

Penerapan pembangkit hybrid portable terintegrasi IoT untuk meningkatkan produksi bawang merah di Kabupaten Probolinggo

Mas Ahmad Baihaqi^{1*}, Adi Mulyadi², Hartawan Abdullah³, Subairi⁴, Merinda Lestandy⁵,
M. Bayu Afandi⁶, Kevin Riza Almachzumi⁶

^{1,3}Department of Electrical Engineering, Universitas Panca Marga Probolinggo, Indonesia

^{2,7}Department of Electrical Engineering, Universitas PGRI Banyuwangi, Indonesia

⁴Department of Electrical Engineering, Universitas Merdeka Malang, Indonesia

⁵Department of Electrical Engineering, Universitas Muhammadiyah Malang, Indonesia

Article Info

Article history:

Received July 1, 2025

Accepted August 4, 2025

Published February 1, 2026

Kata Kunci:

Bawang Merah,
Mandiri Energi,
Hybrid Portable,
Monitoring IoT

ABSTRAK

Produksi bawang merah tahun 2010-2023 menurun yang disebabkan oleh cuaca ekstrim dan hama. Kelompok Tani dari 12 Kecamatan dengan masing-masing lahan 3.428-7.155 Ha hanya mampu memproduksi 812.373 ton/tahun. Data statistik menunjukkan bahwa Kabupaten Probolinggo menyumbang 21.15% produksi nasional. Tujuan pengabdian yaitu untuk meningkatkan produksi dengan penerapan teknologi *hybrid portable* untuk suplai listrik pada lahan petani bawang merah. Metode pengabdian yaitu observasi, perancangan, sosialisasi serta pelatihan, pendampingan program, evaluasi program dan keberlanjutan program. Sistem *monitoring* sebagai pemantauan suplai listrik bagi Kelompok Tani Bawang di Kabupaten Probolinggo. Kebaharuan teknologi adalah teknologi *hybrid portable* antara panel surya serta pico hydro sebagai suplai listrik lampu dan penunjang produksi bawang. Hasil penerapan teknologi menunjukkan bahwa *monitoring hybrid portable* terintegrasi IoT menghasilkan masing-masing tegangan 212.71 V, arus 2 A, dan Daya 425.38 W. Sedangkan hasil penerapan disosialisasikan pada Kelompok Tani dengan edukasi dan perawatan teknologi. Faktor yang mendukung kegiatan adalah partisipasi mitra dalam penerapan *hybrid portable*, dan faktor penghambat adalah suplai air dalam pengujian pico hydro. Hal ini disebabkan tanaman bawang hanya membutuhkan kadar air sebesar 80% dengan intensitas penyiraman 2 kali dalam 1 hari.



Corresponding Author:

Mas Ahmad Baihaqi,
Department of Electrical Engineering,
Universitas Panca Marga Probolinggo,
Jl. Raya Dringu, Krajan, Pabean, Kec. Mayangan, Kota Probolinggo, Jawa Timur, 67216
Email: *baihaqi@upm.ac.id

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Probolinggo menjadi sentra produksi bawang merah nasional di Jawa Timur [1]. Produksi bawang merah tahun 2010-2023 mencapai 45.216-582.388 ton/tahun [2] dari Kelompok Tani 371 orang [3] dengan luas lahan masing-masing 3.428-7.155 Ha [4]. Kelompok Tani dari 12 Kecamatan Bantaran Lece, Tegalsiwalan, Banyuanyar, Besuk, Kraksan, Krenjengan, Prajakan, Maron, Gending, Sumberasih, dan Dringu mampu memproduksi bawang merah 812.373 ton/tahun. Data Pusat Statistik Jawa Timur menunjukkan bahwa Kabupaten Probolinggo menyumbang 21.15% produksi nasional [5].

