

NASKAH ORISINAL

Alat Siram Bawang Merah Otomatis Terintegrasi *Battery Charging Station* Berbasis Panel Surya

Dimas Anton Asfani* | I Made Yulistya Negara | I Gusti Ngurah Satriyadi Hernanda | Daniar Fahmi | Titiek Suryani | Devy Kuswidiastuti | Puji Handayani

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

Korespondensi

*Dimas Anton Asfani, PhD., Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia. Alamat e-mail: anton@ee.its.ac.id

Alamat

Laboratorium Tegangan Tinggi, Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.

Abstrak

Desa Sumberbulu, Kabupaten Probolinggo merupakan wilayah dengan mayoritas penduduk sebagai petani bawang merah, namun produktivitasnya masih rendah karena proses penyiraman dilakukan secara manual. Pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas melalui pengembangan alat siram bawang merah otomatis yang terintegrasi dengan *battery charging station* berbasis panel surya. Pelaksanaan kegiatan meliputi survei lapangan, perancangan alat, perakitan, pemasangan panel surya, dan sosialisasi penggunaan alat kepada petani. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa alat dapat beroperasi dengan baik selama 2 jam penggunaan, pompa DC 100 W efektif memompa air sesuai kebutuhan tanaman, dan *charging station* mampu mengisi ulang 4 baterai Lithium 21700 12 V 15 Ah dalam waktu 35 menit. Evaluasi pasca kegiatan menunjukkan penyiraman menjadi lebih mudah dan efisien, produktivitas petani meningkat, serta biaya listrik dari PLN berkurang karena penggunaan energi terbarukan. Luaran kegiatan meliputi pemasangan alat di lapangan, sosialisasi kepada 25 petani, dokumentasi video kegiatan, laporan kemajuan dan laporan akhir, serta publikasi jurnal nasional dan *book chapter*. Dengan demikian, inovasi ini mendukung efisiensi waktu, tenaga kerja, dan optimalisasi perawatan tanaman bawang merah di Desa Sumberbulu.

Kata Kunci:

Alat Penyiram Bawang, Charging Station, Panel Surya, Produktivitas Petani, Pengabdian Masyarakat.

1 | PENDAHULUAN

1.1 | Latar Belakang

Indonesia termasuk salah satu negara agraris karena sebagian besar dari penduduknya bermata pencaharian sebagai petani. Salah satu komoditas utamanya adalah bawang merah. Berdasarkan BPS (Badan Pusat Statistik), pada tahun 2023 produksi

bawang merah di seluruh Indonesia menyentuh angka 1.985.233 ton. Provinsi Jawa Timur menyumbang 24,41% dari total produksi bawang merah di Indonesia. Kabupaten Probolinggo menjadi salah satu daerah penghasil bawang merah terbesar setelah Nganjuk dengan total panen mencapai 87.747,65 ton per tahun. Hal ini tentu didukung oleh luas lahan tanaman bawang merah di Kabupaten Probolinggo mencapai 6.306 Hektar pada tahun 2017^[1]. Penanaman bawang merah umumnya dilakukan pada saat Bulan April-September atau bertepatan pada musim kemarau.

Berdasarkan pengamatan lapangan yang dilakukan, mayoritas petani bawang merah di Desa Sumberbulu Kabupaten Probolinggo masih menggunakan cara manual dalam proses perawatan bawang merah. Proses perawatan bawang merah dilakukan secara rutin dan komprehensif mulai dari proses penyiraman, pemupukan, dan penyiangan. Penyiraman dilakukan dengan interval 2 hari sekali ditambah dengan penyiraman ringan saat tingkat kelembapan udara tinggi. Proses penyiraman ini dilakukan pada siang menuju sore hari dan pagi sebelum matahari terbit atau ketika tingkat kelembapan udara tinggi. Tentunya hal ini akan membutuhkan waktu dan energi yang lebih sehingga dengan luas lahan yang ditanami perawatannya tidak optimal. Ditambah lagi, hal ini bisa berakibat fatal bagi para petani akibat posisi kerja yang membungkuk sembari mengangkat beban dari ember berisi air yang bisa menyebabkan cedera pada otot, tulang rawan, dan sendi^[2].



Gambar 1 Petani bawang merah sedang menyiram dengan manual.

Berdasarkan permasalahan tersebut, Ibu Supmawati selaku Kepala Desa Sumberbulu menyampaikan harapannya agar menciptakan inovasi yang menggunakan teknologi tepat guna untuk mendukung proses perawatan bawang merah. Hingga sampai saat ini, salah satu alat yang bisa membantu meningkatkan produktivitas petani bawang adalah mesin penyiram bawang *portable*. Akan tetapi, alat ini masih menggunakan bahan bakar bensin yang dikategorikan sebagai bahan bakar fosil. Hal ini tentu kurang efisien mengingat harga dari bahan bakar Rp. 10.000,00 /liter, yang mana akan menambah biaya operasional. Dikutip dari *Global Solar Atlas*, potensi energi matahari di Desa Sumberbulu mencapai 1635,6 kWh/m² setiap harinya. Nilai ini merupakan nilai *Peak Sun Hours* selama satu hari di Desa Sumberbulu yang tergolong cukup besar dan sangat potensial untuk dikonversi menjadi energi listrik yang menyuplai berbagai kebutuhan energi selama menyuplai kebutuhan penyiraman bawang merah.

Tabel 1 Potensi energi matahari di Desa Sumberbulu

Data Peta	Hasil
Daya keluaran spesifik panel surya	1635,6 kWh/kWp per hari
Iradiasi normal langsung	1666,9 kWh/m ² per hari
Iradiasi global horizontal	2028,7 kWh/m ² per hari
Bersambung ke halaman berikutnya...	

