

PENGOLAHAN LAHAN PERTANIAN MENGGUNAKAN INTERNET OF THINGS DI DESA WUKIRSARI, SLEMAN

Amir Hamzah⁽¹⁾, Slamet Hani^(2*), Gatot Santoso⁽³⁾, Khalil Sidik⁽⁴⁾

¹Jurusan Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas AKPRIND Indonesia

^{2,3,4}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas AKPRIND Indonesia

Email: amir@akprind.ac.id, gatsan@akprind.ac.id, shan.akprind@gmail.com

ABSTRACT

The Tri Sedyo Manunggal Farmer Group in Wukirsari Village, Sleman Regency, Yogyakarta faces challenges in managing agricultural land. Farmers still use traditional irrigation systems to meet water needs and to find out conditions is still done manually. While the electricity source for driving water pumps still depends on PLN electricity and fuel.

As a solution, an internet of things is needed that can monitor soil pH, humidity, temperature, and leaf color and can be accessed from anywhere and anytime. The irrigation system is automatic whose electricity source is obtained from solar panels. One water pump is used to lift water from the well to the output pipe. Using four solar panels each panel has a power of 230 watts peak, a solar charge controller with a capacity of 50 amperes, two soil pH sensors, two humidity sensors, two temperature sensors, and two color sensors. The battery used is a 12-volt Valve Regulated Lead Acid (VRLA) type with a capacity of 100 Ah.

A water pump with a capacity of 300 watts with a water discharge of 47 liters per minute can meet the water needs of 1 ha of agricultural land in the range of 3-4 hours. The maximum electrical power produced by solar panels if the maximum sunlight conditions is 920 watt peak, with a maximum current (I_{mp}) of 11.79 amperes and a maximum voltage (V_{mp}) of 19.5 volts. Then the solar panel will charge the battery in empty condition for about 90 minutes at 80% sunlight efficiency conditions.

Keywords: agricultural land, sensor, water pump, solar panel, *internet of things*

ABSTRAK

Kelompok Tani Tri Sedyo Manunggal di Desa Wukirsari, Kabupaten Sleman, Yogyakarta menghadapi tantangan dalam mengelola lahan pertanian. Para petani masih menggunakan sistem irigasi tradisional untuk memenuhi kebutuhan air dan untuk mengetahui kondisi masih dilakukan secara manual. Sedangkan sumber listrik untuk penggerak pompa air masih bergantung pada listrik PLN dan BBM.

Sebagai solusi, maka diperlukan *internet of things* yang dapat memonitor pH tanah, kelembapan, suhu, dan warna daun serta dapat diakses dari mana saja dan kapan saja. Sistem irigasinya otomatis yang sumber listriknya didapat dari panel surya. Pompa air yang digunakan sebanyak satu untuk mengangkat air dari sumur menuju pipa keluaran. Menggunakan empat panel surya yang setiap panel memiliki daya 230 watt peak, *solar charge controller* kapasitas 50 ampere, dua sensor pH tanah, dua sensor kelembapan, dua sensor suhu, dan dua sensor warna. Aki yang digunakan berjenis *Valve Regulated Lead Acid* (VRLA) 12 volt dengan kapasitas 100 Ah.

Pompa air dengan kapasitas 300 watt dengan debit air 47 liter per-menit dapat memenuhi kebutuhan air lahan pertanian 1 ha dalam waktu berkisar 3-4 jam. Daya listrik maksimal yang dihasilkan oleh panel surya jika kondisi cahaya matahari maksimal adalah sebesar 920 *watt peak*, dengan arus maksimal (I_{mp}) sebesar 11.79 ampere dan tegangan

maksimal (V_{mp}) sebesar 19.5 volt. Maka panel surya akan mengisi aki tersebut dalam kondisi kosong sekitar 90 menit pada kondisi efisiensi cahaya matahari 80%.

