

Penerapan mesin irigasi dan pengolah tanah otomatis berbasis sensor untuk efisiensi air bagi petani bawang di Desa Kalirejo, Probolinggo

Hadi Munarko¹, Wiliandi Saputro², Radissa Dzaky Issafira²

¹Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Indonesia

²Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Indonesia

Penulis korespondensi : Wiliandi Saputro

E-mail : wiliandi.saputro.tm@upnjatim.ac.id

Diterima: 18 Agustus 2025 | Direvisi: 11 September 2025 | Disetujui: 12 September 2025 | Online: 25 September 2025
© Penulis 2025

Abstrak

Kebutuhan petani bawang merah terhadap mesin pembuat saluran irigasi dan pengolahan tanah perlu diupayakan untuk meningkatkan produktivitas kerja dan efisiensi penggunaan air. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk menerapkan teknologi tepat guna mesin irigasi dan pengolah tanah otomatis berbasis sensor melalui program pengabdian kepada masyarakat di Desa Kalirejo, Kecamatan Dlingu, Kabupaten Probolinggo. Kegiatan dilakukan selama bulan Juni hingga Juli 2025 melalui tahapan persiapan, pelatihan, uji coba peralatan, serta evaluasi keberhasilan. Pada tahap persiapan, dilakukan survei dan wawancara dengan mitra untuk mengidentifikasi kendala yang dihadapi, kemudian dirancang dan difabrikasi mesin sesuai kebutuhan. Selanjutnya, mitra diberikan pelatihan teknis mengenai cara penggunaan dan perawatan untuk mendukung keberlanjutan pemanfaatan mesin. Uji coba lapangan dilakukan secara langsung di lahan pertanian bawang bersama petani setempat. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa penggunaan mesin ini mampu meningkatkan efisiensi distribusi air irigasi serta mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual. Evaluasi yang dilakukan melalui wawancara dengan mitra menunjukkan bahwa program ini bermanfaat secara nyata bagi petani lokal dan berpotensi meningkatkan keberlanjutan sistem pertanian di Desa Kalirejo.

Kata kunci: Desa Kalirejo; mesin irigasi; pelatihan; sensor.

Abstract

The demand of shallot farmers for irrigation channel construction and soil cultivation machinery needs to be addressed in order to enhance work productivity and improve water use efficiency. This article describes a community service program conducted in Kalirejo Village, Dlingu District, Probolinggo Regency, through the application of an irrigation and soil cultivation machine equipped with sensor-based automation. The activities were carried out from June to July 2025 through several stages, including preparation, training, equipment trials, and evaluation of outcomes. During the preparation stage, surveys and interviews with farmer partners were conducted to identify existing challenges, followed by the design and fabrication of a machine tailored to their specific needs. Subsequently, the farmers received technical training on machine operation and maintenance to ensure sustainable utilization. Field trials were conducted directly in shallot farming areas in collaboration with local farmers. The results demonstrated that the application of this machine improved the efficiency of irrigation water distribution and reduced reliance on manual labor. Evaluations carried out through interviews with the farmer partners indicated that the program provided tangible benefits for the local community and has the potential to strengthen the sustainability of the agricultural system in Kalirejo Village.

Keywords: Kalirejo Village; irrigation machine; training; sensor.

PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor strategis dalam perekonomian Indonesia yang memberikan kontribusi besar terhadap ketahanan pangan dan kesejahteraan masyarakat (Quirinno et al., 2024; Azzurri, 2024). Namun, sektor ini masih menghadapi berbagai tantangan, terutama dalam hal efisiensi penggunaan sumber daya alam, khususnya air (Zai et al., 2024; Sutrisno & Hamdani, 2020). Salah satu wilayah yang memiliki potensi pertanian cukup besar adalah Desa Kalirejo, Kecamatan Dringu, Kabupaten Probolinggo, yang dikenal sebagai sentra produksi bawang merah. Sebagian besar masyarakat desa ini bekerja sebagai petani dengan komoditas unggulan berupa bawang merah. Budidaya bawang merah dapat dilakukan di lahan kering dengan kebutuhan irigasi sangat tinggi (Aryani et al., 2024; Fauziah et al., 2016). Lahan pertanian di Desa Kalirejo mayoritas berupa sawah tadah hujan, sehingga produktivitasnya sangat bergantung pada ketersediaan air dari curah hujan dan sistem irigasi lokal. Kondisi ini menimbulkan tantangan serius bagi petani, terutama karena sistem irigasi yang ada masih belum optimal, sehingga berdampak pada efisiensi penggunaan air, produktivitas lahan, dan kesejahteraan petani (BPS, 2023).

