



## Perancangan dan Implementasi PLTS Off-Grid untuk Pompa Air Irigasi pada Kebun Ketahanan Pangan Desa Oeltua

Markus Daud Letik<sup>1</sup>, Maria Dolorosa Badjowawo<sup>2</sup>, Duma Pabiban<sup>3</sup>,  
Daud Obed Bekak<sup>4</sup>, David S Koten<sup>5</sup>, Mychael G Pae<sup>6\*</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup>Politeknik Negeri Kupang

\*Email: [daleletik@gmail.com](mailto:daleletik@gmail.com)

### Abstrak

Irigasi tenaga surya membantu kebun tetap produktif saat akses listrik terbatas. Kegiatan pengabdian ini memasang PLTS off-grid untuk mengoperasikan pompa air irigasi pada kebun ketahanan pangan di Desa Oeltua, Kecamatan Taebenu, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur. Lokasi kebun tidak memiliki pasokan listrik PLN yang andal sehingga petani bergantung pada genset dengan biaya tinggi dan jam operasi terbatas. Tim menerapkan participatory engineering melalui survei teknis, perancangan bersama mitra, instalasi, komisioning, dan pelatihan operator. Beban pompa sebesar 1.300 W dengan waktu operasi 4 jam per hari, sehingga kebutuhan energi harian 5.200 Wh. Tim mengacu pada peak sun hours setempat dan faktor efisiensi sistem yang konservatif untuk menentukan kebutuhan PV 2.080 Wp dan memasang PV 2.300 Wp (4 x 575 Wp). Sistem memakai baterai LiFePO4 48 V 100 Ah dan inverter 5 kVA untuk mengantisipasi arus start motor. Sistem berjalan sesuai rencana, menurunkan ketergantungan genset di lokasi kebun hingga 100 persen, dan meningkatkan keandalan irigasi harian melalui SOP sederhana dan tim operator lokal.

**Kata Kunci:** ketahanan pangan; pompa irigasi; PLTS off-grid; pompa air tenaga surya; pengabdian masyarakat

### Abstract

*Solar-powered irrigation helps farms operate reliably where grid access is limited. This community service project installed an off-grid photovoltaic (PV) system to run an irrigation pump for a food-security garden in Oeltua Village, Taebenu Subdistrict, Kupang Regency, East Nusa Tenggara. The site lacked reliable PLN electricity, so farmers depended on diesel generators with high costs and limited operating hours. We used a participatory engineering approach through a technical survey, joint design, installation, commissioning, and operator training. The pump load reached 1,300 W and operated 4 hours/day, requiring 5,200 Wh/day. Based on local peak sun hours and a conservative system efficiency factor, we sized the PV array at 2,080 Wp and installed 2,300 Wp (4 x 575 Wp). The system used a 48 V 100 Ah LiFePO4 battery and a 5 kVA inverter to handle motor starting current. The system operated as planned, eliminated diesel generator use at the garden site by 100%, and improved daily irrigation reliability through training, simple SOPs, and a local operator team.*

**Keywords:** food security; irrigation pump; off-grid PV; solar water pumping; community service



Ciptaan disebarluaskan di bawah [Lisensi Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional](#).

## PENDAHULUAN

Irigasi menentukan stabilitas produksi pada kebun ketahanan pangan. Di Desa Oeltua, operasional pompa air masih terkendala pasokan listrik yang tidak andal di lokasi kebun. Kondisi ini membuat penyiraman sulit konsisten dan menambah biaya operasional bila petani memakai genset. Solusi energi yang mandiri dan bisa dipelihara warga menjadi kebutuhan utama agar kebun tetap produktif sepanjang musim.

PLTS off-grid untuk pompa air menjadi opsi yang kuat karena sistem bisa bekerja dekat sumber air dan lahan, tanpa menunggu perluasan jaringan. Studi tinjauan menunjukkan desain PV water pumping perlu menyesuaikan beban, pola operasi, kontrol, dan performa lapangan agar sistem stabil dan efisien. Studi di Indonesia juga menunjukkan sistem pompa tenaga surya berpotensi layak secara teknis dan ekonomis untuk irigasi dibanding opsi berbasis diesel, terutama saat biaya BBM dan perawatan menjadi beban rutin (Muhsen et al., 2017).

