SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan
Volume 9, Nomor 4, Juli 2025, hal. 2352 – 2363
ISSN : 2614-5251 (print) | ISSN : 2614-526X (elektronik)

Penerapan sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis tenaga surya bagi petani kancang panjang di Desa Kota Datar

Yoakim Simamora[1], Mega Silfia Dewy[2], Agnes Irene Silitonga[3], Michel Frits Immanuel[3]

[1]Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Indonesia
[2]Program Studi Bisnis Digital, Fakultas Ekonomi, Universitas Negeri Medan, Indonesia
[3]Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Indonesia

Penulis korespondensi : Yoakim Simamora
E-mail : yoakimsimamora@unimed.ac.id

Diterima: 10 Juni 2025| Direvisi: 14 Juli 2025 |Disetujui: 17 Juli 2025 | Online: 19 Juli 2025
© Penulis 2025

Abstrak
Penerapan sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis tenaga surya menawarkan solusi inovatif untuk meningkatkan efisiensi pertanian, khususnya bagi petani kacang hijau di Desa Kota Datar. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem penyiraman otomatis yang memanfaatkan energi surya sebagai sumber daya utama, sehingga mengurangi ketergantungan pada listrik konvensional dan biaya operasional. Sistem ini dirancang dengan komponen utama meliputi panel surya untuk menangkap energi matahari, mikrokontroler sebagai unit pengontrol utama, sensor kelembaban tanah untuk mendeteksi kondisi tanah, dan pompa air DC untuk mengalirkan air. Prinsip kerja sistem ini adalah ketika sensor mendeteksi bahwa kelembaban tanah berada di bawah ambang batas yang ditentukan untuk tanaman kacang hijau, mikrokontroler akan mengaktifkan pompa air secara otomatis. Pompa akan berhenti beroperasi setelah kelembaban tanah mencapai tingkat optimal. Keunggulan utama dari sistem ini adalah kemampuannya untuk beroperasi secara mandiri dan berkelanjutan karena didukung penuh oleh tenaga surya, menjadikannya sangat cocok untuk daerah pedesaan yang mungkin memiliki akses listrik terbatas atau biaya listrik yang tinggi.
.
Kata kunci: penyiraman otomatis; tenaga surya; mikrokontroler; pompa air; sensor kelembapan tanah.

Abstract
The implementation of an automatic plant watering system powered by solar energy offers an innovative solution to improve agricultural efficiency, particularly for mung bean farmers in Kota Datar Village. This study aims to design and implement an automatic irrigation system that utilizes solar energy as its main power source, thereby reducing dependence on conventional electricity and operational costs. The system is designed with key components including solar panels to capture sunlight, a microcontroller as the main control unit, soil moisture sensors to detect soil conditions, and a DC water pump to deliver water. The working principle of this system is that when the sensor detects that soil moisture is below the threshold level set for mung bean plants, the microcontroller will automatically activate the water pump. The pump stops operating once the soil moisture reaches the optimal level. The main advantage of this system is its ability to operate independently and sustainably, as it is fully powered by solar energy, making it highly suitable for rural areas that may have limited access to electricity or face high electricity costs.

Keywords: automatic watering syste; solar power; microcontroler; water pump.

PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor penting dalam perekonomian Indonesia, khususnya di daerah pedesaan. Salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomis tinggi adalah kacang

panjang. Tanaman ini membutuhkan perawatan intensif, terutama dalam hal penyiraman, untuk menghasilkan panen yang optimal. Namun, di banyak daerah pedesaan seperti Desa Kota Datar, petani masih mengandalkan metode penyiraman manual yang memerlukan banyak tenaga, waktu, dan air. Selain itu, keterbatasan akses terhadap listrik konvensional menjadi hambatan dalam mengadopsi teknologi pertanian modern.

Perubahan iklim dan ketidakpastian cuaca juga semakin menyulitkan petani dalam menentukan waktu penyiraman yang tepat. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang efisien, hemat energi, dan ramah lingkungan untuk menunjang kegiatan pertanian. Salah satu alternatif yang potensial adalah penerapan sistem penyiraman otomatis berbasis tenaga surya. Teknologi ini memungkinkan proses irigasi dilakukan secara otomatis berdasarkan kebutuhan aktual tanaman, dengan menggunakan sensor kelembaban tanah dan mikrokontroler sebagai pengendali, serta memanfaatkan energi matahari sebagai sumber daya utama.