Hingga saat ini, petani di Desa Kalirejo masih mengandalkan sistem irigasi manual yang kurang efektif. Sistem ini menyebabkan penggunaan air yang berlebihan dan tidak terkontrol, sehingga meningkatkan biaya operasional dan mengurangi hasil panen yang optimal (Wulandari et al., 2022; Budiawati et al., 2025). Keterbatasan dalam pemanfaatan teknologi modern menyebabkan petani kesulitan dalam meningkatkan efisiensi pertanian mereka. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Kementerian Pertanian (2022), penerapan teknologi tepat guna dalam sistem irigasi terbukti mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga 40% serta mendukung peningkatan produktivitas lahan sebesar 25%. Hal ini menunjukkan bahwa inovasi teknologi memiliki peran penting dalam mendukung keberlanjutan sektor pertanian (FAO, 2021).

Salah satu alternatif solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan mesin pembuat saluran irigasi dan pengolah tanah otomatis berbasis sensor. Teknologi ini dirancang untuk mempermudah pembuatan saluran irigasi sekaligus membantu pengolahan tanah, serta mampu mengatur distribusi air secara lebih terkontrol. Dengan demikian, penggunaan air dapat lebih hemat dan hasil panen meningkat secara signifikan. Prabowo et al. (2021) melaporkan bahwa sistem irigasi berbasis sensor mampu mengurangi kehilangan air hingga 30% dibandingkan metode manual. Penerapan teknologi tepat guna ini sejalan dengan program pemerintah yang berfokus pada efisiensi sumber daya air serta peningkatan ketahanan pangan nasional (Bappenas, 2021).

Berdasarkan uraian permasalahan tersebut, kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk menerapkan teknologi tepat guna berupa mesin pembuat saluran irigasi sawah dan pengolahan tanah bagi masyarakat di Desa Kalirejo, Kecamatan Dringu, Kabupaten Probolinggo. Inovasi ini memiliki fungsi ganda, yaitu sebagai alat untuk mempercepat pembuatan saluran irigasi sekaligus mempermudah pengolahan tanah, sehingga diharapkan dapat membantu petani bawang merah meningkatkan produktivitas dan efisiensi pemanfaatan sumber daya. Selain itu, program ini juga melibatkan pendampingan langsung kepada petani, agar mereka mampu mengoperasikan teknologi secara mandiri dan berkelanjutan (Kementerian PUPR, 2023).

Dari sisi akademik, kegiatan ini memberikan kontribusi terhadap pencapaian Indikator Kinerja Utama (IKU) perguruan tinggi, khususnya IKU 3 (dosen berkegiatan di luar kampus) dan IKU 5 (hasil kegiatan dosen digunakan oleh masyarakat) (Kemdikbudristek, 2021). Lebih jauh, penerapan teknologi tepat guna ini juga mendukung beberapa Sustainable Development Goals (SDGs), antara lain SDG 2 (Mengakhiri Kelaparan) melalui peningkatan produksi pangan, SDG 6 (Air Bersih dan Sanitasi Layak) dengan pengelolaan air yang lebih efisien, dan SDG 8 (Pekerjaan Layak dan Pertumbuhan Ekonomi) melalui peningkatan kesejahteraan petani lewat efisiensi produksi (UNDP, 2020).

