

## **Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Sebagai *Charging Station* Kendaraan Listrik**

**Mardiah Afifa**

Pendidikan Fisika, Universitas Sriwijaya, Jalan Palembang-Prabumulih, KM 32 Inderalaya,  
Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan 30662, Indonesia

*Email: mardiahafifa231@gmail.com*

*Received: 15 Mei 2023 | Accepted: 7 Januari 2024 | Published: 8 Januari 2024*

### **Abstract**

*The energy used in the transportation sector is currently still dominated by fossil fuels. As a result, the air is polluted with CO<sub>2</sub> emissions. This CO<sub>2</sub> problem is starting to be suppressed by the existence of electric vehicles because they are more environmentally friendly than conventional vehicles. Charging stations are needed to support the needs of electric vehicles. One of them is using a renewable waste-fired power plant as a charging station energy source. This study aims to examine the potential of a waste-powered power plant as a charging station for electric vehicles. Organic waste is the waste with the largest amount among other types of waste. As much as 3,525,320 kg/hour of organic waste can generate 30,462.31 kWh of electrical energy. So with a charging station that uses a waste power plant, it can meet the fuel needs of electric cars with a full capacity of 677 cars or can cover a distance of up to 213,236.17 km. In addition, waste power plants are more environmentally friendly and are renewable energy. So that the waste power plant has great potential as an electric vehicle charging station.*

**Keywords:** *Charging Stations, Electric Vehicles, Waste-powered power plant, Waste*

### **Abstrak**

*Energi yang digunakan dalam sektor transportasi saat ini masih dikuasai oleh bahan bakar fosil. Akibatnya udara tercemar dengan adanya emisi CO<sub>2</sub>. Permasalahan CO<sub>2</sub> ini mulai ditekan dengan adanya kendaraan listrik karena lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan kendaraan konvensional. Charging station sangat dibutuhkan untuk mendukung kebutuhan kendaraan listrik. Salah satunya menggunakan pembangkit listrik tenaga sampah yang terbarukan sebagai sumber energi charging station. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi pembangkit listrik tenaga sampah sebagai charging station kendaraan listrik. Sampah organik merupakan sampah dengan jumlah terbanyak diantara jenis sampah lainnya. Sebanyak 3.525.320 kg/jam sampah organik, dapat menghasilkan energi listrik sebanyak 30.462.31 kWh. Maka dengan charging station yang menggunakan pembangkit listrik tenaga sampah dapat memenuhi kebutuhan bahan bakar mobil listrik dengan kapasitas penuh sebanyak 677 mobil atau dapat menempuh jarak hingga 213.236,17 km. Selain itu pembangkit listrik tenaga sampah lebih ramah lingkungan serta merupakan energi terbarukan. Sehingga pembangkit listrik tenaga sampah memiliki potensi yang besar sebagai charging station kendaraan listrik.*

**Kata kunci:** *Charging Station, Kendaraan Listrik, Pembangkit Listrik Tenaga Sampah, Sampah*

## 1. PENDAHULUAN

Penggunaan sumber energi fosil saat ini semakin meningkat seiring bertambahnya kebutuhan manusia yang menyebabkan cadangan bahan bakar fosil semakin menipis. Menurut [1] konsumsi energi saat ini masih dikuasai BBM dan sektor transportasi adalah sektor dengan penggunaan energi terbesar dibandingkan penggunaan energi lainnya yang mana penggunaan energi pada sektor transportasi hampir seluruhnya menggunakan BBM. BBM merupakan sumber energi yang asalnya dari bahan bakar fosil. Energi fosil adalah energi yang tidak bisa diperbaharui serta diperkirakan akan habis dalam waktu kurang dari 50 tahun lagi [2]. Selain itu, penggunaan energi fosil juga bisa memberikan dampak buruk bagi lingkungan. Emis gas rumah kaca dapat dihasilkan dari pembakaran energi fosil yang berefek pada pemanasan global sehingga dapat mengakibatkan perubahan iklim [2]. Sehingga banyaknya kendaraan yang masih menggunakan bahan bakar fosil tidak berbanding lurus dengan penggunaan energi bersih karena bahan bakar fosil menghasilkan CO<sub>2</sub> yang berdampak buruk bagi lingkungan.

