

## ANALISIS PENGARUH SAMPAH ORGANIK DAN ANORGANIK RINGAN TERHADAP PRODUKSI LISTRIK OLEH PERUBAHAN TEKANAN UAP

### *ANALYSIS THE EFFECT OF ORGANIC AND INORGANIC RUBBISH ON ELECTRICITY PRODUCTION BY CHANGES OF VAPOR PRESSURE*

Faris Izza Rabbani<sup>1</sup>, Drs. Suwandi, M.Si.<sup>2</sup>, Dr. Eng. Amaliyah, R.I.U., S.T., M.Si.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

[farisizza@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:farisizza@student.telkomuniversity.ac.id)<sup>1</sup>, [suwandi@telkomuniversity.ac.id](mailto:suwandi@telkomuniversity.ac.id)<sup>2</sup>,

[amaliyahriu@telkomuniversity.ac.id](mailto:amaliyahriu@telkomuniversity.ac.id)<sup>3</sup>,

#### Abstrak

Sampah adalah masalah yang sering diperbincangkan oleh dunia karena pada umumnya sampah yang kita buang akan berujung di TPA (Tempat Pembuangan Akhir) yang menumpuk banyak sekali. Jumlah atau volume sampah sebanding dengan tingkat konsumsi kita terhadap barang atau material yang kita gunakan sehari-hari. Menurut data WHO pengangkutan dan pembuangan sampah berpotensi menimbulkan pemborosan sumber daya karena alokasi biaya yang mencapai 70% - 80% dari total biaya pengelolaan sampah.

Pemanfaatan limbah sampah pada rumah tangga dapat dijadikan pembangkit listrik tenaga sampah sederhana yang bisa digunakan untuk menanggulangi sampah serta sebagai penyuplai energi listrik. Sampah yang tidak terpakai akan digunakan sebagai bahan bakar utama untuk mendidihkan air pada boiler hingga menghasilkan uap lalu uap yang tercipta akan disalurkan ke turbin dan generator maka generator akan menghasilkan tenaga listrik.

Dari hasil penelitian didapatkan masing – masing sampel sampah yang diujikan dapat membuat daya listrik yang diproduksi dari generator. Hal itu dipengaruhi oleh tekanan uap dari setiap sampel sampah yang berbeda. Perbedaan komposisi pada percobaan akan mempengaruhi perbedaan nilai hasil dari pengukuran dan pengujian pada generator.

**Kata Kunci:** Sampah, Organik, Anorganik, Listrik, Tekanan Uap.

#### Abstract

*Garbage is a problem that is often discussed by the world because in general, the waste that we throw away will end up in FDS (Final Disposal Site) which has piled up a lot. The amount or volume of waste is proportional to the level of our consumption of the goods or materials we use everyday. According to WHO's data, the transportation and disposal of waste has the potential to cause a waste of resources because of the allocation of costs that reach 70% - 80% of the total waste management costs.*

*Utilization of waste waste in households can be used as a simple garbage power plant that can be used to tackle waste and as a supplier of electrical energy. Unused waste will be used as the main fuel to boil water in the boiler to produce steam and then the steam created will be channeled to the turbine and generator, then the generator will produce electric power.*

*From the results, it was found that each waste sample tested could produce electrical power from the generator. This is influenced by the vapor pressure of each different waste sample. The difference in composition in the experiment will affect the difference in the value of the results from measurements and tests on the generator.*