Penerapan mesin irigasi dan pengolah tanah otomatis berbasis sensor untuk efisiensi air bagi petani bawang di Desa Kalirejo, Probolinggo

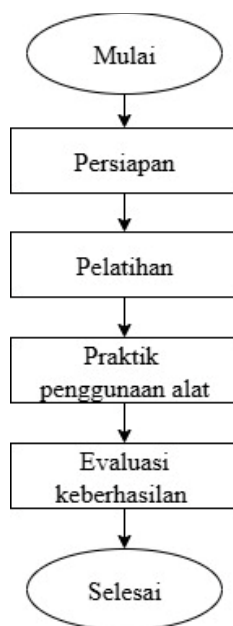
METODE

Tempat dan waktu

Kegiatan pengabdian dilaksanakan di Desa Kalirejo, Kecamatan Dlingu, Kabupaten Probolinggo. Waktu pelaksanaan pengabdian dimulai pada bulan Juni hingga Juli 2025.

Metode Pengabdian

Pelaksanaan kegiatan pengabdian ini dilakukan melalui beberapa tahapan kegiatan, yang terdiri dari tahap persiapan, pelatihan, praktik penggunaan alat dan evaluasi keberhasilan yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat

Persiapan

Tahapan persiapan diawali dengan survei dan wawancara kepada mitra untuk menggali permasalahan yang mereka hadapi dalam sistem irigasi dan pengelolaan lahan pertanian. Dari hasil analisis ini, diperoleh informasi mengenai kebutuhan spesifik alat irigasi yang dapat meningkatkan efisiensi penyiraman dan distribusi air ke lahan pertanian. Setelah kebutuhan produksi teridentifikasi, langkah berikutnya adalah perancangan dan fabrikasi mesin irigasi. Proses ini mencakup pemilihan material yang tahan terhadap kondisi lingkungan pertanian, desain komponen utama seperti pompa, mesin penggerak, dan sistem roda, serta uji coba awal untuk memastikan kinerja mesin. Setelah pembuatan mesin selesai, tim melakukan koordinasi dengan perangkat desa terkait penentuan jadwal sosialisasi dan uji coba alat.

Pelatihan

Pada tahap ini, dilakukan pelatihan teknis bagi mitra mengenai cara penggunaan, perawatan, dan perbaikan mesin irigasi. Pelatihan ini bertujuan untuk memastikan bahwa mitra mampu mengoperasikan mesin dengan benar, sehingga dapat meningkatkan produktivitas pertanian mereka tanpa bergantung pada tenaga kerja manual yang berlebihan. Selain itu, pada kegiatan pelatihan ini juga dilakukan pendampingan dalam aspek perawatan mesin sehingga mitra dapat menjaga mesin irigasi tetap berfungsi optimal dalam jangka panjang. Mitra akan diberikan modul panduan yang berisi langkah-langkah pemeliharaan mesin.

Praktik penggunaan alat

Tahapan praktik penggunaan alat dilakukan secara langsung di lahan Desa Kalirejo yang diikuti oleh seluruh peserta. Uji coba peralatan dilakukan untuk memastikan fungsi dari setiap komponen alat

Penerapan mesin irigasi dan pengolah tanah otomatis berbasis sensor untuk efisiensi air bagi petani bawang di Desa Kalirejo, Probolinggo

bekerja dengan baik. Beberapa peserta pelatihan juga diberi kesempatan untuk mengoperasikan mesin sehingga mereka memperoleh pengalaman langsung yang dapat meningkatkan keterampilan dan kepercayaan diri dalam penggunaannya.