Salah satu langkah pemerintah untuk mengurangi ketergantungan pada BBM dan menurunkan emisi karbondioksida di sektor transportasi adalah penggunaan kendaraan listrik [1]. Hal ini dikarenakan potensi yang cukup besar untuk mengurangi emisi polusi yang dihadirkan oleh pengembangan kendaraan listrik. Dibandingkan dengan kendaraan bertenaga ICE (*Internal Combustion Engine*) kendaraan listrik hampir tidak menyebabkan polusi udara sama sekali [3]. Selain itu, beberapa ahli memperkirakan hanya 10% mobil baru yang akan memakai BBM murni pada tahun 2050, sementara sisa lainnya ialah mobil listrik dan mobil hibrid [4]. Sehingga dibutuhkan *charging station* dengan pengoptimalan energi yang lebih bersih serta ramah lingkungan untuk mendukung kendaraan listrik kedepannya.

*Charging station* merupakan suatu tempat pengisian daya baterai bagi kendaraan listrik. Energi listrik yang ada pada *charging station* berasal dari PLN. Namun, sumber energi listrik dari PLN menggunakan pembangkit listrik berbahan bakar fosil. Hal ini tentu masih menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> yang memiliki efek buruk bagi kehidupan manusia. Sehingga, dibutuhkan pembangkit listrik dari energi terbarukan yang ramah lingkungan, salah satunya ialah pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa).

PLTSa adalah energi terbarukan dengan pemanfaatan sampah. Sampah merupakan permasalahan lingkungan yang perlu diatasi. Seiring pertumbuhan penduduk maka permasalahan sampah pun akan semakin banyak. Menurut data [5] jumlah sampah rumah tangga dan sampah sejenisnya yang timbul di Indonesia adalah sebanyak 30,881,803.15 ton/tahun. Banyaknya sampah ini jika pengelolaannya tidak dilakukan dengan baik, maka akan menimbulkan berbagai permasalahan diantaranya bau yang mengganggu, banjir, dan sumber penyakit. Namun, apabila sampah tersebut dapat diolah dengan baik maka dapat menjaga kebersihan kota, bebas dari bau sampah, mencegah banjir di pemukiman penduduk, serta menjadi sumber pemasukkan bagi daerah setempat [6]. Salah satu cara terbaik untuk menangani sampah adalah mengubahnya menjadi energi listrik. Energi yang didapatkan dari sampah memiliki potensi 2.066 GW, namun yang baru dimanfaatkan adalah 17,6 MW [7]. Potensi energi yang besar ini perlu dimanfaatkan dengan baik sehingga dapat membantu mengatasi berbagai permasalahan seperti permasalahan lingkungan, bahan bakar fosil yang hampir habis, serta terciptanya energi bersih dan terjangkau. Salah satu cara memanfaatkan pembangkit listrik tenaga sampah ini yaitu dengan menjadikannya sumber energi bagi *charging station* kendaraan listrik. Namun kajian mengenai potensi hal ini belum pernah dilakukan. Padahal hal ini perlu dilakukan mengingat besarnya potensi sampah sebagai energi dan kendaraan listrik yang kedepannya akan semakin banyak.

Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan kajian mengenai potensi pembangkit listrik tenaga sampah sebagai *charging station* kendaraan listrik. Diharapkan dengan adanya kajian ini dapat memberikan informasi terkait potensi pembangkit listrik tenaga sampah sebagai *charging station* kendaraan listrik di Indonesia. Pada kajian ini akan berfokus pada potensi sampah organik.