Bawang merah diproduksi karena memiliki manfaat senyawa kimia aktif (alliin, allisin, adenosin, dialil-disulfida, dialil-trisulfida, ajoene, prostaglandin A-1, dialil-sulfida, floriglusinol, kaemferol, sikloalliin,

dan difenil-amina) [6], antivirus, menurunkan kolesterol, menjaga kesehatan jantung, anti-inflamasi, meningkatkan sistem kekebalan tubuh [7], mengatasi batuk dan flu, mengurangi risiko kanker, mengatasi masalah pencernaan [8]. [Gambar 1](#) menjelaskan kondisi lahan dan kelompok tani bawang merah di Kabupaten Probolinggo.



Lahan Tani Bawang

Kelompok Tani Bawang

Gambar 1. Kondisi Kelompok Tani Bawang

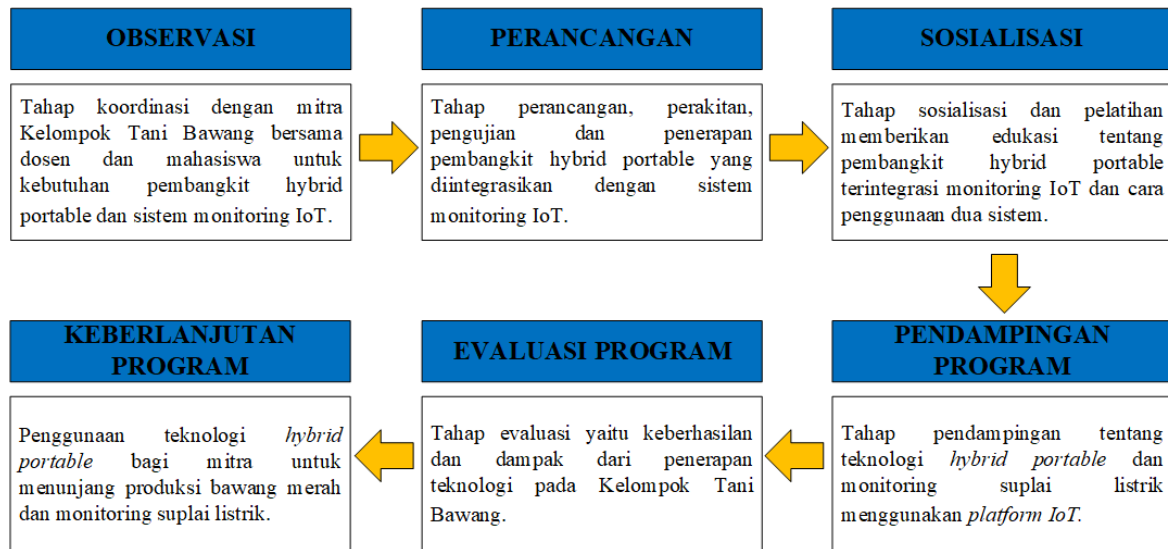
Namun, produksi bawang merah mengalami penurunan tahun 2018-2023 sebesar 16.54% dari total 449.961 ton/tahun yang disebabkan cuaca ekstrim, sistem tradisional, pemasaran, dan penerapan teknologi hama untuk menunjang produksi [9]. Harga jual bawang pada cuaca ekstrim menurun hingga Rp.16.000-17.000/Kg, sistem tradisional Rp.8.000-10.000/Kg, harga di pasar Rp.5.000-14.000/Kg, dan penerapan teknologi listrik PLN menyebabkan kerugian sebesar \pm Rp.1.000.000-2.900.000/Kg [10].

Dari kendala petani bawang merah, beberapa upaya dilakukan untuk meningkatkan produksi bawang seperti teknologi vernalisasi dalam mendukung pengembangan sentra agribisnis bawang putih [11], pengembangan sentra agribisnis bawang putih [12], teknologi tepat guna ramah lingkungan [13], meningkatkan perekonomian masyarakat [14], strategi peningkatan produktivitas tanaman bawang [15], sistem pengendalian hama ulat grayak di lahan bawang merah dengan pertanian berkelanjutan [16], alat pembasmi hama dengan kincir angin bagi petani bawang merah [17], teknologi media sosial [18], teknologi TSS dan biosaka.