Alam merancang sistem penyiraman tanaman otomatis yang menggunakan pompa air motor AC dan dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Uno, dengan sumber energi utama berasal dari panel surya berkapasitas 50 WP. Sistem ini dilengkapi dengan sensor kelembaban tanah (Soil Moisture SEN0193) yang berfungsi untuk mendeteksi kadar air di dalam tanah, sehingga pompa air dapat bekerja secara otomatis sesuai kebutuhan tanaman. Energi listrik yang dihasilkan dari panel surya disimpan dalam baterai melalui Battery Charging Controller (BCC), kemudian diubah menjadi arus AC menggunakan inverter untuk mengoperasikan pompa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu beroperasi secara otomatis selama kurang lebih 11 jam per hari dalam kondisi cuaca cerah, dan mampu merespons perubahan tingkat kelembaban tanah secara akurat. Secara keseluruhan, sistem ini terbukti efektif, efisien, dan sangat cocok diterapkan di daerah pertanian yang memiliki keterbatasan akses terhadap listrik konvensional (Alam et al., 1945).

Maulana & Supardi mengembangkan sistem otomatis untuk memantau kelembaban tanah dan menyiram tanaman berbasis Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan Telegram Bot. Sistem ini memanfaatkan sensor kelembaban tanah, mikrokontroler NodeMCU ESP8266, pompa air, dan relay untuk mengotomatisasi penyiraman berdasarkan tingkat kelembaban. Data kelembaban dikirim ke petani melalui Telegram, sehingga memudahkan pemantauan secara real-time. Metode pengembangan sistem menggunakan model waterfall dengan tahapan mulai dari analisis hingga implementasi. Sistem ini diharapkan meningkatkan efisiensi penyiraman dan hasil pertanian dengan mengurangi kerja manual petani (Maulana & Supardi, 2022).

Rozzi merancangan sistem penyiram tanaman otomatis berbasis Arduino Uno dengan menggunakan sensor kelembaban tanah. Sistem ini dirancang untuk menggantikan pekerjaan manual dalam menyiram tanaman dengan tujuan meningkatkan efisiensi dan efektivitas. Ketika sensor mendeteksi kelembaban tanah di bawah 60%, Arduino akan mengaktifkan driver relay yang menghidupkan pompa air untuk menyiram tanaman secara otomatis. Data kelembaban ditampilkan melalui LCD, memungkinkan pengguna memonitor kondisi tanah secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan sistem bekerja dengan baik dalam menyiram tanaman sesuai kebutuhan kelembaban tanah (Rozzi et al., 2023).

Jeniastri merancang dan mengimplementasikan sistem penyiram tanaman otomatis berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP8266 dan aplikasi Blynk. Sistem ini bekerja secara manual maupun otomatis berdasarkan sensor kelembaban tanah (soil moisture sensor) dan temperatur udara (DHT11). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki delay rata-rata 2,75 detik untuk kontrol manual dan tingkat error rendah untuk sistem otomatis, yaitu 0,33% pada sensor kelembaban dan 0,3% pada sensor temperatur. Selain itu, penggunaan sekrup sebagai sprinkler pada pipa ½" terbukti menghemat biaya. Sistem ini efektif, real time, dan dapat diterapkan langsung di lapangan dengan biaya yang relatif terjangkau (Jeniastri, 2024).

Effendi merancang sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggunakan sensor kelembapan tanah dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Sistem ini dirancang untuk membantu petani dalam menyiram tanaman secara otomatis tanpa perlu keterlibatan manual secara langsung, sehingga lebih efisien dan mengurangi risiko kelalaian. Sensor kelembapan

tanah akan membaca kadar air dalam tanah, dan berdasarkan hasil tersebut, sistem akan mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air secara otomatis. Monitoring sistem dilakukan secara real-time melalui aplikasi Blynk di perangkat mobile. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik dalam mendeteksi kondisi tanah dan mengendalikan pompa air secara akurat dan efisien (Effendi et al., 2022).

Anisah merancang sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis sensor kelembaban tanah yang dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Uno R3. Alat ini secara otomatis menyiram tanaman saat tanah terdeteksi kering dan berhenti saat tanah basah, sehingga efisien dalam penggunaan air. Sistem dilengkapi dengan buzzer sebagai indikator apabila air dalam penampungan hampir habis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat bekerja sesuai dengan rancangan dan mampu menjaga kelembaban tanah secara optimal. Alat ini bermanfaat terutama ketika pemilik rumah tidak berada di tempat, karena dapat berfungsi secara mandiri (Anisah et al., 2018).

Ridwan mengembangkan sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis Arduino Nano yang menggunakan sensor kelembaban tanah untuk mendeteksi kondisi tanah. Sistem ini bekerja dengan mengaktifkan pompa air secara otomatis ketika kelembaban tanah di bawah 60% dan mematikannya saat kelembaban di atas 60%. Data kelembaban ditampilkan melalui aplikasi Visual Basic dan dapat dikendalikan dari jarak jauh menggunakan modul RF. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berfungsi dengan baik hingga jarak maksimal 10 meter. Alat ini efektif dalam membantu pengguna menyiram tanaman secara otomatis dan efisien (Ridwan, 2021).