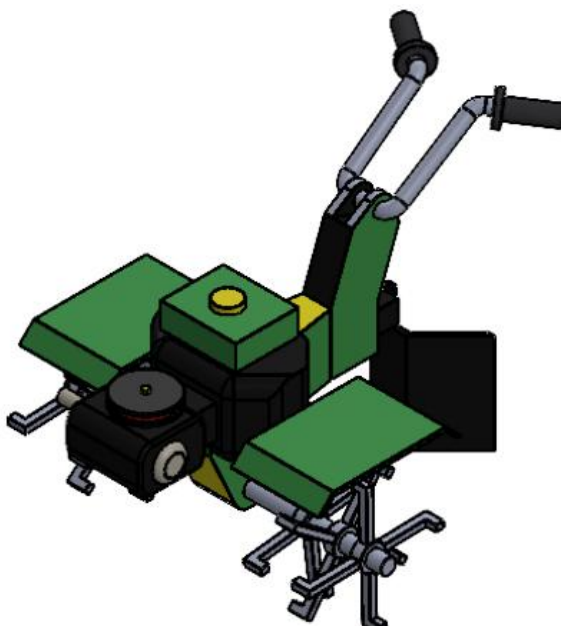
Evaluasi keberhasilan

Tahap akhir berupa pengukuran keberhasilan kegiatan, yang dilakukan melalui diskusi, tanya jawab dan pengisian kuisioner. Evaluasi ini mencakup penilaian atas manfaat mesin bagi peningkatan efisiensi penggunaan air, keberterimaan teknologi oleh masyarakat, serta efektivitas keseluruhan program pengabdian. Hasil evaluasi akan menjadi dasar perbaikan bagi kegiatan serupa di masa mendatang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Persiapan

Persiapan dimulai dengan survei langsung ke lahan pertanian milik kelompok tani bawang merah dengan total luas lahan ± 1 hektar. Hasil survei menunjukkan bahwa sebagian besar sistem irigasi masih dilakukan secara manual menggunakan tenaga manusia dengan bantuan pompa air konvensional. Proses pengairan satu hektar lahan rata-rata memerlukan waktu 6–8 jam dengan melibatkan 5–6 tenaga kerja, serta penggunaan air mencapai ± 4.800 liter untuk satu siklus siram, dengan distribusi yang tidak merata. Selain itu, belum ada sistem pemantauan kelembapan atau kualitas tanah secara akurat yang digunakan sebagai acuan dalam pengambilan keputusan irigasi. Kondisi tersebut menyebabkan pemborosan air, inefisiensi kerja, serta peningkatan biaya operasional harian petani. Data ini menjadi dasar pengembangan alat mekanisasi berbasis sensor yang lebih hemat tenaga, efisien dalam penggunaan air, dan terukur secara ilmiah.



Gambar 2. Desain mesin irigasi dan pengolah tanah

Selanjutnya, dilakukan perancangan dan pembuatan prototipe mesin irigasi dan pengolah tanah berbasis sensor seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Mesin ini dirancang dengan mengutamakan mobilitas, kemudahan pengoperasian, serta efisiensi kerja di lahan pertanian bawang merah. Spesifikasi teknis mesin meliputi motor bensin empat langkah berdaya 8 HP/3600 rpm, sistem transmisi gear-driven dengan tiga percepatan, dan bilah bajak berbentuk V yang mampu menghasilkan saluran irigasi selebar ± 15 cm dan sedalam ± 20 cm. Mesin memiliki berat bersih 71 kg sehingga tetap dapat digerakkan oleh satu operator. Sistem sensor terdiri dari sensor kelembapan tanah kapasitif dengan akurasi $\pm 3\%$ dan sensor pH tanah dengan akurasi $\pm 0,1$ pH, yang terhubung dengan modul indikator LCD. Sensor ini

Penerapan mesin irigasi dan pengolah tanah otomatis berbasis sensor untuk efisiensi air bagi petani bawang di Desa Kalirejo, Probolinggo

memungkinkan operator mengetahui kapan lahan memerlukan pengairan dan memantau kondisi tanah secara real-time. Sebelum diterapkan di lapangan, prototipe diuji di bengkel untuk memastikan kinerja mesin, stabilitas transmisi, dan respons sensor terhadap variasi kondisi tanah. Hasil uji awal menunjukkan mesin siap dioperasikan di lahan pertanian. Gambar 3 menunjukkan uji coba yang dilakukan di kampus UPN Veteran Jawa Timur.