Tabel 1 – Lanjutan dari halaman sebelumnya

Data Peta	Hasil
Iradiasi horizontal difus	814,3 kWh/m ² per hari
Iradiasi miring global pada sudut optimum	2070 kWh/m ² per hari
Kemiringan optimal modul panel surya	13° / 0°
Temperatur udara	26,4°C

Salah satu solusi yang bisa mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan menciptakan inovasi alat siram bawang merah otomatis terintegrasi *battery charging station* berbasis panel surya guna meningkatkan produktivitas petani bawang merah di Desa Sumberbulu, Kabupaten Probolinggo. Alat ini akan membantu para petani dalam menyiram tanaman bawang merah mereka yang terintegrasi dengan panel surya sehingga bisa mengurangi tagihan listrik para petani. Maka dari itu, melalui skema pengabdian masyarakat yang dilakukan Laboratorium Tegangan Tinggi Departemen Teknik Elektro ITS turut membantu mengatasi permasalahan penghematan biaya listrik dengan inovasi alat siram bawang merah terintegrasi *battery charging station* berbasis *solar panel* guna meningkatkan produktivitas petani bawang merah di Desa Sumberbulu Kabupaten Probolinggo. Pelaksanaan pengabdian masyarakat ini diharapkan dapat membantu masyarakat di Desa Sumberbulu untuk mengatasi efisiensi waktu dan tenaga dalam penyiraman bawang merah sehingga para petani bisa mengalokasikan waktunya untuk melakukan perawatan lainnya. Hal ini tentu akan berdampak pada optimalisasi perawatan yang akan berimbas pada hasil panen nantinya. Dengan inovasi ini diharapkan dapat mendukung pekerjaan layak dan pertumbuhan ekonomi sesuai pada *Sustainable Development Goals* (SDGs) nomor 8, konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab sesuai pada *Sustainable Development Goals* (SDGs) nomor 12, kemitraan untuk mencapai tujuan sesuai pada *Sustainable Development Goals* (SDGs) nomor 17, dan penanganan perubahan iklim sesuai pada *Sustainable Development Goals* (SDGs) nomor 13.

1.2 | Solusi Permasalahan atau Strategi Kegiatan

Perumusan masalah dari pengabdian Masyarakat ini adalah:

1. Bagaimana cara merancang alat siram bawang merah otomatis terintegrasi *battery charging station* berbasis panel surya guna meningkatkan produktivitas petani bawang di Desa Sumberbulu?
2. Bagaimana cara memanfaatkan alat siram bawang merah otomatis terintegrasi *battery charging station* berbasis panel surya guna meningkatkan produktivitas petani bawang di Desa Sumberbulu?

Solusi permasalahan tersebut yaitu:

1. Merancang alat siram bawang merah otomatis terintegrasi *battery charging station* sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi kegiatan produksi bawang merah.
2. Merancang alat siram bawang merah otomatis terintegrasi *battery charging station* berbasis panel surya dengan *user friendly* untuk petani sehingga memudahkan dalam pengoperasiannya.

1.3 | Target Luaran

1. **Pemasangan Alat Siram Bawang Merah Otomatis Terintegrasi Battery Charging Station Berbasis Panel Surya**
Pemasangan alat siram bawang merah otomatis terintegrasi *battery charging station* berbasis panel surya untuk meningkatkan produktivitas petani bawang merah ini dilakukan di Desa Sumberbulu, Kecamatan Tegalsiwalan, Kabupaten Probolinggo. Pemasangan alat ini berguna untuk meningkatkan produktivitas, meningkatkan kualitas perawatan bawang merah, serta menghemat biaya pemakaian listrik.
2. **Sosialisasi Kepada Masyarakat**
Sosialisasi terkait alat siram bawang merah otomatis terintegrasi *battery charging station* berbasis panel surya untuk membantu meningkatkan produktivitas petani bawang merah ini ditujukan kepada warga di Desa Sumberbulu, Kabupaten Probolinggo untuk peningkatan pemahaman terkait cara mengoperasikan dan perawatan dari alat siram bawang merah otomatis terintegrasi *battery charging station* berbasis panel surya.

3. Laporan Kemajuan dan Laporan Akhir

Dosen bersama mahasiswa melaksanakan kegiatan pengabdian masyarakat pada mitra Masyarakat sasaran. Selanjutnya, dosen akan melakukan dokumentasi terkait hasil kegiatan pengabdian masyarakat untuk kepentingan laporan. Di samping itu, dosen berdiskusi juga dengan pihak Kelompok Tani terkait tempat pemasangan alat siram bawang merah otomatis terintegrasi *battery charging station* berbasis panel surya yang akan digunakan sebagai media untuk membantu warga khususnya dalam hal meningkatkan produktivitas, meningkatkan kualitas perawatan bawang, serta menghemat biaya pemakaian listrik.

4. Jurnal Nasional

Kegiatan Pengabdian Masyarakat juga didokumentasikan dalam bentuk Jurnal Nasional yang akan dimuat pada Jurnal Sewagati dan dapat juga dimuat pada jurnal nasional pengabdian masyarakat lainnya.

5. Book Chapter

Selain Jurnal Nasional, laporan kegiatan juga akan digabungkan dengan topik serupa menjadi Buku Abmas Pusat Kajian ITS. Buku ini akan diterbitkan melalui ITS Press atau PT ITS Tekno Sains. Kemudian file *book chapter* ini akan ditempatkan di *repository* perpustakaan ITS sebagai bentuk pengabdian kegiatan pengabdian masyarakat oleh ITS.

6. Berita Populer Media Massa

Kegiatan pengabdian masyarakat ini diharap dapat dimuat dalam halaman berita seperti *Online* (its.ac.id/news) atau dapat dimuat di media massa yang telah terdaftar pada dewan pers (<https://www.dewanpers.or.id/data/perusahaanpers>).

7. Video Kegiatan

Aktivitas Pengabdian Masyarakat diabadikan dalam format video yang diunggah di akun Youtube DM ITS dan dapat diakses oleh publik di media *online* Youtube.

