

## PEMANFAATAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK KOTAK PENDINGIN (COOL BOX)

Mochammad Nuruddin, Saiful Anwar, Yuli Hananto\*)

*\*Program Studi Teknik Energi Terbarukan – Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember  
Jl. Mastrip Kotak Pos 164 Jember  
Email : mohnuruddin2@gmail.com*

### **Abstrak**

*Salah satu upaya untuk penanganan pasca panen produk hortikultura adalah penyimpanan produk dalam kondisi dingin dengan menggunakan mesin pendingin kompresi uap. Kebutuhan energi listrik untuk mesin pendingin kompresi uap ini cukup besar sehingga diperlukan upaya penghematan energi untuk mengurangi biaya energi pasca panen. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang pembangkit listrik tenaga surya yang sesuai untuk menyuplai energi listrik pada kotak pendingin (cool box). Hasil perancangan yang dilakukan didapatkan bahwa PLTS yang sesuai dengan tujuan tersebut adalah sistem yang dikombinasikan dengan PLN agar mampu menyuplai kebutuhan energi listrik secara kontinyu. PLTS dengan jaringan listrik dikendalikan oleh switch pengontrol yang kerjanya satu cara arah; ketika PLTS bekerja (on), maka suplai listrik dari PLN akan terputus dan begitu sebaliknya. Hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem PLTS ini mampu mengurangi kebutuhan energi listrik dari PLN untuk lemari pendingin hingga mencapai 78,9 % tanpa beban dan 77,9 % dengan beban.*

*Keywords — Pascapanen, Mesin Pendingin, PLTS, dan Cool Box*

### **Abstract**

*One of the effort to handle post harvest of horticultural product is to store the product in cold condition with vapor compression cooling machine. The need of electricity for vapor compression cooling machine is high so it require to reduce the energy consumption, therefore it also reduce energy cost in post harvesting. The aims of this research is to design a solar power generator system to supply electrical energy for the cooling box. The solar power generator system that suitable for this purpose is solar power generator combine with power from PLN in order to supply electrical energy continuously. The system is control by switch controller so that one source of power either PLTS or PLN is on and the other one is off. The result is solar power generator system can reduce the electrical energy from PLN for cooling box until 78,9 % without load and 77,9 % under load.*

*Key words : post harvest, cooling machine, solar power generator, and Cool Box*

### **1. PENDAHULUAN**

Penanganan yang baik terhadap produk hortikultura akan memberikan nilai tambah bagi para petani, pebisnis dan industri pengguna. Masalah yang sering dijumpai pada pemanenan buah-buahan di daerah tropis adalah suhu pada waktu panen[1]. Sewaktu dipanen temperatur buah sama dengan temperatur lingkungan yang bisa mencapai lebih dari 40 °C. Penyimpanan dingin tidak membunuh, mikroba, tetapi hanya menghambat aktivitasnya, oleh karena itu setiap bahan pangan yang akan didinginkan harus dibersihkan lebih dahulu[2].

Pendinginan yang paling banyak digunakan saat ini adalah pendinginan dengan mesin pendingin kompresi uap. Akan tetapi kebutuhan energi listrik pada mesin pendingin ini cukup besar. Di Indonesia sekitar 60% konsumsi listrik hotel di Jakarta digunakan untuk memasok energi mesin AC [3]. Hal ini dikarenakan kompresor dari mesin pendingin membutuhkan daya yang besar pada saat beroperasi dan waktu pengoperasiannya biasanya berlangsung dalam jangka yang panjang ( $\pm 24$  jam). Pasokan energi listrik yang digunakan selama ini bersumber dari listrik PLN yang menggunakan energi fosil dalam

pembangkitannya serta membutuhkan biaya yang tidak murah dalam penyalurannya. Oleh karena itu, usaha penghematan energi yang dilakukan terhadap mesin pendingin akan berdampak signifikan terhadap usaha penghematan energi di dunia.

