sebagai bahan (Ardian, 2018).

dari energi yang habis secara berlebihan dapat menjadi krisis energi dan sumber energi tersebut dapat habis. Kekurangan energi tak terbarukan misalnya fosil akan membuat harga fosil semakin tinggi seiring bertambahnya populasi manusia. Selain itu energi fosil dianggap tidak bersahabat pada lingkungan sekitar dikarenakan hasil pembakaran bahan bakar ini sangat mencemari lingkungan (Slamet, 2020).

II. Metode Penelitian

Pada penelitian ini di gunakan studi literatur untuk mendapat data serta menganalisa data yang di perlukan berdasarkan topik yang terkait dari berbagai penelitian sebelumnya. Kemudian data di kelolah untuk memperkuat ketajaman dalam penelitian ini, yakni dari sumber:

1. Karya ilmiah yang memiliki keterkaitan dengan Operasi Sistem Tenaga Listrik.
2. Data karakteristik pada pembangkit listrik yang dapat mengonversi suatu energi.

III. Hasil Dan Pembahasan

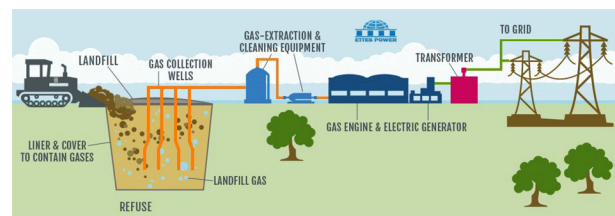
A. Definisi Sampah

Sampah adalah semua bentuk limbah yang berbentuk padat dan berasal dari kegiatan manusia dan hewan lalu dibuang karena tidak

bermanfaat dan tidak diinginkan lagi. Sampah merupakan sisa dari suatu usaha atau kegiatan manusia yang berwujud padat seperti zat organik maupun anorganik yang bersifat dapat terurai maupun tidak dapat terurai sehingga dibuang ke lingkungan.

B. Siklus PLTSa 2 MW

Siklus PLTSa terletak pada ruang pembakaran yang diranjang untuk membakar sampah yang telah dipilih dan dapat meminimalisir gas buang yang berasal dari sampah yang dibakar. Dilakukan (Kusuma et al, 2020).



Gambar 1: Siklus PLTSa

Analisa PLTSa dilakukan dengan tujuan pemodelan siklus yaitu dengan software cycle tempo 5.0 input yang terdapat masukan spesifikasi dari sebuah turbin uap yang melalui proses dalam pembuatan PLTSa sesuai kebutuhan pelanggan. Turbin yang digunakan pada perencanaan turbin jenis nedrowski (2 MW) yang memiliki spesifikasi yaitu:

Tabel 1: Turbin PLTSa

Spesifikasi	Besar
Model	Turbine type B7
Rated Output	S-6 +GVs
Inlet Steam	2000 KW
Outlet steam pressure	13 tonnes/hr, 26 bar, 350°C, 0,18 bar

C. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Sampah

Pembangkit listrik adalah suatu alat yang menghasilkan energi listrik yang di ubah dari

energi mekanik, yang umumnya berasal dari turbin. Turbin sebagai alay yang memutar rotor pada generator sehingga dapat menghasilkan suatu energi listrik dari hasil perputaran rotor. Pembangkit Listrik Tenaga Sampah, berbeda dengan jenis pembangkit lain adalah penggunaan gas. Di mana, gas dari sampah mengalami penguraian secara alami melalui proses anaerobic. Gas ini dimiliki oleh setiap sampah jenis organik. Sehingga pembangkit ini memiliki nama pembangkit listrik tenaga sampah. PLTSa ini sebagai pembangkit yang menggunakan gas yang berasal dari proses pembakaran sampah, Gas metana yang dihasilkan dimanfaatkan sebagai bahan bakar pada generator dalam menghasilkan energi listrik.