2 | TINJAUAN PUSTAKA

2.1 | Panel Surya

Panel surya merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik DC (*Direct Current*). Panel surya tersusun dari sel surya yang terbuat dari bahan semikonduktif silikon. Sebuah silikon sel surya tersusun dari lapisan atas tipe n dan lapisan bawah tipe p. Ketika permukaan sel surya terkena sinar matahari, akan terbentuk elektron bebas dari benturan atom pada lapisan penghubung yang menyebabkan terjadinya arus listrik. Semakin besar intensitas radiasi sinar matahari yang mengenai permukaan panel surya, maka daya listrik yang dihasilkan panel surya semakin besar. Panel surya dapat dirangkai seri, paralel, atau kombinasi keduanya untuk mendapatkan tegangan dan arus yang diinginkan sehingga peralatan pendukung panel surya dapat dipilih dengan tepat^[3].

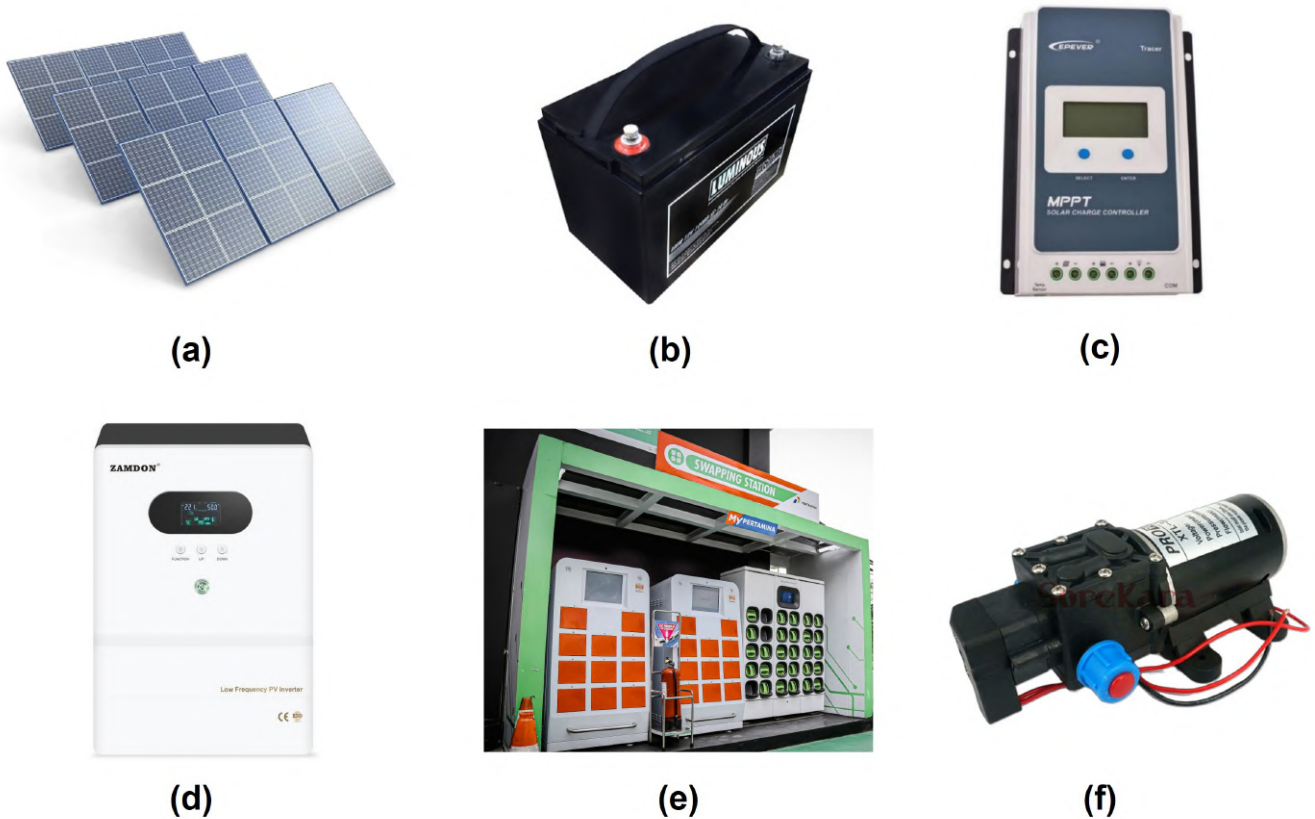
2.2 | Baterai

Baterai pada sistem PLTS berfungsi sebagai media untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Energi listrik yang diterima baterai akan dikonversi menjadi energi kimia. Baterai menjadi solusi dari energi baru dan terbarukan yang tidak selalu ada pada kondisi tertentu, misalnya keberadaan energi matahari saat malam hari. Jadi, energi yang dihasilkan oleh panel surya pada siang hari tetap dapat digunakan saat malam hari. Baterai memiliki kapasitas nominal energi yang dapat disimpan, biasanya dinyatakan dalam satuan Ah. Jumlah energi yang berada di dalam baterai harus diperhatikan dengan benar. Pada baterai yang digunakan di sistem energi baru dan terbarukan, dikenal istilah SoC (*State of Charge*), yaitu persentase seberapa banyak energi yang tersimpan dalam baterai pada saat itu. Setiap jenis baterai memiliki nilai SoC minimum yang berbeda. Kondisi di bawah nilai SoC baterai harus dihindari agar usia pakai baterai bisa lebih panjang^[4].

2.3 | Solar Charge Controller (SCC)

Solar Charge Controller atau yang biasa disebut SCC adalah perangkat elektronika daya yang berfungsi untuk mengatur listrik yang telah dihasilkan panel surya agar dapat mengisi baterai dengan tegangan yang sesuai. SCC terbagi menjadi dua jenis, yaitu tipe PWM (*Pulse Width Modulation*) and tipe MPPT (*Maximum Power Point Tracker*). SCC tipe PWM memiliki efisiensi yang

lebih rendah dari tipe MPPT. Biasanya, tipe PWM digunakan untuk skala kecil yang tidak terlalu memperhitungkan efisiensi sistem, sedangkan tipe MPPT digunakan pada skala besar^[5].