Kata kunci: lahan pertanian, sensor, pompa air, panel surya, *internet of things*

PENDAHULUAN

Tanaman padi menjadi komoditas tanaman pangan yang berperan penting dalam pembangunan dan kemakmuran bangsa Indonesia. Tanaman padi (*Oryza sativa* L) adalah penghasil beras memiliki arti penting untuk sebagian besar penduduk Indonesia karena beras merupakan bahan pangan utama. Seiring dengan perkembangan zaman, teknologi menjadi peranan penting dalam peningkatan efisiensi dan produktivitas pada sektor pertanian, salah satunya pertanian padi. Inovasi yang berkembang pada saat ini adalah pertanian cerdas dengan menggunakan teknologi yang terintegrasi dengan *internet of things* (IoT) pada bidang pertanian dengan tujuan meningkatkan produktivitas pertanian padi. IoT adalah sebuah platform dimana sebuah perangkat setiap hari menjadi cerdas, memproses setiap hari menjadi cerdas, dan komunikasi sehari-hari menjadi cerdas (Bulan Maharani, 2022). Pertanian pintar dilengkapi bersama dengan IoT ialah dimana teknologi modern digunakan menggantikan kaedah tradisional untuk memudahkan kerja petani atau pekebun (Akmal Md Rahim et al., 2022). IoT dapat memudahkan petani dalam memonitor dan mengontrol berbagai perangkat secara *real time*. Guna mengoptimalkan proses pertanian, IoT yang dipasang di pertanian dapat mendukung pengolahan dan pendataan, sehingga petani dapat mengambil tindakan cepat terhadap masalah yang muncul dan perubahan lingkungan sekitarnya (Rachmawati, 2021).

Kelompok Tani Tri Sedyo Manunggal merupakan salah satu kelompok tani yang berada di Desa Wukirsari, Sleman, DIY yang berfokus pada pertanian padi, memiliki potensi cukup baik untuk diterapkannya teknologi pengolahan lahan pertanian menggunakan IoT. Namun masih memiliki berbagai macam permasalahan seperti sistem irigasi yang masih mengandalkan air sungai dan dialirkan ke sawah. Hal ini menyebabkan petani hanya dapat melakukan penanaman benih pada saat musim penghujan dikarenakan pada musim kemarau ketersediaan air terbatas dan tidak mampu memenuhi seluruh kebutuhan air pada lahan pertanian padi milik petani. dan petani sulit dalam mengambil data seperti tingkat pH tanah, kelembaban, suhu udara, dan kebutuhan pupuk nitrogen. Serta masih menggunakan listrik utama dari PLN maupun BBM.

Melihat situasi dan permasalahan yang dihadapi oleh kelompok Tani Tri Sedyo Manunggal di Desa Wukirsari perlu adanya sebuah solusi dalam menghadapi berbagai macam permasalahan tersebut. Dengan memfokuskan pada upaya penerapan IoT di bidang pertanian sehingga dapat meningkatkan hasil produktivitas tanaman padi di daerah tersebut.

Penggunaan IoT di bidang pertanian merupakan pilihan tepat mengingat penggunaannya hampir telah diterapkan pada semua bidang. Terdapat beberapa macam komponen penting yang digunakan pada penerapan IoT pada kelompok Tani Tri Sedyo Manunggal diantaranya, mikrokontroler ESP32, sensor kelembaban tanah, sensor pH tanah, sensor suhu, dan sensor warna daun, sensor-sensor ini berfungsi untuk memberikan data kondisi lahan pertanian sehingga memudahkan petani dalam memonitoring lahan pertaniannya. Sensor kelembaban mengirimkan data persentase kelembaban tanah yang ada pada lahan sehingga memudahkan petani untuk mengecek tingkat kelembaban tanah pada lahan pertanian padi. *Soil moisture sensor* (FC-28) adalah sensor yang dapat mendeteksi kelembaban tanah (Gatot Santoso, Slamet Hani, Gafirudi, 2022). Sensor pH tanah mengirimkan data berupa tingkat keasaman suatu tanah dengan berdasarkan pH tanah, sehingga petani dapat melakukan tindakan pemberian kadar pupuk apabila pH tanah tidak sesuai dengan standar pH tanah tanaman padi. Sensor yang berfungsi menentukan derajat asam basa suatu larutan (Padi et al., 2022). Sensor suhu memberikan data berupa suhu yang ada pada area lahan pertanian sehingga petani dapat memantau suhu yang aman untuk tanaman padi. Cekaman suhu tinggi pada saat fase pengisian biji mengakibatkan pengapuran pada bulir padi akibat dari peningkatan α -amilase yang dapat menghidrolisis pati (Suriyasak et al., 2017). Sensor warna memberikan data berupa kadar pupuk nitrogen yang harus diberikan pada tanaman padi berdasarkan dengan bagan warna daun padi (BWD). Tanaman yang kekurangan nitrogen (N) tumbuhnya kerdil, anakan sedikit dan daunnya berwarna kuning pucat, terutama daun tua. Sebaliknya, tanaman yang dipupuk urea (unsur N) berlebihan tumbuhnya subur, daun hijau tua, anakan banyak, jumlah malai banyak tetapi tanaman mudah rebah dan pemasakan gabah lambat (Sasmoko et al., 2020).

