



Pemanfaatan Energi Panas Hasil Pembakaran Sampah Tanpa Asap Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Berskala Kecil Menggunakan Termoelektrik

Dodit Ardiatma¹, Putri Anggun Sari², Asep Sumarna³

**Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pelita Bangsa
Jl. Inspeksi Kalimalang Tegal Danas Arah DELTAMAS, Cikarang Pusat-Kab. Bekasi,
Indonesia**

doditardiatma@pelitaabangsa.ac.id, putrianggunsari@pelitaabangsa.ac.id,

asepsumarna@gmail.com

Abstrak

Garbage is a problem that is almost experienced by all countries including Indonesia. The problem faced by society today is that garbage is increasing every day. If left unchecked, it will become a very serious problem. In reality, waste management in daily life is not what we imagine. Poor management results in pollution. The need for energy consumption today from time to time is increasingly felt to be a very important business, especially the electrical energy requirements that are common to anyone in carrying out daily activities. 5 kg using a Smokeless incinerator using a design of 1 thermoelectric and 3 thermoelectric series and the effectiveness of combustion. combustion of domestic waste using a smoke incinerator with a capacity of 0.01 m³, the weight of 2.5 kg of garbage can be burned for 40 minutes with a maximum temperature reaching 345°C. design using 1 thermoelectric and three thermoelectric pieces arranged in series can produce electrical energy with a maximum voltage of 1.4 volts in a series of 1 thermoelectric fruit with a hot temperature of 125 °C and a cold temperature of 94 °C with a temperature difference of 31 °C, and in a circuit using 3 thermoelectric pieces arranged in series are capable of producing voltages of 4.7 volts with a temperature of a heater of 125 °C and a cooling temperature of 94 °C with a temperature difference of 31 °C. The 2.5-volt light bulb starts burning at a voltage of 0.7 volts. burning rate of 3.74 kg / hour, charcoal yield of 5.2%, and ash yield of 17.2%. the effectiveness of smokeless garbage incinerators in reducing domestic waste by 77.6%.

Informasi Artikel

Diterima: 8 Desember 2020
Direvisi: 6 Februari 2021
Dipublikasikan: 21 Maret 2021

Keywords

waste, domestic, termolektrik.

I. Pendahuluan

Sampah merupakan masalah yang hampir dialami seluruh negara tak terkecuali Indonesia. Permasalahan yang dihadapi masyarakat sekarang ini adalah sampah yang semakin meningkat setiap harinya. Tingginya tingkat pertumbuhan penduduk mengakibatkan semakin banyaknya masyarakat yang menghasilkan sampah dari kebutuhan setiap harinya, baik sampah organik maupun anorganik. Jika terus dibiarkan sampah-sampah ini akan jadi masalah yang sangat serius. Sampah-sampah tersebut yang terus menumpuk tentu saja mengganggu masyarakat setempat karena baunya yang tidak sedap [1]. Meningkatnya jumlah sampah saat ini disebabkan oleh tingkat populasi dan standar gaya hidup, yaitu semakin maju dan sejahtera kehidupan seseorang maka semakin tinggi jumlah sampah yang dihasilkan. Permasalahan sampah bukan lagi sekedar masalah kebersihan dan lingkungan, tetapi sudah menjadi masalah sosial yang berpotensi menimbulkan konflik. Lebih parah lagi, hampir semua kota di Indonesia baik kota besar maupun kota kecil, belum memiliki sistem penanganan sampah yang baik [2]. Pengelolaan sampah skala rumah tangga dapat dilakukan dengan konsep zero waste. Prinsip nol sampah atau zero wastemerupakan konsep pengelolaan sampah yang didasarkan pada kegiatan daur ulang (*Recycle*). Pengelolaan sampah dilakukan dengan melakukan pemilahan, pengomposan dan pengumpulan barang layak jual.

Teknologi termoelektrik dikenal sebagai cara dalam mengkonversi energi panas (perbedaan temperatur) menjadi energi listrik (generator termoelektrik) secara langsung, atau sebaliknya, dari listrik menghasilkan dingin (pendingin termoelektrik). Agar bisa menghasilkan listrik, material termoelektrik cukup diletakkan atau dipasang sedemikian rupa dalam rangkaian yang menghubungkan sumber panas dan dingin. Dari rangkaian

tersebut akan dihasilkan sejumlah arus listrik sesuai dengan jenis bahan atau material yang digunakan [3].

