

NASKAH ORISINAL

Pengembangan Sistem Pompa Air dengan Mengintegrasikan *On-Grid Photovoltaic* Berbasis Teknologi *Real-Time Monitoring* Untuk Optimalisasi Efisiensi Biaya di Desa Boto, Semanding, Tuban, Jawa Timur

Feby Agung Pamuji* | Heri Suryoatmojo | Dedet Candra Riawan | Soedibyo | Mochamad Ashari

Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.

Korespondensi

*Feby Agung Pamuji, Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia. Alamat e-mail: feby@ee.its.ac.id

Alamat

Jalan Teknik Mesin, Gedung AJ Kampus ITS, Sukolilo, Surabaya 60111

Abstrak

Air merupakan kebutuhan dasar manusia yang tidak tergantikan. Hal ini mengakibatkan akses terhadap air bersih dan layak menjadi elemen fundamental bagi kehidupan masyarakat sehari-hari. Dikutip dari Badan Pusat Statistik tahun 2021 menunjukkan bahwa distribusi air bersih di Indonesia masih belum merata terutama di wilayah pedesaan. Di Desa Boto, Tuban, Jawa Timur, meskipun masyarakat telah memiliki akses air melalui sumur dan pompa, biaya operasional yang tinggi akibat ketergantungan pada energi listrik konvensional serta minimnya sistem pemantauan menjadi kendala utama. Masalah ini menyebabkan pemborosan sumber daya dan pengelolaan yang tidak efisien. Dari permasalahan tersebut, program pengabdian masyarakat ini mengusulkan solusi berupa penerapan sistem pompa air berbasis *on-grid photovoltaic* dengan teknologi *real-time monitoring*. Dengan implementasi teknologi ini, diharapkan masyarakat Desa Boto dapat mengakses air bersih secara berkelanjutan, murah, dan efisien, sekaligus membuka peluang untuk meningkatkan pemahaman mereka tentang pentingnya pemanfaatan energi alternatif.

Kata Kunci:

Air bersih, *Photovoltaic*, *real-time monitoring*.

1 | PENDAHULUAN

1.1 | Latar Belakang

Air pada dasarnya merupakan kebutuhan dasar manusia untuk dapat bertahan hidup. Pemanfaatan dan aksesibilitas air di Indonesia masih mengalami tantangan di beberapa sektor. Menurut data dari Badan Pusat Statistik tahun 2021, sebanyak 4.375.697.000 liter air bersih hanya tersalurkan kepada 15.973.088 pelanggan^[1, 2]. Hal ini menyiratkan betapa menyedihkannya

persebaran air bersih di Indonesia. Beberapa sektor di Indonesia, seperti pedesaan dan pemukiman, masih mengalami keterbatasan akses air. Sektor-sektor tersebut masih mengandalkan sistem distribusi air dengan mengandalkan sumur dan pompa sebagai pendukungnya^[3].

Di Desa Boto, masyarakat telah memiliki akses air melalui sumur dan sistem pompa yang terdistribusi ke rumah-rumah warga. Namun, sistem yang ada saat ini menghadapi kendala serius dalam hal biaya operasional yang tinggi akibat ketergantungan pada energi listrik konvensional^[4, 5]. Hal ini diperburuk dengan minimnya sistem pemantauan yang efektif, sehingga sering terjadi pemborosan sumber daya dan ketidakefisienan dalam pengelolaan air^[6].

Berdasarkan observasi dan wawancara lapangan, biaya operasional bulanan untuk pengoperasian pompa air di Desa Boto dirasa sangat memberatkan anggaran masyarakat desa meskipun infrastruktur dasar berupa sumur dan sistem pompa telah tersedia. Hal ini tentu menjadi hambatan dalam menjamin keberlanjutan akses air bersih bagi warga. Keterbatasan dalam pemantauan juga menyebabkan pengelolaan distribusi air menjadi tidak efisien sehingga pemborosan yang dialami yang cukup besar.

Seiring dengan perkembangan teknologi terbaru dan sistem *monitoring* digital, terbuka peluang untuk mengimplementasikan solusi inovatif yang dapat mengatasi permasalahan tersebut^[4, 6]. Pengembangan sistem pompa air yang terintegrasi dengan teknologi *photovoltaic* dan dilengkapi dengan sistem pemantauan *real-time* menjadi solusi yang menjanjikan untuk mengurangi beban biaya operasional sekaligus meningkatkan efisiensi pengelolaan air^[4, 5]. Sistem *on-grid* yang diusulkan dapat menjamin keberlanjutan operasional dengan memanfaatkan energi surya, sementara teknologi *real-time monitoring* memungkinkan pemantauan dan pengelolaan sistem yang lebih efektif.

1.2 | Solusi Permasalahan atau Strategi Kegiatan

Berdasarkan survei yang telah dilakukan terhadap mitra, masalah yang dapat dirumuskan berdasarkan pemaparan latar belakang pada sub-bab sebelumnya adalah tingginya biaya operasional untuk pengoperasian pompa air di Desa Boto yang memberatkan warga setempat. Selain itu, terbatasnya sistem pemantauan mengakibatkan pengelolaan distribusi air menjadi tidak efisien. Oleh karena itu, Integrasi *On-Grid Photovoltaic* berbasis Teknologi *Real-Time Monitoring* dirancang sebagai solusi untuk mengurangi biaya operasional warga setempat dan ketergantungan pada energi listrik konvensional.

