

PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK PENYIRAMAN LAHAN PERTANIAN

Mychael Gatriser Pae^{1*}, Maria D. Badjowawo², Ofran Tiran³

^{1,2,3} Politeknik Negeri Kupang

* E-mail: mychel.pae@mail.ugm.ac.id

Abstrak

Perancangan PLTS ini sebagai alternatif penyiraman lahan pertanian pada musim kemarau oleh kelompok tani Nekamese di Desa Nunmafo Kecamatan Amabi Oefeto Timur. Adapun kapasitas beban listrik yang digunakan adalah 125 WP, dengan durasi penyiraman selama 1 jam. Kapasitas panel surya yang digunakan adalah 200 WP dengan menggunakan sistem penyimpanan baterai berkapasitas 80 Ah/12V. Untuk mengoperasikan beban pompa air, sistem ini menggunakan inverter dengan kapasitas 600 Watt, dan *charger controller* sebagai proteksi pengisian ke baterai dan inverter dengan nominal arus 20 A.

Kata kunci: PLTS, Penyiraman, Panel surya, Inverter, Baterai, *charger controller*

PENDAHULUAN

Photovoltaic (PV) adalah sebuah peralatan semikonduktor yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik. *Photovoltaic* merupakan suatu panel yang terdiri dari beberapa sel dan beragam jenis. *Photovoltaic* merupakan irisan bahan *silicon*, ini telah diproses sedemikian rupa sehingga memiliki sifat-sifat semikonduktor. Sebagai akibat sifat semikonduktor, akan timbul tegangan listrik diantara kontak sisi depan dengan kontak sisi belakang ketika cahaya matahari menimpa permukaan depan *photovoltaic*.

Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk menggerakkan motor pompa air sumur dangkal adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Pembangkit Listrik Tenaga Surya merupakan pembangkit listrik yang menggunakan sinar matahari sebagai sumber energi. Selain itu, Pembangkit Listrik Tenaga Surya biayanya lebih murah karena tidak menggunakan bahan bakar, hanya membutuhkan sedikit perawatan dan ramah lingkungan.

Oleh karena itu, diperlukan sebuah alat yang dapat membantu meringankan aktifitas mereka dalam hal menimbah air yakni memanfaatkan motor pompa air, yang bersumber dari PLTS. Sesuai dengan latar tersebut, maka penulis mengambil sebuah judul "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Penyiraman Lahan Pertanian".

Iklim di Kabupaten Kupang musim kemarau lebih panjang atau lebih lama dibandingkan musim hujan atau basah, dimana selama 8 bulan mengalami musim kemarau dan 4 bulan mengalami musim hujan. Rata-rata

kelembaban udara di Kabupaten Kupang sebesar 76,6%, tekanan udara 1.010,42 milibar, dan rata-rata suhu udara di atas 27,26°.

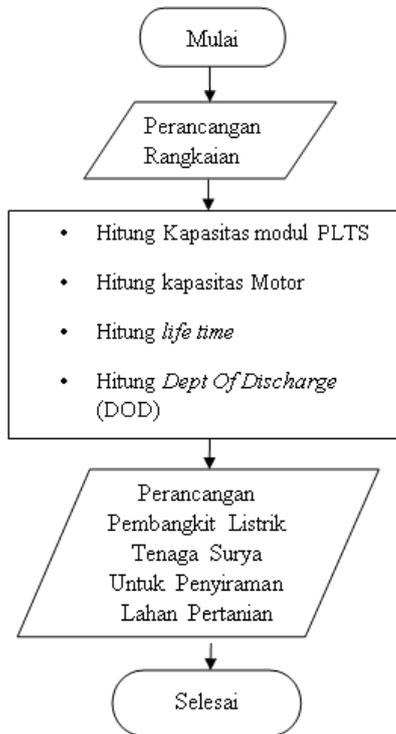
Bila musim kemarau tiba, para petani di Kabupaten Kupang khususnya pada Desa Nunmafo, RT 15, RW 08. Kec Amabi Oefeto Timur akan mengalami krisis air untuk penyiraman lahan pertanian. Ini dikarenakan sungai-sungai dan sumur masyarakat yang mengering, sehingga untuk penyiraman lahan pertanian pada musim kemarau, masyarakat di Kabupaten Kupang harus menempuh jarak yang terbilang jauh sebagai salah satu akses penyiraman lahan pertanian. Maka tidak dapat di pungkiri jika musim kemarau tiba, hasil pertanian masyarakat di Kabupaten Kupang akan mengalami pemerosotan karena kekeringan juga akan berdampak pada perekonomian masyarakat di NTT khususnya di Kabupaten Kupang.