## 2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan studi pustaka untuk mengkaji potensi pembangkit listrik tenaga sampah sebagai *charging station* kendaraan listrik. Kegiatan penelitian dimulai dengan mencari data jumlah sampah di Indonesia. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan perhitungan panas pembakaran di ruang bakar, perhitungan produksi panas tungku pembakaran, perhitungan kecepatan massa uap, perhitungan kinerja turbin uap, perhitungan daya yang dihasilkan generator, mengkaji potensi *charging station* kendaraan listrik menggunakan pembangkit listrik tenaga sampah, dan menarik kesimpulan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Sampah

Secara umum, sampah di Indonesia diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yaitu sampah organik dan anorganik. Sampah organik tersusun dari komponen tanaman dan hewan yang asalnya dari alam. Sedangkan sampah anorganik asalnya dari sumber daya alam yang tidak bisa diperbaharui diantaranya adalah mineral dan minyak bumi, atau dari proses industri [8]. Menurut data [5] di Indonesia adalah sebanyak 30.881.803,15 ton/tahun atau 84.607.68 ton/hari yang mana jika dilihat dari komposisi sampah berdasarkan jenisnya adalah sebagai berikut.

**Tabel 1.** Komposisi Sampah Berdasarkan Jenisnya di Indonesia

No.	Jenis Sampah	Komposisi
1.	Sisa makanan (organik)	39,81%
2.	Kayu/ranting	12,97%
3.	Kertas/karton	12,09%
4.	Plastik	17,7%
5.	Logam	3,22%
6.	Kain	2,49%
7.	Karet/kulit	1,77%
8.	Kaca	2,36%
9.	Lainnya	7,59%

Berdasarkan data tersebut terlihat bahwa sampah organik merupakan sampah terbanyak diantara sampah jenis lainnya. Maka, peluang menjadikan sampah organik menjadi pembangkit listrik tenaga sampah menjadi lebih besar. Pengolahan sampah menjadi pembangkit listrik bisa dilaksanakan dengan metode termokimia yaitu pembakaran secara langsung menggunakan insinerator. Metode ini paling sering dipakai karena bisa diintegrasikan dengan sistem pembangkit tenaga listrik yang disebut dengan *waste to energy* (WtE). Selain menghasilkan energi listrik, kelebihan dari metode WtE yaitu cara yang cocok untuk menghilangkan zat-zat berbahaya, mengurangi jumlah sampah, menghasilkan material yang bermanfaat dari sisa pembakaran sampah, dan selanjutnya sisanya bisa digunakan sebagai *landfilling* [6].

### 3.2. Pembangkit Listrik Tenaga Sampah

Pembangkit listrik tenaga sampah merupakan penggunaan sampah sebagai bahan bakar yang telah melalui proses untuk dijadikan pembangkit listrik. Proses tersebut memakai teknologi canggih yang ramah lingkungan [9]. Konsep pengolahan sampah menjadi energi (*Waste to Energy*) dikenal sebagai PLTSA (Pembangkit Listrik Tenaga sampah). Salah satu cara mengubah sampah menjadi pembangkit listrik yaitu menggunakan insinerator. Air di dalam *boiler* akan dipanaskan menggunakan sampah. *Boiler* ini menghasilkan uap panas yang dikirim ke turbin uap, yang menggerakkan generator untuk menghasilkan listrik [10]. Ketel uap atau sering dikenal dengan *boiler* adalah suatu alat atau alat yang digunakan untuk menghasilkan uap dari air yang dipanaskan pada tekanan dan suhu tertentu. Turbin adalah perangkat konversi energi dari mesin jenis fluida yang menghasilkan daya terpancar. Turbin memiliki efisiensi isentropik yang bukan suatu efisiensi konversi energi, namun sebagai parameter pembandingan perangkat sebenarnya dengan perangkat ideal (model). Efisiensi turbin kecil bervariasi pada rentang 60–80 %, sedangkan efisiensi isentropik turbin kukus dan gas (uap) yang besar yang beragam berada dikisaran 96% yang telah diproduksi dalam beberapa tahun terakhir [11]. Generator listrik adalah perangkat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik, biasanya menggunakan induksi elektromagnetik. Kondensor merupakan alat yang berguna untuk mengembunkan kembali uap yang digunakan untuk memutar turbin uap. Tujuannya adalah menghemat dan menjamin kemurnian air yang dipakai dalam sistem turbin uap sehingga kotoran yang bisa merusak turbin tidak membentuk endapan [10].