Sel surya atau *photovoltaic* adalah perangkat yang mengkonversi radiasi sinar matahari menjadi energi listrik (Usman, 2020). Pemanfaatan panel surya sebagai sumber listrik memberikan kemudahan bagi petani pada sektor biaya. Petani tidak perlu mengeluarkan biaya operasional listrik dari PLN atau BBM. Dengan memanfaatkan panas sinar matahari menjadikan panel surya sebagai pembangkit listrik terbarui dan ramah

lingkungan karena tidak ada proses pembakaran bahan bakar fosil dalam pembangkitan energi listrik.

Pemanfaatan IoT pada lahan pertanian kelompok Tani Tri Sedyo Manunggal dapat memberikan dampak perubahan lebih baik yang signifikan. Petani dapat mengambil keputusan dengan lebih baik dan akurat. Dengan terintegrasi dengan IoT memudahkan petani dalam monitoring dan kontrol alat dari mana saja dan kapan saja selama terkoneksi dengan jaringan internet.

METODE

Metode yang digunakan dalam rangka menjalankan program teknologi pengolahan lahan pertanian menggunakan IoT kepada Kelompok Tani Tri Manunggal Sedyo di Desa Wukirsari, Kapanewon Cangkringan, Kabupaten Sleman, dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Metode Sosialisasi, menggunakan pendekatan penyampaian materi untuk memberikan pemahaman kepada anggota Kelompok Tani. Materi yang disampaikan mencakup tujuan program dan konsep teknologi pengolahan lahan pertanian menggunakan IoT yang akan digunakan dalam pertanian.
2. Metode Pelatihan, dilakukan dalam dua tahap. Pertama, tahap penyampaian materi yang memberikan pemahaman tentang teknologi pengolahan lahan pertanian menggunakan IoT dan cara penggunaannya. Metode penyampaian berupa presentasi, materi tertulis, dan contoh kasus. Kedua, tahap praktek di mana peserta dapat langsung mencoba menggunakan teknologi tersebut dalam situasi nyata. Ini melibatkan demonstrasi langsung, pengujian perangkat, dan pelatihan praktis tentang cara mengoperasikan teknologi tersebut.
3. Metode Pemasangan dan Pemeliharaan, proses pemasangan melibatkan perwakilan dari Kelompok Tani dalam instalasi perangkat IoT di lapangan. Mereka diberikan panduan praktis tentang cara memasang perangkat, menghubungkannya ke jaringan, dan mengintegrasikannya dengan sistem pertanian. Setelah pemasangan, perwakilan Kelompok Tani menerima pelatihan tentang pemeliharaan perangkat, termasuk pemeliharaan rutin dan tindakan yang perlu diambil jika terjadi masalah teknis.

Pelaksanaan Kegiatan

Kegiatan sosialisasi dilakukan di rumah Bapak Sumarjo, yang menjabat sebagai Ketua Kelompok Tani Tri Manunggal Sedyo di Desa Wukirsari, Kapanewon Cangkringan,

Kabupaten Sleman. Acara ini dihadiri oleh anggota Kelompok Tani, dengan jumlah peserta sebanyak 35 orang. Maksud dari kegiatan ini adalah memperkenalkan program yang akan dijalankan serta mengenalkan teknologi yang akan dibuat lalu digunakan, dengan tujuan untuk membangkitkan minat anggota Kelompok Tani terhadap program tersebut.