Dari sisi ekonomi dan keberlanjutan, riset di sistem pompa irigasi tenaga surya menegaskan pentingnya evaluasi biaya siklus hidup dan manfaat pengurangan diesel untuk menekan biaya operasi jangka panjang (Islam & Hossain, 2022). Pada sisi desain, pendekatan sizing yang mempertimbangkan keandalan dan kebutuhan air memberi dasar kuat untuk memilih kapasitas PV, penyimpanan, dan konfigurasi sistem yang paling efisien. Kajian komprehensif juga menekankan perlunya margin kapasitas dan pemilihan inverter yang memadai untuk mengatasi lonjakan arus start motor pompa.

Berdasarkan kebutuhan tersebut, kegiatan pengabdian ini menerapkan PLTS off-grid untuk mengoperasikan pompa irigasi kebun ketahanan pangan Desa Oeltua, sekaligus memperkuat aspek tata kelola melalui pelatihan, SOP, dan pengelolaan operasional. Fokus naskah ini ada pada rasional desain kapasitas, proses instalasi dan komisioning, serta pembelajaran teknis yang bisa direplikasi pada lokasi serupa.

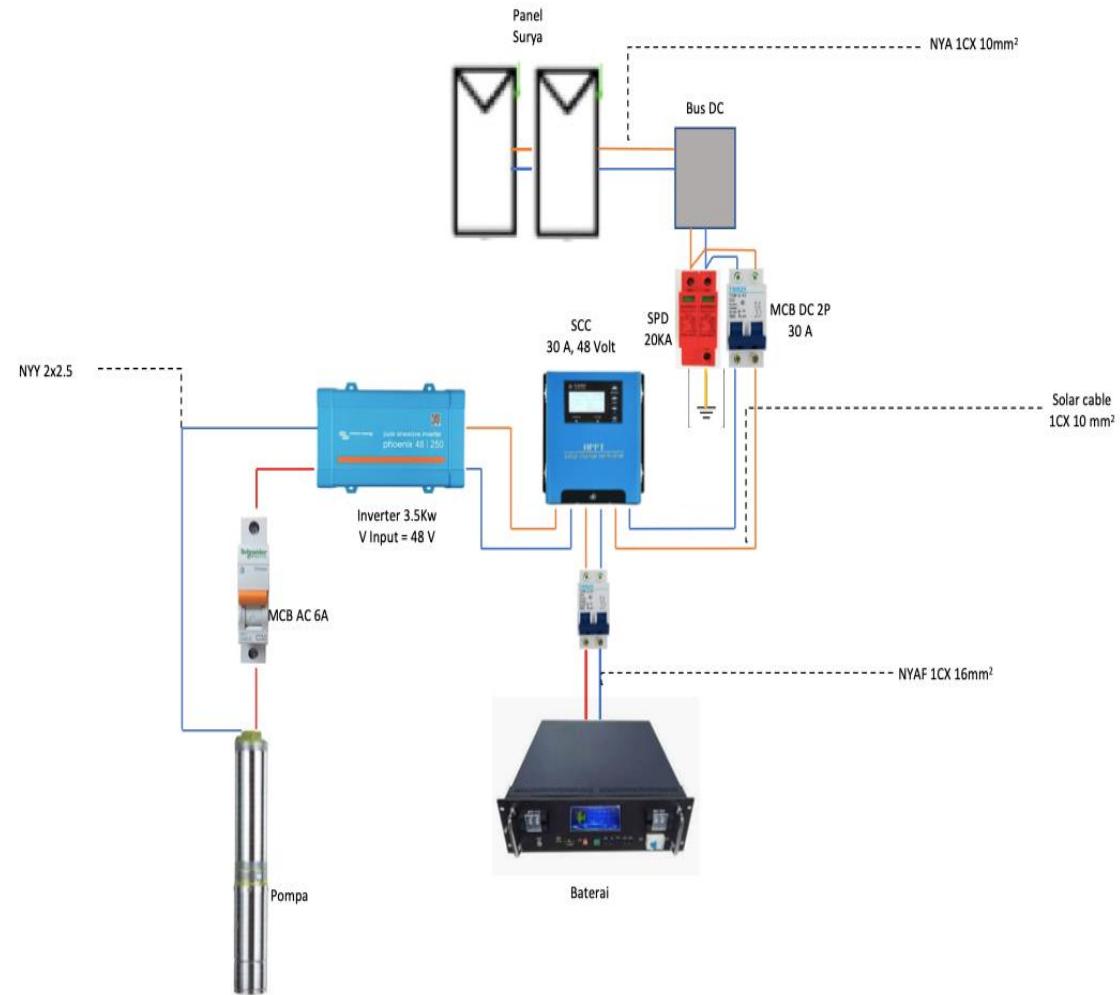
Meskipun berbagai studi menunjukkan kelayakan teknis PLTS untuk pompa irigasi, praktik implementasi berbasis pengabdian masyarakat yang menekankan partisipasi aktif mitra, penyusunan SOP operasional yang sederhana, serta transfer kapasitas teknis untuk operasi dan pemeliharaan masih terbatas, khususnya di wilayah Nusa Tenggara Timur. Banyak program berhenti pada instalasi perangkat, sehingga keberlanjutan operasi bergantung pada pihak luar dan sering tidak diikuti pencatatan kinerja, pembagian peran operator, dan mekanisme