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dikembangkan suatu sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai alternatif penyiraman lahan pertanian pada musim kemarau di Kabupaten Kupang, dan diharapkan penelitian ini akan sangat berguna bagi kepentingan umum khususnya bagi masyarakat di Desa Nunmafo Amabi Oefeto Timur Kabupaten Kupang.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian tindakan (*Action Research*), yaitu suatu bentuk penelitian reflektif diri secara kolektif dilakukan peneliti dalam situasi sosial untuk meningkatkan penalaran dan keadilan praktek, serta pemahaman mengenai praktek dan terhadap

situasi tempat dilakukan praktek penelitian. Diagram pelaksanaan kegiatan Penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian Pada perancangan ini, perlu dianalisa modul surya agar mempunyai performa yang baik. Jika pada intensitas radiasi 1.000 W/m² dan temperatur 25°C, maka dengan menggunakan angka radiasi hasil pengukuran 1592W/m² /1000 W/m² = 1,5Wh. Jika spesifikasi modul tegangan V_{mpp} = 18,30 Volt, dan Arus (I_{mpp}) = 5,47Ampere, maka untuk mendapatkan daya modul dengan menggunakan ersaman (2-1) adalah sebagai berikut :

$$P_n = V \times I \tag{1}$$

Lama waktu radiasi rata-rata (t_r) = 1,5 Wh/m²/hari (hasil pengukuran) Sehingga dalam satu hari setiap modul harus mampu mensuplai energi rata-rata maka untuk mendapatkan energi rata-rata dengan menggunakan persamaan (2) adalah sebagai berikut :

$$E_{modul} = P_n \cdot t_r \tag{2}$$

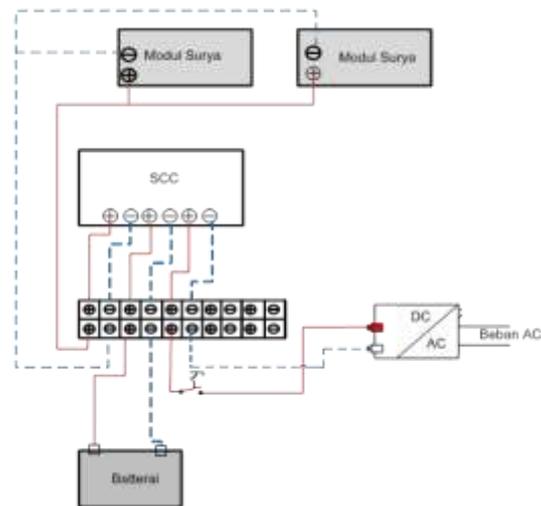
Untuk perhitungan kapasitas baterai maka yang perlu diperhatikan adalah waktu otonomi baterai yang dipahami sebagai estimasi lama waktu operasional baterai. Makin tinggi kapasitas baterai yang diperlukan maka waktu otonomi juga perlu diperbesar agar

kemampuan baterai dalam menyimpan energi dapat terpenuhi. Waktu otonomi yang biasa digunakan di daerah equator adalah t_{oton} = 2 hari. t (waktu) otonomi atau waktu dimana tidak adanya penyinaran matahari digunakan 2 hari, maka untuk mendapatkan kapasitas baterai dengan menggunakan persamaan 3 dan 4.

$$\text{Muatan Baterai (Q) harian} = P/V \tag{3}$$

$$\text{Jadi Muatan Baterai (Q}_{oton}) = Q \times t_{oton} \tag{4}$$

Secara keseluruhan, berdasarkan hasil analisis dan perhitungan, maka digram perancangan sistem penyiraman lahan pertanian seperti Gambar 2.



