

SOSYSM: INOVASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS MATAHARI GUNA MENURUNKAN BIAYA OPERASIONAL PT BERKAH VANNAMEI BANTUL

Chamdan Nor¹⁾, Dyah Ayu Pratiwi²⁾, Nurdiana³⁾, Dayuanti⁴⁾

¹⁾ Mahasiswa Pendidikan Teknik Otomotif FT Universitas Negeri Yogyakarta
e-mail : chamdan@gmail.com

²⁾ Mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro FT Universitas Negeri Yogyakarta
e-mail: Dyahpratiwi.unyu@gmail.com

³⁾ Mahasiswa Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan FT Universitas Negeri Yogyakarta. e-mail : nurdiana@gmail.com

⁴⁾ Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika FT Universitas Negeri Yogyakarta
e-mail: dayualen@gmail.com

Abstrak

SOSYSM (*Solar Power Plant with Energy Storage System*) merupakan Program Kreatif Mahasiswa bidang Penerapan Teknologi yang mengimplementasikan teknologi pemanfaatan energi alternatif dari panas matahari di PT. Berkah Vannamei, Bantul. PT. Berkah Vannamei masih menggunakan sumber energi solar yang harus menyala selama 24 jam untuk memutar kincir dan 12 jam untuk penerangan. Apabila menggunakan mesin diesel dibutuhkan kurang lebih 10 liter solar per hari dengan harga solar Rp 6.900,-/liter atau Rp 2.070.000,- per bulan. Hal ini menyebabkan tingginya biaya operasional PT Berkah Vannamei. Untuk itu SOSYSM merupakan salah satu solusi alternatif yang bertujuan untuk menggantikan sumber energi diesel dengan sumber energi panas matahari secara berkala guna menurunkan biaya operasional di PT Berkah Vannamei.

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode kuantitatif. Metode kuantitatif terdiri dari peninjauan pustaka secara deskriptif, survey lokasi, penelitian tindakan, korelasional, mencari solusi dan mengidentifikasi pemodelan atau sistem, perancangan desain alat, pembuatan alat, pengujian alat serta penerapannya.

Hasil dari penelitian dan penerapan SOSYSM yang telah dilakukan selama dua bulan adalah peneliti mengetahui desain dan mekanisme SOSYSM yang tepat dan sesuai dengan kondisi mitra serta menurunnya biaya operasional PT Berkah Vannamei sebesar Rp 1.060.080,- /bulan.

Kata Kunci: Listrik, Tenaga Panas Matahari, Thermoelectric Generator (TEG)

SOSYSM: INOVATION OF SOLAR POWER PLANT WITH ENERGY STORAGE SYSTEM TO REDUCE OPERATIONAL COST PT BERKAH VANNAMEI BANTUL

Abstract

SOSYSM (Solar Power Plant with Energy Storage System) is Creative Student Program in Application Technology field by implementing alternative energy utilization technology of solar heat at PT Berkah Vannamei, Bantul. PT. Berkah Vannamei still depends on diesel full to operate their waterwheels for 24 hours and 12 hours for lighting. When using a diesel engine takes approximately 10 liters of diesel fuel per day at a price Rp 6,900.00/liter or Rp 2,070,000.00 per month. It leads to high operational cost of PT. Berkah Vannamei. SOSYSM is one of alternative solutions to substitute diesel fuel energy source with solar heat energy source in a periodic time to reduce operational cost at PT Berkah Vannamei.

The research method we use is quantitative method. Quantitative method consists of descriptive literature review, location survey, action research, correlational, problem solving and modeling or system identification, design planning tool, making tools, testing tools and application.

Result of SOSYSM implementation in two months is decreased operational cost of PT. Berkah Vannamei at Rp 1,060,080.00/month.

