

REALISASI PEMBANGKIT LISTRIK MINI TENAGA SAMPAH

(REALIZATION OF MINI RUBBISH POWER PLANT)

Biyana Aqsha¹

Mas Sarwoko, Ir., M.Sc²

Ekki Kurniawan, S.T., M.Sc.³

Jurusan Teknik Elektro – Fakultas Teknik Elektro – Universitas Telkom

Jl. Telekomunikasi, Dayeuh Kolot Bandung 40257 Indonesia

biyana.aqsha@gmail.com¹

swk@telkomuniversity.ac.id²

eki@telkomuniversity.ac.id³

ABSTRAK

Pada penelitian ini dilakukan pemanfaatan sampah kering berupa kertas-kertas bekas dan dedaunan untuk menjadi bahan bakar dari pembangkit listrik tenaga uap. Sampah kering yang telah dikumpulkan, dijadikan bahan bakar untuk memanaskan wadah berisi air dan menghasilkan uap untuk menggerakkan turbin. Turbin ini akan memutar generator sehingga dapat menghasilkan listrik.

Dari sampah kering yang digunakan pada penelitian menunjukkan bahwa daun kering adalah sampah kering yang paling efektif dan efisien digunakan dalam pembakaran. Tegangan terbesar didapat pada tekanan uap 20Psi yaitu sebesar 23.1 V. Daya rata-rata yang dihasilkan adalah sebesar 0.079 W.

Kata kunci : turbin, generator, sampah kering.

ABSTRACT

In this research, the use of dry litter of papers and leaves scars to become the fuel of steam power plants. Dry waste that has been collected, used as fuel to heat a container of water and produce steam to drive the turbines. This will rotate the turbine generator so that can generate electricity.

Dry waste that is used in this research showed that the dried leaves are the most effective and efficient use in combustion. Greatest voltage obtained at 20Psi vapor pressure is equal to 23.1 V. The average power value is 0.079 W.

Keywords : turbine, generator, dry litter

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah adalah masalah klasik yang tak pernah habis untuk dibahas. Sampai saat ini sebagian besar masyarakat masih menganggap sampah sebagai sesuatu yang tidak berguna, kotor, dan tidak bernilai ekonomis. Jumlah atau volume sampah sebanding dengan tingkat konsumsi kita terhadap barang atau material yang kita gunakan sehari-hari

Telkom University menghasilkan sampah dalam jumlah yang tidak sedikit setiap harinya. Sampah yang belum diproses tersebut sesungguhnya dapat dimanfaatkan menjadi sumber energi terbarukan. Karena itu penulis akan membuat Pembangkit Listrik Mini Tenaga Sampah yang akan menggunakan sampah kering sebagai bahan bakar dari pembangkit listrik tersebut. Dengan adanya Pembangkit Listrik Mini Tenaga Sampah ini diharapkan dapat membuat sampah kering yang dihasilkan setiap harinya oleh kampus menjadi sesuatu yang bermanfaat

Memanfaatkan sampah sebagai energi listrik telah dilakukan Korea Selatan, dimana pembangkit tersebut diklaim menjadi yang terbesar di dunia dengan kapasitas 50 megawatt di Incheon. PLTSA itu mampu menyuplai kebutuhan energi listrik lebih dari 180 ribu rumah tangga, serta mengurangi impor minyak Korea Selatan hingga 500 ribu barel per tahun.

Pada tugas akhir ini penulis telah membuat pembangkit listrik yang menggunakan sampah kering berupa kertas sebagai bahan bakar utama untuk mendidihkan air hingga menghasilkan uap. Sampah kering tersebut dikumpulkan dan dimasukkan ke dalam tungku pembakaran (*incinerator*). Kemudian sampah tersebut dibakar untuk mendidihkan air di dalam *boiler*. Uap yang dihasilkan dari proses mendidihnya air digunakan untuk memutar turbin melalui alat memancar (*nozzle*) dengan kecepatan relatif, dimana kecepatan relatif tersebut membentur sudu penggerak sehingga dapat menghasilkan putaran. Uap yang memancar keluar dari *nozzle* diarahkan ke sudu-sudu turbin yang berbentuk lengkungan dan dipasang sekeliling roda turbin. Uap yang mengalir melalui celah-celah antara sudu turbin itu dibelokkan mengikuti lengkungan dari sudu turbin. Perubahan kecepatan atau kecepatan relatif uap ini menimbulkan gaya yang mendorong dan kemudian memutar turbin. Turbin yang terhubung ke generator inilah yang selanjutnya akan memutar generator guna menghasilkan listrik.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan Tugas Akhir ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Membuat suatu Pembangkit Listrik Mini Tenaga Sampah dengan menggunakan uap sebagai penggerak turbin
2. Mengetahui tegangan yang dihasilkan oleh generator dengan tekanan uap tertentu
3. Mengintegrasikan antara turbin uap dan generator.