Gambar 2. Diagram instalasi perancangan PLTS Penyiraman Lahan Pertanian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Arus dan tegangan Keluaran dari panel surya adalah berupa listrik arus searah (DC) yang besar tegangan keluarannya tergantung dengan jumlah sel surya yang dipasang didalam panel surya dan banyaknya sinar matahari yang menyinari panel surya tersebut. Keluaran dari panel surya ini sudah dapat digunakan langsung ke beban yang memerlukan sumber tegangan DC , dengan konsumsi arus yang kecil. Energi listrik yang dihasilkan juga dapat digunakan pada kondisi-kondisi seperti pada malam hari (kondisi saat panel surya tidak disinari cahaya matahari), maka keluaran dari panel surya ini harus dihubungkan ke sebuah media penyimpanan (*storage*). Dalam hal ini adalah baterai. Tetapi ini tidak langsung dihubungkan begitu saja dari panel surya ke baterai, tetapi harus dihubungkan ke rangkaian Solar Charger Controller, dimana didalam rangkaian tersebut

terdapat rangkaian pengisi baterai otomatis (*Automatic Charger*).

HASIL

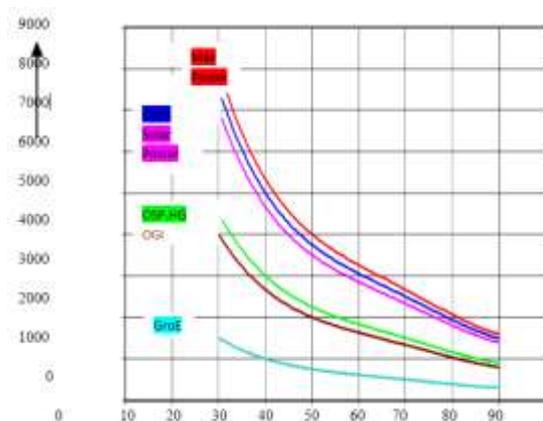
Pengukuran Arus dan Tegangan system PLTS penggerak motor pompa air otomatis dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Pengukuran Arus dan Tegangan.

Waktu (Second)	Vpv (Volt)	Ipv (Ampere)	Vsec (Volt)	Isc (Ampere)	Kemiringan Pv (°)
07.00	15.38	3.16	10.13	3.16	15°
08.00	16.18	4.23	10.76	4.19	15°
09.00	18.5	4.18	10.25	4.18	15°
10.00	19.13	4.42	10.1	4.32	15°
11.00	19.13	4.59	11.2	4.13	15°
12.00	19.28	5.51	10.85	4.48	15°
13.00	18.97	4.48	10.48	4.75	15°
14.00	17.80	4.75	10.6	4.61	15°
15.00	16.20	4.61	10.19	4.13	15°
16.00	16.7	4.13	10.3	4.11	15°
17.00	13.35	3.75	10.12	3.6	15°

Pengukuran arus dan tegangan dilakukan selama 10 jam dimulai pukul 07.00 sampai 17.00. Dari hasil pengukuran diketahui tegangan tertinggi dihasilkan pada pukul 12.00 yaitu 19.28 V dengan arus 5.51 A. Sedangkan Tegangan dan arus terendah dihasilkan pada pukul 17.00 yaitu dengan nominal tegangan 3.75 V, dengan arus sebesar 3.75.