Keywords: Electric, Solar Heat Energy, Thermoelectric Generator (TEG)

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik di Indonesia setiap tahun meningkat. Berdasarkan Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional (RUKN) 2008-2027 menyebutkan bahwa kebutuhan kapasitas pembangkit listrik tak kurang dari 149 GW pada tahun 2027. Sementara itu saat ini kapasitas pembangkit kita (Indonesia) tak lebih dari 21 GW [1]. Fenomena inilah yang terjadi dalam pengadaan energi di Indonesia. Krisis energi menjadi perhatian serius yang harus segera dicarikan solusinya. Hal ini

tentunya juga menjadi salah satu masalah serius bagi beberapa kalangan usahawan. Salah satunya PT. Berkah Vannamei, industri rumahan yang bergerak di bidang perikanan, yaitu budidaya udang. PT. Berkah Vannamei terletak di wilayah pesisir pantai, namun masih menggantungkan sumber pada energi listrik dan solar dalam berbagai proses produksi. Padahal pantai merupakan wilayah yang cukup panas dengan suhu 30-37° C yang dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik untuk pengganti sumber energi.

Berdasarkan hasil observasi peneliti, PT. Berkah Vannamai masih menggantungkan sumber energi listrik dan solar dalam menggerakkan kincir air serta penerangan tambak tersebut yang harus menyala selama 24 jam untuk kincir air dan 12 jam untuk penerangan. Apabila menggunakan mesin diesel dibutuhkan kurang lebih 10 liter solar per hari dimana sekarang ini harga solar dalam satu liter nya sebesar Rp 6.900 sejak tanggal 28 Maret 2015 [2]. Hal ini tentunya menyebabkan tingginya biaya operasional yang dikeluarkan setiap harinya. Dengan demikian peneliti melalui Program Kreativitas Mahasiswa ini melakukan penerapan alat berupa SOSYSM (*Solar Power Plant with Energy Storage System*): Inovasi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Matahari. Sebuah alat dengan memanfaatkan panas energi matahari sebagai sumber energi listrik yang dapat diperbarui dengan biaya yang relatif tidak terlalu besar.

Berdasarkan permasalahan pada PT. Berkah Vannamei Bantul, penulis merumuskan masalah sebagai berikut : 1) Bagaimanakah desain dari *SOSYSM*, 2) Bagaimana prinsip dan mekanisme kerja dari *SOSYSM*, dan 3) Bagaimana kebermanfaatan dari *SOSYSM* guna menurunkan biaya operasional PT. Berkah Vannamei Bantul.

Tujuan program ini adalah pertama, mengetahui desain yang paling tepat untuk pembuatan *SOSYSM*. Kedua, mengetahui prinsip dan mekanisme kerja

pembuatan *SOSYSM*. Ketiga, mengetahui kebermanfaatan *SOSYSM* dalam menggantikan kerja diesel secara berkala guna mengurangi biaya operasional PT. Berkah Vannamei Bantul. Manfaat penggunaan *SOSYSM* ini adalah ramah lingkungan karena tidak menghasilkan polusi seperti halnya bahan bakar fosil yang selama ini digunakan. *SOSYSM* lebih efisien karena dari energi panas langsung dirubah menjadi energi listrik, dibandingkan dengan menggunakan diesel yang terlalu banyak melalui konversi sehingga efisiensi rendah.

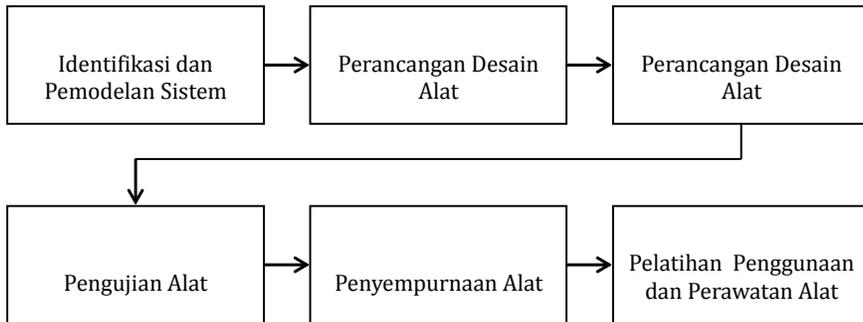
METODE PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan *SOSYSM* ini terdiri dari identifikasi dan pemodelan sistem, perancangan desain alat, pembuatan alat, pengujian alat, penyempurnaan desain alat dan dilanjutkan dengan pelatihan penggunaan alat dan perawatan (lihat Gambar 1). Identifikasi dan pemodelan alat dilakukan untuk mendapatkan model matematika dari alat. Hal yang paling awal adalah pengumpulan dasar teori dari masing-masing komponen pembentuk alat. Kajian teori ini didapatkan dari beberapa jurnal penelitian tentang teknologi alternatif pembangkit listrik kemudian menentukan solusi alternatif yang sesuai dengan lokasi fisik. Langkah berikutnya adalah mendesain fisik alat, baik desain rangkaian elektrik maupun fisik.