perawatan rutin. Karena itu, kegiatan ini memposisikan aspek pemberdayaan sebagai inti, melalui perancangan bersama mitra, pelatihan operator, penyerahan SOP, dan penguatan tata kelola operasional, agar sistem PLTS tidak hanya berfungsi saat uji coba, tetapi juga beroperasi stabil untuk mendukung irigasi harian kebun ketahanan pangan Desa Oeltua.

## **METODE**

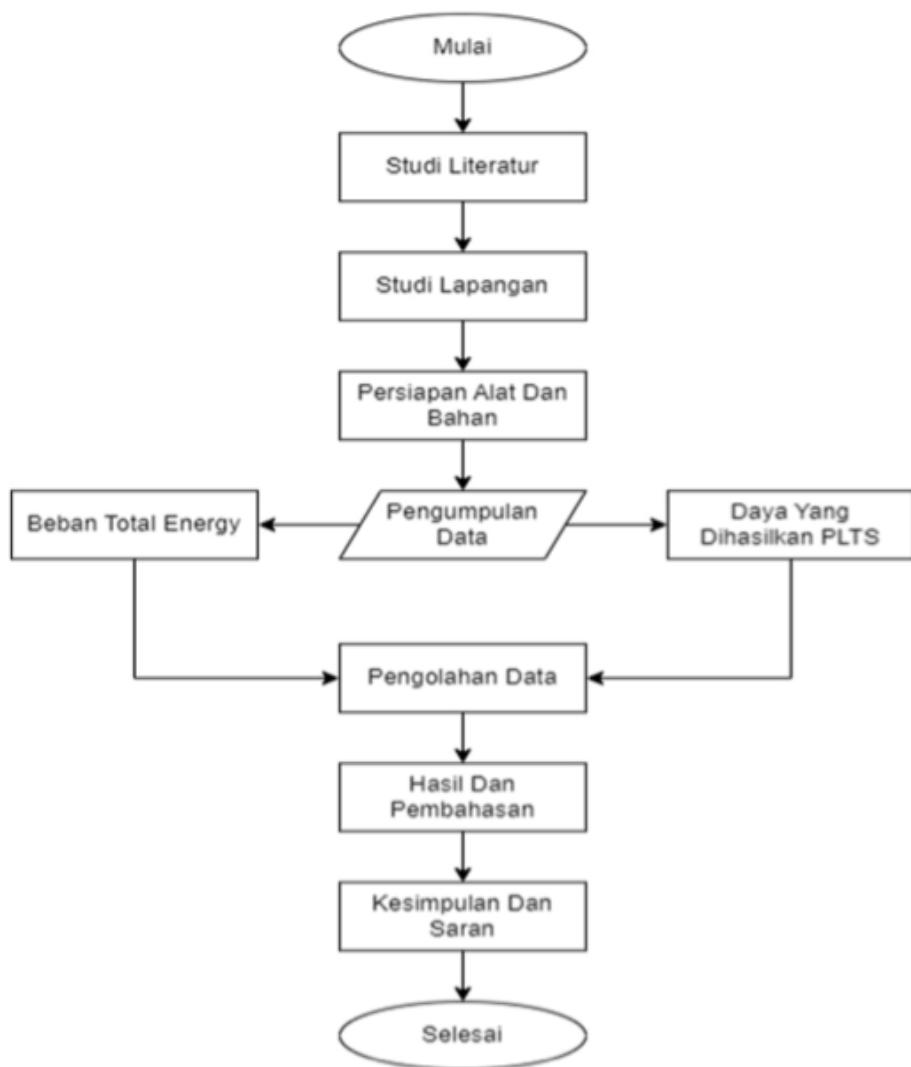
Kegiatan pengabdian ini berlangsung selama tiga minggu kerja pada tahun 2025. Tim membagi pekerjaan menjadi Minggu 1 untuk persiapan, Minggu 2 untuk survei teknis, dan Minggu 2 sampai Minggu 3 untuk perancangan, pengadaan, instalasi, serta komisioning. Tim melaksanakan kegiatan di kebun ketahanan pangan Desa Oeltua, Kecamatan Taebenu, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur. Tim memakai pendekatan participatory engineering. Tim melibatkan pemerintah desa dan kelompok tani sejak perencanaan, penentuan jadwal irigasi, penentuan operator, sampai tahap uji fungsi. Tim menargetkan sistem tidak hanya terpasang, tetapi juga bisa dioperasikan dan dirawat oleh mitra.