1.3 | Target Luaran

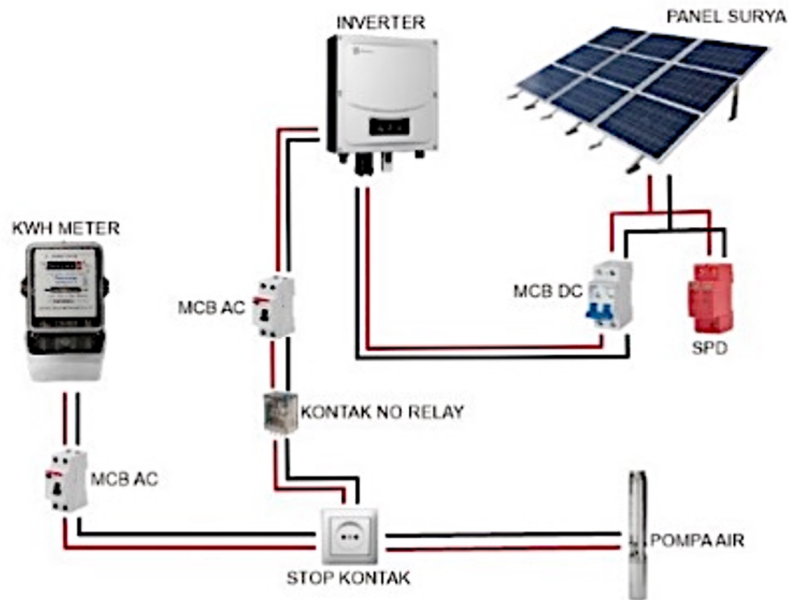
Luaran dan target capaian dari integrasi *Photovoltaic* berbasis *real-time monitoring* ini adalah:

- Membentuk pemahaman dan pola pikir masyarakat mengenai pemanfaatan energi baru dan terbarukan sehingga masyarakat tertarik beralih dari energi konvensional tak terbaruk ke energi baru terbarukan.
- Membuat Sistem Pompa Air terintegrasi *Photovoltaic* berbasis *Real-Time Monitoring* yang siap diterapkan di Desa Boto, Kec. Semanding, Kab. Tuban, Jawa Timur.
- Publikasi dan arsip seluruh kegiatan pelaksanaan pada jurnal nasional pengabdian masyarakat, *book chapter*, media cetak dan media *online*.
- Membuat video dokumentasi yang dipatenkan untuk keperluan publikasi untuk masyarakat umum.
- Menjalin kerjasama dengan Desa Boto untuk pemberdayaan masyarakat sekitar.

2 | TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan pemaparan pada bab sebelumnya, permasalahan utama yang dihadapi masyarakat Desa Boto, Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban, Jawa Timur adalah tingginya biaya operasional pengoperasian pompa air yang dirasa memberatkan warga setempat. Oleh karena itu, dirancanglah sistem penerapan *on grid photovoltaic* pada pompa listrik yang merupakan inovasi utama dalam pengabdian masyarakat ini, disertai dengan pemasangan jaringan listrik PLN untuk menunjang komponen sistem suplai listrik berbasis energi baru terbarukan (EBT).

Melalui survei yang juga telah dilakukan, dapat diketahui bahwa jenis pompa yang digunakan adalah jenis sibel (*submersible*) yang nantinya akan dikopel oleh motor listrik. Kemudian kebutuhan listrik pompa tersebut dapat diperoleh melalui *grid* dan sistem panel surya sehingga diharapkan akan menghemat pengeluaran serta dapat memperkenalkan penggunaan energi baru terbarukan kepada masyarakat setempat. Untuk dapat memahami rancangan sistem, berikut rancangan sistem yang diterapkan yang dapat diamati pada gambar di bawah.



Gambar 1 Rancangan Wiring Sistem

2.1 | Photovoltaic (PV)

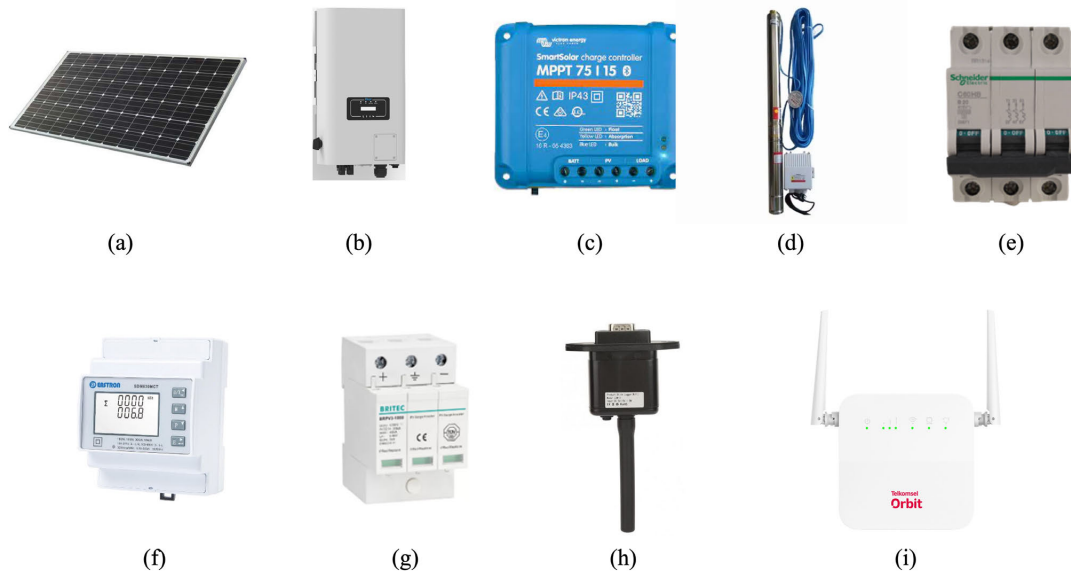
Panel surya atau juga disebut *photovoltaic* (PV) adalah perangkat yang dapat mengkonversi energi yang berasal dari cahaya matahari menjadi energi listrik berupa sumber tegangan DC. Panel surya terdiri dari bagian-bagian kecil yang disebut sel surya yang terkoneksi seri maupun *parallel*^[4]. Sel surya merupakan suatu bahan semikonduktor yang menyerap foton dari matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik. Besar arus listrik yang dihasilkan oleh PV akan berbanding lurus dengan besar intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam PV.