Subagja merancang penyiraman tanaman otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan kemudahan dalam perawatan tanaman. Sistem menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang terhubung dengan sensor kelembaban tanah, relay untuk mengontrol pompa air, serta OLED untuk menampilkan informasi kelembaban. Data kelembaban tanah dikirimkan ke platform Firebase dan ditampilkan secara real-time di website. Sistem ini mampu menyiram tanaman secara otomatis ketika kelembaban tanah di bawah 50%. Meskipun berfungsi dengan baik, terdapat kendala delay pengiriman data ke web yang mencapai hingga 133 detik karena kemungkinan gangguan jaringan (Subagja et al., 2023).

Sriani mengembangkan sistem penyiraman tanaman cabai otomatis menggunakan sensor kelembaban tanah kapasitif dan metode struktur matriks berbasis Arduino Uno. Sistem ini dirancang untuk menggantikan penyiraman manual dengan otomatisasi menggunakan sensor yang membaca tingkat kelembaban dan mengaktifkan pompa air bila diperlukan. Alat bekerja optimal ketika kelembaban tanah berada di antara 200 hingga 400 ph, dengan akurasi sistem mencapai 84%. Hasil pembacaan sensor ditampilkan melalui LCD, serta dilakukan pengujian dan kalibrasi tanah untuk meningkatkan presisi alat. Metode matriks digunakan untuk pengaturan jarak tanam agar penyiraman lebih efisien dan merata (Sriani et al., 2022).

Mursalin mengembangkan sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis sensor kelembaban tanah dengan penerapan logika fuzzy menggunakan Arduino Uno. Sistem dirancang untuk mendeteksi tingkat kelembaban tanah dan secara otomatis mengatur durasi serta volume penyiraman berdasarkan kondisi tersebut. Logika fuzzy digunakan untuk menentukan lama penyiraman dan banyaknya air yang dikeluarkan, dengan parameter linguistik seperti "cepat", "sedang", dan "lama". Hasil pengujian menunjukkan sistem dapat bekerja efektif, dengan pompa aktif ketika kelembaban tanah di bawah 45% dan tidak aktif jika kelembaban di atasnya. Sistem ini membantu menjaga kesuburan tanaman dan efisiensi waktu bagi pengguna (Mursalin et al., 2020).

Desa Kota Datar merupakan salah satu sentra pertanian kacang hijau yang cukup potensial di wilayah pedesaan. Namun, sebagian besar petani di desa ini masih menggunakan metode tradisional dalam kegiatan budidaya, termasuk dalam proses penyiraman tanaman. Penyiraman secara manual membutuhkan waktu, tenaga, dan biaya yang tidak sedikit, terlebih saat musim kemarau berlangsung. Kekurangan air atau keterlambatan dalam penyiraman menyebabkan stres pada tanaman, yang berdampak pada pertumbuhan yang tidak optimal dan hasil panen yang menurun. Selain itu, petani sering kesulitan mengatur jadwal penyiraman secara konsisten karena adanya pekerjaan sampingan

atau faktor cuaca yang tidak menentu. Permasalahan ini mendorong perlunya inovasi teknologi tepat guna yang dapat membantu efisiensi dalam kegiatan pertanian.

Salah satu solusi yang relevan adalah penerapan sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis sensor. Sistem ini memungkinkan proses penyiraman dilakukan secara otomatis berdasarkan parameter lingkungan seperti kelembaban tanah. Dengan demikian, tanaman kacang hijau akan mendapatkan air sesuai kebutuhan, tanpa harus bergantung pada tenaga manusia. Sistem ini dapat dirancang menggunakan mikrokontroler, sensor kelembaban tanah, dan aktuator seperti pompa air atau katup solenoid. Penerapan teknologi ini berpotensi meningkatkan efisiensi penggunaan air dan mempercepat respon terhadap kondisi kekeringan. Selain itu, sistem otomatis dapat bekerja secara kontinu tanpa pengawasan langsung, sehingga sangat membantu petani yang memiliki keterbatasan waktu. Efektivitas sistem penyiraman otomatis juga mendukung konsep pertanian presisi yang lebih modern dan berkelanjutan. Penggunaan energi terbarukan seperti panel surya dapat menjadi alternatif untuk menunjang sistem ini di daerah dengan keterbatasan akses listrik.