1.3 Rumusan Masalah

Dalam tugas akhir ini dirumuskan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana mendesain komponen alat agar menghasilkan energi listrik
- b. Bagaimana pengaruh jumlah sampah terhadap energi listrik yang dihasilkan
- c. Bagaimana mengintegrasikan antara turbin uap dan generator agar dapat menghasilkan tegangan

1.4 Batasan Masalah

Mengingat luasnya materi yang dibahas, maka masalah akan dibatasi pada hal-hal berikut :

1. Sampah yang digunakan adalah sampah kering berupa kertas dan dedaunan kering yang ada disekitar Universitas Telkom
2. Jumlah air dalam *boiler* 12 liter
3. Pada saat pembakaran tidak dilakukan pengisian ulang air pada *boiler*
4. Turbin uap yang digunakan berupa *impeller* pompa air yang dimodifikasi
5. Generator yang digunakan adalah Airpax motor DC 24 V, 0.5 W
6. Parameter yang diamati : jenis sampah, berat sampah, tekanan uap, dan daya listrik yang dihasilkan

II. LANDASAN TEORI

2.1 Sampah

Menurut WHO, sampah adalah sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang dibuang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya. Banyak sampah organik masih mungkin digunakan kembali atau daur ulang (*re-using*), walaupun akhirnya akan tetap merupakan bahan atau material yang tidak dapat digunakan kembali.

2.2 Tungku Pembakar (*Incinerator*)

Tungku adalah tempat berlangsungnya proses pembakaran. Pada dasarnya proses pembakaran adalah proses kimiawi antara unsur-unsur pembentuk bahan bakar dengan oksigen. Masing-masing unsur pembentuk bahan bakar mempunyai temperatur pembakaran sendiri, dan secara keseluruhan akan membentuk temperatur pembakaran total di ruang bakar. Seberapa besar temperatur total yang dihasilkan, sangat bergantung pada apa dan berapa besar kandungan suatu bahan bakar. Proses pembakaran juga merupakan faktor penentu pada temperatur pembakaran. Semakin sempurna pembakaran semakin tinggi temperatur pembakaran yang dihasilkan.

Untuk dapat menghasilkan pembakaran yang sempurna, diperlukan adanya jumlah oksigen yang memadai. Oleh karenanya, sejumlah sistem pembakaran menggunakan pola udara yang berlebih (*excess air*) untuk mendapat jumlah oksigen yang sesuai kebutuhan.

2.3 Turbin Uap

Turbin 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. Poros turbin langsung atau dengan bantuan elemen lain, dihubungkan dengan mekanisme yang digerakkan. Tergantung dari jenis mekanisme yang digerakkan turbin uap.

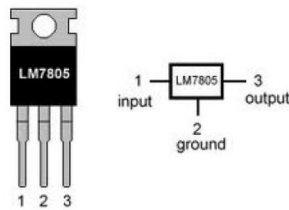
2.4 Generator

Generator listrik adalah sebuah alat yang memproduksi energi listrik dari sumber energi mekanik, biasanya dengan menggunakan induksi elektromagnetik. Proses ini dikenal sebagai pembangkit listrik. Generator dibedakan menjadi dua, yaitu generator arus searah (DC) dan generator arus bolak-balik (AC).

2.5 IC Regulator Tegangan

IC Regulator tegangan berfungsi sebagai filter tegangan agar sesuai dengan keinginan. IC regulator tegangan secara garis besar dapat dibagi menjadi dua, yakni regulator tegangan tetap (3 kaki) dan regulator tegangan yang dapat diatur (3 kaki dan banyak kaki). Kaki di sini menyatakan terminal IC. IC regulator tegangan tetap (3 kaki) yang sekarang ini populer adalah seri 78 untuk tegangan positif dan seri 79 untuk tegangan negatif.

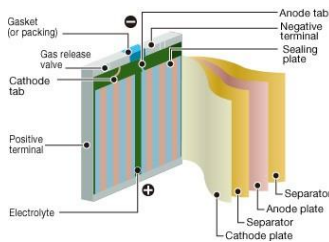
Regulator seri 78 tersedia dalam beberapa variasi tegangan keluaran mulai dari 5 volt sampai 24 volt, seperti 7805, 7806, 7808, 7810, 7815, 7818, dan 7824. Besarnya tegangan keluaran IC seri 78 atau 79 ini dinyatakan dengan dua angka terakhir dari serinya. Contoh IC 7805 adalah regulator tegangan positif dengan tegangan keluaran 5 Volt. IC 7915 adalah regulator tegangan negative dengan tegangan -15 Volt.