Gambar 2 (a) Panel Surya, (b) Baterai VRLA (*Valve-Regulated Lead-Acid*), (c) SCC (*Solar Charge Controller*), (d) Inverter, (e) *Charging Station*, (f) Pompa Air Motor DC.

2.4 | Inverter

Inverter adalah perangkat elektronika daya yang berfungsi untuk mengubah listrik DC menjadi listrik AC. Pada sistem PLTS, masukan inverter dapat dari panel surya yang telah disesuaikan oleh SCC atau dari baterai. Topologi rangkaian inverter dapat menggunakan konfigurasi transistor daya *half-bridge*, *full-bridge* atau SPWM (*Sinusoidal Pulse Width Modulation*)^[6]. Berdasarkan jenis gelombang yang dihasilkan, inverter dapat diklasifikasikan menjadi *square wave*, *modified sine wave*, dan *pure sine wave*. Pada saat ini, *pure sine wave inverter* paling banyak ditemui karena hasil gelombang tegangannya memiliki THD (*Total Harmonic Distortion*) kurang dari 3% sehingga aman digunakan pada berbagai jenis beban elektrik^[7].

2.5 | Charging Station

Charging station adalah fasilitas pengisian baterai mandiri berbasis energi surya yang dirancang khusus untuk mendukung operasional alat-alat pertanian otomatis, seperti sistem siram bawang merah. Sistem ini memungkinkan alat untuk berfungsi secara kontinu tanpa tergantung sumber listrik eksternal, dengan panel surya sebagai sumber energi utama dan baterai sebagai media penyimpanan daya^[8]. Dengan adanya integrasi ini, penyiraman dapat dijadwalkan secara otomatis sesuai kebutuhan tanaman, sehingga efisiensi penggunaan air dan energi meningkat, sekaligus mengurangi beban kerja manual petani. Pendekatan ini telah dibuktikan efektif dalam berbagai penelitian, baik pada stasiun pengisian *portable* untuk irigasi pertanian maupun pada kendaraan listrik pertanian, yang menunjukkan peningkatan kontinuitas operasional, kemudahan pengelolaan, dan optimalisasi

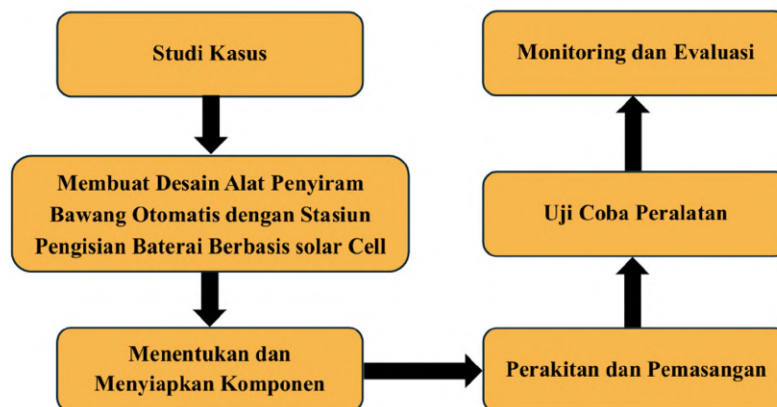
penggunaan energi terbarukan. Sistem *charging* yang terintegrasi ini juga memungkinkan penyesuaian kapasitas daya sesuai kebutuhan alat, sehingga mendukung skala operasi yang lebih besar dan produktivitas pertanian yang lebih tinggi^[9].

2.6 | Pompa Air Motor DC

Pompa air motor DC adalah perangkat yang menggabungkan motor listrik jenis DC (*Direct Current*) dengan pompa air untuk memindahkan air dari satu tempat ke tempat lain^[10]. Motor DC digunakan untuk menggerakkan pompa sehingga menghasilkan aliran air yang dibutuhkan. Keunggulan motor DC dalam aplikasi pompa air adalah kemampuannya untuk menghasilkan torsi yang besar pada kecepatan rendah, sehingga cocok untuk aplikasi yang memerlukan pengaturan kecepatan dan pengoperasian yang stabil. Pompa ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti sistem irigasi otomatis, penyediaan air di rumah tangga, dan industri kecil. Penggunaan motor DC memungkinkan kontrol yang lebih presisi terhadap aliran air, yang sering dilengkapi dengan regulator atau sensor untuk menyesuaikan kinerja pompa sesuai kebutuhan.

3 | METODE KEGIATAN

Dalam pelaksanaan program pengabdian masyarakat ini, terdapat metode pelaksanaan yang disusun secara sistematis agar kegiatan berjalan lancar dan sesuai yang diharapkan. Berikut metode pelaksanaan kegiatan yang digambarkan pada diagram alir, seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3 Diagram Alir Kegiatan.

3.1 | Studi Kasus

Studi kasus dilakukan dalam bentuk mencari informasi melalui internet sebagai langkah awal, lalu dilanjutkan dengan survei ke lokasi pengabdian masyarakat secara langsung. Dengan begitu, dapat diperoleh informasi permasalahan yang dialami oleh mitra secara tepat. Setelah itu, tim pengabdian masyarakat berdiskusi untuk mendapatkan solusi permasalahan. Lalu tim melakukan survei kedua untuk memastikan apakah mitra bersedia dengan solusi yang ditawarkan serta melakukan beberapa pengukuran untuk desain alat.

3.2 | Membuat Desain Alat

Setelah semua data yang diperlukan dari mitra sudah didapatkan, maka dilakukan pembuatan desain dan perhitungan kebutuhan minimum alat. Hal ini penting dilakukan agar semua komponen melebihi batas nilai minimum yang diperlukan sehingga keseluruhan alat dapat berfungsi dengan baik dan memiliki usia pakai yang panjang bagi mitra.