2.2 | Inverter 3 Fasa

Inverter merupakan salah satu perangkat elektronika daya yang dapat mengubah sumber tegangan DC menjadi sumber tegangan AC^[7]. Keluaran *inverter* dapat berupa tegangan yang dapat diatur dan tegangan yang tetap. Sumber tegangan *input inverter* dapat menggunakan baterai, tenaga surya, maupun sumber tegangan DC yang lain^[4,7]. Tegangan DC yang merupakan tegangan masukan ini akan diubah oleh *inverter* menjadi tegangan AC yang konstan yang siap digunakan atau disambungkan pada sistem yang ada, misalnya jaringan PLN.

Terdapat tiga gelombang umumnya yang dihasilkan *inverter*, yaitu gelombang sinus modifikasi, gelombang sinus murni, dan gelombang kotak. *Inverter* 3 fasa merupakan *inverter* dengan tegangan keluaran berupa tegangan bolak-balik (AC) 3 fasa yang berbentuk gelombang persegi. Rangkaian *inverter* 3 fasa tunggal sederhana biasanya terdiri dari 6 saklar yakni S1, S2, S3, S4, S5 dan S6. Ke enam saklar tersebut umumnya menggunakan MOSFET daya (*power MOSFET*) sebagai saklar yang nantinya dapat di kontrol oleh mikrokontroler dan melalui *driver*.

Kinerja *inverter* sangat dipengaruhi oleh efisiensi konversi dan kemampuan untuk mempertahankan kestabilan tegangan dan frekuensi *output*^[7]. *Inverter* banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti sistem energi surya, kendaraan listrik, dan *uninterruptible power supply* (UPS). *Inverter* memiliki peran penting dalam menghubungkan sumber daya energi terbarukan dengan jaringan listrik, memungkinkan konversi energi yang efisien dan stabil^[4, 7].



Gambar 2 (a) Photovoltaic, (b) Inverter, (c) MPPT, (d) Pompa Sibel, (d) Mini Circuit Breaker, (e) Smart Meter, (f) Smart Meter, (g) DC Surge Arrester, (h) RS485 Datalogger, (j) Modem Wifi.

2.3 | Maximum Power Point Tracker

MPPT merupakan teknik yang memungkinkan penentuan titik optimal di mana panel surya menghasilkan daya maksimum. Berdasarkan riset yang dilakukan oleh Priananda dan Sulistyowati, salah satu keunggulan MPPT adalah kemampuannya dalam dengan cepat mencapai keseimbangan atau titik seimbang fotovoltaik yang diperlukan oleh beban dan yang dapat dipenuhi oleh panel surya. Lebih detailnya, MPPT mengoptimalkan konversi energi dari panel surya dengan memantau dan menyesuaikan arus dan tegangan *input*-nya. Dengan melakukan pemantauan konstan terhadap kondisi cahaya dan karakteristik panel surya, MPPT dapat secara dinamis menyesuaikan titik operasi panel surya untuk memaksimalkan daya yang dihasilkan. Hal ini memungkinkan panel surya untuk bekerja pada kondisi terbaiknya sesuai dengan intensitas cahaya yang berubah-ubah atau faktor lingkungan lainnya, memastikan efisiensi maksimum dalam penghasilan daya^[5].

2.4 | Pompa Sibel

Pompa sibel (*submersible*) merupakan jenis pompa yang dirancang untuk bekerja di dalam air atau cairan dengan memasukkan seluruh bagian pompa tersebut. Pompa sibel memiliki kinerja yang lebih baik, karena terletak di dalam air sehingga tidak perlu menarik air dari permukaan sehingga lebih efisien untuk mengalirkan air^[3].

2.5 | Mini Circuit Breaker (MCB)

Mini Circuit Breaker adalah salah satu komponen listrik yang dapat memutus arus suatu rangkaian apabila arus yang mengalir melebihi batas kemampuan atau kapasitas komponen. *Mini Circuit Breaker* atau MCB menjadi komponen yang sangat penting pada proses instalasi listrik sebagai proteksi bagi peralatan karena dapat mencegah kerusakan pada komponen elektronik akibat arus tinggi^[8]. MCB dipasang sebelum peralatan atau beban dengan kapasitas tertentu, lebih kecil dari kapasitas peralatan agar dapat membatasi arus yang berlebih.

2.6 | Smart Meter

Smart meter merupakan perangkat digital yang dapat mengukur dan mencatat (dalam hal ini) konsumsi listrik secara *real time* serta menyampaikan informasi tersebut ke pengguna. Tidak seperti pengukuran berbasis *analog*, yang membutuhkan pembacaan manual oleh petugas (manusia), *smart meter* memberikan data konsumsi yang akurat dan terkini yang memungkinkan pihak pelanggan dan produsen untuk memantau dan mengelola penggunaan energi secara lebih efektif. Untuk kebutuhan pengukuran listrik, sensor yang terdapat pada *smart meter* mengukur tegangan dan arus yang mengalir melalui jaringan listrik. Nilai-nilai ini kemudian dikalikan untuk memperoleh nilai konsumsi daya (diukur dalam watt). Dengan melibatkan konsumsi daya dari waktu ke waktu, pengukur dapat menentukan total penggunaan listrik (diukur dalam kilowatt-jam)^[9].