Tim menggunakan perangkat utama PLTS off-grid untuk mengoperasikan pompa air yang terdiri dari modul surya, bank baterai, inverter, serta solar charge controller yang sesuai dengan karakteristik arus dari rangkaian panel dan kebutuhan tegangan sistem. Tim melengkapi sistem dengan perangkat proteksi dan keselamatan, meliputi MCB sisi DC dan AC, surge protection device, sistem grounding, konektor, serta kabel DC dan AC yang disesuaikan dengan arus kerja. Tim juga menyiapkan struktur pemasangan panel, box panel, dan penataan jalur kabel yang rapi agar komponen terlindungi dari kerusakan mekanis dan paparan air. Selain perangkat utama, tim memakai alat kerja dan alat ukur untuk menjaga mutu instalasi, seperti multimeter dan tang ampere untuk memeriksa tegangan, arus, dan kontinuitas, power meter untuk memverifikasi daya keluaran serta beban pompa saat uji, alat kerja instalasi listrik berupa crimping, obeng isolasi, tang potong, bor, dan alat klem kabel, serta APD kerja seperti sarung tangan, sepatu kerja, dan pelindung mata selama proses pemasangan. Berikut ini adalah Gambar Rancangan dari sistem:



Gambar 1: Rancangan Pompa Air Tenaga Surya Desa Oeltua

Tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian ini mengikuti alur kerja rekayasa lapangan yang terstruktur. Tim menjalankan setiap tahap secara berurutan, mulai dari penyamaan persepsi dan penetapan kebutuhan bersama mitra, verifikasi kondisi lokasi melalui survei teknis, penguatan dasar perancangan lewat pengumpulan data beban dan potensi energi surya, hingga penentuan rancangan kapasitas komponen. Setelah rancangan final siap, tim melanjutkan ke instalasi dan integrasi sistem, kemudian memastikan kelayakan operasi melalui komisioning dan uji fungsi. Tahap akhir berfokus pada keberlanjutan, yaitu pelatihan operator, penyusunan SOP, serta dokumentasi dan evaluasi bersama agar sistem dapat dioperasikan dan dirawat secara mandiri oleh mitra. Berikut ini adalah Gambar digram alir perancangan sistem:



Gambar 2: Diagram Alir Peranengan Sistem

Pada tahapan perancangan, penentuan kapasitas komponen merupakan hal yang penting agar sistem dapat melayani beba. Berikut ini adalah penentuan kapasitas beban: Pertama, Profil beban. Tim menetapkan profil beban dengan memetakan beban utama yang dilayani sistem, yaitu pompa air, termasuk daya kerja, durasi operasi harian, serta karakteristik operasi start dan stop. Tim menggunakan data ini untuk menghitung kebutuhan energi harian dengan pendekatan (Kahar & Hantoro, 2016):

$$E_{load} = P_{avg} \times t_{daily} \quad (1)$$

Dengan:

$E_{load}$  = Energi listrik yang dikonsumsi oleh beban (Wh/hari)

$P_{avg}$  = Daya rata-rata (Watt)

$t_{daily}$  = Waktu operasi pompa (jam)

Hasil profil beban menjadi dasar untuk menentukan besaran energi yang harus dipenuhi oleh sistem setiap hari dan menentukan kebutuhan daya puncak yang muncul saat pompa mulai bekerja.