Dari kendala petani tampak bahwa teknologi untuk meningkatkan produksi bawang merah belum menyentuh energi mandiri teknologi hybrid portable. Teknologi *hybrid portable* yaitu antara panel surya dan pico hydro terintegrasi *Internet of Things* (IoT). Teknologi dirancang sebagai penerangan lampu untuk mengurangi hama dan sistem *monitoring* IoT berfungsi sebagai pemantauan suplai serta konsumsi energi listrik bagi Kelompok Tani Bawang di Kabupaten Probolinggo. Kebaharuan teknologi adalah teknologi *hybrid portable* antara panel surya serta *pico hydro* sebagai suplai listrik lampu di daerah tepencil dan sistem *monitoring* IoT digunakan sebagai pemantau suplai listrik *hybrid portable* secara *real-time*. Tujuan kegiatan pengabdian yaitu untuk meningkatkan produksi tanaman bawang merah bagi Kelompok Tani bawang dengan penerapan teknologi energi mandiri *hybrid portable* dan sistem *monitoring* pembangkit berbasis IoT.

2. METODE

Tahapan pelaksanaan pengabdian meliputi observasi, perancangan, sosialisasi serta pelatihan, pendampingan program, evaluasi program dan keberlanjutan program. Tahap observasi yaitu koordinasi dengan mitra Kelompok Tani Bawang bersama dosen dan mahasiswa untuk kebutuhan pembangkit *hybrid portable* dan sistem *monitoring* IoT. Tahap perancangan mendesain, perakitan, pengujian dan penerapan pembangkit *hybrid portable* antara panel surya dan pico hydro yang diintegrasikan dengan sistem *monitoring* IoT. Tahap sosialisasi dan pelatihan memberikan edukasi tentang pembangkit hybrid portable terintegrasi *monitoring* IoT dan cara penggunaan dua sistem dalam meningkatkan produksi bawang merah yang dilaksanakan di Jl. Sunan Ampel, RT/TW 002/005 Kelurahan Jrebeng Lor, Kecamatan Kedopok, Kabupaten Probolinggo. Pendampingan tentang teknologi hybrid portable dan *monitoring* suplai listrik menggunakan platform IoT. Tahap evaluasi yaitu keberhasilan dan dampak dari penerapan teknologi pada Kelompok Tani Bawang. Penggunaan teknologi hybrid portable bagi mitra untuk menunjang produksi bawang merah dan *monitoring* suplai listrik. [Gambar 2](#) mengilustrasikan alur metode yang digunakan dalam implementasi program.



Gambar 2. Tahap Pelaksanaan Pengabdian Masyarakat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil observasi tim dan mitra digunakan untuk menghitung kebutuhan perancangan pembangkit hybrid portable dan kebutuhan suplai listrik dalam menunjang produksi bawang di lahan kelompok tani. Lahan kelompok tani bawang dapat dilihat pada [Gambar 3](#).



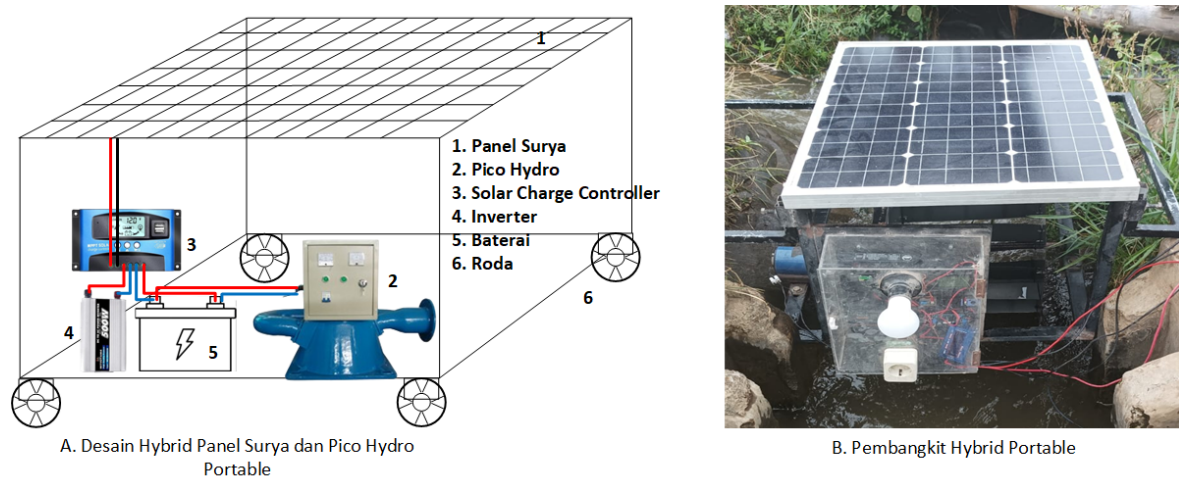
Gambar 3. Observasi Lahan Kelompok Tani Bawang

