

Pemanfaatan Teknologi Tenaga Matahari sebagai Sumber Energi bagi Petani Porang di Magetan

Joessianto Eko Putro, Catur Rakhmad Handoko, H. Widodo, Mohammad Basuki Rahmat, Afif Zuhri Arfianto
Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
Surabaya, Indonesia
email : caturhan007@gmail.com

Abstract— Porang merupakan komoditas yang sedang naik daun. Porang berupa umbi seperti iles-iles atau suweg. Bagi petani di magetan, porang merupakan lahan untuk mendapatkan penghasilan, karena komoditas ini sangat diminati buyer dari luar negeri. Proses pengolahan porang dimulai dengan pemanenan, pembersihan dan selanjutnya dilakukan perajangan. Semua proses tersebut dilakukan menggunakan motor bakar berbahan bakar. Untuk mengurangi biaya operasional, diinginkan penggantian motor bakar dengan motor listrik bertenaga surya karena letaknya yang dekat dengan hutan. Kebutuhan alih daya ini dihitung berdasarkan spesifikasi motor bakar dan juga lama operasional mesin setiap harinya. Hasilnya dibutuhkan panel sebuah sistem PLTS dengan komponen penunjang 20 panel surya 100 Wp, inverter 5000 W, Baterai charger regulator 30A sebanyak 6 buah dan baterai VRLS 200 Ah sebanyak 5 buah untuk mengoperasikan mesin selama 4 jam dalam sehari.

Keywords— Mesin Perajang porang; Listrik tenaga surya

I. PENDAHULUAN

Tanaman porang (*amorphophallus oncophyllus*) merupakan tanaman yang hidup di hutan tropis. Tanaman yang bisa juga ditanam di dataran rendah tersebut mudah hidup di antara tegakan pohon hutan seperti misalnya Jati dan Pohon Sono. Prospek ekonomis terutama karena kandungan zat Glucomanan yang ada di dalamnya. Beberapa manfaat umbi porang yang lainnya antara lain bahan lem, pembungkus kapsul, penguat kertas, dan lain-lain. Pengolahan dilakukan dengan membuat tepung dari umbi yang dihasilkannya.

Pada pengolahan umbi ini para petani porang menggunakan mesin Perajang yang bertenaga mesin bensin atau diesel. Posisi budidaya porang yang berlokasi di hutan-hutan jati cukup menyulitkan petani baik karena transportasi maupun biayanya. Penelitian ini bermaksud melengkapi mesin Perajang dengan penggerak bertenaga listrik dari panel surya. Untuk itu diperlukan perhitungan baik dari sisi teknis maupun ekonomi. Perhitungan teknis meliputi kebutuhan daya listrik berdasarkan spesifikasi motor listrik yang akan dipergunakan, serta waktu penyediaan yang berhubungan dengan aktifitas pembuatan tepung umbi porang yang dilakukan oleh para petani.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Sistem pembangkit Tenaga Surya (PLTS) merupakan sebuah sistem pembangkitan tenaga listrik yang mengekstrak tenaga matahari menggunakan panel surya sebagai komponen utamanya. Melalui panel surya ini, energi cahaya matahari

diubah menjadi listrik yang kemudian disimpan dalam battery sebelum atau selama digunakan. Sebagai sebuah sistem, PLTS ini umumnya terdiri dari beberapa komponen antara lain:

▪ Panel Sel Surya

Komponen utama sistem pembangkit tenaga surya adalah panel surya yang merupakan unit susunan beberapa sel surya Photovoltaik. Energi matahari ini dapat berubah menjadi arus listrik yang searah yaitu dengan menggunakan silikon yang tipis. Sel-sel surya tersusun dari dua lapisan semi konduktor dengan muatan berbeda. Lapisan atas sel surya itu bermuatan negatif sedangkan lapisan bawahnya bermuatan positif. Sel-sel Si itu dipasang dengan posisi sejajar dan seri dalam sebuah panel yang terbuat dari aluminium atau baja anti karat dan diproteksi menggunakan kaca atau plastik.