II. Metodologi

2.1. Sampah

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Sampah dapat diartikan sebagai benda yang tidak terpakai, tidak diinginkan dan dibuang atau sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang dibuang yang berasal dari kegiatan manusia serta tidak terjadi dengan sendirinya. Sampah domestik/perumahan merupakan sampah yang berasal dari pemukiman. Sampah ini terdiri atas sisa-sisa hasil kegiatan rumah tangga, seperti sisa makanan, pembungkus, buku-buku bekas, koran bekas, kantong plastik dan lain-lain [4].

Menurut Achmad Zubair,dkk (2011), pada dasarnya sumber sampah dapat diklasifikasikan dalam beberapa kategori diantaranya; 1) Pemukiman penduduk 2) Tempat umum dan tempat perdagangan 3) Sarana pelayanan masyarakat milik pemerintah 4) Industri berat maupun industri ringan 5) Pertanian [8].

Menurut Damanhuri dan Padmi (2010), timbulan sampah ini dinyatakan sebagai berikut :

1. Satuan berat : kg/o/hari, kg/m²/hari, kg/bed/hari dan sebagainya.
2. Satuan volume : L/o/hari, L/m²/hari, L/bed/hari, dan sebagainya.

Rata-rata timbulan sampah biasanya akan bervariasi dari hari ke hari, antara satu daerah dengan daerah lainnya, dan antara satu negara dengan negara lainnya [10].

2.2. *Incenerator*

Incenerator adalah tungku pembakaran yang digunakan untuk mengolah limbah padat menjadi materi gas dan abu (*bottom ash dan fly ash*). Pengolahan sampah dengan insinerasi dapat mengurangi volume dan massa serta mengurangi sifat berbahaya dari sampah infeksius. Faktor yang memegang peranan penting dalam insinerasi adalah temperatur pembakaran dan waktu pembakaran sampah tersebut. Alat pembakar sampah (*incinerator*) dalam pengoperasiannya pembakaran yang berlangsung dapat menghasilkan temperatur sebesar 815°C hingga 1095°C [5].

Parameter-parameter untuk kerja alat pembakar sampah (*insinerator*) yang diukur dalam unjuk kerja tersebut ditentukan berdasarkan analisa unjuk kerja alat. Analisis uji kerja insinerator meliputi: [6]

- a. pengukuran suhu
- b. laju pembakaran
- c. Rendemen Arang
- d. Rendemen Abu



Gambar 1. Alat Pembakar Sampah Tanpa Asap

Menurut Trisaksono (2002), Pemakaian *incinerator* memiliki beberapa keuntungan antara lain :

1. Dapat mereduksi atau menurunkan sebagian besar volume sampah

2. Membersihkan atau menurunkan kandungan bakteri yang mencemari lingkungan

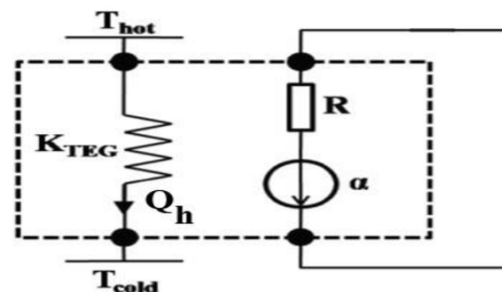
3. Sangat cocok untuk pengolahan sampah yang membutuhkan waktu cepat

4. Panas pembakaran dapat segera dimanfaatkan untuk pembangkit uap atau pembangkit daya listrik. Disamping keuntungan pemakaian *incinerator*, [11]

2.3. Termoelektrik

Termoelektrik adalah proses konversi langsung dari suatu perbedaan suhu menjadi tegangan listrik atau sebaliknya. Sebuah perangkat modul termoelektrik menghasilkan tegangan ketika ada suhu yang berbeda di setiap sisi. Sebaliknya, bila termoelektrik diberi tegangan listrik, akan menciptakan perbedaan suhu (Hafidz, 2016). Elemen termoelektrik terdiri dari semikonduktor tipe N dan tipe P yang bagian atas dan bawah dilapisi dengan konduktor tembaga sebagai penghubung satu sama lain antara tipe N dan tipe P.