D. Potensi Sampah Menjadi Listrik

Dalam mengetahui potensi dan kapasitas thermal sampah dan boiler serta daya yang keluar dari generator. Setelah mengetahui hasil volume jumlah sampah maka perlu di tentukan asumsi nilai suatu kolori sampah. Untuk mencari jumlah kalrti digunakan persamaan:

$$W = P \times t \quad (1)$$

dimana:

W : Energi listrik (KWh)

P : Daya keluaran generator (KW)

t : Waktu (24 jam)

E. Benefit and Cost Ratio (B/C Ratio)

Analisis manfaat biaya menjadi salah satu indikator pada suatu proyek dari segi ekonomi. Analisa ini digunakan untuk mengetahui suatu keuntungan dan kerugian yang dipoleh dari melakukan suatu kegiatan proyek. Benefit-cost digunakan dalam menggambarkan suatu manfaat yang dapat diperoleh dari biaya dan pelaksanaan pengembangan ekonomi dalam menentukan kelayakan pengembangan suatu proyek sehingga digunakan perasamaan:

$$BCR = \frac{\sum_1^n CIF_t}{\text{Investment Cost}} \quad (2)$$

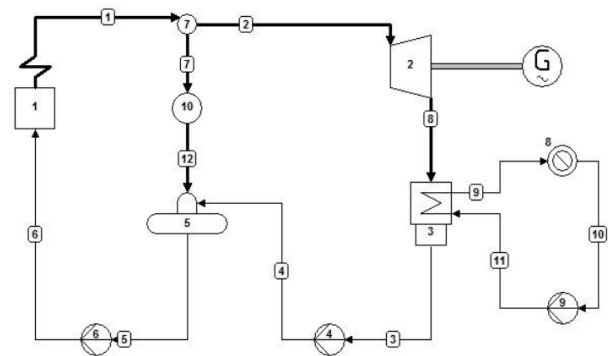
dimana:

CIF = Cash In Flow

t = Waktu

F. Pemodelan Siklus Dengan Cycle Tempo 5.0

Dalam memodelkan siklus PLTSa digunakan berbagai mobil apparatus yang ada di dalam software cycle. Berikut siklus yang diranvang untuk PLTSa yang akan dipilih untuk kelayakan pakai dari hasil efisiensi dan efektifitas tenaga yang dapat dihasilkan.



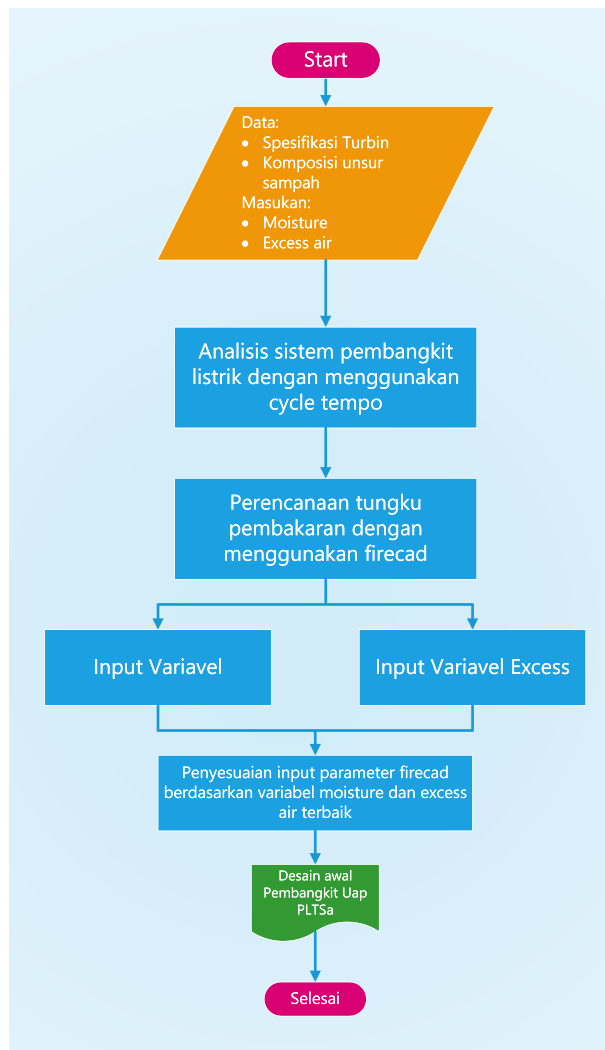
Gambar 2: Sumber: Remmo Ardian, Imron Rosyadi 2018