▪ Inverter

Inverter adalah konverter elektronika pendukung panel PV untuk mengubah arus searah (direct current, DC) menjadi arus bolak-balik (alternating current, AC) yang umumnya peralatan listrik butuhkan. Pemilihan inverter yang tepat untuk aplikasi tertentu tergantung pada kebutuhan beban dan juga kepada sistem itu sendiri; apakah sistem yang terhubung ke jaringan listrik (grid connected) atau sistem yang berdiri sendiri (*stand alone system*). Efisiensi inverter pada saat pengoperasian adalah sekitar 90%.

▪ Baterai

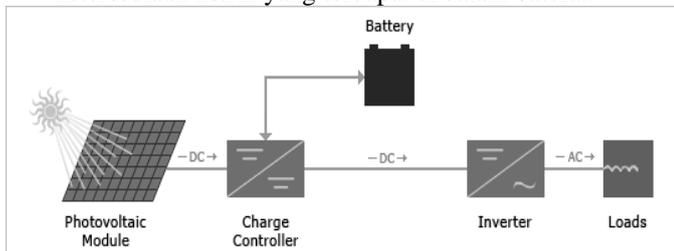
Bagian ini berfungsi untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan dari penyerapan sinar matahari oleh panel surya adalah baterai. Energi listrik yang disimpan di dalam baterai dapat berguna untuk tetap menyediakan energi listrik saat cahaya matahari tidak terpancarkan secara maksimal seperti saat langit mendung atau hujan dan di malam hari. Baterai yang digunakan untuk PLTS mengalami proses siklus pengisian (charging) dan pengosongan (discharging) tergantung pada ada atau tidak adanya sinar matahari. Listrik akan dihasilkan manakala panel ini merima paparan cahaya yang cukup. Apabila energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya melebihi kebutuhan energi listrik maka kelebihan energi listrik itu akan disimpan dalam baterai. Dan sebaliknya, saat kebutuhan energi listrik melebihi dari energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya maka cadangan energi dari baterai dapat diberikan untuk memenuhi kekurangan energi listrik.

Umumnya kapasitas baterai itu dinyatakan dalam Ampere-hour (Ah). Nilai Ah pada baterai menunjukkan arus yang dapat dilepaskan dikalikan dengan nilai waktu untuk pelepasan arus tersebut. Contohnya, dari teori ini misalnya baterai dengan kriteria 2V dan 800 Ah. Baterai tersebut akan mampu memberikan arus yang terbaik sebesar 800 A dalam 1 jam, 400 A dalam 2 jam, atau 16 A dalam 50 jam. Selain itu, penting untuk memperhatikan ukuran hari-hari otonomi dalam mendesain kapasitas baterai yang ingin digunakan dalam sistem PLTS (Polar Power Inc, 2011).

▪ **Controller**

Controller atau sering dikenal dengan charge controller adalah perangkat elektronik yang digunakan dalam sistem PLTS untuk mengatur pengisian arus searah dari panel surya ke baterai dan mengatur penyaluran arus dari baterai ke peralatan listrik (beban). Alat ini juga mempunyai kemampuan untuk mendeteksi kapasitas baterai. Bila baterai sudah terisi penuh dengan cadangan energi listrik maka penyaluran energi listrik dari panel akan dapat dihentikan secara otomatis. Cara alat ini mendeteksi adalah melalui monitor level tegangan baterai.

Kontroler ini dapat mengisi baterai sampai pada level tegangan tertentu kemudian saat level tegangan telah mencapai titik terendah maka baterai akan dapat diisi kembali. Alat ini sebagai indikator yang akan memberikan informasi mengenai kondisi baterai sehingga pengguna PLTS dapat mengendalikan konsumsi energi menurut ketersediaan listrik yang terdapat di dalam baterai.