Salah satu energi alternatif untuk pembangkitan listrik adalah memanfaatkan energi surya untuk dikonversi menjadi energi listrik melalui Solar PV (Photovoltaik) [4]. Indonesia yang terletak di wilayah tropis mendapat sinar matahari yang kontinyu hampir sepanjang tahun sehingga pengembangan energi surya sangatlah potensial. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan jenis pembangkit listrik yang sederhana dan tidak membutuhkan ruang yang besar sehingga sangat sesuai untuk diaplikasikan pada berbagai bidang tidak terkecuali untuk sistem pendinginan.

Pada penelitian ini bertujuan untuk merancang pembangkit listrik tenaga surya yang sesuai untuk menyuplai daya dari kotak penyimpan dingin (Coolbox) untuk buah-buahan tropis. Sistem pendinginan tenaga surya ini nantinya diharapkan dapat menjadi solusi bagi penanganan pasca panen buah tropis yang lebih hemat energi karena tidak menggunakan energi listrik dari PLN.

PLTS pada dasarnya adalah pencatu daya (alat yang menyediakan daya), dan dapat dirancang untuk mencatu kebutuhan listrik yang kecil sampai dengan besar, baik secara mandiri baik off-grid maupun on-grid dengan jaringan PLN serta Hybrid (dikombinasikan dengan sumber energy lain, seperti PLTS-genset, PLTS microhydro, PLTS-Angin), baik dengan metoda Desentralisasi (satu rumah satu pembangkit) maupun dengan metoda Sentralisasi (listrik didistribusikan dengan jaringan kabel).

PLTS terdiri dari tiga komponen utama:

- Modul Surya; berfungsi merubah cahaya matahari menjadi listrik arus searah (DC) atau menjadi listrik arus bolak balik (AC) dengan tambahan inverter. Bentuk moduler dari modul surya memberikan kemudahan pemenuhan kebutuhan listrik untuk berbagai skala kebutuhan. Kebutuhan kecil dapat dicukupi dengan satu modul atau dua modul, dan kebutuhan besar dapat dicatu oleh

bahkan ribuan modul surya yang dirangkai menjadi satu array PV.

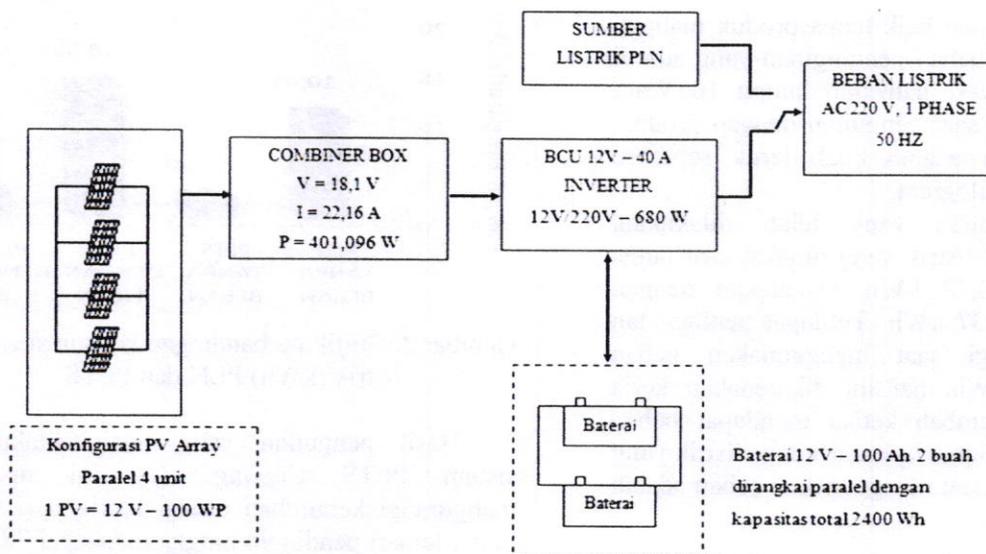
- Alat Pengatur; berfungsi mengatur lalu lintas listrik dari modul surya ke battery dan beban. Alat elektronik ini juga memiliki banyak fungsi yang pada dasarnya ditujukan untuk melindungi battery.
- Baterai / Accu; berfungsi menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh modul surya sebelum dimanfaatkan untuk menggerakkan beban. Beban dapat berupa lampu penerangan atau peralatan elektronik dan peralatan lainnya yang membutuhkan listrik.