3.3 | Menentukan dan Menyiapkan Komponen

Apabila perhitungan desain telah dilakukan, maka tim akan menentukan komponen dan membelinya. Kemudian dilakukan pembuatan alat sesuai hasil perhitungan desain. Pembuatan alat dilakukan di Surabaya sehingga tim pengabdian masyarakat dapat lebih leluasa dalam mengerjakannya. Jika terjadi kegagalan fungsi pada komponen tertentu, maka tim dapat langsung memperbaikinya.

3.4 | Uji Coba Peralatan

Setelah alat pengabdian masyarakat sudah jadi, maka dilakukan uji coba peralatan. Uji coba dilakukan di Surabaya untuk memastikan bahwa alat pengabdian masyarakat sudah berfungsi dan sesuai standar operasional spesifikasi masing-masing komponen sebelum dipasang di lokasi pengabdian masyarakat.

3.5 | Perakitan dan Pemasangan

Apabila hasil uji coba peralatan sudah sesuai dengan hasil desain, selanjutnya tim melakukan perakitan dan pemasangan alat di lokasi pengabdian masyarakat secara langsung. Di hari selanjutnya, dapat dilakukan peresmian sekaligus sosialisasi cara mengoperasikan dan merawat alat kepada mitra pengabdian masyarakat sehingga usia pakai alat bisa lebih panjang.

3.6 | Monitoring dan Evaluasi

Monitoring dan evaluasi dilakukan dengan cara membandingkan kondisi pra kegiatan dan pasca kegiatan untuk melihat kemandirian dan kebermanfaatan alat yang diberikan kepada mitra. Selain itu, tim pengabdian masyarakat juga akan melakukan penyusunan luaran-luaran lain yang telah ditentukan.

4 | HASIL DAN DISKUSI

4.1 | Studi Kasus

Tim pengabdian masyarakat Laboratorium Tegangan Tinggi ITS melakukan survei ke Desa Sumberbulu, Kecamatan Leces, Kabupaten Probolinggo pada tanggal 10 Juli 2025 menemui Ibu Supmawati selaku Kepala Desa Sumberbulu. Survei ini bertujuan untuk menentukan luas sawah petani bawang dan lokasi pemasangan sistem PLTS yang akan menyuplai *charging station* sebagai pengisi daya baterai. Survei dilakukan dengan mewawancarai Ibu Supmawati beserta petani bawang merah. Kemudian dilakukan pengukuran lebar dan kedalaman parit untuk menentukan ukuran alat penyiram bawang, dilanjutkan pengukuran lokasi pemasangan panel surya, serta daya listrik yang digunakan. Hasil utama survei ini adalah sebagai berikut:

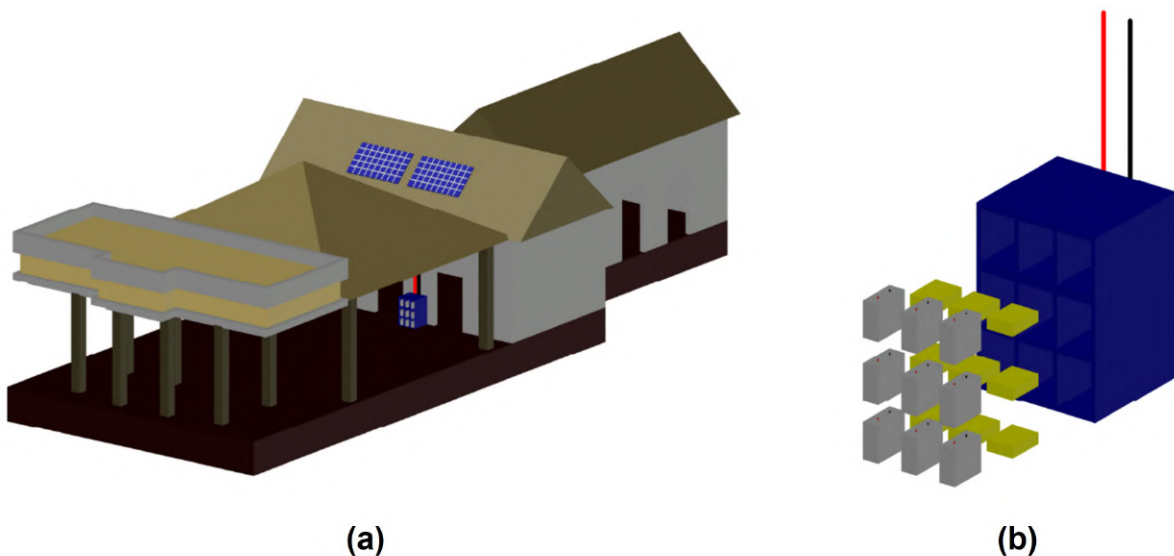
1. Penyiraman bawang merah masih manual menggunakan timba kecil sehingga petani bawang merah lebih mengeluarkan tenaga ekstra karena harus membungkuk mengambil airnya.
2. Terdapat alat penyiram bawang merah dengan dimensi yang lebih besar, tidak ergonomi, dan masih menggunakan solar sebagai bahan bakar.
3. Petani bawang merah mengeluh ketika melakukan penyiraman karena menyebabkan punggung sakit, apalagi saat cuaca panas menyebabkan tingkat produktivitas petani bawang merah menurun.
4. Lahan sawah bawang merah terletak di belakang Balai Desa Sumberbulu yang menggunakan listrik sebesar 450VA.
5. Pemasangan panel surya dapat dilakukan di atap Balai Desa Sumberbulu yang terkena sinar matahari tanpa *shading*.



Gambar 4 Survei ke mitra pengabdian masyarakat.