2.7 | DC Surge Arrester

Surge Arrester berguna untuk melindungi perangkat elektronik dari tegangan lebih dalam kondisi transien yang terjadi akibat faktor eksternal seperti peristiwa petir dan *internal switching*. *Surge arrester* dapat menyelamatkan peralatan listrik dari kerusakan karena lonjakan listrik yang tinggi dengan mem-*bypass* lonjakan tersebut. Komponen ini biasanya dipasang secara *parallel* dengan saluran serta peralatan yang terpasang. Bahan umum yang sering dipakai untuk *surge arrester* adalah *zinc oxide* atau seng oksida^[6]. Kondisi tegangan lebih pada bus netral stasiun konverter HVDC ± 500 kV dapat menimbulkan risiko serius terhadap isolasi komponen penting seperti transformator konverter dan katup. Penangkal lonjakan (*surge arrester*) adalah perangkat yang paling umum digunakan dalam jaringan distribusi listrik untuk mengurangi dampak lonjakan yang disebabkan oleh petir^[10].

2.8 | Data Logger

Stick logger (WiFi) dapat melakukan pemantauan jangka panjang dan efisien pada sistem PV dengan mengumpulkan data operasional dan daya keluaran dari *inverter*. *Logger* dapat terhubung ke satu *inverter* melalui antarmuka RS232 atau RS485, sehingga semua data dari sistem PV bisa diambil langsung dari *inverter*. Sementara itu, platform pemantauan jarak jauh berbasis *cloud* (SOLARMAN Portal) menyediakan dukungan data yang kuat bagi *logger*. *Logger* akan mengirimkan data tersebut ke platform pemantauan melalui *WiFi*. Status terkini maupun data historis bisa ditampilkan dalam bentuk grafik, sehingga memberikan gambaran yang jelas dan mudah dipahami tentang kondisi sistem PV. Selain itu, terdapat fitur notifikasi khusus yang bisa memberi tahu pengguna jika terjadi gangguan atau kerusakan, langsung melalui SMS dan *email*. Hal ini membuat pengelolaan sistem PV bisa dilakukan kapan saja dan di mana saja, sekaligus mempermudah perawatan secara signifikan. Modul *WiFi* sudah terintegrasi di dalam *logger*, sehingga dapat mengirimkan data melalui jaringan *WiFi*^[2].

2.9 | Modem WiFi

Modulator demodulator atau disingkat *modem* adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk menghubungkan komputer, *laptop*, *handphone* maupun perangkat lainnya ke internet. Modulator adalah sebuah alat yang memiliki fungsi melakukan proses modulasi atau memancarkan beberapa data pada gelombang atau frekuensi sinyal yang nantinya bisa dikirim ke penerima. Sementara demodulator adalah proses mendapatkan kembali beberapa data dari sinyal yang sudah diterima oleh pengirim. *M* adalah sebuah perangkat keras (*hardware*) yang menggabungkan fungsi modulator dan demodulator sehingga perangkat elektronik bisa tersambung ke internet.

3 | METODE KEGIATAN

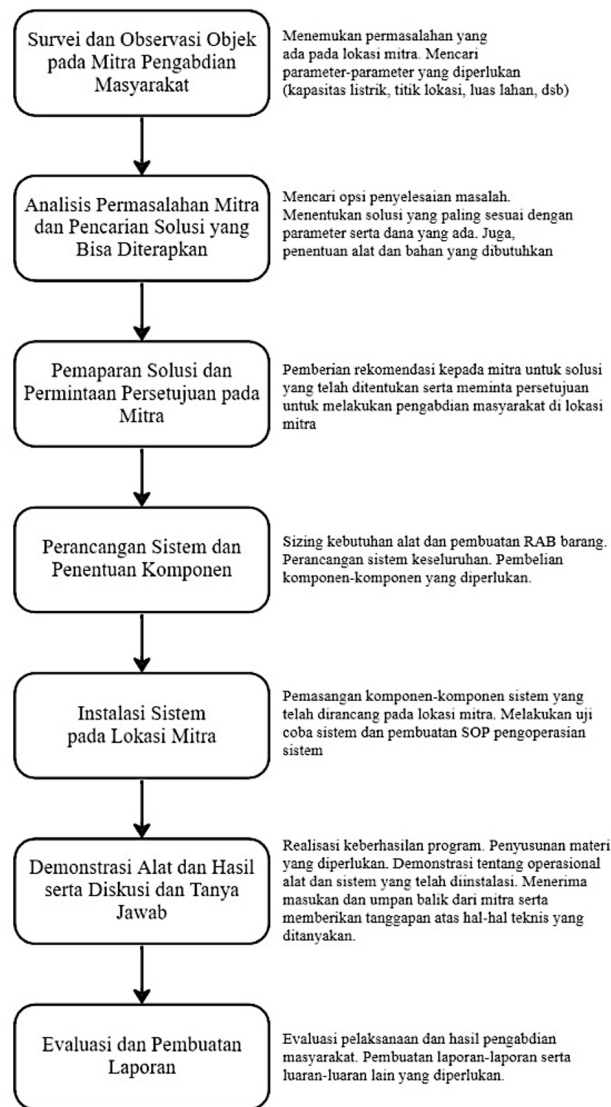
3.1 | Survei Lokasi

Pada tahap survei, dilakukan kunjungan ke lokasi mitra untuk melakukan diskusi dengan mitra dan meninjau kondisi lapangan secara langsung. Tujuan kunjungan ini adalah untuk mencari permasalahan yang ada pada mitra serta untuk mengetahui potensi energi terbarukan di lokasi mitra dan mengetahui kondisi lahan yang nanti akan dijadikan tempat pelaksanaan program.