Gambar 3. Proses persiapan lahan dan pengujian awal mesin

Uji coba awal dilakukan secara menyeluruh di lahan pertanian. Mesin diuji untuk menggantikan proses pembuatan saluran irigasi manual yang sebelumnya dikerjakan oleh lima orang. Dalam pengoperasian standar, mesin mampu menyelesaikan pembuatan saluran untuk 1 hektar dalam waktu kurang dari 4 jam, dengan konsumsi bahan bakar rata-rata sebesar 0,8 liter per jam. Total kebutuhan bahan bakar untuk menyelesaikan seluruh lahan adalah $\pm 3,2$ liter per hektar dengan taksiran biaya sekitar Rp 32.000 (estimasi harga bahan bakar Rp 10.000 per liter). Penggunaan mesin saluran irigasi memiliki efisiensi yang jauh lebih tinggi dibandingkan metode konvensional. Meskipun metode konvensional tidak memerlukan bahan bakar, namun dalam pembuatan saluran irigasinya memerlukan biaya tenaga kerja yang tinggi (sekitar 5-6 orang per hektar) sehingga biaya yang dikeluarkan jauh lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan mesin ini. Saluran irigasi yang dihasilkan menunjukkan ukuran yang stabil dan rapi sepanjang baris lahan, dengan distribusi air yang lebih terarah. Sensor kelembapan mendeteksi bahwa sebagian besar lahan berada dalam kondisi kering saat kelembapan tanah diukur di bawah 30%. Data ini dijadikan acuan untuk memulai pengairan terjadwal. Sensor pH menunjukkan rata-rata nilai 6,4 hingga 6,6, yang termasuk kategori ideal untuk budidaya bawang (Tabel 1). Setelah ujicoba mesin dilakukan, selanjutnya dilakukan penjadwalan pelatihan dan praktik penggunaan alat kepada petani bawang merah Desa Kalirejo..

Tahap Pelatihan

Kegiatan pelatihan dan praktek penggunaan mesin irigasi dan pengolahan tanah otomatis dilaksanakan pada hari Minggu, 27 Juli 2025 bertempat di Balai Desa Kalirejo, Kecamatan Dringu, Kabupaten Probolinggo. Acara ini dihadiri oleh 15 orang dari kelompok petani bawang merah serta perangkat Desa Kalirejo. Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang mengusung tema “Penerapan Mesin Irigasi Sawah Otomatis Berbasis Sensor Untuk Meningkatkan Efisiensi Penggunaan Air Bagi Petani Lokal Bawang Desa Kalirejo, Probolinggo”. Acara dibuka oleh Kepala Desa Kalirejo kemudian dilanjutkan dengan pemaparan materi pelatihan oleh 3 narasumber secara bergantian. Materi pertama mengenai pengenalan teknologi mesin irigasi dan sensor tanah yang disampaikan oleh Dr. Hadi Munarko. Materi dilanjutkan dengan pemaparan spesifikasi teknis mesin dan cara kerja sensor

Penerapan mesin irigasi dan pengolah tanah otomatis berbasis sensor untuk efisiensi air bagi petani bawang di Desa Kalirejo, Probolinggo

secara detail oleh Wiliandi Saputro, S.T., M.Eng. Pada sesi ketiga, materi dilanjutkan dengan penjelasan materi mengenai perawatan dan troubleshooting mesin yang disampaikan oleh Radissa Dzaky Issafira, S.T., M.Sc. Gambar 4 menunjukkan pemaparan materi yang diberikan oleh narasumber dari UPN "Veteran" Jawa Timur.