Penerapan sistem ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas kacang hijau di Desa Kota Datar, sekaligus mengurangi risiko gagal panen akibat kesalahan dalam penyiraman. Secara ekonomi, sistem ini dapat mengurangi biaya tenaga kerja dan meningkatkan hasil panen yang berdampak pada pendapatan petani. Dari sisi sosial, teknologi ini juga dapat meningkatkan motivasi generasi muda untuk terlibat dalam bidang pertanian. Penelitian dan pengembangan sistem penyiraman otomatis perlu dilakukan dengan memperhatikan karakteristik lokal dan kebutuhan spesifik petani setempat. Dengan pendekatan partisipatif, petani dapat dilibatkan dalam proses perancangan dan evaluasi sistem agar tercipta teknologi yang sesuai dan mudah diterima. Diharapkan solusi ini dapat menjadi model bagi daerah lain yang menghadapi permasalahan serupa. Secara keseluruhan, inovasi teknologi penyiraman otomatis merupakan langkah strategis dalam mendukung ketahanan pangan di tingkat desa melalui peningkatan efisiensi dan produktivitas pertanian lokal.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menerapkan sistem penyiraman otomatis berbasis tenaga surya yang dapat membantu petani kacang panjang di Desa Kota Datar dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air dan tenaga kerja, sekaligus mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil. Dengan demikian, sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi pertanian berkelanjutan yang aplikatif dan terjangkau bagi masyarakat desa.

METODE

Desa Kota Datar merupakan salah satu desa yang terletak di wilayah pedesaan dengan karakteristik geografis dan sosial yang mendukung kegiatan pertanian, khususnya komoditas hortikultura seperti kacang panjang. Desa ini berada dalam wilayah administratif Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara, dan dapat ditempuh dalam waktu sekitar tiga jam dari pusat kota terdekat.

Kondisi geografis Desa Kota Datar didominasi oleh lahan pertanian datar hingga sedikit berbukit, dengan iklim tropis yang mendukung pertumbuhan tanaman sepanjang tahun. Mayoritas penduduk desa bermata pencaharian sebagai petani, dengan sistem pertanian yang masih bersifat tradisional dan bergantung pada curah hujan musiman. Akses terhadap air irigasi juga terbatas, khususnya saat musim kemarau panjang, sehingga penyiraman tanaman menjadi salah satu permasalahan utama yang dihadapi petani.

Potensi lahan yang luas dan ketersediaan tenaga kerja lokal membuat Desa Kota Datar menjadi lokasi yang tepat untuk implementasi program berbasis teknologi pertanian seperti **sistem** penyiraman otomatis berbasis tenaga surya. Selain itu, masyarakat desa memiliki semangat gotong royong yang tinggi dan terbuka terhadap inovasi baru, sehingga memudahkan proses sosialisasi, pelatihan, dan uji coba alat yang dirancang oleh tim PKM.

Keterbatasan infrastruktur modern dan akses informasi di desa ini menjadi alasan kuat mengapa teknologi tepat guna sangat dibutuhkan, terutama yang hemat energi dan ramah lingkungan. Oleh karena itu, pemilihan Desa Kota Datar sebagai lokasi pelaksanaan PKM sangat strategis dan relevan

untuk menjawab tantangan nyata di lapangan serta memberikan dampak langsung kepada masyarakat setempat.

Pengabdian kepada masyarakat ini dirancang dengan pendekatan sistematis dan partisipatif, melibatkan petani kacang panjang di Desa Kota Datar secara aktif dalam setiap tahapan. Tujuannya adalah tidak hanya mengimplementasikan teknologi penyiraman otomatis berbasis tenaga surya, tetapi juga memberdayakan petani agar mampu mengoperasikan, merawat, dan memanfaatkan sistem tersebut secara mandiri untuk meningkatkan produktivitas pertanian mereka. Metode yang digunakan dibagi ke dalam beberapa tahapan utama sebagai berikut:

1. Tahap Analisis Kebutuhan dan Perencanaan Awal Tahap ini merupakan fondasi dari seluruh kegiatan pengabdian.
    - Survei Lapangan dan Wawancara Petani: Tim pelaksana akan melakukan kunjungan langsung ke Desa Kota Datar. Observasi lapangan akan dilakukan untuk memahami kondisi geografis, topografi lahan, jenis tanah, ketersediaan sumber air (misalnya sumur, sungai, atau irigasi), serta praktik penyiraman yang sudah berjalan pada budidaya kacang panjang. Selain itu, wawancara mendalam akan dilakukan dengan para petani kacang panjang. Wawancara ini bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan spesifik yang mereka hadapi terkait penyiraman manual (seperti keterbatasan waktu, tenaga, biaya, atau akses air), tingkat pemahaman mereka terhadap teknologi, serta harapan dan kesediaan mereka untuk mengadopsi sistem otomatis.
    - Studi Literatur dan Perencanaan Awal Sistem: Bersamaan dengan survei lapangan, tim akan melakukan penelusuran pustaka terkait teknologi sistem penyiraman otomatis berbasis tenaga surya yang sesuai untuk skala pertanian kecil, praktik terbaik dalam budidaya kacang panjang, serta analisis kelayakan ekonomi dan teknis. Hasil dari survei dan studi literatur ini akan menjadi dasar untuk menyusun rencana awal proyek dan menentukan komponen sistem yang paling tepat.
    - Perumusan Spesifikasi Sistem: Berdasarkan data yang terkumpul, tim akan merumuskan spesifikasi teknis rinci dari sistem penyiraman otomatis yang akan dibangun. Ini mencakup kapasitas panel surya, jenis dan kapasitas pompa air, spesifikasi sensor kelembaban tanah, jenis mikrokontroler yang digunakan, desain jaringan perpipaan, serta estimasi biaya yang diperlukan.
2. Tahap Perancangan dan Pengembangan Sistem Pada tahap ini, sistem penyiraman otomatis mulai diwujudkan.
    - Desain Sistem Penyiraman Otomatis: Tim akan membuat desain teknis sistem secara menyeluruh, termasuk skema instalasi, tata letak komponen di lapangan, dan diagram kelistrikan. Desain ini akan mempertimbangkan kondisi spesifik lahan petani dan hasil dari perumusan spesifikasi sistem. Gambar 1 menjelaskan tentan perakitan sistem penyiraman otomatis.