Konduktor tembaga pada termoelektrik membantu perpindahan electron-electron untuk dapat bergerak bebas. Apabila batang logam dipanaskan dan didinginkan pada dua kutub batang logam tersebut, electron pada sisi panas logam akan bergerak aktif dan memiliki kecepatan aliran yang lebih tinggi dibandingkan pada sisi bagian dingin logam [7].



Gambar 2. Rangkaian Ekuivalen Termoelektrik

2.4. Metode

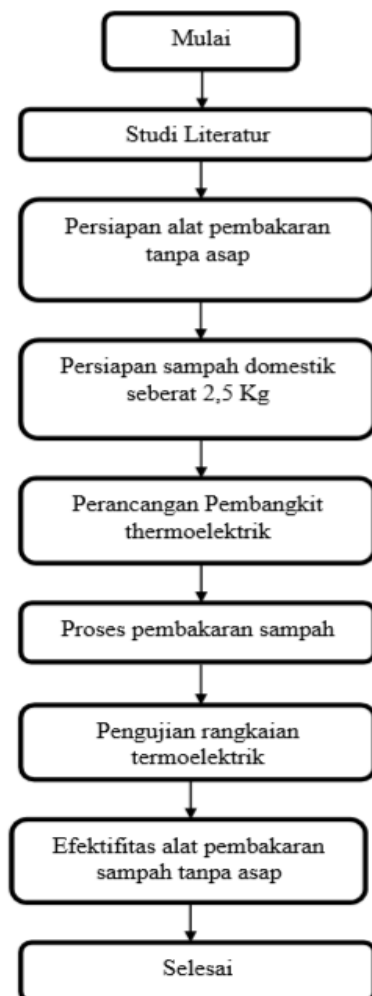
Metode kuantitatif dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui Tegangan yang dihasilkan dari panas yang dihasilkan dari proses pembakaran sampah Tanpa asap dan efektifitas alat pembakaran sampah tanpa asap dalam mereduksi sampah domestik.

2.4.1. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan Penelitian yang digunakan adalah Sampah Domestik, Alat Pembakaran Sampah Tanpa Asap, Multimeter digital, Thermometer laser, Termoelektrik, *water Blok*, Heatsink.

2.4.2. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dijelaskan dalam gambar berikut:



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

2.4.3. Pengujian Rangkaian termoelektrik

Parameter Pengujian Termoelektrik Peltier yang diukur adalah

- Beda suhu antara panas dan dingin,
- Tegangan output dan kuat arus.

Pengujian dilakukan beberapa kali dengan bentuk perlakuan yang berbeda. Berikut pengujian rancangan alat.

III. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Hasil pembakaran sampah Domestik

Sampah domestik yang dibakar terdiri dari berbagai jenis sampah baik organik maupun anorganik, yakni gelas plastik, botol plastik, bungkus makanan, kardus, sisa sayuran, dan daun kering dengan total berat sampah yang dibakar sebanyak 2,5 kg. Setelah dibakar menggunakan alat pembakar sampah tanpa asap menghasilkan panas yang akan dikonversi menjadi daya listrik berskala kecil menggunakan peltier. Hasil output alat pembakaran sampah ini berupa abu dan arang berwarna hitam



Gambar 4. Abu dan Arang Sisa Pembakaran

3.2. Hasil Pengujian Konversi Panas Menjadi Listrik

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian yaitu dengan cara mengkonversi panas yang dihasilkan dari proses pembakaran sampah domestik seberat 2,5 kg dengan cara dibakar menggunakan alat pembakaran sampah tanpa asap (MSI-100) yang dilakukan di lapangan kampus universitas pelita bangsa.

Penelitian ini untuk mengkonversi panas menjadi energi listrik berskala kecil.