**Keywords:** *Garbage, Organic, Inorganic, electric, vapor pressure*

#### 1. Pendahuluan

Sampah adalah masalah yang sering diperbincangkan oleh dunia karena pada umumnya sampah yang kita buang akan berujung di TPA (Tempat Pembuangan Akhir) yang menumpuk banyak sekali. Jumlah atau volume sampah sebanding dengan tingkat konsumsi kita terhadap barang atau material yang kita gunakan sehari-hari. Hampir semua sampah yang kita buang berasal dari bahan plastik (anorganik) dan rata – rata bahan plastik butuh 50 – 100 tahun untuk hancur dan terurai oleh alam. WHO menyebutkan bahwa pengangkutan serta pembuangan sampah berpotensi menimbulkan pemborosan sumber daya dikarenakan alokasi biaya yang mencapai 70% - 80% dari total biaya pengelolaan sampah. Penanganan sampah di Indonesia belum terlaksana dengan baik dan benar yaitu hanya mencapai 28,7%. Umumnya rumah tangga di Indonesia dilakukan dengan cara dibakar (52,1%) dan diangkat petugas (23,4%) [1]. Rata – rata massa sampah yang dihasilkan sesuai literatur berdasarkan SNI 19-3983 (1995) berkisar 0,28 – 0,40 kg/hari, diantaranya nya 66,2% sampah organik dan 17% sampah anorganik [3].

Percobaan dilakukan dengan skala perbandingan massa 5 kg per bahan dasar sampah serta campuran. Pada penelitian sebelumnya, pada bahan organik daun kering dan kertas bekas dengan massa 1 kg memperoleh tekanan uap 20 Psi dengan rentang waktu 42 menit (kertas bekas) dan 30 menit (daun kering). Pada proses pembakaran sampah dalam tabung (incenerator) mencapai suhu  $400^{\circ}\text{C}$  -  $750^{\circ}\text{C}$ .

Penelitian ini akan melakukan studi tentang material sampah organik dan anorganik sebagai bahan pembakaran yang terjadi pada pembangkit listrik tenaga sampah sehingga dapat mengurangi limbah sampah organik maupun anorganik. Kemudian akan dilakukan pengujian untuk mengetahui hasil daya listrik yang terjadi pada generator dari setiap material sampah.

## **2. Dasar Teori dan Metodologi Penelitian**

### **2.1. Manfaat Sampah**

Sampah merupakan material sisa yang dibuang sebagai hasil dari proses produksi, baik itu industri maupun rumah tangga. Sampah yang sudah tidak terpakai akan menimbulkan pencemaran jika tidak dilakukan penanggulangan sampah, oleh karena itu akan lebih baik jika sampah tersebut dapat dijadikan sebagai sumber daya listrik agar penumpukan sampah bisa menjadi sumber daya energi terbarukan. Pada umumnya sampah terbagi menjadi dua sifat yaitu sampah organik, sampah anorganik. Masing – masing sifat sampah mempunyai nilai karakteristik tersendiri seperti nilai kalor yang berbeda cukup signifikan. Sampah organik yang cukup beredar di lingkungan masyarakat yaitu daun kering sedangkan sampah anorganik yaitu sampah plastik sisa makanan dan minuman. Dalam melakukan proses penanggulangan, biasanya sampah – sampah akan dikeringkan terlebih dahulu dan dijemur pada sinar matahari dan setelahnya akan dibagikan masing – masing sampah sesuai karakter dan volumenya.

#### **2.1.1. Sampah Organik**

Sampah organik adalah sampah yang dapat mudah membusuk atau terdegradasi oleh alam seperti: sisa makanan, kertas atau koran, daun-daun kering, dan sebagainya. Sampah organik tergolong menjadi sampah yang banyak dihasilkan oleh masyarakat yaitu sebesar 66,2% terutama hasil dari daun dan makanan. Sampah organik dapat terdegradasi karena proses biokimia akibat mikroorganisme yang mengurai materi organik sampah itu sendiri. Akan tetapi dengan jumlah sampah organik yang dihasilkan sebesar itu maka dampak pada lingkungan akan berpengaruh juga mengingat tidak semua sampah organik dapat mudah membusuk [3].