Gambar 1. Perakitan Sistem Penyitaman Otomatis

- Pembuatan dan Uji Coba Prototipe: Setelah desain final terbentuk, tim akan melakukan perakitan prototipe sistem penyiraman otomatis. Prototipe ini akan diuji coba di laboratorium atau area terbatas untuk memastikan semua komponen berfungsi dengan baik, terintegrasi secara harmonis, dan mampu melakukan penyiraman sesuai parameter yang diinginkan sebelum diaplikasikan di lapangan. Gambar 2 menjelaskan tentang uji coba sistem penyiraman otomatis yang telah dirancang lalu di uji coba di integrasikan dengan panel surya.

Gambar 2. Uji Coba Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Terintegrasi Panel Surya

3. Tahap Sosialisasi dan Pelatihan Tahap ini krusial untuk transfer pengetahuan dan teknologi kepada petani.
   - Sosialisasi Program kepada Masyarakat: Mengadakan pertemuan formal atau informal dengan petani kacang panjang dan perangkat desa di Desa Kota Datar. Sosialisasi ini bertujuan untuk memperkenalkan proyek pengabdian secara menyeluruh, menjelaskan manfaat dan keunggulan sistem penyiraman otomatis berbasis tenaga surya, serta membangun komitmen dan partisipasi aktif dari seluruh pihak yang terlibat. Gambar 3 menjelaskan tentang spesifikasi sistem penyiraman tanaman otomatis, cara kerja dari sistem penyiraman tanaman otomatis, teknis perawatan sistem penyiraman tanaman otomatis, dan cara mengggunakan sistem penyiraman tanaman otomatis.

Gambar 3. Tahap Sosialisasi Prototipe Penyiraman Tanaman Otomatis

   - Pelatihan Teknis Pengoperasian dan Perawatan: Memberikan pelatihan praktis (hands-on training) kepada kelompok petani yang akan menjadi pengguna sistem. Materi pelatihan mencakup pengenalan komponen sistem, cara mengoperasikan sistem penyiraman (misalnya pengaturan jadwal penyiraman), pemahaman pembacaan sensor, prosedur perawatan rutin (seperti pembersihan panel surya, pengecekan filter pompa), serta langkah-langkah dasar

pemecahan masalah jika terjadi kendala minor. Modul pelatihan dan panduan operasional sederhana akan disediakan sebagai referensi.

4. Tahap Implementasi dan Pendampingan Ini adalah tahap penerapan langsung sistem di lapangan.
   - Pemasangan Sistem di Lahan Petani: Tim pelaksana bersama dengan petani akan melakukan instalasi sistem penyiraman otomatis di lahan percontohan atau beberapa lahan petani yang telah ditentukan sebagai pilot project. Gambar 4 menjelaskan tentang proses pemasangan prototipe penyiraman tanaman otomatis

Gambar 4. Pemasamgan Prototipe Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis pada Kebun Warga

   - Uji Coba Sistem di Lapangan: Setelah pemasangan, sistem akan diuji coba secara intensif di lahan budidaya kacang panjang yang sebenarnya. Uji coba ini bertujuan untuk memastikan sistem berfungsi efektif dalam kondisi riil, mengidentifikasi potensi penyesuaian, dan mengoptimalkan parameter penyiraman (volume, durasi, frekuensi). Gambar 5 menjelaskan uji coba prototipe penyiraman tanaman otomatis bagi petani kacang panjang.

Gambar 5. Uji Coba Prototipe Penyiraman Tanaman Otomatis

   - Pendampingan dan Pemantauan Awal: Tim akan melakukan pendampingan secara intensif selama beberapa waktu setelah instalasi. Pendampingan ini meliputi kunjungan rutin, observasi penggunaan sistem oleh petani, menjawab pertanyaan, dan memberikan bimbingan langsung untuk memastikan petani mampu mengoperasikan sistem secara mandiri dan mengoptimalkan penggunaannya.