Tabel 1. Hasil Pengukuran rangkaian satu termoelektrik

Pengujian Menit ke-	Suhu Pemanas	Suhu Pendingin	Perbedaan Suhu	Hasil Tegangan
1-5	30°C	27°C	3°C	0.2 Volt
5-10	98°C	70°C	28°C	1.2 Volt
10-15	92°C	66°C	24°C	0.8 Volt
15-20	89°C	67°C	22°C	0.7 Volt
20-25	125°C	94°C	31°C	1.4 Volt
25-30	117°C	90°C	27°C	1.1 Volt
30-35	123°C	93°C	30°C	1.3 Volt
35-40	98°C	72°C	26°C	0.9 Volt

Tabel 2. Hasil Pengukuran Rangkaian Tiga Termoelektrik

Rangkaian tiga Termoelektrik secara seri				
Pengujian Menit ke-	Suhu Pemanas	Suhu Pendingin	Perbedaan Suhu	Hasil Tegangan
1-5	30°C	27°C	3°C	0.7 Volt
5-10	98°C	70°C	28°C	4.3 Volt
10-15	92°C	66°C	24°C	3.9 Volt
15-20	89°C	67°C	22°C	3.6 Volt
20-25	125°C	94°C	31°C	4.7 Volt
25-30	117°C	90°C	27°C	4.2 Volt
30-35	123°C	93°C	30°C	4.5 Volt
35-40	98°C	72°C	26°C	3.7 Volt

3.3. Hasil Pengujian Efektifitas Alat Pembakar Sampah Tanpa Asap

a. Laju Pembakaran

Waktu yang dibutuhkan alat pembakar sampah tanpa asap untuk membakar habis sampah yaitu selama 40 menit atau 0,667 jam dengan sampah yang dibakar sebanyak 2,5 kg. Laju pembakaran dihitung dengan membandingkan massa sampah yang

dibakar dengan lamanya proses pembakaran. Massa sampah yang dibakar : 2.5 kg Waktu Pembakaran : 40 menit / 0.667 jam

$$B_{bt} = \frac{m}{t} \left(\frac{kg}{jam} \right) \dots\dots\dots(1)$$

$$B_{bt} = \frac{2.5 \text{ kg}}{0.667 \text{ jam}} = 3.74 \text{ kg/jam}$$

Jadi, alat pembakar sampah tanpa asap mampu membakar sampah sebanyak 3,74kg dalam waktu 1 jam.

b. Rendemen arang

Rendemen arang dapat diketahui dari presentase perbandingan massa arang yang dihasilkan dengan massa sampah yang dibakar.

Massa sampah yang dibakar : 2.5 kg
 Massa arang : 130 gram / 0.13 kg
 Rendemen Arang (%) =

$$\frac{\text{massa arang}}{\text{massa sampah}} \times 100\% = \frac{0.13}{2.5} \times 100\% = 5.2 \%$$

c. Rendemen abu

Rendemen abu dapat diketahui dari presentase massa abu yang dihasilkan dengan massa sampah yang dibakar.

Massa sampah yang dibakar : 2.5 kg
 Massa abu : 430 gram / 0.43 kg
 Rendemen Abu (%) =

$$\frac{\text{massa abu}}{\text{massa sampah}} \times 100\% = \frac{0.43}{2.5} \times 100\% = 17.2 \%$$

d. Efektifitas Alat Pembakaran Sampah Tanpa Asap

Analisis efektifitas alat dilakukan untuk mengetahui seberapa besar presentase alat pembakar sampah tanpa asap dalam mereduksi timbulan sampah domestik.

$$\text{Efektifitas alat pembakar sampah tanpa asap} (\%) = 100\% - (A(\%) + B(\%)) = 100\% - (5.2\% + 17.2\%) = 77.6\%$$

Jadi nilai efektifitas alat pembakar sampah tanpa asap dalam mereduksi sampah domestik sebesar 77,6%. Berdasarkan penelitian sebelumnya, sistem pembakaran dalam tungku ruang bakar Prayitno dan Sukosrono (2007), mampu mereduksi limbah padat campuran sebesar 6,36 % sedangkan alat pembakar sampah tanpa asap ini mampu mereduksi sampah sebesar 77,6%. Dari perbandingan tersebut alat ini mampu mereduksi timbulan sampah lebih banyak daripada sistem pembakaran tungku ruang bakar, sehingga cukup efektif untuk dijadikan sebagai teknologi pengolahan sampah di lingkungan masyarakat saat ini.