Gambar 1. Sistem PLTS Stand-Along

(Sumber: http://www.synergyenviron.com/resources/solar_photovoltaic_systems.asp)

III. METODOLOGI

Untuk menghitung kelayakan teknis penggunaan panel surya sebagai penggerak mesin Perajang porang maka urutan perhitungan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Menghitung daya motor penggerak mesin Perajang
- Menghitung jam operasional pembuatan tepung
- Menghitung kebutuhan baterai
- Menghitung kebutuhan batteray charger controller
- Menghitung kebutuhan inverter
- Menghitung kebutuhan panel surya

Menghitung daya motor penggerak dapat dilakukan dengan mengetahui motor bakar yang selama ini digunakan. Setelah diketahui daya dalam HP (Horse Power) diketahui maka dilakukan konversi ke dalam besaran daya listrik Watt, dengan nilai yang sudah baku, yaitu 1 HP = 746 Watt. Dari

spesifikasi mesin Perajang diketahui bahwa daya motor adalah sebesar 3,6 HP, maka ini setara dengan 2,5 kW.

Mesin Perajang rata-rata hanya digunakan selama 3-4 jam per hari oleh petani, yang memanen umbi porang dari lahannya masing-masing. Dari data waktu penggunaan motor, maka akan dihitung kebutuhan baterai yang akan digunakan sebagai penopang daya bagi inverter yang akan mengkonversikan menjadi tegangan kerja motor listrik. Asumsi pemakaian selama 4 jam. Sehingga kebutuhan dayanya adalah sebesar 2,5 kW x 4 jam = 10 kWh. Satu buah baterai memiliki kapasitas sampai dengan 200 Ah. Dengan tegangan kerja 12 V maka daya yang bisa ditanggung oleh baterai adalah sebesar 2400 Watt selama 1 jam atau 2,4 kWh. Maka jumlah baterai yang dibutuhkan dapat dihitung :

$$Jumlah\ baterai = \frac{10\ kWh}{2,4\ kWh} = 4,1 = 5\ buah\ baterai$$

Kebutuhan panel surya dihitung berdasarkan rata-rata jam pembangkitan energi listrik dari panel surya ini yang kemudian disimpan ke dalam baterai. Misalnya diasumsikan bahwa panel surya membangkitkan hanya 5 jam sehari, sedangkan daya puncak panel surya yang ada dipasaran adalah sebesar 100 Watt-Peak, maka sebuah panel bisa menyimpan energi sebesar 500 Watt/hari. Dengan asumsi ini maka jumlah panel surya yang dibutuhkan adalah sebesar:

$$Jumlah\ panel\ surya = \frac{10\ kWh}{500\ Wh} = 20\ buah\ panel\ surya\ 100\ Wp$$

Selanjutnya dihitung kebutuhan akan batteray charger controller, sebagai sebuah alat yang mengatur pengisian batteray bank oleh panel-panel surya yang ada. Dalam proses charging baterai dari panel surya menuju baterai maka harus diperhatikan jumlah arus mengalir. Secara sederhana perhitungan arus oleh sebuah panel surya 100 Watt dengan tegangan 12 V adalah sebesar :

$$I_{charging} = \frac{100\ Watt}{12\ Volt} = 8,3\ A$$

Sementara itu, solar charger controller yang ada di pasaran adalah sebesar maksimal 30A. Dengan demikian maka untuk 20 buah panel surya dengan daya total sebesar 20x100 = 2000 Watt, maka dibutuhkan jumlah solar charger controller sebanyak :

$$Jumlah\ solar\ charger = \frac{20\ x\ 100\ Watt}{12\ Volt. 8,3\ A} = 5,5 \approx 6\ buah$$

Biaya Investasi dan Pemeliharaan

Dari seluruh perhitungan teknis di atas maka langkah selanjutnya adalah menghitung biaya investasi dari perancangan dan segala jenis komponen-komponen pada perancangan perancangan sistem solar cell ini. Berikut adalah tabel-tabel beberapa merek komponen penyusun PLTS yang ada di pasaran dengan asumsi harga per Nopember 2017. Pemilihan merek dilakukan dengan memilih yang harga tertinggi dengan asumsi kualitas yang lebih baik kecuali battery, yang dipilih dengan pertimbangan teknologi VRLA.

Tabel 1. Beberapa Merek dan Solar Cell di Pasaran

No.	Merk	Type	Power Peak	Harga
			(Wp)	(Rp)
1	Solarimba	100Wp	100	1.000.000
2	Decade	PD100	100	970.000
3	STC	100 Wp	100	1.100.000

Dari tabel di atas maka kisaran harga adalah sebesar Rp1.000.000,-. Dengan kata lain, harga panel surya tahun 2017 ini adalah sebesar Rp10.000,- per Watt Peak.