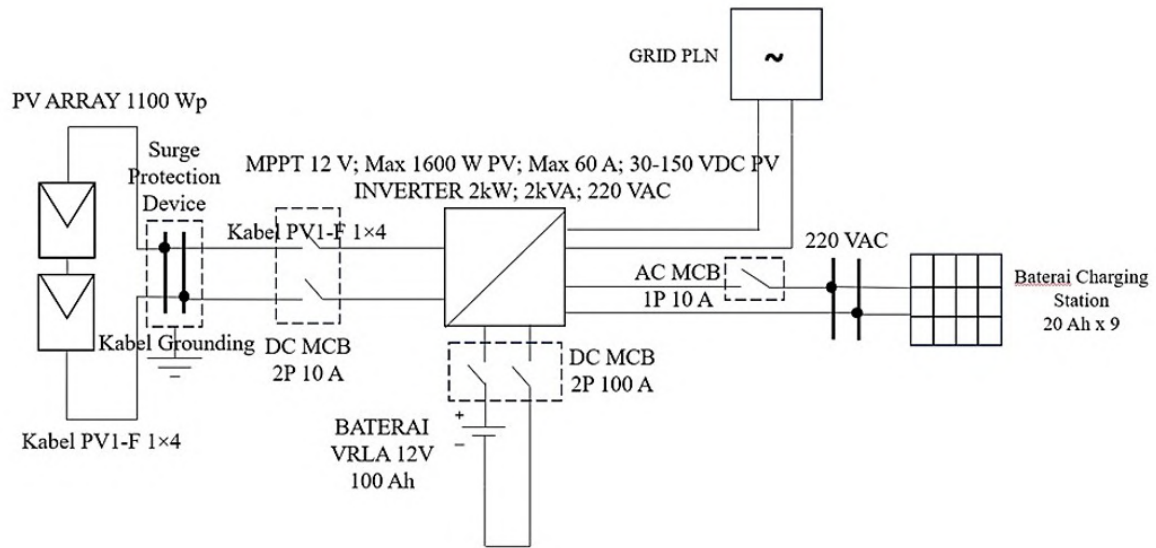
4.2 | Membuat Desain Alat Penyiram Bawang dan *Battery Charging Station*

Alat siram bawang merah otomatis terintegrasi *battery charging station* berbasis panel surya ini akan diaplikasikan di Desa Sumberbulu, Kabupaten Probolinggo. Alat ini akan didesain sedemikian rupa agar bisa beroperasi sesuai dengan yang diharapkan dan bisa mengatasi permasalahan tersebut. Dalam proses desain ini akan mempertimbangkan beberapa aspek seperti dimensi alat, konsumsi energi, perawatan alat, fleksibilitas, dan kemudahan dalam pengoperasiannya. Sebelum dilakukan pembuatan alat dan posisi peletakan panel surya di Balai Desa Sumberbulu, perlu perencanaan penentuan posisi pemasangannya menggunakan *software* AutoCAD.



Gambar 5 (a) Desain pemasangan PLTS; (b) Desain *battery charging station*.

Desain utama sistem PLTS terdiri dari panel surya, baterai, *solar charge controller*, inverter, dan perangkat proteksi. Motor DC sebagai pompa air memiliki daya nominal 100 W sebanyak 4 buah. Untuk faktor keamanan, dipilih inverter dengan kapasitas 2 kW. Inverter ini diperlukan untuk mengubah listrik DC yang dihasilkan panel surya maupun baterai menjadi listrik AC dengan tegangan 220 V sesuai dengan beban listrik saat ini. Baterai jenis VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*) dalam sistem PLTS berfungsi untuk menyimpan energi listrik yang telah dihasilkan panel surya sehingga semua energi listrik yang dihasilkan dapat dimanfaatkan kapanpun. Kapasitas baterai VRLA dipilih sebesar 1200 Wh dengan *rating* 12 V 50 Ah. Baterai VRLA dibutuhkan sebanyak 2 buah yang dipasang secara seri. Selain itu, terdapat baterai Lithium 21700 dengan *rating* 12 V 15 Ah sebagai cadangan sumber listrik alat penyiram bawang otomatis untuk menyuplai pompa air DC 100 W. Berdasarkan hasil *sizing* kebutuhan sistem PLTS, panel surya yang dibutuhkan minimum 1000 Wp. Maka dari itu, dipilih panel surya dengan *rating* 580 Wp sebanyak 2 buah.



Gambar 6 SLD (Single Line Diagram) Desain PLTS.

Kebutuhan panel surya minimum dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$P_{NOCT} = E_{load} / (Eff_inverter \times Eff_batt \times Eff_SCC \times PSH) \quad (1)$$

$$T_{cell} = T_{amb} + ((T_{NOCT} - 20) : 0,8) \times S \quad (2)$$

$$P_{STC} = P_{NOCT} : (1 - Temp_Coeff \times (T_{cell} - 25)) : 0,98 \quad (3)$$