### 3.3. Perhitungan Panas Pembakaran di Ruang Bakar

Berdasarkan Tabel 1 jumlah sampah organik adalah 39,81% dari 84.607,68 ton/hari yaitu sebanyak 33.682,32 ton/hari atau 3.525,32 ton/jam yang setara pula dengan 3.525.320 kg/jam. Menurut [12] nilai kalor sampah organik yaitu 674,57 Kkal/kg. Oleh karena itu, panas diruang pembakaran insinerator adalah:

Diketahui

$$M_{\text{sampah}} = 3.525.320 \text{ kg/jam}$$

$$CV_{\text{sampah}} = 674,57 \text{ Kkal/kg}$$

$$CV_{\text{sampah}} = 161,1 \text{ KJ/kg}$$

$$(1 \text{ KJ/kg} = 0,23884 \text{ Kkal/kg}) [11]$$

$$Q_f = M_{\text{sampah}} \times CV_{\text{sampah}} [10]$$

$$Q_f = 3.525.320 \text{ kg/jam} \times 161,1 \text{ KJ/Kg}$$

$$Q_f = 567.929.052 \text{ KJ/jam}$$

Keterangan:

$$Q_f = \text{panas pembakaran di ruang bakar (KJ/jam)}$$

$$M_{\text{sampah}} = \text{Massa sampah (kg/jam)}$$

$$CV_{\text{sampah}} = \text{Nilai kalor sampah (KJ/kg)}$$

### 3.4. Perhitungan Laju Panas yang Keluar dari Insinerator

Jumlah kalor yang keluar dari insinerator yaitu:

Diketahui:

$$\eta = 80\% = 0,8$$

$$Q_f = 567.929.052 \text{ KJ/jam}$$

Sehingga

$$\eta = Q/Q_f [10]$$

$$Q = \eta \times Q_f$$

$$Q = 0,8 \times 567.929.052 \text{ KJ/jam}$$

$$Q = 454.343.241,6 \text{ KJ/jam}$$

Keterangan:

$\eta$  = Efisiensi ketel (%)

$Q$  = Laju panas yang keluar dari incinerator (KJ/jam)

$Q_f$  = panas pembakaran di ruang bakar (KJ/jam)

### 3.5. Perhitungan Laju Aliran Massa Uap

Diketahui:

$$h_1 = 125,8 \text{ KJ/kg} [10]$$

$$h_2 = 2.637,6 \text{ KJ/kg} [10]$$

$$Q = 454.343.241,6 \text{ KJ/jam}$$

Temperature masuk= 30°C

Tekanan pada ketel= 14 Mpa

Sehingga

$$M = Q/(h_2-h_1) [10]$$

$$M = (454.343.241,6 \text{ KJ/jam})/(2.637,6 \text{ KJ/kg}-125,8 \text{ KJ/kg})$$

$$M = (454.343.241,6 \text{ KJ/jam})/(2.511,8 \text{ KJ/kg})$$

$$M = 180.833,53 \text{ kg/jam}$$

Keterangan:

$M$  = Laju aliran masa uap keluar dari *boiler* (kg/jam)

$Q$  = Laju panas yang keluar dari insenerator (KJ/jam)

$h_1$  = Entalpi air masuk ketel (KJ/kg)

$h_2$  = Entalpi uap keluar ketel (KJ/kg)

### 3.6. Perhitungan Kinerja Turbin Uap

Pada tingkat keadaan 1

Tekanan masuk= 14 Mpa, utility *boiler*

$$S_1 = 5,3726 \text{ KJ/kg.K} [10]$$

$$h_2 = h_3 = 2.637,6 \text{ KJ/kg} [10]$$

Pada tingkat keadaan 2 sistem terbuka

Diasumsikan:

Tekanan luar = 1 atm

Suhu keluar = 100 °C

$$S_{f2} = 1,3071 \text{ KJ/kg.K} [10]$$

$$S_{fg2} = 6,0486 \text{ KJ/kg.K} [10]$$

Proses yang terjadi adalah isentropik sehingga

$$S_{2s} = S_1 = 5,3726 \text{ KJ/kg} [10]$$

$$X_{2s} = (S_{2s} - S_{f2}) / (S_{fg2}) [10]$$

$$X_{2s} = (5,3726 \text{ KJ/kg.K} - 1,3071 \text{ KJ/kg.K}) / (6,0486 \text{ KJ/kg.K})$$

$$X_{2s} = 4,0655 / 6,0486$$

$$X_{2s} = 0,672$$

Keterangan

$X_{2s}$  = Kualitas uap keluar turbin proses isentropik

$S_{2s}$  = Entropi keluar pada proses isentropik (KJ/kg.K)

$S_{f2}$  = Entropi air jenuh proses isentropik ( KJ/kg.k)

$S_{fg2}$  = Entropi penguapan pada proses isentropik ( KJ/kg.K)

Diketahui:

$$h_{f2} = 410,0 \text{ KJ/kg} [10]$$

$$h_{fg2} = 2.257,0 \text{ KJ/kg} [10]$$

Sehingga:

$$h_{s2} = h_{f2} + X_{2s} \times h_{fg2} [10]$$

$$h_{s2} = 419,0 + 0,672 \times 2.257,0$$

$$h_{s2} = 1.935,7 \text{ KJ/kg}$$

Kemudian adalah menghitung kerja turbin isentropik dan kerja turbin adiabatik sebenarnya, yang mana efisiensi turbin isentropik diasumsikan 96%

$$\eta_s = W_t / W_s = (h_3 - h_4) / (h_3 - h_{s2}) [10]$$

$$W_s = h_3 - h_{s2}$$

$$W_t = W_s \times \eta_s$$

Diketahui

$$\eta_s = 96\% = 0,96$$

$$h_2 = h_3 = 2.637,6 \text{ KJ/kg}$$

$$h_{s2} = 1.935,7 \text{ KJ/kg}$$

Sehingga

$$W_s = h_3 - h_{s2} [10]$$

$$W_s = 2.637,6 \text{ KJ/kg} - 1.935,7 \text{ KJ/kg}$$

$$W_s = 701,9 \text{ KJ/kg}$$

$$W_t = W_s \times \eta_s$$

$$W_t = 701,9 \text{ KJ/kg} \times 0,96$$

$$W_t = 673,82 \text{ KJ/kg}$$

Keterangan:

$\eta_s$  = Efisiensi turbin isentropik (%)

$W_s$  = Output kerja teoritis suatu turbin isentropik yang bekerja diantara tingkat keadaan awal dan tingkat keadaan akhir yang sama (KJ/kg)

$W_t$  = Output kerja yang dapat diukur dari suatu turbin adiabatik yang sebenarnya (KJ/kg)

$h_{s2}$  = Entalpi uap spesifik pada proses isentropik (KJ/kg)

$h_3$  = Entalpi uap spesifik masuk turbin (KJ/kg)

$h_4$  = Entalpi uap spesifik keluar turbin (KJ/kg)

Kemudian  $h_4$  bisa dihitung menggunakan persamaan kerja turbin adiabatik dengan persamaan

$$W_t = h_3 - h_4 \quad [10]$$

$$h_4 = h_3 - W_t$$

Diketahui:

$$h_2 = h_3 = 2.637,6 \text{ KJ/kg} \quad [10]$$

$$W_t = 673,82 \text{ KJ/kg}$$

Sehingga

$$h_4 = h_3 - W_t$$

$$h_4 = 2.637,6 \text{ KJ/kg} - 673,82 \text{ KJ/kg}$$

$$h_4 = 1.963,78 \text{ KJ/kg}$$

Keterangan:

$h_3$  = Entalpi uap spesifik masuk turbin (KJ/kg)

$h_4$  = Entalpi uap spesifik keluar turbin (KJ/kg)

$W_t$  = Output kerja yang bisa diukur dari suatu turbin adiabatik yang sebenarnya (KJ/kg)

### 3.7. Perhitungan Daya yang Dihasilkan Generator

Diketahui:

$$W_t = 673,82 \text{ KJ/kg}$$

$$M = 180.833,53 \text{ kg/jam}$$

Sehingga

$$N_{\text{efektif}} = W_t \times M \quad [10]$$

$$N_{\text{efektif}} = 673,82 \text{ KJ/kg} \times 180.833,53 \text{ kg/jam}$$

$$N_{\text{efektif}} = 121.849.249,18 \text{ KJ/jam}$$

$$N_{\text{efektif}} = 33.847.013,66 \text{ Watt} \quad (1\text{KJ/jam} = 0,277777777777778 \text{ Watt})$$

$$N_{\text{efektif}} = 33.847,01 \text{ KW}$$

Keterangan:

$W_t$  = Output kerja yang bisa diukur dari suatu turbin adiabatik yang sebenarnya (KJ/kg)

$N_{\text{efektif}}$  = Daya yang keluar dari turbin (KW)

$W_t$  = Output kerja yang bisa diukur dari suatu turbin adiabatik yang sebenarnya (KJ/kg)

$M$  = Laju aliran masa uap keluar dari ketel (kg/jam)

Kemudian menghitung daya yang telah dihasilkan generator. Efisiensi dari generator yaitu 90%.

Diketahui:

$$N_{\text{efektif}} = 33.847,01 \text{ KW}$$

$$\eta_{\text{generator}} = 90\% = 0,9$$

Sehingga:

$$P_{\text{generator}} = N_{\text{efektif}} \times \eta_{\text{generator}} \quad [10]$$

$$P_{\text{generator}} = 33.847,01 \text{ KW} \times 0,9$$

$$P_{\text{generator}} = 30.462,31 \text{ KW}$$

Keterangan:

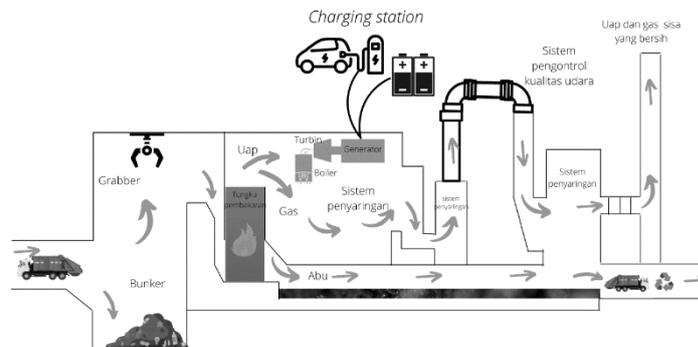
$P_{\text{generator}}$  = Daya yang dihasilkan generator (KW)

$N_{\text{efektif}}$  = Daya yang keluar dari turbin (KW)

$\eta_{\text{generator}}$  = Efisiensi generator (%)

### 3.8. Potensi Charging Station Kendaraan Listrik Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah

Berbagai kegiatan manusia sangat dipengaruhi dengan ketersediaan transportasi. Saat ini, energi yang dipakai dalam sektor transportasi masih dikuasai oleh bahan bakar fosil. Akibatnya udara tercemar dengan adanya emisi CO<sub>2</sub>. Permasalahan CO<sub>2</sub> ini mulai ditekan dengan adanya kendaraan listrik karena lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan kendaraan konvensional. *Charging station* sangat dibutuhkan untuk mendukung kebutuhan kendaraan listrik. Salah satunya menggunakan pembangkit listrik tenaga sampah yang terbarukan sebagai sumber energi *charging station*. Proses *charging station* kendaraan listrik menggunakan pembangkit listrik tenaga sampah sebagai berikut:



**Gambar 1.** Mekanisme pembangkit listrik tenaga sampah untuk *charging station*

- Pengangkutan sampah oleh truk-truk pengangkut sampah ke tempat penampungan PLTSA. Sampah ditimbang dan dibuang ke dalam bunker dan kemudian disalurkan ke tungku pembakaran. Sampah yang basah ditiriskan ke dalam bunker selama 3-5 hari dan air lindi disalurkan ke instalasi pengolahan air limbah (IPAL)
- Grabber yang dipasang pada derek yang dikendalikan dari jarak jauh di ruang kontrol kemudian digunakan untuk memindahkan sampah kering ke tungku Pembakaran. Setelah diekstraksi dengan bantuan grabber, limbah tersebut secara bertahap dikeluarkan ke dalam rongga tungku kemudian disirkulasikan ke dalam tungku pembakaran. Tungku dibuat sedemikian rupa agar limbah dapat terbakar pada suhu 850°C -900°C dalam waktu yang cukup lama, sehingga semua limbah dapat terbakar secara total dan gas-gas berbahaya seperti dioksin dan furan dapat dihilangkan. Abu bawah (*bottom ash*) yang dihasilkan selama pembakaran secara otomatis dikeluarkan dan dikumpulkan sebelum dipindahkan untuk digunakan lebih lanjut, 20% dari berat sampah awal adalah sisa debu hasil pembakaran.

- c. Air yang ada di pipa *boiler* diuapkan dari gas panas yang dihasilkan dari pembakaran. Saluran gas panas yang berasal dari tungku diposisikan sedemikian rupa agar suhu gas panas tidak terlalu tinggi saat mengenai *boiler*. Suhu dan tekanan uap di dalam pipa juga diposisikan sedemikian rupa sehingga tidak mengakibatkan pengembunan gas pada pipa *boiler* akibat perbedaan suhu antara gas panas dan uap air yang mengakibatkan korosi pada pipa-pipa *boiler*. Pipa ketel memiliki penyemprot gas asetilena sehingga kerak pada pipa ketel dapat dibersihkan.
- d. Uap yang dihasilkan, yang panas dan bertekanan tinggi, digunakan untuk menggerakkan turbin, yang dihubungkan dengan generator sehingga menghasilkan listrik.
- e. Energi listrik yang dihasilkan digunakan untuk *charging station* dan disimpan pada baterai.
- f. Uap yang dihasilkan tidak langsung dilepaskan, namun diembunkan di kondensor dan mengalir lagi ke *boiler*.
- g. Setelah menggunakan panas untuk menghasilkan uap, gas hasil pembakaran dialirkan ke pemroses gas buang agar gas-gas asam seperti Sox, HCL, NOx, logam berat, dan dioksin hilang. Gas bersuhu rendah yang keluar dari alat penghilang gas asam selanjutnya melewati *filter* debu. *Filter* debu bisa berupa penyaring debu biasa atau dikombinasi dengan *electrostatic precipitator* (EP). Hal tersebut perlu dilengkapi juga dengan alat katalis untuk menghilangkan NOx dan dioxin [10].

Dengan menggunakan 3.525.320 kg/jam sampah organik, maka dapat dihasilkan energi listrik sebanyak 30.462.31 kWh. 1 kWh dapat menggerakkan mobil listrik hingga jarak tujuh kilometer, sedangkan kapasitas penuh mobil listrik adalah 45 kWh yang artinya mobil listrik dapat melaju hingga 300 km [13]. Maka dengan *charging station* yang menggunakan pembangkit listrik tenaga sampah dapat memenuhi kebutuhan bahan bakar mobil listrik dengan kapasitas penuh sebanyak:  
Jumlah mobil =  $30.462,31 \text{ kWh} / 45 \text{ kWh} = 676,94 \text{ mobil} \approx 677 \text{ mobil}$  Atau Jarak tempuh =  $30.462,31 \text{ kWh} \times 7 \text{ km} = 213.236,17 \text{ km}$