3.2 | Model dan Alat Peraga

Model dan alat peraga digunakan untuk menggambarkan cara kerja dari *On-Grid Photovoltaic*. Harapannya, cara kerja dari *On-Grid Photovoltaic* dapat mengurangi biaya operasional. Mitra juga dapat berinteraksi secara langsung dengan dosen mahasiswa terkait dengan cara kerja *On-Grid Photovoltaic* tersebut. Selain menggunakan peralatan fisik, alat peraga juga berupa buku

panduan pembuatan pakan, buku panduan operasi alat, dan poster SOP (*Standard Operating Procedure*) yang menjelaskan cara kerja dari Sistem Pompa Air Terintegrasi *On-grid Photovoltaic* dan Elektrifikasi Area Persawahan guna Mengurangi Biaya Irigasi.



Gambar 3 Diagram Alir Pelaksanaan Kegiatan

3.3 | Presentasi

Acara pengabdian masyarakat ini dimulai dengan sambutan dari perwakilan warga Desa Boto, Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban, Jawa Timur. Dalam sambutannya, beliau selain menyampaikan permasalahan sistem pemompaan air di Desa Boto, juga merasa bersyukur dan menekankan pentingnya memanfaatkan energi terbarukan, khususnya panel surya, agar daerah-daerah terpencil dapat memaksimalkan potensi yang ada. Sistem Pompa Air Terintegrasi *On-Grid Photovoltaic* ini diharapkan mampu menekan biaya operasional sistem pemompaan Desa Boto, sekaligus menjadi sarana pembelajaran bagi masyarakat mengenai energi terbarukan dan dinilai efektif dalam mengurangi biaya operasional irigasi. Masyarakat Desa Boto berharap bahwa inovasi ini dapat terus berkembang di masa mendatang. Kemudian, Feby Agung Pamuji S.T, M.T, Ph.D., perwakilan dari Tim Pengabdian Masyarakat ITS, menyampaikan bahwa perguruan tinggi memiliki tanggung jawab dalam pengabdian masyarakat

sesuai dengan Tridharma Perguruan Tinggi. Beliau juga menjelaskan potensi energi surya di Indonesia dan perkembangan energi terbarukan secara umum.

3.4 | Diskusi dan Tanya Jawab

Materi yang disampaikan tidak hanya secara satu arah melalui presentasi, melainkan dua arah dengan diskusi dan tanya jawab. Para mitra yang ingin menyampaikan ide-ide mereka untuk mengembangkan kegiatan pengabdian masyarakat berbasis sumber energi baru dan terbarukan akan difasilitasi. Mitra juga dapat bertanya mengenai masalah yang pengoperasian alat.

4 | HASIL DAN DISKUSI

4.1 | Survei

Pada tahap survei, dilakukan kunjungan ke lokasi mitra untuk melakukan diskusi dengan mitra dan meninjau kondisi lapangan secara langsung. Tujuan kunjungan ini adalah untuk mencari permasalahan yang ada pada mitra serta untuk mengetahui potensi energi terbarukan di lokasi mitra dan mengetahui kondisi lahan yang nanti akan dijadikan tempat pelaksanaan program.



Gambar 4 Gambar Lokasi Implementasi



Gambar 5 Persetujuan dengan Perwakilan Desa Boto

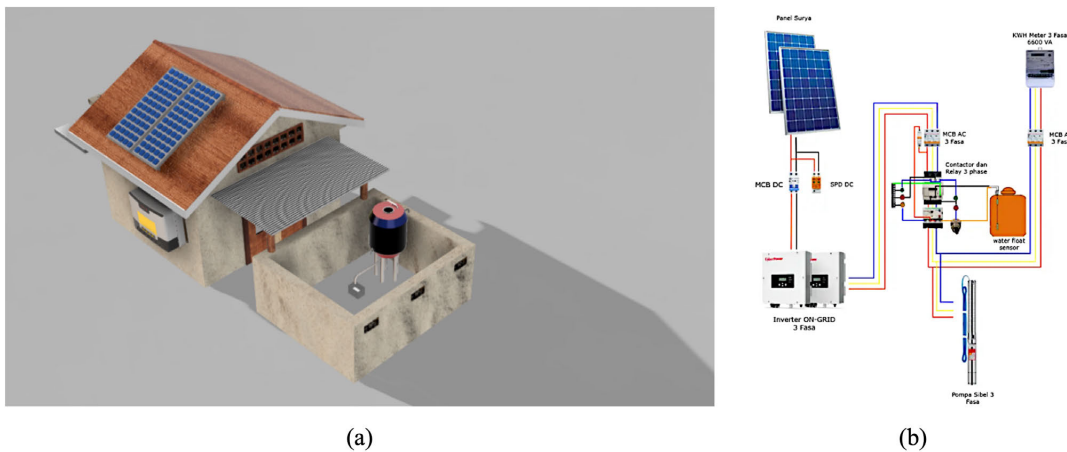
Jarak dari ITS menuju lokasi mitra pengabdian masyarakat adalah 114 km (bisa dilihat pada lampiran 3). Mitra yang dipilih adalah pemerintah Desa Boto, Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban. Lokasi ini dipilih karena Desa Boto belum terjangkau

oleh akses air bersih, sehingga warga desa Boto masih mengandalkan sumur bersama untuk memenuhi kebutuhan air bersih untuk kesehariannya. Survei dilakukan dengan mewawancarai kepala desa Boto sehingga didapatkan beberapa informasi sebagai berikut:

- Kapasitas langganan listrik pada sumur bersama adalah 6.600 VA
- Lokasi atap rumah menghadap ke utara dan berada di lahan terbuka tanpa *shading* berarti cocok untuk pemasangan Panel Surya.
- Rata-rata tagihan listrik yang harus dibayarkan untuk sumur sebesar Rp1.900.000 hingga Rp2.200.000 perbulan.
- Jumlah warga desa Boto yang bergantung pada sumur bersama sebanyak ± 400 rumah.