Tabel 2. Beberapa Merek dan Harga inverter di pasaran

No.	Merk	Type	Watt	Tegangan	Harga
			(W)	(V)	(Rp)
1	Reliable	RBP5000S	5000	12	10.200.000
2	TBE	P5000	5000	12/24	7.700.000

Tabel 3. Beberapa Merek dan Harga Battery

No	Merk	Type	Tegangan	Kapasitas	Harga
			(V)	(Ah)	(Rp)
1	Power Kingdom	PK10 0-12	12	200	3.700.000
3	Panasonic	LC-P121 00ST	12	200	4.100.000
4	Yuasa VRLA	NP10 0-12	12	200	3.800.000

Tabel 4. Beberapa Merek dan Harga BCR di pasaran

No.	Merk	Arus (A)	Tegangan	Harga
			(V)	(Rp)
1	Phocos Germany	30	12/24	2.100.000
2	Suoer China	30	12/24	1.500.000

Dari tabel-tabel harga komponen PLTS, maka berikut ini adalah daftar biaya yang harus dikeluarkan untuk menyediakan sumber pembangkit listrik surya yang sesuai untuk penggerak mesin Perajang porang adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Perhitungan kebutuhan total

No	Komponen Biaya	Jum	Harga	Sub Total
1	Panel Surya 100 Wp	20	970,000	19,400,000
2	Battery VRLA 100 Ah	5	3,800,000	19,000,000
3	BCR	6	1,500,000	9,000,000
4	Inverter TBE	1	7,700,000	7,700,000
5	Motor 1 phasa 3,6 PK	1	5,000,000	5,000,000
Total				60.100.000,-

Konversi Solar ke PLTS

Berikut ini adalah perhitungan daya yang dibangkitkan oleh panel surya, yang kemudian bisa disimpan dalam battery untuk kemudian dipakai untuk mensuplai beban-beban listrik di kapal ikan 5 GT.

$$\begin{aligned} \text{Daya Panel Surya} &= 2000 \text{ Wp} \\ \text{Jam Charging} &= 5 \text{ jam} \\ \text{Energi listrik yang tersimpan} &= 10.000 \text{ Wh} \end{aligned}$$

Suatu ketentuan yang membatasi tingkat kedalaman pengosongan maksimum, diberlakukan untuk baterai. Tingkat kedalaman pengosongan baterai (depth of discharge) biasanya dinyatakan dalam persentase. Misalnya, suatu baterai memiliki DOD 80%. Hal ini berarti bahwa hanya 80% dari energi listrik yang tersedia yang dapat diberikan untuk digunakan namun sisa 20% tetap berada di dalam cadangan. Pengaturan DOD berperan dalam menjaga usia pakai (life time) dari baterai tersebut. Apabila DOD yang diberlakukan dalam suatu baterai semakin dalam maka akan semakin cepat siklus hidup dari baterai tersebut. Untuk itu maka nilai DOD di sini diambil sebesar 80%, sehingga

$$\begin{aligned} \text{DOD battery} &= 80\% \\ \text{Pemakaian Daya/hari} &= 8000 \text{ Wh} \end{aligned}$$

Sehingga dalam sebulan akan dihasilkan energi listrik sebesar 240.000 Watt jam atau 240 kWh. Energi listrik yang telah dihitung di atas selanjutnya dikonversikan ke dalam volume minyak solar yang dibutuhkan. Nilai ini bervariasi tergantung kapasitas motor bakar yang sebelumnya dipakai dan juga tingkat utilitasnya. Untuk memudahkan konversi dengan tingkat akurasi yang mendekati kenyataan di lapangan maka perhitungan konversi daya listrik ke volume solar didasarkan pada perhitungan bahwa 1 liter solar = 38.6 MJ yang setara dengan 10.6 kWh energi termal. Maka dengan efisiensi rata-rata sebesar 30%, maka akan dihasilkan 3.18 kWh per literinya.