#### **2.1.2. Sampah Anorganik**

Sampah anorganik adalah sampah yang tidak mudah membusuk atau terdegradasi oleh alam. Biasanya sampah anorganik membutuhkan waktu yang sangat lama sehingga bisa membusuk dengan alam hal ini justru akan menimbulkan penumpukan pada sampah dan menjadi pencemaran lingkungan. Contoh sampah anorganik adalah: plastik wadah makanan dan minuman, mainan plastik, botol dan gelas minuman, kaleng, dan sebagainya. Jumlah sampah anorganik yang dihasilkan oleh masyarakat yaitu 17% terutama berasal dari plastik yang dihasilkan masyarakat [3].

### **2.2. Nilai Kalor**

Nilai kalor bahan bakar adalah jumlah energi panas maksimum yang dibebaskan oleh suatu bahan bakar melalui reaksi pembakaran sempurna persatuan massa atau volume bahan bakar. Energi panas yang dimaksud diperoleh dari hasil kalkulasi nilai kalor yang merupakan hasil kali antara kalor spesifik dengan komposisi sampah. Pada sampah organik dapat digunakan sebagai energi panas yang mampu menghasilkan energi listrik lebih besar dibandingkan dengan sampah anorganik karena sampah organik dan anorganik mempunyai nilai kalor nya masing – masing sebagai bahan bakar.

### **2.3. Proses Penelitian**

#### **2.3.1. Insenerasi**

Insenerasi adalah suatu proses pada konversi termal langsung pada sampah melalui pembakaran yang ada pada tungku pembakar dengan kadar oksigen yang tinggi dan suhu di atas  $850^{\circ}\text{C}$ . Panas yang diberikan oleh sampah akan diserap kalor pembakarannya oleh boiler yang akan membuat air yang ada pada boiler mendidih lalu menguap. Uap yang dihasilkan akan mengubah energi potensial pada turbin menjadi energi kinetik. Insenerasi material sampah mengubah sampah menjadi abu, gas sisa hasil pembakaran, partikulat, dan panas. Panas yang dihasilkan bisa dimanfaatkan sebagai energi pembangkit listrik. [7]

#### **2.3.2. Siklus Rankine**

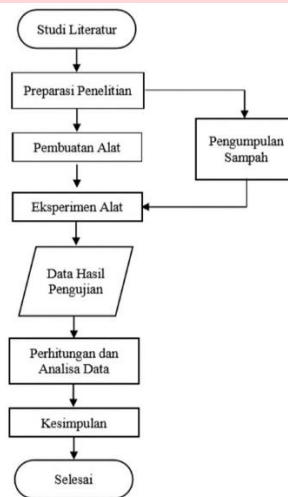
Siklus Rankine adalah siklus termodinamika yang mengubah panas menjadi kerja yang biasa terjadi pada boiler. Panas disuplai secara eksternal pada aliran tertutup, yang biasanya menggunakan air sebagai fluida yang bergerak. Siklus ini menghasilkan 80% dari seluruh energi listrik di dunia. Pada siklus rankine biasanya terdapat dari proses hasil didalam boiler. Terdapat 4 proses dalam siklus rankine, setiap siklus mengubah keadaan fluida (tekanan dan/atau wujud)

### 2.3.3. Generator Uap

Generator Uap adalah suatu penggerak mula yang mengubah energi potensial menjadi energi kinetik dan energi kinetik ini selanjutnya diubah menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran poros turbin. Turbin pada uap yang nantinya akan menggerakkan rotor pada generator menjadi energi kinetik menjadi energi listrik. Tekanan uap yang tersalurkan untuk menggerakkan turbin biasanya berupa uap hasil dari proses superheated. Uap kering (superheated vapor) diekspansikan di nosel sehingga terjadi perubahan energi potensial maksimal menjadi energi kinetik maksimal.

### 2.4. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian secara umum digambarkan seperti pada gambar dibawah ini :



**Gambar 1** Diagram Alur Metode Penelitian

#### 2.4.1. Preparasi Bahan Sampah

Bahan sampah yang digunakan adalah sampah jenis organik dan anorganik. Sampah organik menggunakan material daun kering dan kertas bekas sedangkan sampah anorganik menggunakan material sampah makanan dan minuman yang terbuat dari bahan plastik. Tahap ini adalah menentukan komposisi dari bahan – bahan jenis sampah yang telah ditentukan. Rancangan komposisi material sampah dapat dilihat pada tabel 3.1. Sampel sampah dibagi menjadi 3 material dan akan dikomposisikan menjadi material campuran juga.