Tahapan perancangan pembangkit hybrid portabel terdiri dari beberapa komponen seperti regulator tegangan, PLTS 100 Wp, MPPT, generator, SCC, inverter, baterai VRLA, sensor arus serta tegangan, bearing, gear, rantai, dan dudukan bearing. Kemudian komponen pico hydro dan panel surya dipasang bersama tim dan mahasiswa untuk pengujian awal trial dan error. Hasil pengujian awal dilakukan untuk memastikan penerapan di lahan bawang merah tidak mengalami kendala selama pengoperasian. Komponen pembangkit hybrid portable dapat dilihat pada [Gambar 4](#).



Gambar 4. Komponen Pembangkit Hybrid Portable

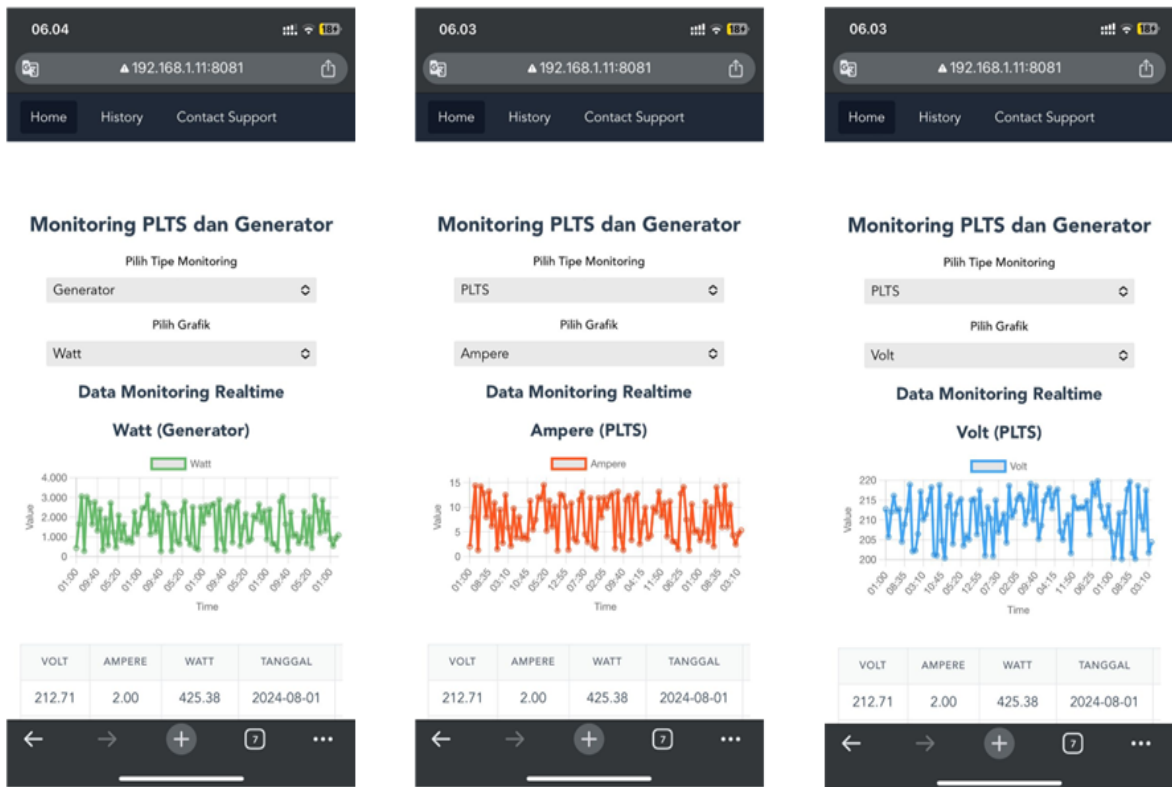
Tahapan perancangan, peraktian, pengujian dan implementasi pada mitra dengan panel surya dan pico hydro portable. Panel surya dan pico hydro diintegrasikan secara hybrid untuk menyuplai listrik di lahan bawang merah selama musim dan di luar musim. Sistem penerangan dikendalikan oleh solar charge controller (SCC) dengan daya lampu masing-masing 15 w untuk menurunkan intensitas hama pada tanaman bawang. Panel surya menyuplai listrik pada malam hari (jam 18.00-23.59) dan *pico hydro* digunakan pada dini hari (jam 23.59-06.00). Sehingga intensitas hama dapat diketahui secara real-time. Selanjutnya, hasil penerapan teknologi hybrid portatble dipantau melalui web *monitoring Internet of Things* (IoT). Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk memudahkan Kelompok Tani Bawang Merah di Kabupaten Probolinggo. Desain *hybrid portable* dan pembangkit *hybrid portable* dapat dilihat pada [Gambar 5](#).