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi Solar per kWh} &= 0.314 \text{ liter} \\ \text{Harga Solar per liter} &= \text{Rp } 7,000 \\ \text{Sehingga diperoleh,} \\ \text{Penghematan/bulan} &= \text{Rp } 0,314 \times 240 \times 7000 \\ &= \text{Rp } 527.250,- \end{aligned}$$

$$\text{Penghematan/tahun} = \text{Rp } 6.330.000,-$$

Dari perhitungan di atas dapat dihitung bahwa Break Event Point (BEP) terjadi dalam waktu 10 tahun.

IV. ANALISA

Berikut ini adalah analisa terhadap perhitungan-perhitungan di atas. Semua berbasis asumsi teknis dan ekonomis kondisi normal dengan harga per nipember 2017. Harga panel surya cenderung turun tiap tahun demikian juga dengan peralatan penunjang lainnya dengan depresiasi yang disini tidak dihitung secara terinci.

Di samping perhitungan di atas, juga harus diperhatikan bahwa harga bahan bakar minyak biasanya naik tiap tahun atau beberapa tahun, tergantung harga minyak mentah dunia dan juga nilai tukar rupiah. Selain itu jumlah cadangan minyak dunia yang terus menipis juga berpengaruh terhadap harga bahan bakar minyak di masa-masa mendatang. Untuk itu pada perhitungan berikutnya maka diasumsikan harga bahan bakar minyak naik sebesar 10% per tahun.

Biaya operasional dan pemeliharaan setiap tahunnya untuk sistem PLTS umumnya diperhitungkan sebesar 1-2% dari total biaya investasi awal untuk komponen sistem PLTS (Kaltschmitt dkk, 2007). Dari informasi tersebut maka untuk studi kasus penelitian ini besar biaya operasional dan pemeliharaan setiap tahun ditetapkan 1% dari total biaya investasi awal setiap komponen. Biaya operasional dan pemeliharaan ini dianggap mencakup biaya pembersihan panel surya serta biaya pemeliharaan dan pemeriksaan komponen sistem PLTS. Penetapan angka 1% untuk biaya operasional dan pemeliharaan dari sistem PLTS adalah dengan dasar bahwa negara Indonesia hanya mengalami 2 musim yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Sehingga, biaya operasional dan pemeliharaan panel surya dan komponen sistem PLTS lainnya dianggap tidak sebesar dengan biaya operasional dan pemeliharaan untuk sistem PLTS di negara yang mengalami 4 musim. Selain itu, penentuan angka 1% untuk biaya operasional dan pemeliharaan sistem PLTS juga dapat dilihat juga dari tingkat upah tenaga kerja di Indonesia yang cenderung masih rendah.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan :

- Secara teknis alih jenis tenaga penggerak mesin Perajang porang dapat dilakukan dengan memanfaatkan tenaga listrik surya dengan membangun sebuah Sistem Pembangkit Tenaga Surya (PLTS). Kebutuhan dihitung berdasarkan spesifikasi motor bakar dan juga lama operasional mesin setiap harinya.
- Dibutuhkan panel sebuah sistem PLTS dengan komponen penunjang 20 panel surya 100 Wp, inverter 5000 W, Baterai charger regulator 30A sebanyak 6 buah dan baterai VRLS 200 Ah sebanyak 5 buah untuk mengoperasikan mesin selama 4 jam dalam sehari.
- Titik impas investasi dicapai dalam waktu yang cukup lama yaitu 10 tahun.

Saran

- Perhitungan nilai investasi juga menyertakan parameter-parameter efisiensi, depresiasi barang, biaya perawatan tahunan, dan lain-lain dengan berbagai metode penilaian investasi yang telah ada.

REFERENSI

- [1] Ahmad, G.E. (2002). Photovoltaic-Powered Rural Zone Family House in Egypt. Pergamon: Renewable Energy 26 (379-390).
- [2] Anisa, Prashanti Amelia, (2010). Analisa Keekonomian dan Kebijakan Fiskal Terhadap Daya Saing Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (Skripsi Departemen Teknik Industri). Depok: Universitas Indonesia.
- [3] Handoko, Catur Rakhmad. 2012. Analisis Keekonomian Penggunaan Sel Surya Sebagai Catu Daya Listrik Pada Kapal Ikan 5 GT. Jurnal Perkapalan