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang pembangkit listrik tenaga surya yang sesuai untuk menyuplai energi listrik pada kotak pendingin (*cool box*).

## 2. METODOLOGI

Tahapan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Perhitungan beban listrik dari lemari pendingin baik tanpa beban maupun dengan beban untuk mengetahui besarnya konsumsi energi listrik sebagai acuan untuk merancang jenis PLTS yang sesuai.
2. Melakukan pemasangan instalasi PLTS yang sesuai. Dengan adanya sistem ini akan mengurangi tagihan listrik dari PLN, dan memberikan nilai tambah pada pemiliknya. Rangkaian sistem ini akan tetap berhubungan dengan jaringan PLN dengan mengoptimalkan pemanfaatan energi dari panel surya untuk menghasilkan energi listrik semaksimal mungkin. Pemasangan instalasi PLTS ini berdasarkan beban listrik total yang harus ditanggung oleh cool box. Beban listrik ini berasal dari daya listrik sistem dikalikan dengan lama waktu pengoperasian ditambah dengan rugi-rugi listrik yang mungkin terjadi sehingga didapatkan :
  - Daya total modul surya
  - Jumlah modul surya yang digunakan
  - Jenis dan jumlah baterai
  - Tegangan dan arus dari BCR (*Battery Control Regulator*)
  - Jenis dan jumlah kabel instalasi yang digunakan
3. Uji fungsional dan uji kinerja PLTS



Gambar 1. Skema PLTS untuk *Cooling Box*

Uji fungsional alat dilakukan untuk mengetahui apakah komponen-komponen PLTS tersebut sudah berfungsi dengan baik. Bahan yang digunakan pada pengujian alat adalah buah jeruk semboro yang merupakan jenis buah lokal yang banyak tersedia di sekitar kabupaten Jember. Parameter yang digunakan dalam pengujian alat meliputi :

- Daya yang dihasilkan oleh sistem PLTS
- Waktu penggunaan PLTS
- Konsumsi energi yang dibutuhkan untuk kotak pendingin baik dari PLN maupun PLTS

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang telah dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 1. Perancangan PLTS untuk *Cooling Box*

Spesifikasi lemari pendingin yang digunakan mempunyai daya sebesar 200 Watt. Daya ini nantinya digunakan untuk merancang sistem pembangkit listrik tenaga surya yang sesuai yaitu sistem PLTS yang masih terkoneksi dengan listrik PLN agar suplai energi listrik dapat terpenuhi secara kontinyu. Ketersediaan listrik yang kontinyu ini disebabkan karena lemari pendingin ini digunakan untuk menyimpan produk pangan yang berkaitan erat dengan suhu penyimpanan yang rendah.

Adapun spesifikasi dari komponen-komponen PLTS untuk *Cooling Box* yang sesuai untuk kebutuhan ini antara lain :

1. Modul surya 12 V - 100 WP sebanyak 4 buah.
2. Baterai control unit 12 V - 60 A sebanyak 1 unit.
3. Inverter sine wave 12V/220V - 680 W sebanyak 1 unit.
4. Baterai kering 12 V - 100 Ah sebanyak 2 unit.
5. Combiner Box
6. Kabel instalasi NYYHY, NYMHY, dan NYAF.

Skema PLTS untuk *cooling box* yang digunakan dalam penelitian ini, seperti tampak pada gambar 1.

#### 2. Pengujian Konsumsi Energi Listrik *Cooling Box*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik pemakaian energi listrik dari *cooling box* pada saat tanpa produk dan menggunakan produk. Adapun spesifikasi dari *cooling box* yang digunakan adalah sebagai berikut :

Dimensi	: 49,5 cmx51,5 cmx116 cm
Berat	: 44 kg
Kapasitas	: 130 liter
Rating Daya	: 200 W
Rating Tegangan	: 220 V
Frekuensi	: 50 Hz

Untuk pengujian baik tanpa produk maupun dengan produk, beban pendinginan yang ada di dalam *cooling box* hanyalah lampu 10 Watt, sedangkan pada saat pengujian dengan produk, yang digunakan adalah buah jeruk semboro dengan berat 5 kilogram.