Gambar 2.1 IC LM5

2.6 Baterai Lithium Ion

Baterai Lithium ion adalah salah satu anggota keluarga baterai isi ulang. Di dalam baterai ini, ion litium bergerak dari elektroda negatif ke elektroda positif saat dilepaskan, dan kembali saat diisi ulang. Baterai Li-ion memakai senyawa litium interkalasi sebagai bahan elektrodanya, berbeda dengan litium metalik yang dipakai di baterai litium non-isi ulang.



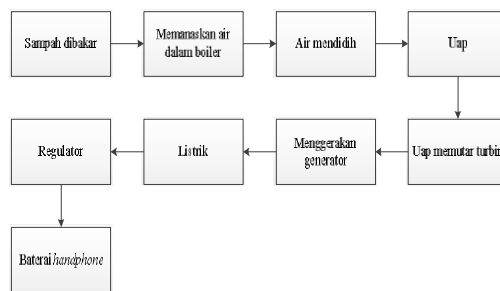
Gambar 2.2 Konstruksi Baterai Lithium Ion

III. PERANCANGAN

Pada tugas akhir ini telah dirancang dan direalisasikan sebuah sistem pembangkit listrik mini tenaga sampah yang berfungsi untuk menghasilkan arus listrik yang efisien yang sumber energinya berasal dari sampah kering yaitu kertas. Secara garis besar sistem terdiri dari beberapa blok yaitu blok keseluruhan, blok penguapan, blok turbin, dan blok regulator.

3.1 Diagram Blok Sistem

Secara garis besar diagram blok sistem yang akan dibuat adalah sebagai berikut :

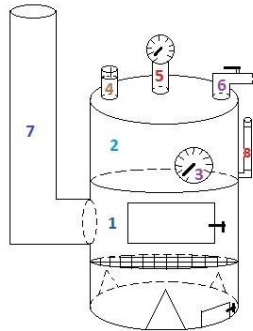


Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

3.2 Perancangan Sistem Penguapan

Pada perancangan sistem ini menggunakan bahan besi dengan ukuran tinggi keseluruhan 59 cm dan diameter 18 cm. Alat ini dibagi menjadi 2 bagian utama yaitu *incinerator* dibagian bawah dengan tinggi 40 cm, dan *boiler* dibagian atas dengan ketinggian 18 cm. Ketebalan besi bagian dasar serta selubung permukaan adalah

0.7- mm, pemisah antara *incinerator* dengan *boiler* menggunakan besi dengan ketebalan 2 mm, dan besi bagian tutup dengan ketebalan 3 mm.



Gambar 3.2 Perancangan Sistem Penguapan

3.3 Perancangan Turbin dan Generator

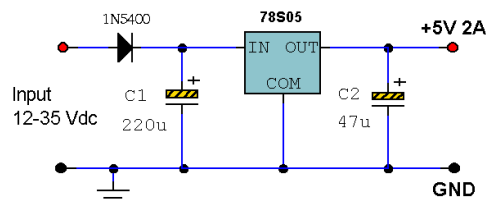
Pada perancangan sistem ini, turbin yang digunakan adalah *impeller* pompa yang telah dimodifikasi dengan ditambahkan sudu di dalamnya. Tungkai penghubung antara *impeller* dengan *driver pulley* menggunakan bahan besi berukuran panjang 23 cm dan diameter 1.2 cm. *Driver pulley* yang terhubung dengan *impeller* mempunyai diameter 4 cm dan *driver pulley* yang terhubung dengan generator mempunyai diameter 2 cm. Motor DC yang digunakan adalah Airpax motor DC 24 V, 0.5 W.



Gambar 3.3 Rancangan Turbin dan Generator

3.4 Rangkaian Regulator LM7805

Rangkaian regulator IC LM 7805 digunakan pada sistem ini untuk menurunkan dan menyetabilkan tegangan pada kisaran 5 V guna melakukan pengisian baterai *handphone* agar tidak merusak komponen elektrik pada *handphone*. Cara kerja rangkaian ini yaitu apabila V_{in} yang berasal dari generator lebih dari 5 V, maka regulator akan menurunkan tegangan menjadi 5 V.



Gambar 3.4 Rangkaian Regulator LM7805

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

4.1 Pengamatan Efektivitas Sampah

Tabel 4.1 Pengamatan efektivitas pembakaran

Berdasarkan hasil pengukuran yang didapat, dengan massa sampah yang sama yaitu 1 Kg, daun kering membutuhkan waktu yang paling sedikit untuk mencapai tekanan uap 20 Psi.