4.2 | Perancangan Sistem dan Penentuan Komponen

Pada kegiatan ini, dilakukan perancangan sistem keseluruhan berdasarkan rekomendasi solusi yang telah disampaikan. Perancangan sistem dimulai dari perancangan secara umum hingga perancangan secara khusus mulai dari gambaran *wiring* sistem hingga pemilihan komponen yang diperlukan. Untuk penjelasannya sudah ada pada bagian BAB II sebelumnya. Selain itu, selanjutnya perlu dilakukan penentuan ukuran alat serta komponen-komponen yang terpasang agar sesuai satu sama lain dan tidak terjadi *underrating* yang dapat menimbulkan kerusakan sistem. Setelah diketahui masing-masing kapasitasnya, dapat dilanjutkan untuk pembelian komponen-komponen yang diperlukan.



Gambar 6 (a) Ilustrasi Visual Lokasi, (b) Diagram Satu Garis dari Sistem *Photovoltaic On-Grid*

Komponen	Fungsi
Panel surya	sebagai sumber energi listrik untuk mensuplai pompa sibel
Panel box	sebagai tempat instalasi pengaman, meliputi MCB AC, MCB DC, dan SPD
Inverter	sebagai komponen konversi listrik DC menjadi listrik AC dengan kemampuan <i>limit</i> sehingga tidak melakukan ekspor energi listrik ke <i>grid</i> .

4.3 | Pelaksanaan Pengabdian

4.3.1 | Survey Lokasi

Survei lokasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui potensi daerah yang menjadi tujuan pengabdian. Dari kegiatan survei tersebut kami bertemu dengan warga dan berdiskusi terkait kebutuhan yang dibutuhkan oleh warga. Dari hasil diskusi tersebut,

sumber listrik pompa yang digunakan berasal dari sistem *On-Grid Photovoltaic*. Pada proses survei tersebut juga dilakukan kesepakatan dan penandatanganan surat mitra.

4.3.2 | Model dan Alat Peraga

Model dan alat peraga digunakan untuk menggambarkan cara kerja dari *On-Grid Photovoltaic*. Harapannya cara kerja dari *On-Grid Photovoltaic* untuk mengurangi biaya operasional. Mitra juga dapat berinteraksi secara langsung dengan dosen mahasiswa terkait dengan cara kerja *On-Grid Photovoltaic* tersebut. Selain menggunakan peralatan fisik, alat peraga juga berupa buku panduan operasi alat, dan poster SOP (*Standard Operating Procedure*) yang menjelaskan cara kerja dari *On-Grid Photovoltaic*. Alat peraga, seperti diagram, prototipe, atau simulasi, memungkinkan peserta didik untuk melihat, menyentuh, dan bahkan berinteraksi dengan konsep yang sedang dipelajari, sehingga meningkatkan pemahaman dan retensi pengetahuan.



Gambar 7 Pemasangan Alat Peraga

4.3.3 | Pemaparan Materi

Acara pengabdian masyarakat ini dibuka dengan sambutan oleh Mitra Desa Boto, Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban yaitu Bapak Handoko selaku kepala desa dari Desa Boto. Dalam sambutannya beliau menyampaikan bahwa kesempatan untuk memanfaatkan energi terbarukan khususnya panel surya harus dimanfaatkan sebaik mungkin sehingga daerah-daerah terpencil

yang memiliki potensi dapat memanfaatkan kesempatan-kesempatan yang ada. Alat *On-Grid Photovoltaic* ini diharapkan dapat dimanfaatkan menjadi media pembelajaran bagi masyarakat sekitar mengenai energi terbarukan. Selain itu dapat membantu mengurangi biaya operasional pemakaian pompa air. Dengan adanya inovasi mengenai energi terbarukan ini, Masyarakat Desa Boto memiliki harapan besar bahwa sistem *On-Grid Photovoltaic* ini dapat berkembang lagi kedepannya.

Selanjutnya, ada sambutan dari Pak Feby Agung Pamuji ST.,MT.,Ph.D selaku perwakilan dari Tim Pengabdian Masyarakat ITS. Dalam sambutan ini, beliau menyampaikan bahwa perguruan tinggi memiliki tugas dan tanggung jawab untuk melakukan pengabdian masyarakat sesuai dengan tridharma perguruan tinggi. Beliau juga menerangkan tentang potensi energi surya yang ada di Indonesia dan bercerita tentang perkembangan dari *renewable energy* di Indonesia secara umum.



Gambar 8 (a) Sambutan oleh Mitra Kelompok Tani “Karya Tani”, dan Pak Feby selaku ketua tim, (b) Pemaparan Materi oleh Asisten Lab Konversi Energi

Setelah sambutan dari Mitra Desa Boto, Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban, dilanjutkan dengan pemaparan materi tentang alat *On-Grid Photovoltaic*. Materi ini disampaikan oleh Asisten Laboratorium Konversi Energi Listrik Departemen Teknik Elektro. Pemaparan materi ini menjelaskan tentang gambaran secara umum alat *On-Grid Photovoltaic*, komponen pada alat, cara kerja alat, prosedur SOP, dan juga pemeliharaan dari alat tersebut.

4.3.4 | Uji Coba Pengoperasian Sistem Pompa Air

Setelah dari pihak Mitra Warga Desa Boto mendapatkan materi dan telah memahami sistem *On-Grid Photovoltaic* ini, acara dilanjutkan dengan uji coba pengoperasian sistem *On-Grid Photovoltaic* yang telah dibuat oleh para asisten Laboratorium Konversi Energi Listrik. Tujuan dari uji coba ini diharapkan pihak Warga Desa Boto, khususnya para pengelola rumah pompa Desa Boto tidak hanya memahami secara teori, namun juga dapat mengetahui secara langsung tentang cara kerja panel surya dan penerapannya di *On-Grid Photovoltaic*. Uji coba ini didampingi oleh para asisten dan juga Pak Feby yang akan menunjukkan cara kerja dari sistem *On-Grid Photovoltaic*.