Gambar 5. Desain *Hybrid Portable* dan (b) *Pembangkit Hybrid Portable*

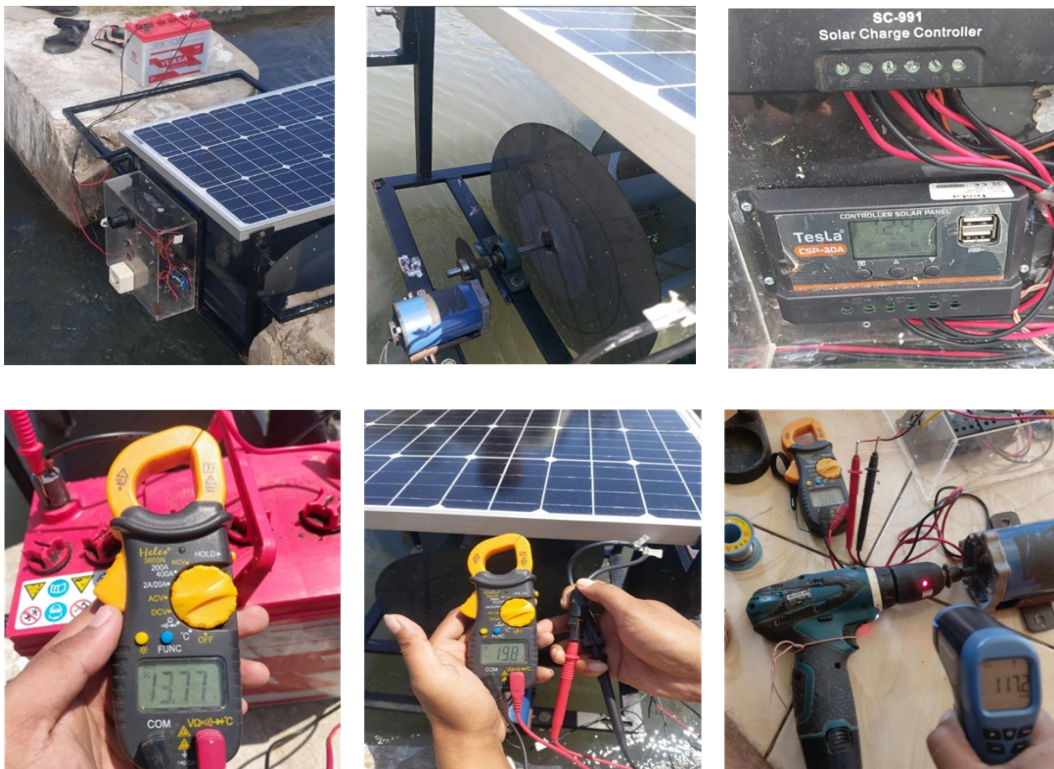
Perancangan web *monitoring* IoT digunakan untuk memantau suplai energi listrik pada lahan tanaman bawang secara *real-time*. Perancangan web *monitoring* IoT dilakukan oleh tim pengusul di Laboratorium

Teknik Elektro Universitas Panca Marga Probolinggo. Hasil monitoring *hybrid portable* IoT dapat dilihat pada [Gambar 6](#).