**Tabel 1** Rancangan Perbandingan Komposisi Sampah

Sampel	Jenis Sampah	Material	Komposisi (100%)	Massa (kg)
A	Organik	Daun kering	1	5
B	Organik	Kertas	1	5
C	Anorganik	Plastik	1	5
D	Organik	Daun kering dan kertas	1:1	5
E	Campuran	Daun kering dan plastik	1:1	5
F	Campuran	Kertas dan plastik	1:1	5
G	Campuran	Daun kering, kertas, plastik	1:1:1	5

Pada jenis sampah organik, daun kering yang akan digunakan yaitu jenis daun mahoni begitupun kertas yaitu HVS. Sedangkan jenis sampah anorganik yaitu plastik sisa hasil makanan dan minuman.

#### 2.4.2. Pembakaran Sampah

Sampah yang sudah diukur komposisi nya akan dibakar pada insenerator. Proses pembakaran bertujuan untuk mengambil data dari setiap bahan dasar jenis sampah yang dijadikan sampel uji coba. Pembakaran yang stabil dan mendapatkan hasil yang bagus pada pengambilan data yaitu berkisar pada suhu diatas 500 °C.



**Gambar 2** Pembakaran Sampah

### 2.4.3. Pengukuran dan Pengujian

Pada pengukuran yang terjadi pada insenerator dibutuhkan waktu pada pembakaran yang terjadi pada setiap sampel sampah dan juga suhu pada pembakaran berlangsung agar mengetahui karakteristik dari setiap data yang akan diukur selanjutnya.



**Gambar 3** Alat Percobaan

## 3. Hasil dan Pembahasan

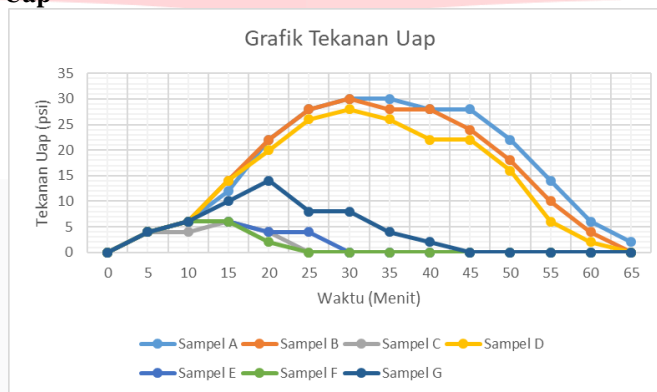
### 3.1. Pengukuran Pada Pembakaran

**Tabel 2** Hasil Pengukuran Pembakaran

Sampel	Material Sampah	Komposisi (%)	Massa (kg)	Waktu (menit)	Suhu Pembakaran (°C)
A	Daun kering	1	5	63	714
B	Kertas	1	5	57	650
C	Plastik	1	5	19	422
D	Daun kering dan kertas	1:1	5	62	631
E	Daun kering dan plastik	1:1	5	24	452
F	Kertas dan plastik	1:1	5	20	446
G	Daun kering, kertas, dan plastik	1:1:1	5	46	517

Nilai hasil pada sampel C, E, F, memiliki nilai yang kecil dibanding dengan beberapa sampel lain dikarenakan sampah anorganik yaitu plastik mempunyai nilai kalor yang rendah dan tidak efisien dalam pembakaran dengan ditinjau dari waktu yang sedikit dari massa 5 kg setiap sampelnya.