G. Estimasi Potensi Gas Metana dan Energi Listrik

Pada perhitungan estimasi dan produksi gas metana dibutuhkan beberapa data pendukung salah satunya prediksi sampah.

Tabel 2: Sumber: Vicky Andria Kusuma, Sarokatun Hasanah, Slamet 2020.

Tahun	Jlh. Sampah (ton)
2015	135.252,47
2016	130.671,63
2017	128.932,60
2018	127.100,78
2019	130.341,92
2020	231.295,14
2021	244.387,38
2022	259.661,68
2023	272.754,24
2024	288.082,19



Gambar 3: Sumber: Imron Rosyad, Remmo Ardian 2018

H. Perancangan ruang Pembakaran PL-TS_a

Pada pembakaran yang telah dimasukkan beberapa jumlah variable, setiap memulai operasi perlu diketahui kondisi pada tungku sampah yakni pembakarannya. Beberapa jumlah variable melalui pengukuran parameter moisture sampah dan juga excess air. Memiliki pengaruh besar terhadap temperatur keluaran dari boiler.

Nilai dari suatu variabel yang dimasukkan pada moisture bahan bakar dari sampah di dapat hasil perhitungan melalui analisa. Berikut diagram perencanaan aliran PLTSA: Analisa sensitivitas dalam mengetahui tingkatan perambaan parameter operasi tungku pembakaran yang berada pada boiler. Analisa

Parameter	Nilai	Satuan
Kapasitas uap	13000	Kg/jam
Tekanan uap	26	Bar
Temperatur uap	350	°C
Temperatur air masuk	134,90	°C
Temperatur akhir boiler	157,35	°C
Temperatur lingkungan	30	°C
Blowdown	3	%
Flue gas recirculation	20	%
Excess air	Variabel	%
Kandungan air dalam udara	0,0215	Kg air/kg udara
Heat recovery	Tidak ada Travelling	
Jenis grate	Nose	
Jenis tungku pembakaran	No tube	
Jenis dinding tungku	Single stage, counter flow	
Jenis superheater	Water tube	
Jenis boiler	Cross flow	
Jenis aliran boiler	Sampah kota cilegon moisture variabel	
Jenis bahan bakar		

Gambar 4: Sumber: Imron Rosyad, Remmo Ardian 2018

sa ini sebagai pembandingan pada temperatur output dengan berasumsi FGR sebesar 20%.

Temperatur pembakaran sampah sebaiknya berada diantar 900°C – 1200°C dengan menggunakan beberapa parameter yang mendekati sama dengan sistem pembangkit uap. Sensitivitas pada temperatur tungku pembakaran, boiler, dan kebutuhan bahan bakar dari sampah yang memiliki kandungan excess air dan moisture dalam mengubah data input parameter.

Maka diameter yang terdapat pada tungku pembakaran sampah yang terdapat superheater dan boiler bank, akan kembali mengalami penyesuaian dalam menghasilkan temperatur kerja sesuai dengan kondisi yang diharapkan.