Tabel 1. Hasil pengujian mesin irigasi dan pengolah tanah

No.	Parameter Pengujian	Hasil Uji Lapangan	Keterangan Teknis
1	Tipe Mesin	Bensin, 4-tak, OHV 8.0 HP	Mesin bensin berpendingin udara, rendah getaran, dan kebisingan
2	Kapasitas Mesin	8.0 HP / 3600 rpm	Memberikan daya cukup untuk pembajakan tanah keras
3	Sistem Transmisi	Gear-driven, 3 percepatan	Menyediakan kontrol kecepatan untuk berbagai kondisi lahan
4	Konsumsi Bahan Bakar	$\pm 0,8$ L / jam	Efisien untuk operasi ± 1 hektar dalam 4 jam ($\pm 3,2$ L total)
5	Kapasitas Kerja	$\pm 0,25$ ha / jam	Mampu menyelesaikan 1 ha dalam ± 4 jam
6	Berat Mesin (bersih / kotor)	71 / 79 kg	Stabil dan tetap dapat dioperasikan oleh 1 orang
7	Lebar Saluran Irigasi	15 cm	Presisi sesuai standar irigasi tanaman baris (bawang merah, cabai, dll.)
8	Kedalaman Saluran	20 cm	Mendukung aliran air yang cukup tanpa erosi berlebih
9	Kecepatan Rata-rata	± 200 m/jam	Tergantung jenis tanah dan operator
10	Jumlah Operator	1 orang	Penurunan signifikan dari sebelumnya 5–6 orang
11	Sensor Kelembapan Tanah	Terukur: 26–44%	Sensor aktif ketika $< 30\%$, indikator waktu pengairan optimal
12	Sensor pH Tanah	6,4 – 6,6	Ideal untuk bawang merah; digunakan untuk diagnosis kesuburan
13	Volume Air Terpakai Sebelumnya (manual)	± 4.800 L	Rata-rata irigasi manual berdasarkan hasil survei lapangan
14	Volume Air Terpakai Setelah (menggunakan mesin)	± 2.900 L	Pengurangan $\pm 40\%$ melalui pengairan berbasis kelembapan tanah
15	Konsistensi Saluran Irigasi	4,7	Stabil dan rapi; nilai diperoleh dari observasi visual dan pengukuran di 10 titik
16	Efisiensi Waktu Kerja	$\pm 63\%$ lebih cepat	Dibandingkan metode manual
17	Efisiensi Tenaga Kerja	$\pm 80\%$	Pengurangan signifikan dalam kebutuhan pekerja
18	Biaya Operasional Harian	± 70.000	Turun dari ± 180.000 (dengan 5 pekerja harian)
19	Estimasi Peningkatan Produktivitas	$\pm 18\text{--}20\%$	Berdasarkan evaluasi pertumbuhan awal dan pengamatan saluran irigasi

Penerapan mesin irigasi dan pengolah tanah otomatis berbasis sensor untuk efisiensi air bagi petani bawang di Desa Kalirejo, Probolinggo

Praktik Penggunaan Alat

Setelah pemaparan materi selesai dilaksanakan, acara dilanjutkan dengan praktik penggunaan alat secara langsung di lahan. Peserta berkesempatan mencoba langsung mengoperasikan mesin, mengarahkan jalur pembajakan, dan membaca data sensor pada berbagai titik lahan. Tim mahasiswa dan perwakilan mitra mendampingi setiap peserta untuk memastikan teknik pengoperasian dilakukan dengan benar. Aktivitas ini memberikan pengalaman langsung yang sangat penting bagi peserta agar dapat menguasai alat dan memanfaatkannya secara mandiri di kemudian hari. Gambar 5 menunjukkan kegiatan pelatihan dan demonstrasi yang dilakukan.



Gambar 4. Pembukaan acara dan penyampaian materi pelatihan



Gambar 5. Demonstrasi pengoperasian mesin pembuat alur irigasi dan pengolahan tanah

Evaluasi Keberhasilan

Evaluasi kegiatan dilakukan untuk mengukur tingkat keberhasilan program pengabdian yang dilakukan. Evaluasi dilakukan melalui diskusi, tanya jawab, dan pengisian kuesioner evaluasi. Diskusi dan tanya jawab dilakukan sebagai bentuk umpan balik dari mitra terhadap pelaksanaan kegiatan

Penerapan mesin irigasi dan pengolah tanah otomatis berbasis sensor untuk efisiensi air bagi petani bawang di Desa Kalirejo, Probolinggo

pengabdian ini. Pada kesempatan ini juga dilakukan serah terima mesin ke pihak perangkat desa sebagai perwakilan mitra seperti yang disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Serah terima mesin TTG