### 3.2. Pengukuran Tekanan Uap



Gambar 4 Grafik Tekanan Uap

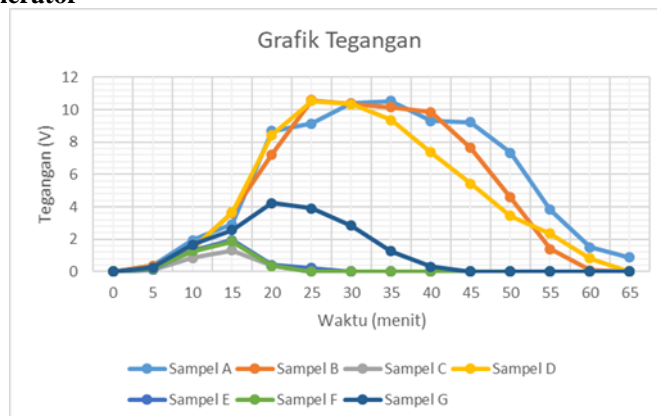
Tekanan uap sangat dipengaruhi oleh molekul air yang memanaskan sehingga menimbulkan tekanan suhu yang diterima boiler menuju atmosfer. Semakin tinggi tekanan uap yang dihasilkan maka semakin tinggi nilai tegangan dan arus pada generator. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tekanan uap maksimal dari setiap sampel sampah berbeda-beda.

Tabel 3 Tekanan Uap Maksimal per Sampel

Sampel	Tekanan uap max (Psi)	Waktu (menit)	Suhu (°C)
A	30	30	714
B	30	30	650
C	6	15	422
D	28	30	631
E	6	15	452
F	6	15	446
G	14	20	517

Seperti pada tabel 3 pada proses ini disebut sebagai *superheated* yaitu proses berubahnya tekanan uap menjadi uap jenuh saturasi (*saturated steam*). Tekanan uap pada proses *superheated* mengalami konstan sekitar 5-10 menit tergantung dari bahan sampel sampahnya. Sampah anorganik lebih cepat dalam mengalami penurunan tekanan hal ini disebabkan suhu pada pembakaran yang selalu mengalami penurunan termal sehingga boiler tidak banyak menyerap kalor. Pada proses demikian, *superheated vapour* akan memasuki turbin pada keadaan berespanansi secara isentropis dan menghasilkan kerja dengan memutar poros motor yang terhubung dengan generator listrik.

### 3.3. Pengukuran Pada Generator



Gambar 5 Grafik Tegangan

Hasil yang dihasilkan pada generator menunjukkan bahwa sampel sampah pada A, B, D memiliki nilai tegangan yang tinggi dibandingkan dengan sampel sampah lainnya dikarenakan faktor dari tekanan uap yang besar ketika mengalir menggerakkan turbin uap. Selain tegangan dapat ditemukan arus dan daya jika diberikan suatu beban.

**Tabel 4** Hasil Daya dan Arus

No	Beban (Ohm)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
1	100	2,58	0,0258	0,06656
2	220	3,64	0,01655	0,06023
3	330	8,43	0,02555	0,21535
4	500	9,36	0,01872	0,17522
5	1000	10,54	0,01054	0,11109
Daya rata - rata				0,12569

Dari hasil pengukuran didapat nilai daya rata-rata generator adalah 0,12569 W. Daya yang dihasilkan generator cenderung konstan karena sesuai dengan rumus daya  $P = V.I$ . Dimana  $V=I.R$ , pada saat diberi beban rendah maka arus yang dihasilkan tinggi dan ketika diberi beban tinggi arus yang dihasilkan rendah [2].

### 3.4. Pengaruh Sampah

Nilai kalor yang ada pada material sampah organik jauh lebih bagus dibandingkan dengan sampah anorganik karena pada uji pembakaran nilai termal pada sampah jenis organik jauh lebih tinggi dibandingkan dengan anorganik.