Alat ini berfungsi untuk menghasilkan energi listrik dari panas matahari sebagai

pengganti pembangkit listrik tenaga diesel, sehingga dapat menurunkan biaya produksi dari PT. Berkah Vannamei. Cara penggunaannya pun cukup sederhana, pengguna hanya perlu melakukan pengecekan baterai, dan mengganti saklar (*electric switch*) dari pembangkit listrik tenaga diesel ke SOSYSM.

b. Pada pengujian besar energi listrik yang dihasilkan dalam sehari dapat mencapai 2.030 watt. Energi yang dihasilkan ini cukup untuk mengisi ulang baterai dari kondisi kosong sampai penuh.



Gambar 1. Bagan Metode Pelaksanaan

Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui besarnya energi listrik yang dihasilkan alat. Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro FT Universitas Negeri Yogyakarta. Selanjutnya dilakukan pengujian di lapangan secara langsung bersama mitra. Pengujian ini, dibutuhkan dalam menentukan secara pasti (ideal) bagaimana susunan alat dan bentuk alat. Hal yang dicari yaitu besarnya energi listrik yang dihasilkan alat dalam proses pembangkit listrik tenaga panas matahari.

a. Besarnya energi listrik yang dihasilkan alat.

Energi panas yang dihasilkan oleh matahari akan difokuskan parabola dan dipantulkan pada Rangkaian TEG (*thermoelectric generator*). Disamping itu energi panas matahari juga akan di tangkap oleh panel surya yang kemudian output tersebut akan diteruskan ke baterai (*Accumulator*). Akan tetapi sebelum memasuki baterai *output* akan dikontrol oleh *charger controller* agar arus yang dibebaskan atau diambil dari baterai tidak *full discharge*, dan *overloading*, yang sekaligus untuk memonitor temperatur baterai dan menghindari *overvoltage*. Selanjutnya

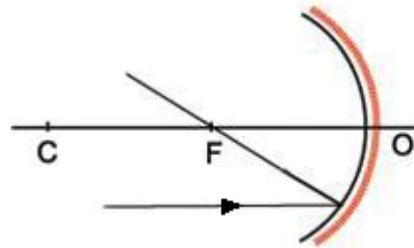
output pada panel dirangkai secara paralel dengan *output* rangkaian TEG (*thermoelectric generator*) agar mendapatkan arus yang optimal sehingga dapat mengisi baterai. *Output* tersebut berupa tegangan dan arus searah (DC). Untuk mendapatkan tegangan dan arus bolak balik maka terdapat *inverter*. Tegangan *output* tersebut juga dapat dinaikkan dengan cara mengaturnya sesuai dengan kebutuhan. Selanjutnya *output* tegangan tersebut dapat digunakan untuk penerangan atau keperluan tambak lainnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pembuatan dan penerapan SOSYSM terdapat 3 hal yang harus diketahui, yaitu desain, prinsip dasar kerja SOSYSM, dan manfaatnya. Berikut merupakan penjelasan tentang desain, prinsip kerja, SOSYSM dan kemanfaatannya.

Desain SOSYSM

Sesuai dengan permasalahan yang ada, piringan pada *reflector* parabola pada SOSYSM di desain untuk memfokuskan cahaya pada satu titik. Seperti pada sifat cermin cekung (*convergen*) yang apabila terdapat sinar datang yang sejajar sumbu utama maka sinar tersebut akan dipantulkan dengan sinar pantul menuju ke titik fokus (lihat Gambar 2).