4.3.5 | Penyerahan Alat dan SOP Manual Keamanan

Acara dilanjutkan dengan penyerahan sistem *On-Grid Photovoltaic* oleh perwakilan dosen Tim Pengabdian Masyarakat kepada perwakilan pihak Mitra Desa Boto. Penyerahan sistem *On-Grid Photovoltaic* ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh masyarakat setempat serta dapat menekan biaya pengoperasian pompa guna memperoleh air bersih serta dapat dijadikan sebagai media pembelajaran dan pelatihan oleh pihak mitra pengabdian masyarakat.



Gambar 9 Penyerahan Alat dan SOP *On-Grid Photovoltaic*

4.3.6 | Respon Mitra terhadap Kebermanfaatan Program

Masyarakat Desa Boto menyambut baik program ini. Mereka merasa terbantu karena sistem *On-Grid Photovoltaic* diharapkan bisa menurunkan biaya operasional pompa air yang selama ini mencapai Rp1.900.000 hingga Rp2.200.000 per bulan. Dengan adanya panel surya, penggunaan listrik PLN pada siang hari bisa dikurangi. Selain itu, mitra antusias mempelajari cara kerja sistem pompa air tenaga surya yang telah dipasang, mulai dari penangkapan cahaya matahari oleh panel surya hingga penggunaannya untuk menggerakkan pompa air.

Keberadaan *smart meter* juga dinilai sangat membantu karena pengelola bisa memantau konsumsi listrik secara langsung dan mengetahui pola penggunaan yang lebih hemat. Kepala Desa Boto menyatakan komitmen untuk mengoperasikan dan merawat sistem sesuai SOP yang telah diberikan. Mitra juga berharap adanya pendampingan teknis berkala terutama untuk perawatan komponen seperti *inverter* dan *data logger*. Secara keseluruhan, partisipasi aktif masyarakat sejak survei hingga uji coba menunjukkan bahwa program ini tidak hanya bermanfaat dalam mengurangi beban biaya, tetapi juga meningkatkan pemahaman warga tentang pemanfaatan energi baru terbarukan khususnya sumber energi tenaga surya di kehidupan sehari-hari.

5 | KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan program pengabdian masyarakat yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Tim pengabdian berhasil mengaplikasikan *On-Grid Photovoltaic* pada Sistem Pompa Air untuk menekan biaya operasional Rumah Pompa Desa Boto
2. Rangkaian alat yang telah dibuat dapat bekerja sesuai dengan hasil yang diharapkan.

Pihak pengelola Rumah Pompa Desa Boto dan masyarakat sekitar menyambut baik program ini dan telah memahami tentang kondisi energi di Indonesia saat ini sehingga mereka mengetahui akan pentingnya pemanfaatan sumber energi terbarukan seperti energi matahari serta penurunan biaya operasi.

6 | LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN KERJASAMA DARI MITRA

Yang bertanda tangan di bawah ini kami:

Nama : Handoko Mulyo Utomo
 Jabatan : KADES
 Identitas (NIK/NIP) : 3523152905850002
 Mewakili Instansi : Pemdes Boto
 Alamat Instansi : Ds Boto

Menyatakan kesediaan instansi kami untuk bekerjasama sebagai mitra dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat dengan tim dari ITS sebagai berikut:

Judul Pengabdian : Pengembangan Sistem Pompa Air dengan mengintegrasikan
 Kain Ov-UVB, Photovoltaic Berbasis Teknologi Real-Time
 Ketua Tim Pengabdian : Monitoring untuk Optimalisasi Efisiensi Energi di Desa
 Boto, Semakling, Tabara, Jawa Timur.
 Kontribusi Mitra (in kind/
 incash) : Feby Anggun Prahijanti ST, Mst., Ph.D.
 Jangka waktu kerjasama : 8 bulan

Dan bahwa instansi kami bersedia untuk memenuhi peran/tugas/kontribusi sebagai mitra sebagai berikut:

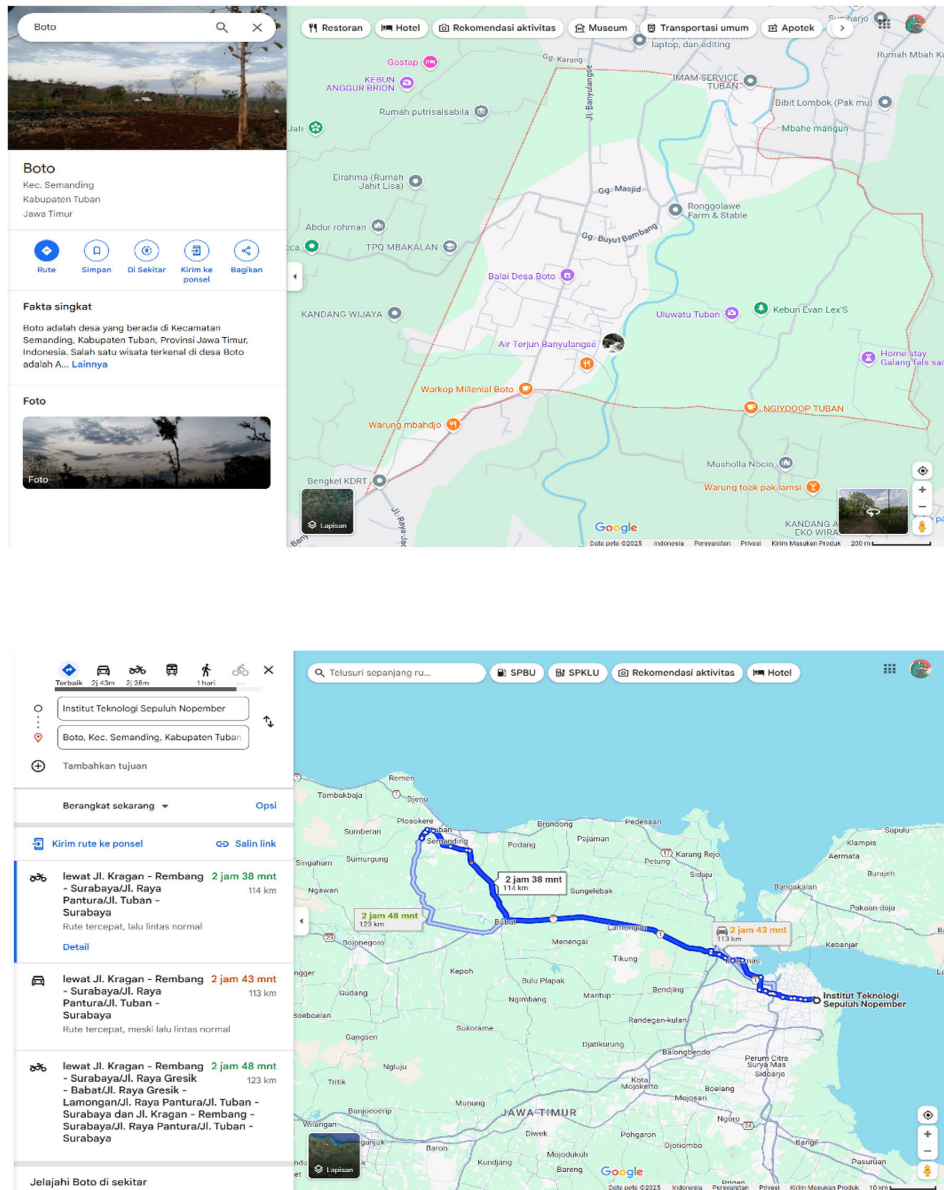
1. Memberi izin dan menyediakan tempat instansi
2. Mendampingi tim dalam proses instalasi

Surat pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya untuk digunakan seperlunya.

Tuban, 10 Januari 2025

 Handoko M.U.

Gambar 10 Surat Pernyataan Kesediaan Kerjasama Dari Mitra



Gambar 11 Peta Lokasi

7 | UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada:

1. DRPM ITS yang telah memberikan dana untuk kegiatan ini
2. Pihak Kelompok Tani dan masyarakat sekitar yang telah mengikuti sosialisasi dalam kegiatan.
3. Mahasiswa KKN yang terlibat dalam kegiatan ini dan laboratorium Konversi Energi Listrik.

Referensi

1. Badan Pusat Statistik, Rumah Tangga Usaha Pertanian; 2024. <https://sensus.bps.go.id/main/index/st2023>, [Internet; cited 2024 Jan 17].
2. Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. Luas panen dan produksi padi di Provinsi Jawa Timur 2023 (Angka Sementara). Surabaya: BPS Provinsi Jawa Timur; 2023.
3. Admin, Pompa submersible: Fungsi, kelebihan dan kekurangannya; 2024. <https://pipapedia.com/pompa-air/pompa-submersible-fungsi-kelebihan-dan-kekurangannya/>, [Internet; cited 2024 Jan 17].
4. Damhare MV, Butey B, Moharil SV. Solar photovoltaic technology: A review of different types of solar cells and its future trends. *Journal of Physics: Conference Series* 2021;1913(1):012053.
5. Sulo FA, Huda A. Desain dan simulasi konverter Zeta dengan maximum power point tracking (MPPT) metode incremental conductance (IC) pada PLTS. *Jurnal Elektriكا Borneo* 2023;9(1):1–7.
6. Agarwal S, Shobha R, VV. Performance analysis of HVDC lines using surge arrester. In: 2020 International Conference on Emerging Frontiers in Electrical and Electronic Technologies (ICEFEET) Patna, India; 2020. .
7. Jaen-Cuellar AY, Elvira-Ortiz DA, Resendiz-Ochoa E, Saucedo-Dorantes JJ. Analysis of the effects produced by pure sine and modified sine inverters in an induction motor. In: IntechOpen; 2022.<https://www.intechopen.com/chapters/85004>, [Internet; cited 2026 Jun 26].
8. Solfiani UR, Pratama G, Irawan A. Pengaruh distorsi harmonisa terhadap kinerja trip miniature circuit breaker tipe C 2A, 4A, dan 6A dengan sumber tegangan PLN dan genset. *Journal of Electrical Vocational Education and Technology* 2020;4(1):28–34.
9. IBM, Smart meter; 2025. <https://www.ibm.com/id-id/topics/smart-meter>, [Internet; cited 2025 Sep 15].
10. SOLARMAN, Stick logger, data logger manufacturer | 4G/GPRS/WiFi/Ethernet; 2025. <https://www.solarmanpv.com/products/data-logger/stick-logger/>, [Internet; cited 2025 Sep 15].

Cara mengutip artikel ini: Pamuji, F. A., Suryoatmojo, H., Riawan, D. C., Soedibyo, Ashari, M., (2026), Pengembangan Sistem Pompa Air dengan Mengintegrasikan *On-Grid Photovoltaic* Berbasis Teknologi *Real-Time Monitoring* Untuk Optimalisasi Efisiensi Biaya di Desa Boto, Semanding, Tuban, Jawa Timur, *Sewagati*, 10(4):753–766, <https://doi.org/10.12962/j26139960.v10i4.9711>.