$$t = \text{Energi yang harus disuplai} / \text{Daya efektif PV} \quad (4)$$

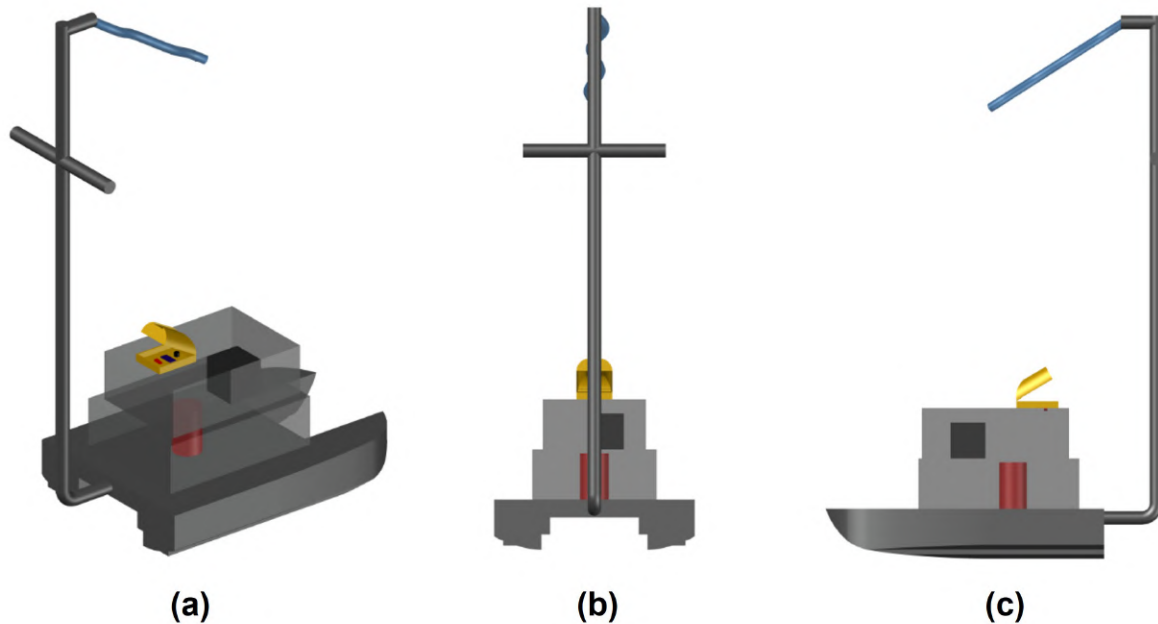
Dari hasil perhitungan, didapatkan kebutuhan minimum panel surya agar dapat menyuplai daya *battery charging station* untuk 9 baterai Lithium 21700 12 V 15 Ah selama 35 menit adalah 1620 Wh. Waktu 35 menit tersebut dari suplai VRLA dan panel surya. Dengan mempertimbangkan harga beli panel surya dan kebutuhannya, maka tim memilih panel surya dengan daya nominal 580 Wp sebanyak 2 buah yang dipasang secara paralel.

Sistem PLTS ini dirancang menggunakan baterai jenis VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*) yang memiliki SoC 20% dan DoD 80%. Kapasitas penyimpanan baterai yang diperlukan untuk sistem ini menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$C_{batt} = E_{load} / (Eff_{inverter} \times Eff_{batt} \times DoD) \quad (5)$$

Dengan nilai daya nominal tersebut jika kebutuhan beban lebih besar, maka *inverter* akan menarik daya dari PLN sebagai *backup*. *Battery charging station* dibuat 9 tempat untuk *charging* baterai. Baterai yang digunakan untuk suplai alat penyiram bawang yakni Baterai Lithium 21700 dengan rating 12 V 15 Ah. Baterai tersebut kami sediakan 4 buah untuk keperluan daya alat penyiram bawang otomatis. Stasiun pengisian baterai berbasis panel surya terdapat modul *charger* aki yang mengubah listrik AC menjadi DC. Motor DC sebagai pompa air pada alat penyiram bawang otomatis dengan rating 100W. Suplai energi listrik ini didapatkan dari baterai Lithium 21700 12 V 15 Ah yang juga berada di dalam alat penyiram bawang otomatis. Alat penyiram bawang dapat digunakan dengan durasi 2 jam penggunaan. Baterai ini dapat diisi ulang di *battery charging station*.

Alat penyiram bawang otomatis di desain dengan mempertimbangkan ergonomi petani bawang ketika melakukan kegiatan penyiraman. Alat penyiram ini menggunakan pompa DC untuk memompa air dari sawah lalu keluar melalui selang air. Terdapat *handle* untuk pegangan agar dapat menyiram secara efisien dan mengubah kebiasaan petani yang awalnya menyiram dengan membungkukkan badan. Alat ini juga dapat diatur kecepatan putaran pompa sehingga air yang keluar bisa diatur sesuai kebutuhan.



Gambar 7 Desain mekanik alat penyiram bawang otomatis; (a) 3 dimensi; (b) tampak samping; (c) tampak belakang.

4.3 | Panel Surya Pemasangan Alat Penyiram Bawang terintegrasi *Charging Station* berbasis PLTS di Desa Sumberbulu

Pemasangan alat penyiram bawang otomatis terintegrasi *Charging Station* dengan sistem PLTS *hybrid* di Desa Sumberbulu, Kec. Leces, Kab. Probolinggo dilaksanakan pada tanggal 13 dan 14 September 2025. Pada tahap ini, tim memasang *mounting* panel surya di atap Balai Desa Sumberbulu bersamaan dengan instalasi inverter, baterai, dan panel proteksi sistem PLTS, serta merakit *charging station*. Setelah itu, tim merakit alat penyiram bawang merah otomatis. Seluruh sistem dari PLTS, *charging station*, dan alat penyiram otomatis diuji secara keseluruhan. Hasilnya, sistem PLTS, *charging station*, dan alat penyiram bawang otomatis dapat bekerja dengan baik.



Gambar 8 Perbandingan penyiraman bawang merah; (a) menggunakan cara konvensional; (b) menggunakan alat penyiram bawang merah.



Gambar 9 Pemasangan Alat.

4.4 | Sosialisasi Alat pada Petani Bawang Merah

Pada tanggal 15 September 2025, tim pengabdian masyarakat Laboratorium Tegangan Tinggi ITS melaksanakan sosialisasi di Balai Desa Sumberbulu yang menjadi lokasi pemasangan alat. Acara ini dihadiri oleh Petani Bawang Merah beserta Perangkat Desa Sumberbulu. Materi sosialisasi berisi tentang bagaimana cara menggunakan alat dan merawatnya. Perwakilan asisten Laboratorium Tegangan Tinggi didampingi oleh dosen menyampaikan materi melalui presentasi serta memberikan brosur yang berisi materi. Setelah itu, tim pengabdian masyarakat dan petani bawang merah menuju lokasi pemasangan alat untuk mencoba mengoperasikan *charging station* dan alat penyiram bawang otomatis secara langsung.