Gambar 2. Skema Sinar Konvergen

Sehingga dalam hal ini sifat cermin cekung yaitu mengumpulkan. Titik fokus pada cermin cekung besarnya setengah kali dari jari jari kelengkungan cermin, karena cermin cekung adalah sebagai busur atau juring dari bangun bola. Agar menghasilkan panas yang maksimum maka digunakan parabola yang didesain dengan bahan aluminium untuk memfokuskan cahaya pada satu titik. Untuk menjaga agar komponen TEG tidak terkena panas secara langsung maka titik fokus tersebut dipusatkan pada plat hitam yang berfungsi sebagai konduktor bagi TEG sehingga TEG diletakkan diatas plat hitam. Rangkaian TEG dirangkai secara paralel untuk mendapatkan arus yang maksimal. TEG dalam menghasilkan energi listrik bekerja dengan mengkonversi energi panas menjadi listrik secara langsung. Untuk menghasilkan energi listrik, material sisi panas *Thermoelectric Generator* cukup diletakkan pada lubang plat hitam, sedangkan sisi dingin memanfaatkan angin laut yang berhembus melalui celah

rongga udara yang terdapat pada plat hitam, sehingga ketika terjadi perbedaan suhu antara kedua permukaan TEG timbulah energi listrik (lihat Gambar 3).

Prinsip Kerja Sistem

SOSYSM (*Solar Power Plant with Energy Storage System*) merupakan inovasi pembangkit listrik tenaga panas matahari yang memanfaatkan dua bahan elektrik yaitu TEG dan panel surya. TEG merupakan sebuah alat yang dapat digunakan sebagai pembangkit listrik dengan memanfaatkan perbedaan perubahan suhu panas dan dingin.

Termoelektrik didasarkan pada sebuah efek yang disebut efek Seebeck, yang pertama kali ditemukan pada tahun

1821 oleh Thomas Johann Seebeck. Prinsip kerja dari efek Seebeck yang bekerja pada pembangkit termoelektrik adalah jika ada dua buah material atau lempeng logam yang tersambung berada pada lingkungan dengan suhu yang berbeda maka di dalam material atau lempeng logam tersebut akan mengalir arus listrik [3]. Teknologi termoelektrik relatif lebih ramah lingkungan, tahan lama dan bisa digunakan dalam skala yang besar. TEG terdiri dari suatu susunan elemen tipe-P, yakni material yang kekurangan elektron, dan terdiri juga dari susunan elemen tipe-N, yakni material yang kelebihan elektron. Panas masuk pada salah satu sisi dan dibuang dari sisi lainnya. Transfer panas tersebut menghasilkan suatu



Gambar 3. Reflektor Parabola SOSYSM

tegangan yang melewati sambungan termoelektrik dan besarnya tegangan listrik yang dihasilkan sebanding dengan gradien suhu. Sedangkan panel surya/*solar cell* merupakan suatu *PN junction* dari silikon kristal tunggal. Dengan menggunakan *photo-electric effect* dari bahan semikonduktor, panel surya dapat langsung mengkonversi sinar matahari menjadi listrik searah (DC). Bila panel surya itu dikenakan pada sinar matahari, maka timbul yang dinamakan elektron dan *hole*. Elektron-elektron dan *hole-hole* yang timbul di sekitar *PN junction* bergerak berturut-turut ke arah lapisan N dan ke arah lapisan P [4].

Dua buah TEG yang disusun secara paralel dapat menghasilkan energi listrik sebesar 5 volt dan ≈ 300 mA. Sedangkan untuk panel menggunakan memiliki kapasitas 50 Wp. Output dari panel tersebut di rangkai paralel dengan output dari rangkaian TEG. Selanjutnya rangkaian tersebut digunakan untuk mengisi baterai. Sebelum memasuki baterai rangkaian tersebut melewati *charger controller* sesuai dengan fungsinya. Selanjutnya dari rangkaian *controller* juga mengeluarkan tegangan DC sebesar 12 Volt Murni dari Pengisian Baterai yang akan diteruskan ke rangkaian *Inverter* yang berfungsi merubah tegangan DC 12 V Menjadi Tegangan AC 220 Volt dengan Daya 1200 Watt yang siap digunakan untuk penerangan pada tambak sehingga dapat menurunkan biaya operasional PT. Berkah Vannamei Bantul.

Kemanfaatan Alat

Sumber daya panas matahari di daerah pesisir pantai Srandakan, Bantul sangat mendukung penerapan alat ini. Panas matahari di daerah ini mencapai 39° C sehingga optimal untuk membuat SOSYSM bekerja sesuai dengan prinsip dasarnya.