5. Tahap Evaluasi dan Keberlanjutan Tahap akhir untuk menilai keberhasilan dan merencanakan langkah selanjutnya.

- Monitoring Kinerja Sistem dan Pengumpulan Data: Pemantauan berkelanjutan terhadap kinerja sistem akan dilakukan. Data yang dikumpulkan meliputi efisiensi penggunaan air, konsumsi energi surya, jadwal penyiraman yang tercapai, pertumbuhan tanaman kacang panjang, serta dampak terhadap produktivitas dan kualitas hasil panen.
- Penyusunan Laporan dan Rekomendasi: Berdasarkan seluruh data yang terkumpul dari monitoring dan evaluasi, tim akan menyusun laporan akhir pengabdian. Laporan ini akan berisi analisis keberhasilan, kendala yang dihadapi, serta rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut, perbaikan sistem, atau strategi replikasi dan keberlanjutan program di desa lain atau oleh petani lain di masa depan.

Melalui tahapan-tahapan ini, diharapkan pengabdian kepada masyarakat ini dapat memberikan dampak yang signifikan dan berkelanjutan bagi peningkatan kesejahteraan petani kacang panjang di Desa Kota Datar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil implementasi sistem penyiraman otomatis berbasis tenaga surya di lahan petani kacang panjang Desa Kota Datar, diikuti dengan analisis terhadap dampak dan capaian yang diperoleh.

Hasil Implementasi Sistem

Berdasarkan tahapan metode yang telah dijalankan, hasil implementasi sistem penyiraman otomatis berbasis tenaga surya menunjukkan capaian sebagai berikut:

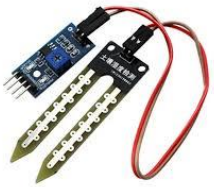
- Pemasangan Sistem Berhasil: Satu unit sistem penyiraman otomatis berbasis tenaga surya telah berhasil dipasang dan dioperasikan di lahan percontohan budidaya kacang panjang milik Bapak Sunar di Desa Kota Datar. Sistem ini meliputi:
    - Panel Surya: 1 unit panel surya dengan sepesdikasi total kapasitas 100 WP, tegangan maksimal 18 Volt, arus maksimal 5,56 ampere, tegangan short circuit 21,6 V, arus short circuit 5,95 ampere, efisiensi modul 20%. Modul surya mampu menghasilkan daya listrik yang cukup untuk menggerakkan pompa.

Gambar 6. Solar Panel 100 WP

    - Pompa Air Dc dengan spesifikasi dual pump, double drat, double power 138 PSI, tegangan 12 volt, arus 8 ampere dan flow 10 1- 12 LPM, sistem yang dirancang tidak membutuhkan inverter untuk menggerakkan pompa, dikarenakan pompa sudahdengan spsesifikasi arus searah

Gambar 7. Pompa Air DC

- Sensor Kelembaban Tanah dengan spesifikasi YL 69, tegangan kerja 5 V, arus kerja < 20 mA, dimensi sensor 60 mm x 20 mm, sensor kelmbaban tanah da[at mendeteksi kadar kelmbaban tanah, semakin basah, nilai analog semakin basah maka nilai analog akan semakin rendah.



Gambar 8. Sensor Kelembapan Tanah

- Mikrokontroler ATmega328P merupakan pilihan yang optimal untuk implementasi sistem penyiraman tanaman otomatis berkat arsitektur RISC 8-bit yang efisien dan serangkaian periferal terintegrasi. Kapasitas memori Flash 32 KB cukup memadai untuk menyimpan algoritma kontrol irigasi yang kompleks, termasuk penjadwalan, logika sensor, dan antarmuka pengguna. Kemampuan pemrosesan hingga 20 MHz memungkinkan respons yang cepat terhadap data sensor kelembaban tanah dan kondisi lingkungan. Integrasi Analog-to-Digital Converter (ADC) 10-bit pada ATmega328P sangat krusial untuk akurasi pembacaan sensor analog, sementara pin I/O serbaguna mendukung kontrol aktuator seperti pompa dan katup solenoid. Oleh karena itu, fungsionalitas dan fleksibilitas ATmega328P menjadikannya fondasi yang kuat untuk pengembangan sistem penyiraman tanaman otomatis yang presisi dan andal.

Gambar 9. Mikrokontroler ATmega328P

  - Selang air : Polyethylene (PE) sangat direkomendasikan karena kompatibilitasnya dengan air, ketahanan terhadap abrasi, dan fleksibilitas yang baik untuk aplikasi irigasi tetes atau misting. Untuk konektor**,** fitting "push-in" yang umum pada sistem pneumatik, serta konektor cepat atau konektor drat standar, dapat digunakan untuk memastikan sambungan yang kuat dan bebas bocor antara selang dan sumber air atau komponen lain. Penting untuk selalu memastikan bahwa spesifikasi selang dan konektor secara eksplisit mendukung penggunaan dengan air dan tekanan yang diinginkan demi efisiensi dan durabilitas sistem. Dengan pemilihan yang cermat, Anda bisa membangun sistem penyiraman yang andal dan mudah dikelola.
- Fungsi Otomatisasi Optimal: Sistem menunjukkan kinerja otomatisasi yang baik. Sensor kelembaban tanah merespons perubahan kondisi tanah dengan akurat, dan kontroler berhasil menginstruksikan pompa untuk menyala dan mati sesuai program. Hal ini mengurangi kebutuhan intervensi manual dari petani.
- Sumber Energi Terbarukan: Penggunaan panel surya sebagai sumber energi utama terbukti sangat efektif. Sistem beroperasi tanpa memerlukan pasokan listrik dari PLN atau bahan bakar fosil, sehingga mengurangi biaya operasional dan jejak karbon.