Gambar 6. Hasil Monitoring *Hybrid Portable* IoT

Pengujian dan pengumpulan data berdasarkan suplai pembangkit listrik hybrid portable antara panel surya dan pico hydro. Hasil monitoring hybrid portable terintegrasi IoT menghasilkan masing-masing tegangan 212.71 V, arus 2 A, dan Daya 425.38 W. [Gambar 7](#) menjelaskan pengujian pembangkit listrik hybrid portable.



Gambar 7. Pengujian *Hybrid Portable*

Sosialisasi dan pelatihan dilakukan bagi kelompok tani bawang di Kabupaten Probolinggo untuk memanfaatkan energi mandiri hybrid portable dan web monitoring IoT untuk memantau suplai listrik serta intensitas hama. Dokumentasi sosialisasi dan pendampingan dapat dilihat pada [Gambar 8](#).



A. Pengujian Pembangkit Hybrid Portable



B. Pendampingan Pembangkit Portable

Gambar 8. Sosialisasi dan Pendampingan

Evaluasi dilakukan oleh tim pengusul dan mahasiswa pada kelompok tani bawang di Kabupaten Probolinggo untuk pemanfaatan energi mandiri *hybrid portable* dan web monitoring IoT dalam memantau suplai listrik serta intensitas hama. Evaluasi dilakukan dalam 1-2 minggu satu kali untuk memastikan penerapan teknologi energi mandiri dan sistem monitoring sesuai dengan konsumsi listrik dan penurunan hama.

Solusi suplai air untuk pengujian pembangkit *hybrid portable* dilakukan koordinasi oleh mitra dengan Tim pada Dinas Pengairan Kabupaten Probolinggo untuk memberikan akses air di lahan Kelompok Tani Bawang Merah. Akses air digunakan pada bulan Februari-Agustus untuk memastikan lahan petani bawang mendapatkan suplai air dalam pengujian *hybrid portable* dan menunjang produksi hasil panen.

Dampak penerapan pada mitra petani bawang adalah peningkatan produksi bawang merah pada saat musim dan di luar musim dengan mandiri energi pembangkit *hybrid portable* dan sistem monitoring berbasis IoT dijelaskan pada tabel 1. Hasil penerapan pembangkit hybrid portable dapat menunjang kualitas produksi bawang merah sebesar $\pm 25\text{-}50\%$ menggunakan mandiri energi. Sedangkan sistem monitoring berbasis IoT memantau suplai serta konsumsi energi listrik bagi Kelompok Tani Bawang di Kabupaten Probolinggo.

Tabel 1. Dampak Penerapan Teknologi *Hybrid Portable*

No	Kondisi Sebelum	Kondisi Sesudah
1	Kelompok Tani Bawang dari 12 Kecamatan menggunakan suplai listrik PLN untuk meningkatkan produksi bawang merah dan menurunkan intensitas hama walaupun mengalami kerugian sebesar $\pm \text{Rp.}1.000.000\text{-}2.900.000/\text{Kg}$.	Kelompok Tani Bawang dari 12 Kecamatan menggunakan energi mandiri dengan teknologi <i>hybrid portable</i> antara panel surya dan <i>pico hydro</i> sebagai sumber listrik untuk meningkatkan produksi bawang merah dan menurunkan intensitas hama $\pm 20\text{-}30\%$.
2	Kelompok Tani Bawang memantau lahan membutuhkan waktu ± 1.5 jam dengan jarak tempuh 3.9 km untuk sampai di lokasi lahan.	Kelompok Tani Bawang memantau menggunakan teknologi <i>monitoring</i> terintegrasi IoT untuk suplai energi dan intensitas hama.
3	Produksi bawang merah dari 12 Kecamatan memiliki harga yang bervariasi yaitu Rp 13.000-Rp20.000 /Kg.	Produksi bawang merah dari 12 Kecamatan meningkat sebesar $\pm 25\text{-}50\%$ (Rp 25.000-Rp30.000 /Kg).
4	Kelompok Tani Bawang dari 12 Kecamatan tidak memiliki pengetahuan tentang teknologi mandiri energi dan sistem pemantauan bawang merah secara <i>online</i> .	Kelompok Tani Bawang dari 12 Kecamatan memanfaatkan teknologi <i>hybrid portable</i> dan <i>monitoring IoT</i> untuk memantau suplai energi listrik di lahan petani bawang.