Tabel 4.1 Pengamatan efektivitas pembakaran

| No | Jenis Sampah | Waktu yang Dibutuhkan (Menit) |
|----|--------------|-------------------------------|
| 1 | Kertas HVS | 42 |
| 2 | Kertas Koran | 36 |
| 3 | Daun Kering | 30 |

4.2 Pengukuran Generator

Tabel 4.2 Pengukuran generator

| No. | Tekanan (Psi) | Tegangan Dengan Beban (V) |
|-----|---------------|---------------------------|
| 1 | 16 | 16.5 |
| 2 | 17 | 16.8 |
| 3 | 18 | 19.4 |
| 4 | 19 | 22.6 |
| 5 | 20 | 23.1 |

Berdasarkan hasil pengukuran yang didapat, semakin tinggi tekanan uap maka semakin tinggi pula tegangan yang dihasilkan oleh generator. Hal ini dikarenakan perbedaan kekuatan pada setiap level tekanan uap. Dengan tingginya tekanan uap yang dihasilkan akan membuat *impeller* berputar lebih cepat, dan semakin cepat pula putaran generator sehingga tegangan yang dihasilkan menjadi lebih besar

4.3 Pengukuran Daya Generator

Tabel 4.3 Pengukuran daya generator

| No | Beban (Ohm) | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (W) |
|----------------|-------------|--------------|----------|----------|
| 1 | 100 | 2.94 | 0.029 | 0.086 |
| 2 | 220 | 4 | 0.018 | 0.072 |
| 3 | 330 | 5.22 | 0.015 | 0.083 |
| 4 | 500 | 6.06 | 0.014 | 0.085 |
| 5 | 1000 | 8.4 | 0.008 | 0.070 |
| Daya Rata-rata | | | | 0.079 |

Dari hasil pengukuran didapat nilai daya rata-rata generator 79 mW. 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.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian, terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan, yaitu :

1. Jenis sampah yang paling efektif sebagai bahan pembakar ditinjau dari segi waktu adalah daun kering dibanding kertas kering.
2. Semakin tinggi tekanan uap, semakin cepat pula putaran *impeller* sehingga semakin cepat pula putaran pada generator. Dengan putaran pada generator yang cepat ini maka generator akan menghasilkan tegangan yang lebih besar pula.
3. Tegangan terbesar generator diperoleh pada tekanan uap 20 Psi.
4. Daya rata-rata yang dihasilkan generator sebesar 79 mW. Daya yang dihasilkan generator konstan karena sesuai dengan rumus daya $P = V.I$

5.2 Saran

Berikut adalah beberapa saran yang diberikan untuk pengembangan sistem;

1. Pengembangan lebih lanjut sistem hendaknya ditambahkan sebuah kondensor untuk mengkondensasikan uap menjadi air dan dikembalikan ke dalam *boiler* untuk menjaga volume air.
2. Pengembangan lebih lanjut hendaknya menggunakan generator dengan spesifikasi yang lebih baik untuk mendapatkan hasil yang optimal.
3. Pada pengembangan lebih lanjut desain baling-baling uap, poros, dan *driver pulley* lebih diperhatikan agar hasil yang diperoleh lebih optimal

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Kurniawan, Hengky. 2008. StudiPemanfaatan Sepeda Statis di Fitness Centre Sebagai Penghasil Energi Listrik DC. Surabaya.
- [2]<http://health.detik.com/read/2013/02/28/192431/2182695/763/hindarilah-bahan-bahan-berbahaya-ini-ada-di-sekitar-kita> (diakses tanggal 13 Oktober 2013)
- [3]<http://menggapaicita.files.wordpress.com/2010/02/sistem-refrigerasi-dan-tata-udara-jilid-2.pdf> (diakses tanggal 13 Oktober 2013)
- [4]<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/20777/4/Chapter%20II.pdf> (diakses tanggal 13 Oktober 2013)
- [5] <http://suma.ui.ac.id/2012/07/02/jangan-membakar-limbah-plastik/> (diakses tanggal 21 Oktober 2013)
- [6][http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/tmp/Pelatihan%20Pembuatan%20Tungku%20Dari20Kaleng%20Bekas%20\(full%20text\).pdf](http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/tmp/Pelatihan%20Pembuatan%20Tungku%20Dari20Kaleng%20Bekas%20(full%20text).pdf) (diakses tanggal 21 Oktober 2013)
- [7]<http://www.alpensteel.com/article/56-110-energi-sampah--pltsa/2594--pltsa-pembangkit-listrik-tenaga-sampah> (diakses tanggal 13 Oktober 2013)
- [8]<http://www.scribd.com/doc/144005065/Modul-9-Turbin-Uap-1> (diakses tanggal 21 Januari 2014)
- [9]<http://www.scribd.com/doc/166463134/Turbin-Uap-Bahan> (diakses tanggal 21 Januari 2014)
- [10]<http://www.scribd.com/doc/99484881/bab1-3> (diakses tanggal 21 Januari 2014)