Hasil analisis baterai pada tahapan kedua ini menunjukkan presentase kapasitas baterai yang telah dikosongkan (terpakai) terhadap kapasitas maksimumnya, sedangkan SOC adalah presentase kapasitas baterai yang masih tersedia (tersisa) terhadap kapasitas maksimumnya. Pada hasil analisis DOD ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan DOD dan *Lifetime* Baterai

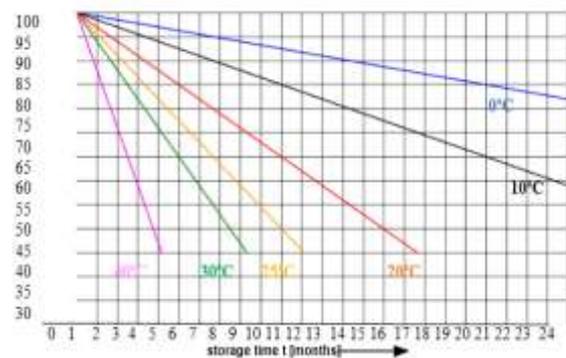
Kurva di atas mendeskripsikan hubungan DOD dan umur baterai. Sumbu X mendefinisikan

presentase pengosongan karena penggunaan baterai, Sumbu Y mendefinisikan jumlah siklus pengisian baterai. Sedangkan *Max Power*, *OpzS*, *Solar Power*, *OSP.HG*, *OGI*, dan *GroE* adalah jenis baterai. Untuk mengetahui umur baterai berdasarkan jenisnya, *DOD*, dan siklus pengisian baterai maka dapat dilihat pada kurva, misalnya pada karakteristik baterai *Solar Power*. *DOD* yang terpakai sebesar 50%, maka berdasarkan kurva di atas *Life time* baterai tersebut adalah :

$$\text{Umur Baterai} = \frac{2800}{365} = 7 \text{ tahun.}$$

Hal ini berlaku untuk setiap karakteristik baterai sesuai dengan manufaktur dari produsen baterai. Kurva di atas berlaku bagi baterai tipe *VRLA OpzS* yang terdapat di dalam kurva di atas.

Umur baterai secara kalender biasanya berkisar hingga beberapa tahun. Namun, hal ini juga sangat dipengaruhi oleh *SOC* atau seberapa penuh kapasitas baterai tersebut dengan suhu. Karakteristik penggunaan baterai berdasarkan suhu kerja dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Hubungan Umur Penyimpanan Baterai dan Suhu

Kurva di atas mendeskripsikan hubungan umur penyimpanan baterai dan suhu. Sumbu X mendefinisikan waktu penyimpanan (*t*) dalam bulan, Sumbu Y mendefinisikan kapasitas baterai yang tersisa. Untuk mengetahui umur baterai berdasarkan suhu dan kapasitas maka dapat dilihat pada kurva, Misalnya pada suhu 40°C dengan kapasitas baterai C10 yang artinya kapasitas baterai yang tersedia selama 10 jam, waktu penyimpanan hanya sekitar 4 bulan. Sedangkan pada suhu ruang 25°C, waktu penyimpanan bisa sampai 12 bulan (1 tahun) atau lebih jika perawatan lebih baik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu

baterai maka semakin pendek umur baterai.

PEMBAHASAN

1. Perhitungan Jumlah Modul

Jika pada intensitas radiasi 1.000 W/m^2 dan temperatur 25°C , maka dengan menggunakan angka radiasi hasil pengukuran $1592 \text{ W/m}^2 / 1000 \text{ W/m}^2 = 1,5 \text{ Wh}$. Jika spesifikasi modul tegangan $V_{\text{mpp}} = 18,30 \text{ Volt}$, dan Arus (I_{mpp}) = $5,47 \text{ Ampere}$, maka untuk mendapatkan daya modul dengan menggunakan persamaan (1) adalah sebagai berikut :

$$P_n = V \times I$$

$$= 18,30 \times 5,47 = 100,101 \text{ Va}$$

Dalam perancangan ini modul yang digunakan adalah 2 buah modul PV dengan spesifikasi yang sama, maka untuk mendapatkan daya nominal (P_n) dari panel menggunakan persamaan (2) adalah sebagai berikut :