Kedua, Kapasitas Panel Surya. Tim menghitung kapasitas panel surya berdasarkan kebutuhan energi harian dari profil beban dan potensi energi surya setempat yang dinyatakan dalam Peak Sun Hours (PSH). Tim memasukkan faktor efisiensi sistem untuk mengakomodasi rugi-rugi konversi, rugi kabel, serta kondisi cuaca yang tidak selalu ideal. Tim kemudian menetapkan margin desain agar ketersediaan energi tetap aman pada hari dengan radiasi lebih rendah dan agar pengisian energi harian tetap tercapai. Untuk menghitung kapasitas panel surya digunakan persamaan (Sreewirote & Leelajindakrairerk, 2016):

$$P_{pv} = \frac{E_{load}}{(PSH \times n_{system})} \quad (2)$$

Dimana:

$P_{pv}$  = PV panel nominal peak power (Wp)

$E_{load}$  = Total energy demand for a day (Wh)

PSH = Peak Sun Hour (hr)

$n_{system}$  = overall system efficiency

Ketiga, Kapasitas Baterai. Tim menentukan kapasitas baterai berdasarkan kebutuhan energi cadangan, tegangan sistem, serta batas *Depth of Discharge* (DoD) operasional yang aman. Untuk menentukan kapasitas baterai yang digunakan, digunakan persamaan (Duan et al., 2018):

$$BC = (P_{load} \times h) / (V_{batt} \times n_{system} \times DOD) \quad (3)$$

Tim merancang baterai agar mampu menjaga kontinuitas suplai saat radiasi turun dan mampu

menstabilkan sistem saat terjadi perubahan beban. Tim juga mempertimbangkan praktik operasional lapangan, seperti pola irigasi, jam penggunaan, serta target umur pakai baterai, agar kapasitas yang dipilih sesuai kebutuhan nyata dan tidak membebani biaya secara berlebihan.

Keempat, Kapasitas Inverter. Tim menetapkan kapasitas inverter dengan memperhitungkan daya kerja beban dan lonjakan arus saat start motor pompa. Tim memilih inverter yang mampu menahan starting surge tanpa trip dan tetap menjaga kestabilan tegangan saat pompa beroperasi. Karena SCC sudah terintegrasi di sistem inverter, tim memastikan fitur pengaturan pengisian, proteksi, dan kompatibilitas terhadap konfigurasi panel serta tegangan baterai sudah sesuai, sehingga sistem dapat melakukan proses pengisian dan suplai daya secara aman dalam satu unit kendali. Untuk menghitung kapasitas inverter dapat menggunakan persamaan (Sina & Adeel, 2021):

$$P_{inv} = 1.25 \times P_{peak-load} \quad (4)$$

Dimana:

$P_{inv}$  = Daya Inverter (watt)

$P_{peak-load}$  = Daya puncak beban (watt)

Kelima, Alat dan Bahan. Tim menyiapkan perangkat utama PLTS, perangkat proteksi, alat ukur, dan alat kerja instalasi sebelum pekerjaan lapangan dimulai. Perangkat ini memastikan proses pemasangan berjalan aman, pengujian berjalan terukur, dan hasil instalasi mudah dipelihara oleh operator desa. Tabel 1. merangkum perangkat dan alat yang digunakan beserta fungsi utamanya dalam pelaksanaan kegiatan.

Tabel 1. Alat dan Bahan yang digunakan

| <b>Kelompok</b>      | <b>Komponen/Alat</b>          | <b>Fungsi dalam kegiatan</b>  |
|----------------------|-------------------------------|---|
| Perangkat utama PLTS | Modul surya                   | Mengubah radiasi matahari menjadi listrik DC sebagai sumber energi sistem     |
|                      | Bank baterai                  | Menyimpan energi dan menjaga kontinuitas suplai saat radiasi turun            |
|                      | Inverter terintegrasi SCC     | Mengubah DC menjadi AC untuk beban pompa sekaligus mengatur pengisian baterai |
| Perangkat proteksi   | MCB sisi DC dan MCB sisi AC   | Melindungi rangkaian dari arus lebih dan memudahkan isolasi saat perawatan    |
|                      | Surge protection device (SPD) | Melindungi sistem dari lonjakan tegangan akibat petir atau switching          |