I. Hasil Perancangan Pembakaran PL-TS_a

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan melalui sensitivitas dari parameter perancangan sebaiknya menggunakan bahan bakar moi-

Parameter	Besaran	Parameter	Besaran
Kapasitas uap	13000 kg/jam	Total draft loss	24,29 mm of WC
Tekanan uap	26 bar	Heating surface	450,74 m ²
Excess air	80%	Total losses	54,23%
FGR	20%	Radiation losses	0,4%
Efisiensi boiler	58,29%	Gas mass flow	46885,16 kg/jam
Bahan bakar sampah	10378,1 kg/jam	FGR flow	9397,03 kg/jam
LHV sampah	5527,86 kJ/kg	Unit wet gas	4,59 kg/kg BB
Kapasitas termal	9,288 MWatt	Unit wet air	3,79 kg/kg BB

Gambar 5: Sumber: Imron Rosyad, Remmo Ardian 2018

tote kurang lebih 50% dan excess air sebesar 80% dengan kondisi sampah yang diuji 40%. Dari hasil diatas diketahui bahwa spesifikasi tungku pembakaran dari hasil rancangan firecad berdasarkan input bahan bakar sampah kota cilegon moisture 40% layak digunakan karena berada dalam batas aman untuk tidak mencemari lingkungan.

IV. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dari perancangan pembakaran PLTSa moitote sebesar 50% dan excces air sebesar 80% dengan bahan 40%. Analisis sensitivitas parameter desain pada program firecad dengan temperatur pembakaran berkisar diantar $900^{\circ}C - 1200^{\circ}C$. Perhitungan estimasi dan produksi gas metan dengan prediksi sampah dari 2015 sebesar 135.252,47 sampai prediksi 2024 sebesar 288.082,19.

REFERENSI

- [1] Ambabunga, Y. (2019, May). Analisis Pembangkit Energi Listrik Dengan Sumber Energi Baru dan Terbaharukan:

Pemanfaatan Limbah Sampah Sebagai Sumber Energi Alternatif Dan Ramah Lingkungan. In Neutrino (Vol. 2, No. 1, pp. 31-34).

- [2] Faridha, F., Pirngadie, B., & Supriatna, N. K. (2015). Potensi Pemanfaatn Sampah Menjadi Listrik di TPA Cilowong Kota Serang Provinsi banten; The Potency of Using Waste to Generate Electricity in TPA Cilowong, Serang banten. Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan, 14(2), 103-116.
- [3] Kusuma, V.A., Hasana, B., & Slamet, S. (2020). Forecasting “Potensi Energi Gas Metana Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) pada TPA Manggar Kota Balikpapan”. JEECAE (Journal of Electrical, Electronics, Control, and Automotive Engineering), 5(2), 17-23.
- [4] Rosyadi, I., Yusuf, Y., Haryadi, H., Aswata, A., & Ardian, R. (2018). “Desain Awal Pembangkit Listrik Menggunakan Bahan Bakar Sampah Kota Cilegon” Dengan Kapasitas 2MW FLYWEEL. Jurnal Teknik Mesin Untirta, 1(1), 65-70.
- [5] Utomo, Sukarno Budi and Rita Haringrum, “Pemanfaatan Limbah Sampah Sebagai Pembangkit Energi Alternatif PEmbangkit Tenaga Listri di Semarang”. Science and Technology Journal 1.1 (2020): 30-37.
- [6] Monice, M., & Perinov, P. (2016). Analisis Potensi Sampah sebagai Bahan Bakar Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) di Pekanbaru. SainETIn (Jurnal Sains, Energi, Teknologi & Industri), 1(1), 9-16.
- [7] Mudeng, Vicky, et al. ”Performance Analysis of Hybrid Symmetrical Voltage Multiplier Using Low Pass Filter.” 2020 10th Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar (EECCIS). IEEE, 2020.

- [8] Nurdiansah, T., Purnomo, E. P., & Kasiwi, A. (2020). Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) Sebagai Solusi Permasalahan Sampah Perkotaan; Studi Kasus di Kota urabaya. *ENVIRO-TEK: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 12(1), 87-92.