Gambar 4. Pemasangan Alat

Penerapan SOSYSM secara garis besar memberikan dua keuntungan bagi PT. Vannamei Bantul. Pertama yaitu menurunkan biaya operasional sehingga dapat memperoleh keuntungan yang lebih dari biasanya dan keuntungan lainnya yaitu ramah lingkungan. PT. Berkah Vannamei Bantul dalam menggerakkan kincir air dan penerangan menggunakan menggunakan pembangkit listrik tenaga diesel membutuhkan 10 liter perhari, sedangkan harga solar adalah Rp 6.900,00/liter, sehingga dalam sebulan menghabiskan biaya sebesar Rp 2.070.000,00. Apabila menggunakan

pembangkit listrik tenaga listrik PLN biaya perbulan adalah sebesar Rp 1.584.750,00 dengan besar harga menggunakan listrik perhari sebesar Rp 52.825,00. Sedangkan dengan menggunakan SOSYSM secara berkala maka biaya operasional turun menjadi Rp 1.009.920,00 dengan rinciannya sebagai berikut:

KESIMPULAN

Sumber daya alam di pesisir pantai Srandakan, Bantul sesuai dengan sistem kerja SOSYSM. SOSYSM dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan kebutuhan dan permintaan mitra. Setelah selama kurang lebih dua bulan penerapan dapat disimpulkan bahwa dengan penggunaan

Tabel 1. Data Perbandingan Biaya Operasional PT. Berkah Vannamei

Sumber Energi	Penggunaan per hari	Biaya per hari	Biaya per bulan	Keterangan
PLN	-	Rp 52.825,00	Rp 1.584.750, 00	-
Pembangkit listrik tenaga diesel	10 liter	Rp 69.000,00	Rp 2.070.000, 00	Sebelum penerapan SOSYSM
Diesel + SOSYSM	-	Rp 33.664,00	Rp 1.009.920, 00	Setelah Penerapan SOSYSM
Selisih sebelum dan setelah penerapan SOSYSM			Rp 1.060.080,00	-

Dari sini dapat kita ketahui manfaat yang didapat dari penggunaan SOSYSM yang merupakan pengganti pembangkit listrik tenaga diesel yaitu mengurangi biaya operasional sebanyak Rp 1.060.080,00/bulan. Selain itu, mesin diesel yang digunakan tidak cepat rusak jika dibandingkan dengan sebelum diterapkannya alat SOSYSM ini. Hal tersebut dikarenakan mesin diesel tidak harus hidup 24 jam dalam sehari seperti dalam kondisi sebelum penerapan SOSYSM. Adanya tenggang waktu mesin diesel untuk mati (dapat tidak digunakan) membuat mesin diesel lebih awet.

SOSYSM secara berkala maka biaya operasional PT. Berkah Vannamei Bantul mengalami penurunan. Penurunannya pun cukup signifikan, yaitu mencapai 51 % dari sektor biaya operasional alat. Sehingga profit dari usaha tambak udang itu sendiri pun cukup meningkat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada:

1. Ditjen Dikti yang telah mendanai program ini sehingga program ini dapat terlaksana.
2. Rektor UNY yang telah memberikan dukungan dan motivasi.
3. Dekan Fakultas Teknik UNY yang selalu memberikan dukungan pada kami.
4. Bapak Martubi, M.Pd., M.T. yang telah memberikan bimbingan, masukan serta ilmu untuk kesempurnaan karya kami.

[3] Djavar, Z. Putra, N. dan Koestoer R.A. 2010. Pengaruh Variasi Temperatur Fluida Panas terhadap Karakteristik Modul Thermoelekrik Generator. *Jurnal Teknik Mesin*. 11(1): 33

[4] Manan, S. 2009, "Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif Yang Effisien, Handal dan Ramah Lingkungan di Indonesia". Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Republik Indonesia. 2008. Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No.2682K/21/MEM/2008 tentang Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional 2008 s.d. 2027. Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. Jakarta.
- [2] Sukmana, Y. 2015. Harga BBM Naik Lagi, Pemerintah Dinilai Terapkan Manajemen "Warkop". [Online]. Tersedia: <http://bisnis.keuangan.kompas.com/read/2015/03/27/222610026/Harga.BBM.Naik.Lagi.Pemerintah.Dinilai.Terapkan.Manajemen.Warkop.kompas.com> [29 Maret 2015]