4. KESIMPULAN

Penerapan pembangkit hybrid portable menunjukkan bahwa suplai listrik di lahan Kelompok Tani Bawang dapat diterapkan dengan panel surya dan pico hydro yang terintegrasi IoT. Integrasi panel surya dan pico hydro digunakan sebagai suplai listrik dan monitoring IoT digunakan untuk memantau suplai listrik secara real-time. Hasil monitoring hybrid portable terintegrasi IoT menghasilkan masing-masing tegangan 212.71 V, arus 2 A, dan Daya 425.38 W. Sedangkan hasil penerapan disosialisasikan pada Kelompok Tani dengan edukasi dan perawatan teknologi. Faktor yang mendukung kegiatan adalah partisipasi mitra dalam penerapan

hybrid portable, dan faktor penghambat adalah suplai air dalam pengujian pico hydro. Hal ini disebabkan tanaman bawang hanya membutuhkan kadar air sebesar 80% dengan intensitas penyiraman 2 kali dalam 1 hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Forum Pendidikan Tinggi Teknik Elektro Indonesia (FORTEI) yang telah memberikan pendanaan pada kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat dalam Skema Direktorat Kerjasama dan Pengabdian Kepada Masyarakat FORTEI Tahun 2025.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. D. Pranoto, S. Wahyuni, and R. D. Lufira, "Analisa Indeks Kinerja Daerah Irigasi Taposan Kecamatan Dringu Kabupaten Probolinggo Menggunakan Software PDSDA-PAI," *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, vol. 1, no. 1, pp. 252–263, 2021, doi: [10.21776/ub.jtresda.2021.001.01.22](https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2021.001.01.22)
- [2] F. Bastian, "Produktivitas serta Produksi Bawang Merah dan Bawang Putih," Probolinggo, 2023.
- [3] M. I. Pindianto, H. Prayuginingsih, and S. Hadi, "Analisis Usahatani Bawang Merah Di Kabupaten Probolinggo," *Repository Universitas Jember*, vol. 1, no. 3, pp. 1–24, 2019.
- [4] F. Bastian, "Luas Panen Serta Produksi Bawang Merah dan Bawang Putih Harvested Area," Probolinggo, 2020.
- [5] F. Bastian, "Kabupaten Probolinggo Dalam Angka 2024," 2024.
- [6] I. W. R. Aryanta, "Bawang Merah Dan Manfaatnya Bagi Kesehatan," *Widya Kesehatan*, vol. 1, no. 1, pp. 29–35, 2019, doi: [10.32795/widyakesehatan.v1i1.280](https://doi.org/10.32795/widyakesehatan.v1i1.280)
- [7] H. J. Edy, "Pemanfaatan Bawang Merah (*Allium Cepa* L) Sebagai Antibakteri di Indonesia," *Jurnal Farmasi Medica/Pharmacy Medical Journal (PMJ)*, vol. 5, no. 1, p. 27, 2022, doi: [10.35799/pmj.v5i1.41894](https://doi.org/10.35799/pmj.v5i1.41894)
- [8] M. Lebda et al., "The Natural Antiviral and Immune Stimulant Effects of *Allium Cepa* Essential Oil Onion Extract Against Virulent Newcastle Disease Virus," *Saudi Journal of Biological Sciences*, vol. 29, no. 2, pp. 1239–1245, 2022, doi: [10.1016/j.sjbs.2021.09.033](https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.09.033)