IV. Kesimpulan

1) Bentuk pengujian rancangan konversi panas yang menjadi energi listrik berskala kecil ini dihasilkan dari pembakaran sampah dengan menggunakan jenis sampah domestik seberat 2,5 Kg yang di bakar di alat pembakaran sampah tanpa asap (MSI-100). Panas yang dihasilkan dari proses pembakaran di konversikan menjadi listrik menggunakan termoelektrik dengan komponen tambahan heatsink di bagaian pemanas dan waterblok di bagian pendingin untuk bisa memperoleh perbedaan suhu yang di ubah oleh alat termoelektrik ini mejadi listrik.

2) Perbedaan rancangan menggunakan 1 buah termoelektrik dan tiga buah termoelektrik yang dirangkai seri dapat menghasilkan energi listrik dengan tegangan maksimum yaitu 1,4 volt pada rangkaian 1 buah termoelektrik dengan suhu panas 125 °C dan suhu dingin 94 °C

dengan perbedaan suhu 31 °C, dan pada rangkaian menggunakan 3 buah termoelektrik yang dirangkai seri mampu menghasilkan tegangan sebesar 4,7 volt dengan suhu pada pemanas 125 oC dan suhu pendingin 94 °C dengan perbedaan suhu 31 °C. Lampu bohlam 2.5 Volt mulai menyala pada tegangan 0.7 volt.

3) Alat pembakar sampah tanpa asap ini dapat membakar 2,5 kg sampah domestik dalam waktu 40 menit, laju

pembakarannya 3,74 kg/jam, rendemen arang yang dihasilkan 5,2 %, dan rendemen abu yang dihasilkan 17,2 %. Dari hasil tersebut dapat diketahui efektifitas alat pembakar sampah tanpa asap dalam mereduksi sampah domestik sebesar 77,6%.

Daftar Pustaka

[1] Hermansyah, 2017. Rancang bangun insenerator dua tahap (solusi mengatasi polusi udara pada pembakaran sampah). Skripsi. Fakultas Sains dan teknologi. Universitas islam negeri alauddin Makassar.

[2] Damanhuri, Enri, 2006. Teknologi dan Pengelolaan Sampah Kota di Indonesia. Teknik Lingkungan. FTSL.ITB

[3] Andrea Montecucco. 2014. The effect of temperature mismatch on thermoelectric generators electrically connected in series and parallel. Applied Energy.

[4] Setiyono dan Sri, 2002. Sistem Pengelolaan Sampah Di Kabupaten Bekasi-Jawa Barat. Jurnal Teknologi Lingkungan.

[5] Latief, A.S., (2012), "Manfaat Dan Dampak Penggunaan Insenerator Terhadap Lingkungan" Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang, Jurnal Teknis Vol. 05 : 20-22 Semarang.

[6] Dwi Prasetiono, Ardi. 2017. Pengujian Alat Incinerator untuk Pengolahan Limbah Padat Rumah Sakit Tanpa Menggunakan Bahan Bakar Minyak dan Gas. Skripsi. Jurusan teknik mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

[7] Putra, Nandy. Dkk. 2009. Potensi Pembangkit Daya Termoelektrik Untuk Kendaraan Hibrid. vol. 13, NO. 2. MAKARA. Depok: Fakultas Teknik, UI.

[8] Zubair, Ahmad, dkk, 2011. Studi Karakteristik sampah Rumah Tangga Di Kota Madya Makassar dan Prospek Pengembangannya. Fakultas Teknik. Universitas Hasanudin

[9]Abdurrohman Alfikri, Hafid. 2016. Efektifitas Modul Peltier TEC-12706 Sebagai Generator Dengan Memanfaatkan Energi Panas Dari Modul Peltier. Surakarta. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

[10]Damanhuri, Enri dan Padi, Tri, 2010. Pengelolaan Sampah. Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan. ITB.

[11] Bagus P, Trisaksono, 2002. Pengelolaan dan Pemanfaatan Sampah Menggunakan Teknologi Incenerator. Jurnal Teknologi Lingkungan.vol.3 No.1.