Gambar 1. Sosialisasi dengan masyarakat

Pelatihan teknologi pengolahan lahan pertanian menggunakan IoT diselenggarakan di rumah Bapak Carik, yang terletak di Desa Wukirsari, Kapanewon Cangkringan, Kabupaten Sleman. Kegiatan pelatihan ini juga dihadiri oleh 35 anggota Kelompok Tani, dimaksudkan untuk memberikan pelatihan kepada mereka dalam rangka menguasai penggunaan teknologi yang diberikan. Sementara itu, untuk kegiatan pemasangan dan pemeliharaan teknologi pengolahan lahan pertanian menggunakan IoT, dilakukan di area sawah yang dimiliki oleh Bapak Mujiono di Desa Wukirsari, Kapanewon Cangkringan, Kabupaten Sleman.



Gambar 2. Pemasangan Tiang Penyangga Panel Surya



Gambar 3. Penyambungan 4 Buah Panel Surya



Gambar 4. Alat untuk Pengolahan Lahan Pertanian Berbasis IoT

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemanfaatan IoT pada pertanian tanaman padi dapat dirasakan oleh kelompok Tani Tri Sedyo Manunggal. Menggunakan beberapa komponen utama seperti panel surya, ESP32, sensor kelembaban tanah, sensor pH tanah, sensor suhu, sensor warna TCS3200, sensor *ultrasonic*, pompa air. Setiap sensor akan berfungsi sesuai dengan fungsinya masing-masing. Sensor kelembaban tanah membaca tingkat kelembaban tanah pada lahan pertanian padi. Kelembaban tanah dipengaruhi oleh banyaknya air pada lahan pertanian padi. Sensor pH tanah membaca kadar keasaman tanah pada lahan pertanian padi. Sensor suhu membaca suhu pada area lahan pertanian. Sensor warna TCS300 membaca tingkat kesuburan tanaman padi berdasarkan warna daun. Panel surya menghasilkan energi listrik yang memanfaatkan panas cahaya matahari. Sehingga alat pertanian menggunakan teknologi IoT dapat digunakan tanpa menggunakan listrik dari PLN atau BBM yang boros biaya operasional listrik. Seluruh sistem terintegrasi dengan IoT dengan menggunakan mikrokontroler ESP32, hal ini memudahkan petani dalam memonitoring dan mengontrol sistem dari mana saja dan kapan saja selama perangkat terhubung dengan jaringan internet.

Prinsip kelistrikan pada alat pertanian menggunakan teknologi IoT adalah dengan menggunakan panel surya yang mengubah energi panas cahaya matahari menjadi energi listrik dan disimpan dalam baterai atau aki (*accu*). Panel surya yang digunakan memiliki daya sebesar 230 *watt peak* sebanyak 4 buah. Sehingga daya listrik maksimal yang dihasilkan jika kondisi cahaya matahari maksimal adalah sebesar 920 *watt peak*, dengan arus maksimal (*Imp*) sebesar 11.79 ampere dan tegangan maksimal (*Vmp*) sebesar 19.5 volt. Panel surya yang digunakan berjenis *mono crystal* yang memiliki efisiensi sebesar 17% hingga 22%. Sebelum energi listrik yang dihasilkan panel surya mengisi daya pada aki, maka dipasanglah *solar charge controller* (SCC). SCC berfungsi untuk mengendalikan daya yang masuk pada aki. Aki yang digunakan berjenis *Valve Regulated Lead Acid* (VRLA) dengan

kapasitas 12 volt 100 Ah. Maka panel surya mengisi aki tersebut dalam kondisi kosong sekitar 90 menit pada kondisi efisiensi cahaya matahari 80%. Ketika SCC menunjukkan tegangan aki di atas 14.4 volt maka SCC secara otomatis akan memutus pengisian daya dari panel surya menuju aki sehingga mencegah aki cepat rusak akibat *overcharging*.