$$P_n = 2 \times 100,101 = 200,202 \text{ Watt}$$

Lama waktu radiasi rata-rata (t_r) = $1,5 \text{ Wh/m}^2/\text{hari}$ (hasil pengukuran). Sehingga dalam satu hari setiap modul harus mampu mensuplai energi rata-rata maka untuk mendapatkan energi rata-rata:

$$E_{\text{modul}} = P_n \cdot t_r$$

$$= 101,202 \times 1,5 = 151,803 \text{ Wh/hari}$$

Dan diasumsikan bahwa waktu yang dibutuhkan sistem untuk regenerasi baterai, berarti dalam kondisi tanpa beban, adalah 1 hari. maka untuk mendapatkan jumlah modul (N) untuk dapat mensuplai kebutuhan beban sebesar 125 Wh/hari dengan waktu otonomi 2 hari adalah sebagai berikut :

$$N = (E_{\text{tot}} \cdot t_{\text{oton}}) / (E_{\text{modul}} \cdot t_{\text{regen}})$$

$$= (101,202 \times 2) / (151,803 \times 1)$$

$= 202,404 / 151,808 = 1,3$ modul atau disetarakan dengan 2 modul agar daya output yang dihasilkan lebih besar.

Jadi menggunakan modul dengan $P_{\text{max}} 100 \text{ Wp}$ dalam mensuplai daya listrik 125 Watt cukup menggunakan 2 unit modul.

2. Kapasitas Baterai

Untuk mengetahui berapa besar kapasitas

daya baterai (Ah) maka yang perlu diperhatikan adalah waktu otonomi baterai yang dipahami sebagai estimasi lama waktu operasional baterai. Makin tinggi kapasitas baterai yang diperlukan maka waktu otonomi juga perlu diperbesar agar kemampuan baterai dalam menyimpan energi dapat terpenuhi.

Waktu otonomi yang biasa digunakan di daerah equator adalah $t_{\text{oton}} = 2$ hari. t (waktu) otonomi atau waktu dimana tidak adanya penyinaran matahari digunakan 2 hari, maka:

$$\text{Muatan Baterai (Q) harian} = P/V$$

$$= 125/12 = 10,41 \text{ Ah}$$

$$\text{Jadi Muatan Baterai (Q}_{\text{oton}}) = Q \times t_{\text{oton}}$$

$$= 10,41 \times 2 = 20,82 \text{ Ah}$$

Jika diperhitungkan tingkat pengosongan baterai biasanya 50-70%, maka digunakan rata-ratanya sehingga diambil 50%. Maka kapasitas baterai (K_N) baterai yang sesuai adalah:

$$K_N = 33,34 \text{ Ah} / 0,5 = 66,68 \text{ Ah} \text{ atau setara dengan } 80 \text{ Ah}$$

3. Waktu Operasi Sistem

Jika daya atau beban uji yang digunakan sebesar 125 W maka dengan menggunakan baterai 80 Ah dapat menghidupkan beban 125 Watt dengan jumlah jam operasi seperti perhitungan berikut.

Untuk mendapatkan waktu operasi beban dengan daya 125 Watt , Jika diketahui tegangan sistem adalah 12 Volt , dan kapasitas baterai adalah 80 Ah adalah sebagai berikut :

$$P = I \times V$$

$$= 80 \text{ Ah} \times 12 \text{ Volt} = 960 \text{ Wh}$$

Pada perancangan ini menggunakan 1 buah baterai, maka :

$$P = 1 \times 960 \text{ Wh} = 960 \text{ Wh}$$

Jadi waktu beroperasi beban adalah :

$$t = 960 / 125 = 7,64 \text{ jam}$$

PENUTUP

Dari hasil penelitian ini didapatkan beberapa kesimpulan maupun saran antara lain adalah: Perancangan PLTS ini sebagai alternatif penyiraman lahan pertanian pada musim kemarau oleh kelompok tani Nekamese di Desa Nunmafo Kecamatan Amabi Oefeto Timur. Adapun kapasitas beban listrik yang digunakan adalah 125 WP, dengan durasi penyiraman selama 1 jam. Kapasitas panel surya yang digunakan adalah 200 WP dengan menggunakan sistem penyimpanan baterai berkapasitas 80 Ah/12V. Untuk mengoperasikan beban pompa air, sistem ini menggunakan inverter dengan kapasitas 600 Watt, dan *charger controller* sebagai proteksi pengisian ke baterai dan inverter dengan nominal arus 20 A.