Hal ini menunjukkan bahwa *charging station* kendaraan listrik yang menggunakan pembangkit listrik tenaga sampah mempunyai potensi yang besar untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar kendaraan listrik dimasa depan.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pembangkit listrik tenaga sampah memiliki potensi yang besar sebagai *charging station* kendaraan listrik di Indonesia. Dengan menggunakan 3.525.320 kg/jam sampah organik, maka dapat dihasilkan energi listrik sebanyak 30.462.31 kWh. Maka dengan *charging station* yang menggunakan pembangkit listrik tenaga sampah dapat memenuhi kebutuhan bahan bakar mobil listrik dengan kapasitas penuh sebanyak 677 mobil atau dapat menempuh jarak hingga 213.236,17 km. Selain itu pembangkit listrik tenaga sampah lebih ramah lingkungan dan merupakan energi terbarukan. Sehingga dapat mengatasi berbagai permasalahan lingkungan di Indonesia.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Sriwijaya dan semua pihak yang mendukung penulisan artikel ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] BPPT Outlook, *Perspektif Teknologi Energi Indonesia: Tenaga Surya untuk Penyediaan Energi Charging Station*. 2021.
- [2] M. A. Rahman, “Pembuatan mobil listrik untuk solusi transportasi ramah lingkungan (mobil baskara),” *J. Ris. Drh.*, vol. XII, no. 2, pp. 1819–1837, 2013.
- [3] S. Pemanfaatan, K. Listrik, B. Sebagai, S. U. Mengurangi, E. Karbon, and C. Sudjoko, “Strategi Pemanfaatan Kendaraan Listrik Berkelanjutan sebagai Solusi untuk Mengurangi Emisi Karbon,” *J. Paradig. J. Multidisipliner Mhs. Pascasarj. Indonesia.*, vol. 2, no. 2, pp. 54–68, 2021, [Online]. Available: <https://journal.ugm.ac.id/paradigma/article/view/70354>
- [4] IESR, *The Future of Transport: Menyongsong Era Kendaraan Listrik*. Jakarta: Institute for Essential Services Reform, 2018. doi: 10.1364/ofc.2015.tu1a.1.
- [5] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, “Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah,” 2021.
- [6] R. Simanjuntak, J. P., Napitupulu, “Rancangan Fasilitas Pembangkit Listrik Tenaga Sampah: Studi Kasus di Kota Medan Sumatera Utara,” *J. Mech. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 84–93, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.uhn.ac.id/index.php/mechanical/article/view/636>
- [7] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, “Sampah Menjadi Energi, Potensi 2.066 GW Termanfaatkan 17,6 MW,” 2016.
- [8] , M. and . P., “Analisis Potensi Sampah Sebagai Bahan Baku Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (Pltsa) Di Pekanbaru,” *SainETIn*, vol. 1, no. 1, pp. 9–16, 2017, doi: 10.31849/sainetin.v1i1.166.
- [9] U. I. Faruq, “Studi Potensi Limbah Kota Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA) Kota Singkawang,” *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 2, no. 1, p. 192112, 2016, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/17223>
- [10] R. Samsinar and K. Anwar, “Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Kapasitas 115 Kw (Studi Kasus Kota Tegal),” *J. Elektrum*, vol. 15, no. 2, pp. 33–40, 2018.
- [11] Yusrizal and M. Qadri, “Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Kapasitas 1000 WATT dengan Proses Insinerasi,” *Semdi Unaya*, vol. 2017, no. November, pp. 212–222, 2017.
- [12] A. Fernando, “Pemilihan Teknologi Pengoahan Sampah, Pembiayaan dan Institusi. TPA Regional (Studi Kasus: Kota Jakarta Barat, Kabupaten dan Kota Tangerang Serta Kabupaten Serang),” Universitas Indonesia, 2007.
- [13] A. Santika, “Rasakan Hematnya Pakai Mobil Listrik, Fitra Eri: Isi Daya Rp 70 Ribu Bisa Tempuh Jarak 300 Km,” 2022.