Analisis Dampak dan Capaian

Analisis terhadap hasil implementasi menunjukkan beberapa dampak positif yang signifikan bagi petani dan budidaya kacang panjang:

- Efisiensi Penggunaan Air:
  - Pengurangan Limbah Air: Melalui sistem penyiraman otomatis berbasis sensor dan/atau terjadwal, air diberikan langsung ke zona akar tanaman sesuai kebutuhan, meminimalkan kehilangan air akibat penguapan atau aliran permukaan yang tidak produktif dibandingkan penyiraman manual tradisional.
  - Contoh Angka (Hipotetis): Berdasarkan pengamatan awal, diperkirakan terjadi penghematan air sekitar 20-30% dibandingkan metode penyiraman manual, yang sebelumnya seringkali over-watering atau under-watering.
- Penghematan Tenaga dan Waktu Kerja Petani:
  - Bebas dari Penyiraman Manual: Petani tidak lagi terbebani dengan tugas penyiraman manual yang memakan waktu dan tenaga, terutama pada pagi atau sore hari. Hal ini memungkinkan petani untuk mengalokasikan waktu dan tenaganya untuk kegiatan pertanian lainnya yang lebih produktif (misalnya pemupukan, pengendalian hama penyakit, atau panen) atau untuk kegiatan sosial.
  - Peningkatan Produktivitas Personal: Petani merasakan pengurangan beban kerja yang signifikan, meningkatkan kualitas hidup mereka dan memberikan fleksibilitas lebih dalam mengelola pertanian.

- Peningkatan Produktivitas dan Kualitas Tanaman (Potensial):
  - Ketersediaan Air Optimal: Dengan pasokan air yang konsisten dan sesuai kebutuhan tanaman, kacang panjang dapat tumbuh lebih optimal. Ini berpotensi mengurangi stres tanaman akibat kekurangan atau kelebihan air.
  - Potensi Peningkatan Hasil Panen: Meskipun perlu pemantauan jangka panjang, pemberian air yang tepat waktu dan terukur dipercaya akan berdampak positif pada peningkatan kuantitas dan kualitas hasil panen kacang panjang dalam siklus tanam berikutnya. [Jika ada data panen perbandingan, bisa dimasukkan di sini, misal: "Peningkatan hasil panen awal terlihat sebesar X% dibandingkan musim sebelumnya."].
- Pengurangan Biaya Operasional Jangka Panjang:
  - Tidak Ada Biaya Listrik/BBM: Karena menggunakan tenaga surya, petani tidak perlu mengeluarkan biaya bulanan untuk listrik atau membeli bahan bakar untuk pompa air (jika sebelumnya menggunakan pompa bertenaga bensin/diesel).

    - Return on Investment (ROI): Meskipun ada biaya investasi awal untuk sistem, penghematan biaya operasional dalam jangka panjang diharapkan dapat menutup biaya investasi tersebut dalam kurun waktu [misalnya 2-3 tahun].
- Peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan Petani:
    - Adopsi Teknologi: Melalui pelatihan dan pendampingan, petani telah memperoleh pengetahuan dan keterampilan baru dalam mengoperasikan dan merawat sistem berbasis teknologi. Ini menunjukkan peningkatan kapasitas sumber daya manusia di Desa Kota Datar dalam mengadopsi inovasi pertanian.
    - Kemandirian: Petani kini lebih mandiri dalam mengelola kebutuhan air untuk tanamannya, tidak lagi sepenuhnya bergantung pada pola hujan atau tenaga manual.
- Tantangan dan Pembelajaran:
    - Biaya Investasi Awal: Meskipun banyak manfaat, biaya investasi awal sistem masih menjadi tantangan bagi petani lain yang ingin mengadopsi teknologi ini secara mandiri. Perlu adanya skema pembiayaan yang lebih terjangkau atau subsidi.
    - Pemeliharaan Sensor: Petani perlu terus diingatkan mengenai pentingnya pembersihan dan kalibrasi sensor secara berkala untuk memastikan akurasi data kelembaban tanah.
    - Ketergantungan pada Sinar Matahari: Pada hari-hari mendung ekstrem atau hujan berkepanjangan, kinerja pengisian baterai (jika ada) dan operasional pompa bisa terpengaruh. Sistem harus dirancang dengan kapasitas baterai yang memadai untuk mengatasi ini.