Tegangan yang dibutuhkan oleh mikrokontroler adalah 5 VDC, sehingga digunakan modul *stepdown* LM2596 yang berfungsi untuk menurunkan tegangan aki 12 VDC menjadi 5 VDC. Penggunaan *inverter* juga digunakan untuk mengoperasikan pompa air, dan *mifi* yang membutuhkan tegangan 220 VAC, sehingga digunakan *inverter* untuk mengubah tegangan 12 VDC aki menjadi tegangan 220 VAC.



Gambar 5. Tampilan *Interface Blynk* pada *Smartphone*

Gambar 5 menunjukkan *interface* aplikasi *blynk* melalui *smartphone*. Menampilkan data tingkat kelembapan tanah, pH tanah, suhu lingkungan, dosis takaran pupuk nitrogen, dan kontrol pompa air. Data-data tersebut ditampilkan secara *real-time* selama 24 jam penuh. Selama alat dan *smartphone* terkoneksi dengan jaringan internet, maka data pembacaan setiap sensor dan kontrol perangkat dapat diakses dari mana saja dan kapan saja.

Pengambilan data dilakukan selama kurang lebih 10 hari dan mendapatkan beberapa data pengukuran antara lain:

1. Tingkat Kelembaban Tanah

Dengan tingkat kelembaban tanah terendah adalah 56% dan tertinggi adalah 73% pada kedua titik. Dengan rata-rata kelembaban tanah pada titik 1 adalah 59.64% dan titik 2 sebesar 62.11%. Tingkat kelembaban yang ideal pada tanaman padi berada pada 40% hingga 60%

dengan skala 0-100%. Tingkat kelembaban tanah dipengaruhi oleh banyaknya air pada lahan pertanian, sehingga sistem irigasi yang baik berdampak dengan kelembaban tanah yang baik.

2. PH Tanah

Dengan pH tanah terendah sebesar 3 dan tertinggi sebesar 7.4. PH tanah yang ideal bagi tanaman padi berada pada tingkat netral, yakni berkisar 5.5 - 7.5 dengan skala 0-14. Dengan pH tanah rata-rata pada titik 1 adalah 6.8 dan titik 2 adalah 7.1.



Gambar 6. Sensor pH tanah

Untuk nilai pH tanah tanaman padi 2,79 bisa menghasilkan 800 kg gabah dengan luas lahannya 600 m², nilai pH tanah tanaman padi 3,41 bisa menghasilkan 500-600 kg gabah dengan luas lahannya 350 m².

3. Suhu

Suhu terendah berada pada suhu 20°C dan tertinggi 33°C. Dengan suhu rata-rata pada titik 1 pada 25.7°C dan titik 2 pada 25.2°C. Suhu yang normal dan aman bagi tanaman padi adalah 20°C - 25°C. Faktor utama yang mempengaruhi perhitungan suhu adalah tingkat panas cahaya matahari. Dengan irigasi yang baik dapat memenuhi kebutuhan air pada tanaman padi sehingga mencegah tanaman dari kekerngan akibat panas yang ekstrem.

4. Sensor Warna Daun

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada gambar 13 bahwa kebutuhan pupuk nitrogen pada lahan pertanian Kelompok Tani Tri Sedyo Manunggal cukup banyak. Dosis rata-rata pada titik 1 sebesar 182.3 kg/ha dan titik 2 sebesar 198.5 kg/ha.



Gambar 7. Sensor warna TCS3200

5. Pompa Air

Pompa air dapat diaktifkan melalui *smartphone* sehingga tidak perlu ke lokasi untuk menghidupkan atau mematikannya. Pompa air dengan kapasitas 300 watt dengan debit air 47 liter per-menit dapat memenuhi kebutuhan air lahan pertanian 1 ha dalam waktu berkisar 3-4 jam.