- [9] Z. Solichah and C. H. Noer, "Petani Probolinggo Keluhkan Rendahnya Harga Bawang Merah," *Antaranews.com*. Accessed: Mar. 25, 2024.
- [10] L. Hidayat, "Harga Bibit Bawang Merah di Probolinggo Anjlok, Terdampak Cuaca Panas Ekstrem," *Suaraindonesia.co.id*. Accessed: Mar. 25, 2024.
- [11] E. Siswadi, C. Yusuf, M. Z. Sukri, and R. Firgiyanto, "Pengembangan Sentra Agribisnis Bawang Putih Di Kecamatan Sukapura Kabupaten Probolinggo," *J-Dinamika : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 4, no. 2, pp. 153–158, 2019, doi: [10.25047/j-dinamika.v4i2.1624](https://doi.org/10.25047/j-dinamika.v4i2.1624), doi: [10.25047/j-dinamika.v4i2.1624](https://doi.org/10.25047/j-dinamika.v4i2.1624)
- [12] S. A. Fyka, M. A. Limi, and A. Awaluddin, "PKM - Kelompok Tani Hortikultura Bawang Merah Pada Lahan Marginal Melalui Penerapan Teknologi Tepat Guna Ramah Lingkungan," *Jurnal Pengabdian Masyarakat Ilmu Terapan (JPMIT)*, vol. 3, no. 2, p. 219, 2021, doi: [10.33772/jpmi.v3i2.21462](https://doi.org/10.33772/jpmi.v3i2.21462)
- [13] A. H. Bahtiar, M. Arifin, M. Muhaimin, and M. Arifin, "Pengolahan Bawang Merah Goreng Untuk Meningkatkan Perekonomian Masyarakat di Desa Tegalrejo," *Development*, vol. 1, no. 2, pp. 65–76, 2022, doi: [10.46773/djce.v1i2.317](https://doi.org/10.46773/djce.v1i2.317)
- [14] H. F. Hayati, "Analisis Peran Kelompok Tani Dalam Strategi Peningkatan Produktivitas Tanaman Bawang Di Desa Tegal Mojo Kecamatan Tegal Siwalan Kabupaten Probolinggo," *Jurnal Pertanian Agros*, vol. 24, no. 1, pp. 45–52, 2022, doi: [10.29244/jli.2016.8.1.50-60](https://doi.org/10.29244/jli.2016.8.1.50-60)
- [15] A. Ekawanti, N. R. D. Kurnia, F. A. M. Arifin, L. A. Mahdalena, I. Mujahidin, and I. L. Novenda, "Sistem Pengendalian Hama Ulat Grayak (*Spodoptera Exigua*) di Lahan Bawang Merah Berbasis Pertanian Berkelanjutan Pada Kelompok Tani Desa Karanggeger Probolinggo," *Jurnal Abdidas*, vol. 4, no. 6, pp. 465–472, 2023, doi: [10.31004/abdidas.v4i6.856](https://doi.org/10.31004/abdidas.v4i6.856)
- [16] S. Sulistiyanto, Z. Abidin, and S. A. Romadhoni, "Pelatihan Pembuatan Alat Pebasmi Hama Dengan Kincir Angin Bagi Petani Bawang Merah Di Desa Randutatah Paiton," *Jurnal Malikussaleh Mengabdi*, vol. 2, no. 2, p. 332, 2023, doi: [10.29103/jmm.v2i2.13196](https://doi.org/10.29103/jmm.v2i2.13196)
- [17] N. Hayati, N. Mukarromah, I. Z. Awliya, and ..., "Potensi Media Sosial Sebagai Sarana Promosi Brambang Chips Di Desa Pondok Kelor Kecamatan Paiton," in *Prosiding Seminar Hi-Tech*, 2022, pp. 70–82.
- [18] Rostaman, Saparso, and E. W. Minarni, "Penerapan Teknologi TSS dan Biosaka Pada Tanaman Bawang Merah di Kelompok Tani Sri Rejeki Desa Datar Kecamatan Sumbang Kabupaten Banyumas," in *Prosiding Seminar Nasional dan Call for Papers*, 2023, pp. 942–950.