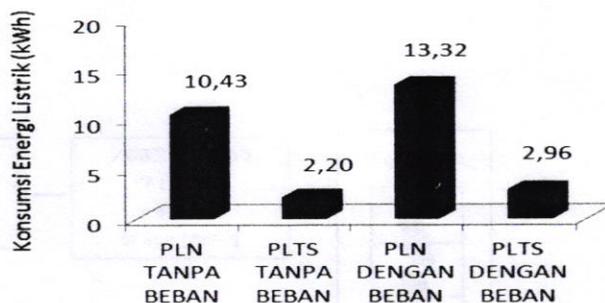
Hasil pengujian yang telah dilakukan, konsumsi energi listrik yang dipakai saat tanpa beban adalah 0,28 kWh, sedangkan dengan beban adalah 0,37 kWh. Terdapat peningkatan konsumsi energi saat menggunakan beban sebesar 0,09 kWh, hal ini dikarenakan kerja kompresor bertambah ketika mendapat beban pendinginan. Adapun konsumsi daya listrik yang digunakan pada saat menggunakan beban adalah sekitar 185 Watt.

### 3. Uji fungsional dan uji kinerja PLTS

Hasil uji fungsional yang telah dilakukan didapatkan bahwa PLTS mampu menyuplai energi listrik untuk kotak pendingin selama 2 hari sampai baterai habis. Ketika baterai habis, maka suplai energi listrik diambil alih oleh listrik PLN dan modul surya akan kembali mengisi baterai sampai penuh. Apabila baterai sudah penuh kembali maka baterai kembali dapat menyuplai listrik ke lemari pendingin dan koneksi listrik dari PLN terputus dan seterusnya.

Pengujian yang dilakukan pada hari cerah ± 750 W/m<sup>2</sup>. Tegangan pada combiner box menunjukkan angka 13 V dan arus 14 A. Sistem kontrol menunjukkan indikasi bahwa suplai daya dari PLTS sedang bekerja. Suplai daya listrik dari PLN terputus, diindikasikan dengan penunjukan angka nol yang terbaca di power meter. Selama 3 hari pengujian PLTS mampu menyuplai daya untuk kebutuhan lemari pendingin tanpa beban selama kurang lebih 2 hari sebelum akhirnya diganti oleh listrik PLN selama 15 jam

Kinerja dari sistem PLTS dalam penelitian ini ditinjau dari kemampuannya untuk mengurangi konsumsi energi dari PLN. Hasil pengujian yang dilakukan dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 2. Grafik perbandingan konsumsi energi listrik (kWh) PLN dan PLTS

Hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem PLTS *Cooling Box* ini mampu mengurangi kebutuhan energi listrik dari PLN untuk lemari pendingin hingga mencapai 78,9 % tanpa beban dan 77,9 % dengan beban

### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini antara lain :

1. Sistem PLTS ini dapat berfungsi sebagaimana mestinya untuk mensuplai daya ke lemari pendingin.
2. PLTS mampu menyuplai daya listrik selama kurang lebih 2 hari sebelum berpindah ke PLN.
3. Penggunaan PLTS mampu mengurangi konsumsi daya listrik PLN untuk lemari pendingin tanpa beban 78,9 % sedangkan dengan beban mencapai 77,8 %.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada kementerian riset dan teknologi pendidikan tinggi (Kemristekdikti) melalui dirjen riset dan pengabdian masyarakat (DRPM) yang telah mendanai penelitian ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Wisnu Broto, "Teknologi penanganan pascapanen buah untuk pasar", Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, 2009, ISBN 9791116199, 9789791116190
- [2] Ir. Sutrisno Koswara, MSi, "Pengolahan Pangan Dengan Suhu Rendah ", EBOOKPANGAN.COM, 2009
- [3] Iman Syahrizal, Seno Panjaitan, dan Yandri, "Analisis Konsumsi Energi Listrik Pada Sistem Pengkondisian Udara Berdasarkan Variasi Kondisi Ruangan", Jurnal ELKHA Vol.5, No. 1, Maret 2013
- [4] Lubis, A, "ENERGI TERBARUKAN DALAM PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN", Jurnal Teknik Lingkungan Vol.8 No.2 Hal. 155-162 Jakarta, Mei 2007 ISSN 1441-318