Gambar 8. Sumur penampungan air

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat yang dilakukan untuk kelompok Tani Tri Sedyo Manunggal di Desa Wukirsari, Sleman, DIY, telah berhasil dilakukan. Kelompok tani dapat mengatasi berbagai permasalahan yang ada dengan menggunakan teknologi IoT. Kelompok tani dapat memonitoring kualitas lahan dan mengontrol alat dari jarak jauh dan kapanpun menggunakan *smartphone* yang terhubung dengan jaringan internet. Memudahkan petani dalam efisiensi waktu dan tenaga. Kelompok tani tidak perlu mengeluarkan biaya operasional listrik dari PLN atau BBM karena alat teknologi IoT menggunakan panel surya. Pengamatan menunjukkan bahwa alat dapat berjalan dengan baik dan menjadi acuan dalam mengambil keputusan yang lebih tepat dan akurat. Sosialisasi, pembuatan, pelatihan, dan pemasangan telah diterapkan dengan baik. Sehingga terwujudnya pertanian cerdas yang dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil padi pada kelompok Tani Tri Sedyo Manunggal. Kegiatan pengabdian masyarakat ini bisa juga diaplikasikan di mitra yang lainnya atau lokasi lain. Contohnya sudah diterapkan pada lahan pertanian tanaman padi di Pedukuhan Karang Tengah, Desa Karang Tengah, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada Belmawa dan Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta yang telah mendanai kegiatan pengabdian kepada Masyarakat ini, dan kelompok Tani Tri Sedyo Manunggal.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal Md Rahim, A., Hairul Hazril Nik Fadzil, N., Farid Shamsul Kahar, M., & Tengku Nadzlin Tengku Ibrahim, T. (2022). Pertanian Pintar menggunakan IoT. *Multidisciplinary Applied Research and Innovation*, 3(1), 422–428. <https://doi.org/10.30880/mari.2022.03.01.049>
- Bulan Maharani, M. (2022). Pertanian Cerdas Internet of Things aktif ZigBee: Tinjauan Sistematis. *Portaldata.Org*, 2(4), 2022–2023.
- Gatot Santoso, Slamet Hani, Gafirudi. (2022). Sistem Monitoring Kualitas Tanaman Padi Berdasarkan Warna Daun dan pH Tanah Menggunakan Internet of Things Berbasis GPS. *Prosiding Sains Dan Teknologi*, 1(1), 31–35.
- Padi, P., Utomo, D. T., Etikasari, B., Mahendra, O. Y., & Munih, M. (2022). *Alat Ukur Karakteristik Tanah Berbasis IoT untuk Tanaman*. 2022(November), 553–562.
- Rachmawati, R. R. (2021). Smart Farming 4.0 Untuk Mewujudkan Pertanian Indonesia Maju, Mandiri, Dan Modern. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 38(2), 137. <https://doi.org/10.21082/fae.v38n2.2020.137-154>
- Sasmoko, D., Danang Danang, Padjar Setyo Budi, & Muhammad Agus Kurniawan. (2020). Penggunaan Sensor TCS3200 dan NodeMCU untuk Mendeteksi Warna Daun Padi dalam Menentukan Jumlah Pupuk Urea Bebas IoT. *Elkom : Jurnal Elektronika Dan Komputer*, 13(1), 87–102. <https://doi.org/10.51903/elkom.v13i1.174>
- Suriyasak, C., Harano, K., Tanamachi, K., Matsuo, K., Tamada, A., Iwaya-Inoue, M., & Ishibashi, Y. (2017). Reactive oxygen species induced by heat stress during grain filling of rice (*Oryza sativa* L.) are involved in occurrence of grain chalkiness. *Journal of Plant Physiology*, 216, 52–57. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2017.05.015>
- Usman, M. (2020). Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya. *Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro*, 9(2), 52–57. <https://doi.org/10.30591/polektr.v9i2.2047>
- Zenita, Z., Hawa, Z., Dwinata, C., Anggun, W., Samiha, Y. T., Masyamah, M., Oktiansyah, R., 'Aini, K., Riswanda, J., & Miftahussaadia. (2020). Serangga Hama pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) pada Fase Vegetatif dan Generatif. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi 2020, 1997*, 98–104.