**Tabel 5** Pengaruh Tekanan Uap dan Tegangan

No	Tekanan Uap (Psi)	Tegangan (Volt)
1	10	2,58
2	15	3,64
3	20	8,43
4	25	9,36
5	30	10,54

Semakin tinggi suhu pembakaran sampah maka tekanan uap yang dihasilkan akan tinggi begitupun dengan tegangan karena hasil dari tekanan uap akan berbanding lurus dengan hasil tegangan pada generator. Semakin tinggi nilai tekanan uap maka turbin akan berputar semakin cepat dan menimbulkan energi kinetik yang maksimal dari rotor pada generator.

## 4. Simpulan dan Saran

### 4.1. Simpulan

Simpulan dari hasil penelitian adalah sebagai berikut :

1. Sampah dari material organik membutuhkan waktu 30 menit akan tetapi tekanan uap yang dihasilkan jauh lebih besar dibandingkan anorganik (plastik) dan campurannya.
2. Sampah dengan bahan organik menghasilkan daya listrik yang lebih besar dibandingkan sampah dengan bahan anorganik dan campurannya
3. Sampel sampah yang mengandung anorganik (plastik) akan mempengaruhi sifat kalor dari sampah lain yang dicampurkan.
4. Semakin tinggi tekanan uap yang dihasilkan, maka semakin tinggi tegangan dan arus yang ada pada generator dc.

### 4.2. Saran

Pada percobaan tugas akhir alangkah lebih cocok jika digunakan sebagai pengisi aki atau baterai, dikarenakan sampah yang tercipta akan bisa didaur ulang. Percobaan bisa ditambahkannya massa sampah yang lebih akan tetapi sampah yang efisien pada percobaan menggunakan sampah yang tergolong organik.

## Reference

- [1] Grevinda RS, Rina Sri Seprianto, Woodford BSJ, 2019, "ANALISIS TIMBULAN SAMPAH DI KELUARAHAN SINGKIL SATU KECAMATAN SINGKIL KOTA MANADO", Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi Manado
- [2] Biyan Aqsha, 2015, "REALISASI PEMBANGKIT LISTRIK MINI TENAGA SAMPAH", Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Telkom University, Bandung.
- [3] Rudatin Windraswara, Dyah A.B.P, 2017, "ANALISIS POTENSI REDUKSI SAMPAH RUMAH TANGGA UNTUK PENINGKATAN KUALITAS KESEHATAN LINGKUNGAN", Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Semarang.

- [4] Lubis, Elina WN, 2018, “ANALISI TIMBULAN, KOMPOSISI DAN KARAKTERISTIK SAMPAH RUMAH TANGGA DI KOTA MEDAN WILAYAH I”, Departemen Teknik Lingkungan, Universitas Sumatra Utara.
- [5] Eiffel Fatimah M, 2019, “ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN ADITIF PADA BRIKET KAYU TERHADAP KALOR” Jurusan Teknik Fisika Telkom University, Bandung.
- [6] Sandra Santosa, Soemarno, 2019, “PENINGKATAN NILAI KALOR PRODUK PADA PRODUK PROSES *BIO-DRYING* SAMPAH ORGANIK”, Program Studi Kajian Lingkungan dan Pembangunan, Universitas Brawijaya, Malang.
- [7] Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Direktorat Pengelolaan B3: *Guidelines on best available techniques (BAT) and provisional guidance on best environmental practices (BEP) – Municipal Solid Waste Incinerator*, 2015
- [8] Anita Vizenta FN, 2017, “ANALISIS UNJUK KERJA SIKLUS RANKINE SEBELUM DAN SESUDAH OVERHAUL PADA PLTU UNIT 2 PT. PJB UP GRESIK”, Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [9] Mohammad Mirza Aminudin, 2016, “ANALISIS TERMODINAMIKA PENGARUH TEKANAN DAN TEMPERATUR PADA REHEATER TERHADAP PLTU *SUPERCRITICAL* DENGAN PEMODELAN *GATE CYCLE*”, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [10] Dhefrizal Misbakhul Habib, 2020, “ANALISIS TURBIN UAP PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI”, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Mesin, Universitas Muhammadiyah Surakarta.