Tabel 2. Hasil evaluasi pelaksanaan program pengabdian

Aspek yang Dinilai	Sebelum Penerapan TTG	Sesudah Penerapan TTG	Perubahan yang Terjadi
Metode Pengerjaan	Pengolahan tanah dan pembuatan saluran dilakukan manual menggunakan cangkul, membutuhkan tenaga fisik besar dan waktu lama	Pengolahan tanah dan pembuatan saluran dilakukan menggunakan mesin irigasi berbasis sensor dengan bilah bajak berbentuk V	Mekanisasi mengurangi beban fisik, pekerjaan lebih cepat, dan hasil lebih konsisten.
Jumlah Tenaga Kerja	5–6 orang untuk 1 hektar	1 operator mesin dan 1 pendamping	Efisiensi tenaga kerja $\pm 80\%$
Waktu Pengerjaan 1 ha	1–2 hari kerja penuh	± 4 jam	Hemat waktu hingga $\pm 75\%$
Biaya Operasional per Hektar	$\pm \text{Rp } 180.000$ (upah tenaga kerja) + biaya tambahan untuk konsumsi pekerja	$\pm \text{Rp } 70.000$ (upah operator) + $\pm \text{Rp } 32.000$ untuk bahan bakar (3,2 L)	Penghematan biaya $\pm 61\%$
Konsumsi Bahan Bakar	Tidak ada, namun biaya tenaga kerja tinggi	$\pm 3,2$ liter bensin untuk 1 ha ($\pm \text{Rp } 32.000$)	Biaya energi rendah dibandingkan upah pekerja manual
Penggunaan Air Irigasi	± 4.800 liter/ha/siklus, tanpa kontrol kelembapan	± 2.900 liter/ha/siklus, berbasis sensor kelembapan tanah	Efisiensi penggunaan air $\pm 40\%$
Presisi Saluran	Lebar dan kedalaman saluran bervariasi, tergantung keterampilan pekerja	Lebar ± 15 cm, kedalaman ± 20 cm, konsisten di seluruh lahan	Distribusi air lebih merata, risiko genangan berkurang
Pemantauan pH Tanah	Tidak dilakukan secara rutin, hanya berdasarkan perkiraan petani	Terukur real-time, kisaran 6,4–6,6, dapat segera dikoreksi bila tidak ideal	Kualitas tanah lebih terkontrol
Produktivitas Lahan	Produksi rata-rata per musim cenderung stabil, peningkatan terbatas	Potensi kenaikan hasil panen ± 18 – 20% karena kondisi tanah optimal dan distribusi air merata	Produktivitas meningkat signifikan
Kepuasan dan Adopsi Teknologi	Tidak ada teknologi mekanisasi yang digunakan secara rutin	85% petani menyatakan siap menggunakan mesin secara berkelanjutan	Teknologi diterima baik oleh masyarakat

Penerapan mesin irigasi dan pengolahan tanah otomatis berbasis sensor untuk efisiensi air bagi petani bawang di Desa Kalirejo, Probolinggo

Hasil kuesioner pasca pelatihan menunjukkan tingkat kepuasan rata-rata sebesar 4,8 dari skala 5. Mayoritas responden menyatakan bahwa teknologi ini mudah dipelajari, memberikan manfaat nyata, dan akan digunakan secara rutin pada musim tanam berikutnya. Selain itu, 85% peserta menyatakan bersedia melakukan iuran bersama untuk pemeliharaan mesin dan penggantian komponen sensor secara berkala, sebagai bentuk keberlanjutan program. Tabel 3 menunjukkan perbandingan berbagai aspek kondisi setelah penerapan TTG mesin pembuat alur irigasi dan sensor pH serta kelembapan tanah (Tabel 2).

SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat berhasil memperkenalkan dan mengimplementasikan mesin pembuat saluran irigasi dan pengolahan tanah otomatis berbasis sensor yang sesuai dengan kebutuhan petani bawang merah di Desa Kalirejo. Melalui tahapan persiapan, pelatihan, dan uji coba lapangan, petani memperoleh pengetahuan teknis sekaligus pengalaman langsung dalam mengoperasikan mesin tersebut. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan efisiensi penggunaan air, pengurangan beban tenaga kerja, serta potensi peningkatan produktivitas pertanian. Dengan demikian, program ini tidak hanya memberikan solusi praktis terhadap permasalahan irigasi, tetapi juga mendorong kemandirian dan keberlanjutan usaha tani bawang di Desa Kalirejo.