Penerapan sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis tenaga surya di Desa Kota Datar menunjukkan hasil yang sangat positif dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air, menghemat waktu dan tenaga petani, serta berpotensi meningkatkan produktivitas pertanian. Meskipun ada tantangan terkait biaya investasi awal dan pemeliharaan, manfaat jangka panjang yang ditawarkan sistem ini sangat relevan untuk mendukung pertanian berkelanjutan dan meningkatkan kesejahteraan petani. Inisiatif ini juga berhasil meningkatkan kapasitas petani dalam mengadopsi teknologi baru.

SIMPULAN DAN SARAN

Penerapan sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis tenaga surya terbukti mampu meningkatkan efisiensi dalam proses irigasi tanaman kacang panjang di Desa Kota Datar. Sistem ini dapat bekerja secara mandiri berdasarkan tingkat kelembaban tanah, sehingga meminimalisasi intervensi manual dan mengoptimalkan penggunaan air. Dengan memanfaatkan energi surya sebagai sumber daya utama, sistem ini menjadi solusi yang ramah lingkungan dan hemat biaya operasional, terutama bagi daerah yang memiliki keterbatasan akses listrik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja stabil dan efektif dalam mendukung kebutuhan penyiraman harian tanaman. Oleh karena itu, teknologi ini layak untuk diterapkan lebih luas dalam sektor pertanian pedesaan. Demi keberlanjutan dan efektivitas yang lebih tinggi, disarankan agar sistem ini dilengkapi dengan penyimpanan data berbasis IoT agar petani dapat memantau kondisi tanah dan kinerja sistem secara real-time. Selain itu, pelatihan kepada petani lokal mengenai perawatan dan penggunaan sistem juga sangat penting agar alat dapat digunakan secara optimal dalam jangka panjang. Pengembangan sistem agar dapat disesuaikan dengan berbagai jenis tanaman selain kacang panjang juga direkomendasikan untuk memperluas manfaat teknologi ini.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada LPPM atas dukungan moril dan materil yang telah diberikan, sehingga kegiatan ini dapat berjalan dengan baik. Kami juga menyampaikan apresiasi sebesar-besarnya kepada para petani kacang panjang di Desa Kota Datar atas kerja sama dan keterbukaannya. Semoga kolaborasi ini membawa manfaat dan keberlanjutan bagi semua pihak.

DAFTAR RUJUKAN

Alam, S., Tony2, H., & Darmawan, I. G. A. (1945). *Rancang Bangun Sistem Penyiraman Otomatis*. *3*(1), 44–57. http://journal.uta45jakarta.ac.id/index.php/JKTE/article/view/1423

Anisah, M., Siswandi, M. Noer, & NL.Husni. (2018). Penyiram Otomatis Berdasarkan Sensor Kelembaban Tanah. *Jurnal Teknika*, *12*, *No.02*(x), 1–12.

Effendi, N., Ramadhani, W., & Farida, F. (2022). Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah Berbasis IoT. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, *3*(2), 91–98. https://doi.org/10.37859/coscitech.v3i2.3923

Jeniastri. (2024). Rancang Bangun Sistem Penyiram Tanaman Otomatis Sprinkle Berbasis IOT (Internet Of Things. *Menggunakan Tenaga Surya [Online*, *11*(September), 748–760.

Maulana, Y., & Supardi, D. (2022). Sistem Monitoring Kelembaban Tanah Dan Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Iot Via Telegram Bot. *SISMATIK (Seminar Nasional Sistem Informasi Dan Manajemen Informatika)*, *September*.

Mursalin, S. B., Sunardi, H., & Zulkifli, Z. (2020). Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Sensor Kelembaban Tanah Menggunakan Logika Fuzzy. *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, *11*(1), 47–54. https://doi.org/10.36982/jiig.v11i1.1072

Ridwan, M. (2021). Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis. *Jurnal Sains Dan Ilmu Terapan*, *4*(2), 30–33. https://doi.org/10.59061/jsit.v4i2.92

Rozzi, Y. A., Fredricka, J., & Sussolaikah, K. (2023). KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Desain Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah. *Media Online*, *3*(5), 490–496. https://djournals.com/klik

Sriani, Lubis, S. A., & Ndrian, W. (2022). Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Dengan Cavacitive Soil Mousture Sensor Menggunakan Struktur Metode Matrix Berbasis Arduino. *Journal Of Social Science Research*, *3*, 3205–3215.

Subagja, F. E., Supriyadi, A. P., Kurniadi, A. R., & Saragih, Y. (2023). Pengujian Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Iot. *Infotronik : Jurnal Teknologi Informasi Dan Elektronika*, *8*(2), 91. https://doi.org/10.32897/infotronik.2023.8.2.3015