4.5 | Peresmian dan Penyerahan Alat pada Petani Bawang Merah

Acara peresmian dan penyerahan alat dilakukan pada tanggal 15 September 2025 setelah sesi sosialisasi dengan diwakili oleh Dimas Anton Asfani, S.T., M.T., Ph.D selaku ketua pengabdian masyarakat menyerahkan Alat Siram Bawang Merah Otomatis Terintegrasi *Battery Charging Station* Berbasis Panel Surya secara simbolis kepada petani bawang merah yang diwakili oleh Ibu Supmawati selaku Kepala Desa Sumberbulu. Harapannya petani bawang merah dapat melakukan penyiraman bawang merah secara efektif dan efisien sehingga dapat meningkatkan produktivitas bawang merah di Desa Sumberbulu.



Gambar 10 Sosialisasi Alat.



Gambar 11 (a) Penyerahan alat penyiram bawang merah otomatis (b) Peresmian pengabdian masyarakat.

4.6 | Monitoring dan Evaluasi

Dari tahap monitoring dan evaluasi kegiatan pengabdian masyarakat ini, didapatkan hasil bahwa alat penyiram bawang yang dipasok dayanya oleh baterai dari sistem PLTS *hybrid* berupa *charging station* mampu meningkatkan produktivitas petani bawang merah di Desa Sumberbulu. Petani bawang tidak kesusahan lagi untuk menyiram bawang merah, dengan alat ini kegiatan menyiram bawang merah dapat dilakukan secara mudah dan efisien. Otomasi ini juga tidak menambah pengeluaran petani bawang karena tidak bergantung besar pada sumber listrik PLN.

5 | KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 | Kesimpulan

Tim Pengabdian Masyarakat Laboratorium Tegangan Tinggi ITS berhasil membuat dan memasang alat penyiram bawang otomatis dengan tenaga baterai. Baterai tersebut diisi dengan listrik yang berasal dari sistem PLTS *hybrid*. Alat penyiram bawang otomatis ini bermanfaat bagi Petani Bawang Merah di Desa Sumberbulu untuk memudahkan ketika menyiram bawang merah. Selain itu, kegiatan ini juga memberikan manfaat berupa tambahan pemahaman kepada Petani Bawang Merah Desa Sumberbulu mengenai pemanfaatan sinar matahari sebagai alternatif untuk menghasilkan energi listrik yang lebih lama lingkungan. Harapannya, Petani Bawang Merah dapat memelihara alat sesuai prosedur yang telah dibuat oleh tim pengabdian masyarakat

sehingga kebermanfaatannya terus berkelanjutan. Saran pengembangan selanjutnya yaitu dapat terintegrasi dengan IoT (*Internet of Things*) sebagai monitoring penyiraman oleh petani.

6 | UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menyampaikan terima kasih kepada beberapa pihak yang telah mendukung terlaksananya kegiatan pengabdian masyarakat ini:

1. Direktorat Riset Dan Pengabdian Kepada Masyarakat Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya yang mendanai kegiatan ini melalui kontrak nomor 2046/PKS/ITS/2025.
2. Perangkat Desa dan Petani Bawang Desa Sumberbulu, Kec. Tegalsiwalan, Kab. Probolinggo sebagai mitra kegiatan pengabdian masyarakat ini.
3. Asisten Laboratorium Tegangan Tinggi ITS sebagai mahasiswa KKN yang terlibat dalam pengabdian masyarakat ini.

Referensi

1. Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur. Analisis Data Bawang Merah Jawa Timur 2018. 8201018.35, Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur; 2018. 8201018.35.
2. Pramana AN, Cahyani MT. Analisis Postur Kerja Dengan Metode Rapid Entire Body Assessment (Reba) dan Keluhan Subjektif Muskuloskeletal pada Petani Bawang Merah di Probolinggo. *Indonesian Journal of Health Community* 2022 may;3(1):30.
3. Ranabhat K, Patrikeev L, Antal'evna-Revina A, Andrianov K, Lapshinsky V, Sofronova E. An introduction to solar cell technology. *Istrazivanja i Projektovanja za Privredu* 2016;14(4):481–491.
4. Iskandar HR, Elysees CB, Ridwanulloh R, Charisma A, Yuliana H. ANALISIS PERFORMA BATERAI JENIS VALVE REGULATED LEAD ACID PADA PLTS OFF-GRID 1 KWP. *Jurnal Teknologi* 2021;13(2).
5. Awale KS, Kumbhar AU, Kole VA, Kamate JB. Arduino Based MPPT Solar Charge Controller. *Journal of Electrical & Electronic Systems* 2017;06(02).
6. Kolantla D, Mikkili S, Pendem SR, Desai AA. Critical review on various inverter topologies for PV system architectures. *IET Renewable Power Generation* 2020 dec;14(17):3418–3438.
7. Samman FA, Ahmad R, Mustafa M. Perancangan, Simulasi dan Analisis Harmonisa Rangkaian Inverter Satu Fasa. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI)* 2015 jun;4(1).
8. Harik EHC. Design and Implementation of an Autonomous Charging Station for Agricultural Electrical Vehicles. *Applied Sciences* 2021 jul;11(13):6168.
9. Widhiawan BAW, Handoko S, Darjat D. PERANCANGAN SISTEM CHARGING BATERAI MENGGUNAKAN BUCK-BOOST CONVERTER DENGAN SUMBER PANEL SURYA BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO NANO. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro* 2021 mar;10(1):17–25.
10. Belhaouchet N, Sayah S, Zoughab S. An efficient control for a standalone photovoltaic water pumping system based on a separately excited dc motor drive. *Engineering Review* 2024;44(3):89–102.

Cara mengutip artikel ini: Asfani, D. A., Negara, I M. Y., Hernanda, I G. N. S., Fahmi, D., Suryani, T., Kuswidiastuti, D., Handayani, P., (2026), Alat Siram Bawang Merah Otomatis Terintegrasi *Battery Charging Station* Berbasis Panel Surya, *Sewagati*, 10(2):369–381, <https://doi.org/10.12962/j26139960.v10i2.8988>.