|                      |                                    |  |
|----------------------|------------------------------------|--|
|                      | Grounding                          | Menurunkan risiko sengatan dan meningkatkan keselamatan sistem               |
|                      | Konektor dan kabel DC/AC           | Menyalurkan daya sesuai arus kerja dan menekan rugi-rugi pada instalasi      |
| Struktur dan panel   | Struktur pemasangan panel          | Menjaga panel stabil, aman, dan pada posisi penerimaan radiasi optimal       |
|                      | Box panel dan penataan jalur kabel | Melindungi komponen dari cuaca, merapikan instalasi, dan memudahkan inspeksi |
| Alat ukur            | Multimeter                         | Mengukur tegangan, resistansi, dan kontinuitas sambungan                     |
|                      | Tang ampere                        | Mengukur arus tanpa memutus rangkaian saat pengujian                         |
|                      | Power meter                        | Memverifikasi daya keluaran dan konsumsi beban saat uji fungsi               |
| Alat kerja instalasi | Crimping tool                      | Terminasi kabel dan konektor agar sambungan kuat dan tidak longgar           |
|                      | Obeng isolasi dan tang potong      | Pemasangan komponen dan pemotongan kabel secara aman                         |
|                      | Bor                                | Pemasangan rangka, bracket, dan dudukan komponen                             |
|                      | Klem kabel                         | Mengikat dan merapikan jalur kabel agar tidak mudah rusak                    |
| APD                  | Sarung tangan                      | Melindungi tangan saat kerja listrik dan pemasangan mekanis                  |
|                      | Sepatu kerja                       | Mengurangi risiko cedera dan meningkatkan keselamatan kerja                  |
|                      | Pelindung mata                     | Melindungi mata dari serpihan saat pengeboran dan pemasangan bracket         |

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan perancangan dan pemasangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk pompa air pada kebun ketahanan pangan di Desa Oeltua, berikut adalah hasil dan capaian yang dicapai:

### Perancangan dan Kapasitas Sistem

#### *Kapasitas panel surya (PV)*

Untuk memenuhi kebutuhan energi pompa air yang memiliki kapasitas 1.300 watt, sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang dirancang memerlukan panel surya dengan kapasitas yang memadai. Berdasarkan perhitungan energi yang dibutuhkan, sistem ini menggunakan 4 panel surya dengan kapasitas 575 WP per panel. Total kapasitas panel yang terpasang adalah 2.300 WP, yang cukup untuk mengoperasikan pompa air dengan efisien.

Energi yang dibutuhkan untuk pompa air dihitung berdasarkan kapasitas pompa yang beroperasi selama 4 jam per hari, yaitu:

$$E_{load} = P_{avg} \times t_{daily} = 1300 \text{ watt} \times 4 \text{ jam} = 5200 \text{ Wh/hari}$$

Dengan  $E_{load}$  sebesar 5200 Wh/hari, maka dengan menggunakan persamaan (2) maka panel yang dibutuhkan adalah tidak boleh kurang dari 2080 Wp sehingga dipilih 4 panel surya berkapasitas 575 WP per panel yang akan menghasilkan total kapasitas sistem 2.300 WP. Kapasitas total ini sedikit lebih tinggi dari yang dibutuhkan untuk mengantisipasi variasi kondisi cuaca dan efisiensi sistem yang mungkin lebih rendah pada kondisi tertentu, sehingga memastikan sistem tetap dapat beroperasi dengan baik. Panel-panel surya tersebut dihubungkan secara seri-paralel yang terbagi menjadi 2 string. Berikut ini adalah panel surya yang terpasang sesuai hasil perhitungan.



Gambar 3: Panel surya yang digunakan Pada Pompa Air Tenaga Surya Desa Oeltua

### ***Kapasitas Baterai***

Untuk mendukung sistem PLTS yang berfungsi secara optimal, dibutuhkan kapasitas baterai yang cukup untuk menyimpan energi yang dihasilkan oleh panel surya. Berdasarkan perhitungan kebutuhan energi harian ( $E_{load}$ ) sebesar 5.200 Wh/hari dan spesifikasi baterai

yang digunakan, yaitu baterai LiFePO4 48V 100Ah, berikut adalah perhitungan kapasitas baterai yang diperlukan. Dengan menggunakan persamaan perhitungan kapasitas baterai dengan  $E_{load} = 5.200 \text{ Wh/hari}$  (energi yang dibutuhkan per hari), dan tegangan baterai yang digunakan adalah 48 Volt dan DoD 80% maka kapasitas baterai yang dibutuhkan adalah sekitar 135,42 Ah. Namun, untuk menjaga keamanan dan memperpanjang umur baterai, kapasitas baterai yang digunakan adalah 100 Ah 48V, yang masih dalam kondisi aman karena sistem ini tidak beroperasi setiap hari selama 4 jam penuh. Penggunaan pompa air dapat bervariasi antara 2 hingga 4 jam per hari, tergantung pada kondisi tandon yang sudah penuh.