Penuaan umur baterai diakibatkan oleh pengisian dan juga sangat dipengaruhi oleh siklus kedalaman pengosongan baterai Depth Of Discharge (DOD). Semakin dalam DOD yang diberlakukan pada suatu baterai, maka semakin pendek pula usia pakai dari baterai tersebut. Selain itu, suhu atau temperature dimana baterai tersebut di simpan juga mempengaruhi umur baterai, semakin tinggi temperature maka semakin pendek usia baterai. Bagaimana menentukan kapasitas daya baterai, karakteristik kerja baterai siklus kerja, life timenya dan Dept Of Discharge (DOD).

Adapun saran sebagai acuan pengembangan dari penelitian ini antara lain: bagi masyarakat di daerah terisolir yang menggunakan alat ini selalu memperhatikan perawatan dan perbaikan maka dari itu masyarakat harus diberi pemahaman agar nantinya jika ada kerusakan masyarakat bisa melakukan perawatan dan perbaikan dengan sendirinya agar peralatan ini bisa digunakan dalam jangka waktu yang sangat panjang dan tidak mudah rusak. Selain dari segi perawatan, penambahan kapasitas baterai sangat diperlukan agar masyarakat mampu mengoperasikan sistem dengan durasi waktu yang lebih lama.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Kupang yang telah memberikan ijin kepada tim peneliti untuk melakukan penelitian ini. Selanjutnya, ucapan terimakasih kepada Bapak Daud Obed Bekak, S.T.,M.T dan Ibu Maria D. Badjowawo, ST, MT yang telah berkontribusi sebagai pembimbing dalam penelitian ini, serta sdr. Ofran Tiran dan teman – teman yang telah membantu dalam kelancaran penelitian ini. Kepada Tim

Pengelola Jurnal FLASH, penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan dan perannya dalam mereview hasil penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Aminoto, Anryan, 2017. Cara seting timer listrik. <http://super.suryaled.com/2017/11/10/cara-seting-timer-listrik/>: diakses tanggal 21 juli 2019
- [2]. Anonim,2012. Solar energi diagram. <http://xtenologi.blogspot.com/2012/11/09-solar-energi-diagram/>: diakses tanggal 10 juni 2019
- [3]. Bali,Wilhelmus loli. 2017.Penggunaan *photovoltaiku* untuk menggerakkan motor pompa air secara otomatis.Kupang:Politeknik Negeri Kupang
- [4]. Dadan Hamdani, 2011.pengujian *stand alone photovoltaic system* (SAPS) untuk aplikasi kelistrikan daerah terpencil. *Jurnal FMIPA Univ Mulawarman*.
- [5]. Mark Hankins, 1991: "Asumsi rugi-rugi (loses) pada sistem dianggap sebesar 15% "*small solar electric system*
- [6]. Raditya,Galih, 2017.Sejarah sel surya dan perkembangannya: diakses pada tanggal 25 juni 2019
- [7]. Rahmatika Elmi, 2019. Jenis-jenis pompa air. <https://www.99.co/blog/indonesia/jenis-pompa-air/2019/11/03/>: diakse tanggal 22 juli 2019
- [8]. Rotib.Windy, 2007."Aplikasi Sel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif", [online]. Tersedia: <http://www.Forumsains.com>. [15 maret 2007]
- [9]. Sigalingging, Karmon. 1995. *Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Bandung: Tarsito
- [10].Widjan, 2017, Komponen apa saja yang harus ada dalam PLTS,artikel. <https://kelistrikanaku.com/2017/01/komponen-bagian-panel-surya.html>.Diakses pada 8 juli 2019