Program pengabdian akan dilanjutkan dengan fokus pada pengembangan teknologi dan perluasan penerapan di wilayah yang lebih luas. Penggunaan mesin irigasi dan pengolahan tanah berbasis sensor di lahan percontohan seluas satu hektar terbukti memberikan dampak positif, sehingga pada tahun berikutnya skala penggunaannya akan ditingkatkan menjadi tiga hingga lima hektar yang mencakup beberapa blok lahan di Desa Kalirejo serta desa-desa sekitarnya. Perluasan ini akan dilaksanakan dengan melibatkan kelompok tani lain agar teknologi dapat diadopsi secara kolektif. Selain itu, sistem sensor kelembapan dan pH tanah akan diintegrasikan dengan aplikasi berbasis Android sehingga petani dapat memantau kondisi lahan secara real-time dan mengambil keputusan lebih cepat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih diberikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur atas pendanaan hibah internal melalui skema Pengabdian kepada Masyarakat Inovasi Teknologi Tepat Guna Unggulan berbasis Prototype (PKM ITTG-PRO) tahun 2025.

DAFTAR RUJUKAN

- Azzurri, S. S. (2024). Strategi Pembangunan Sektor Pertanian Dan Ketahanan Pangan Berbasis Ekonomi Kerakyatan. *Journal of Economics Development Issues* 7(1): 23-30. <https://doi.org/10.33005/jedi.v5i1.144>
- Aryani, N. S., Santosa, E., Zaman, S., Hapsari, D. P. (2024). Kebutuhan Air Irigasi Empat Varietas Bawang Merah (*Allium cepa* L.) pada Musim Kering. *Jurnal Hortikultura Indonesia* 15(2): 77-83. <http://doi.org/10.29244/jhi.15.2.77-83>
- Bappenas. Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024. Jakarta: Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional; 2021.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. (2023). Statistik Pertanian Indonesia. Jakarta: BPS.
- Budiawati, Y., Gunawan, G., Suhera, S. (2025). Smart Agriculture vs Pertanian Konvensional: Tantangan atau Peluang Pertanian Masa Depan di Indonesia?. *Agri Wiralodra* 17 (1): 16-28. <https://doi.org/10.31943/agriwiralodra.v17i1.119>
- [FAO] Food and Agricultural Organization. (2021). The State of Food and Agriculture. Rome: Food and Agriculture Organization.
- Fauziah, R., Susila, A. D., Sulistyono, E. (2016). Budidaya Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) pada Lahan Kering Menggunakan Irigasi Sprinkler pada berbagai Volume dan Frekuensi. *Jurnal Hortikultura Indonesia* 7(1): 1-8.

Penerapan mesin irigasi dan pengolahan tanah otomatis berbasis sensor untuk efisiensi air bagi petani bawang di Desa Kalirejo, Probolinggo

- Kemdikbudristek. (2021). Buku Panduan Indikator Kinerja Utama Perguruan Tinggi Negeri. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi.
- Kementerian Pertanian. (2022). Laporan Tahunan Ketahanan Pangan. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Kementerian PUPR. Strategi Pengelolaan Air untuk Irigasi Berkelanjutan. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; 2023.
- Prabowo H, et al. Smart Irrigation System for Sustainable Agriculture. *J Agric Technol.* 2021;14(2):78-92.
- Quirinno, R. S., Murtiana, S., Asmoro, N. (2024). Peran Sektor Pertanian dalam Meningkatkan Ketahanan Pangan dan Ekonomi Nasional. *Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial* 11(7)
- Sutrisno, N., Hamdani, A. (2020). Optimalisasi Pemanfaatan Sumber Daya Air untuk Meningkatkan Produksi Pertanian. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 13 (2): 73-88.
- UNDP. Sustainable Development Goals Report. New York: United Nations Development Programme; 2020.
- Wulandari, R., Nurdianto, Taryo, Nunu. (2022). RancangBangun Sistem Irigasi Otomatis Berbasis RTC Menggunakan Solar Panel. *Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems (IJEIS)* 12 (2): 213-222. <https://doi.org/10.22146/ijeis.78422>
- Zai, B., Surbakti, N., Natalia, N., Sirait, R., Purba, B. (2024). Tantangan Pengelolaan Sumber Daya Alam Berbasis Kearifan Lokal pada pertanian Indonesia. *Innovative: Journal Of Social Science Research* 4 (6): 4882–4897. <https://doi.org/10.31004/innovative.v4i6.15791>