Gambar 4: Baterai Yang digunakan Pada Pompa Air Tenaga Surya di Desa Oeltuah

Walaupun kapasitas baterai yang digunakan lebih kecil dari hasil perhitungan, sistem ini tetap dapat berfungsi dengan baik karena tandon sering kali sudah penuh dan tidak selalu memerlukan 4 jam operasi pompa setiap hari. Dengan kapasitas baterai 100 Ah, sistem masih dapat menyimpan cukup energi cadangan untuk mengoperasikan pompa selama beberapa hari, terutama jika radiasi matahari cukup baik. Pemilihan 100 Ah 48V baterai dengan DOD 80%

tetap aman digunakan karena kapasitasnya masih mencukupi untuk mendukung kebutuhan energi sistem dalam kondisi operasional yang tidak terlalu penuh setiap hari. Baterai ini juga dirancang untuk dapat bertahan lebih lama dan memberikan cadangan energi yang cukup dalam kondisi variasi penggunaan pompa. Dengan demikian, meskipun kapasitas baterai yang terpasang sedikit lebih kecil dari yang dihitung, sistem tetap efisien dan aman, serta dapat mendukung kebutuhan irigasi untuk kebun ketahanan pangan secara berkelanjutan.

### ***Kapasitas Inverter***

Inverter berfungsi untuk mengonversi energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya (DC) menjadi energi listrik AC yang digunakan oleh pompa air. Untuk sistem ini, kapasitas inverter yang dipilih adalah 5 kVA dengan tegangan kerja 48 volt, yang berfungsi sebagai sistem off-grid dan on-grid hybrid. Daya puncak pompa biasanya terjadi saat starting (awal pompa dihidupkan), di mana daya yang dibutuhkan bisa mencapai 2 hingga 3 kali kapasitas daya operasional normal. Berdasarkan kapasitas pompa yang sebesar 1.300 watt, maka daya puncak pompa (Ppeak-load) dapat dihitung dengan:

$$P_{peak-load} = 1.300 \text{ watt} \times 2 = 2.600 \text{ watt} \text{ (jika menggunakan faktor start 2x)}$$

Atau jika menggunakan faktor start 3x:

$$P_{peak-load} = 1.300 \text{ watt} \times 3 = 3.900 \text{ watt}$$

Dengan mempertimbangkan faktor start, kapasitas inverter yang dibutuhkan untuk factor star 2x adalah 3.25kVA, dan factor star 3x adalah 4.88kVA.

Berdasarkan perhitungan di atas, kapasitas inverter yang dihitung dapat berkisar antara 3,25 kVA hingga 4,88 kVA. Meskipun perhitungan kapasitas inverter menunjukkan bahwa kapasitas yang dibutuhkan bisa lebih kecil (sekitar 3,25 kVA hingga 4,88 kVA), inverter dengan kapasitas 5 kVA dipilih untuk mengantisipasi faktor start pada pompa induksi serta kemungkinan penambahan beban listrik di masa depan. Pemilihan ini memberikan keleluasaan dan keandalan sistem dalam jangka panjang, memastikan bahwa sistem dapat beroperasi dengan stabil dan aman, serta mampu menampung peningkatan beban yang mungkin diperlukan. Berikut ini adalah Gambar Inverter yang digunakan:



Gambar 5. Inverter yang digunakan pada Pompa Air Tenaga Surya di Desa Oeltua

Sistem proteksi untuk instalasi PLTS ini dilengkapi dengan beberapa komponen penting untuk memastikan keamanan dan keandalan sistem. SPD 20 KA dipasang untuk melindungi sistem dari lonjakan tegangan akibat petir atau gangguan eksternal lainnya, sementara MCB Baterai 100A berfungsi untuk melindungi jalur baterai dari arus lebih dan mencegah kerusakan pada baterai. MCB Panel PV 100A dipasang pada jalur panel surya untuk melindungi sistem panel dan pengkabelan dari arus lebih, dan MCB Beban 16A memastikan perlindungan pada beban (pompa air) dengan memutuskan arus apabila terjadi kelebihan beban. Kombinasi proteksi ini menjamin keamanan dan kinerja optimal dari sistem PLTS, mencegah kerusakan pada komponen utama serta memastikan operasi yang aman dan efisien.

### Dampak Kegiatan Pengabdian

Dari sisi teknis, penerapan PLTS off-grid membuat operasi pompa irigasi lebih stabil karena pasokan energi berasal dari sistem mandiri di lokasi kebun. Sistem mampu menjalankan pompa sesuai profil beban yang direncanakan dan bekerja normal pada tahap komisioning, sehingga penyiraman dapat mengikuti jadwal harian yang disepakati tanpa bergantung pada

ketersediaan listrik PLN atau kesiapan genset.

Perbaikan teknis tersebut berimplikasi langsung pada aspek ekonomi. Mitra tidak lagi menanggung biaya pembelian pulsa listrik PLN maupun bahan bakar untuk genset selama pompa beroperasi di kebun. Mitra juga dapat mengurangi pengeluaran untuk perawatan mesin genset, penggantian oli, dan komponen yang biasanya terjadi secara berkala. Penghematan ini memberi ruang untuk mengalihkan dana ke kebutuhan budidaya lain, seperti benih, pupuk, perbaikan jaringan distribusi air, dan penguatan pengelolaan kebun.

Dampak teknis dan ekonomi tersebut kemudian diperkuat oleh dampak sosial melalui peningkatan kapasitas mitra. Kegiatan ini melatih operator desa, membagi peran pengelola, dan menerapkan SOP yang mudah dijalankan dalam operasi harian. Operator mampu mengikuti urutan menyalakan dan mematikan sistem, melakukan pemeriksaan sederhana, serta menangani kondisi dasar seperti proteksi trip. Pola pendampingan ini membangun kemandirian mitra karena sistem tidak hanya terpasang, tetapi juga memiliki mekanisme pengelolaan dan perawatan rutin yang jelas untuk menjaga keberlanjutan operasional.

## **KESIMPULAN**

Implementasi sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Desa Oeltua untuk pompa air irigasi kebun ketahanan pangan telah memberikan hasil yang positif dan signifikan. Sistem ini berhasil menggantikan penggunaan genset berbahan bakar fosil, mengurangi biaya operasional, dan memberikan akses energi yang lebih stabil dan berkelanjutan. Dengan kapasitas 2.300 WP, sistem ini dapat mengoperasikan pompa air selama 4 jam per hari, meningkatkan produktivitas pertanian dan mendukung keberlanjutan kebun ketahanan pangan di desa. Selain itu, pelatihan teknis kepada masyarakat setempat juga berperan penting dalam memberdayakan warga desa untuk mengelola dan memelihara sistem PLTS secara mandiri, yang mengarah pada pengurangan ketergantungan pada sumber energi eksternal. Proyek ini juga berkontribusi pada pengurangan emisi karbon dan dapat menjadi model untuk desa-desa terpencil lainnya yang menghadapi tantangan serupa dalam akses energi.

## Saran

Untuk menjaga keberlanjutan dan memperkuat dampak pengabdian, disarankan agar penerapan PLTS diperluas ke desa-desa lain, terutama di wilayah 3T, dengan dukungan pemerintah dan lembaga terkait. Mitra juga perlu melanjutkan penguatan kapasitas melalui pelatihan lanjutan, pembaruan SOP bila ada perubahan pola irigasi, serta pemeliharaan berkala agar komponen tetap berfungsi baik. Selain itu, kemitraan dengan sektor swasta dapat membantu pendanaan dan mempercepat skalabilitas program. Perlu dilakukan monitoring kinerja sistem secara periodik melalui pencatatan jam operasi, kondisi baterai, dan kejadian trip proteksi sebagai dasar evaluasi keberlanjutan dan perbaikan teknis pada periode berikutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Duan, X., Wu, S., Diao, R., & Yang, A. (2018). Design of Hybrid Solar-hydro Microgrid for Village School in China. *2018 IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC)*, 1–7.
- Islam, M. T., & Hossain, M. E. (2022). Economic feasibility of solar irrigation pumps: A study of northern bangladesh. *International Journal of Renewable Energy Development*, 11(1), 1–13. <https://doi.org/10.14710/IJRED.2022.38469>
- Kahar, B., & Hantoro, R. (2016). Study and Modelling of Energy Supply at Moti Island-Ternate Based on Renewable Energy. In *The Journal for Technology and Science* (Vol. 27, Issue 1).
- Muhsen, D. H., Khatib, T., & Nagi, F. (2017). A review of photovoltaic water pumping system designing methods, control strategies and field performance. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 70–86. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2016.09.129>
- Sina, M. A., & Adeel, M. A. (2021). Assessment of stand-alone photovoltaic system and mini-grid solar system as solutions to electrification of remote villages in Afghanistan. *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*, 4(2), 92–99. <https://doi.org/10.53894/ijirss.v4i2.62>
- Sreewirote, B., & Leelajindakrairerk, M. (2016). Design and Development of Solar Water Pump. *IEEE*.