

Intergrasi Sistem Minimum IoT Yang Handal Untuk Pertanian Berbasis Mikrokontroler dan Protokol Komunikasi

TW Wisjhnuadji^{1*}, Arsanto Narendro¹, Yani Prabowo¹, Jan Everhard¹, Suwasti Broto¹,

¹Universitas Budi Luhur, Jakarta, Indonesia

Email: 1*wisjhnuadji@budiluhur.ac.id

(* : coresponding author)

Abstrak– Pertanian tradisional merujuk pada pertanian yang menggunakan teknik alami dan lokal, tanpa banyak bergantung pada teknologi modern atau bahan kimia. Namun demikian sistem pertanian tradisional menghadapi banyak tantangan antara lain produktivitas rendah, pertanian tradisional mungkin tidak seproduktif metode modern, selain itu faktor ketergantungan pada cuaca juga merupakan hal potensial dalam menciptakan hambatan produksi. Metodologi untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas pertanian tradisional antara lain adalah membangun sistem smart farming, atau pertanian pintar, dimana ini adalah cara penerapan teknologi dalam pertanian untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan, melalui sensor, dan perangkat IoT untuk mengelola dan memantau kegiatan pertanian secara lebih efektif. Sistem smart farming yang akan dibangun adalah berdasarkan konsep SCADA, dimana untuk pengendalian alat seperti sensor suhu, kelembaban tanah, cahaya dan curah hujan serta aktuatoarnya dikendalikan melalui protokol ModBus berbasis modul RTU RS-485. Sedangkan untuk pengendali yang berhubungan dengan server internet digunakan ESP32. Sedangkan User atau Pemakai dapat menggunakan perangkat smartphone ataupun Laptop yang dilengkapi dengan Modem Wireless untuk melakukan koneksi jarak jauh melalui jaringan internet. Dengan demikian hasil yang dicapai dengan penerapan teknologi ini mampu meningkatkan produktivitas hasil pertanian, serta meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan sawah dan ladang oleh user, dimana user tidak perlu hadir langsung ke lokasi, karena dapat dikendalikan dan diawasi secara remote dari jarak jauh.

Kata Kunci: Pertanian, Scada, Sensor, Modbus, ESP32

Abstract– Traditional agriculture refers to farming that utilizes natural and local techniques, relying little on modern technology or chemicals. However, traditional agricultural systems face many challenges, including low productivity; traditional farming may not be as productive as modern methods. Additionally, dependence on weather conditions poses a significant barrier to production. To improve the quality and productivity of traditional agriculture, methodologies such as developing smart farming systems can be implemented. Smart farming applies technology in agriculture to enhance efficiency, productivity, and sustainability through sensors and IoT devices to manage and monitor agricultural activities more effectively. The smart farming system to be developed is based on the SCADA concept, where control of devices such as temperature sensors, soil moisture, light, and rainfall sensors, as well as actuators, is managed via the ModBus protocol based on the RS-485 RTU module. For controllers connected to the internet server, the ESP32 module will be used. Users can access the system using smartphones or laptops equipped with a wireless modem to establish remote connections via the internet. Thus, the application of this technology can significantly increase agricultural productivity and improve the efficiency of managing fields and crops. Users do not need to be physically present on-site, as the system can be controlled and monitored remotely from a distance.

Keywords: Farming, Scada, Sensor, Modbus, ESP32

1. PENDAHULUAN

Pertanian Tradisional adalah metode bertani yang telah digunakan selama bertahun-tahun, biasanya berdasarkan praktik dan pengetahuan lokal yang diturunkan dari generasi ke generasi (Rachmawati, 2021). Pertanian tradisional merujuk pada praktik pertanian yang menggunakan teknik alami dan lokal, tanpa banyak bergantung pada teknologi modern atau bahan kimia dimana , dimana pertanian tradisional memiliki karakteristik utama adalah Biodiversitas yaitu penggunaan berbagai jenis tanaman dan hewan untuk menjaga keseimbangan ekosistem serta masih mengandalkan metode yang minim dampak lingkungan, seperti rotasi tanaman dan penggunaan kompos serta memanfaatkan tradisi lokal memanfaatkan pengetahuan yang telah teruji untuk menghadapi kondisi iklim dan tanah tertentu (Hanna Shara Dewi, 2022). Metode pertanian tradisional menggunakan tanaman campuran yaitu menanam berbagai jenis tanaman dalam satu lahan untuk mengurangi risiko gagal panen, serta penggunaan sumber daya alam air hujan dan pupuk organik untuk mendukung pertumbuhan tanaman (Rachmawati, 2020)

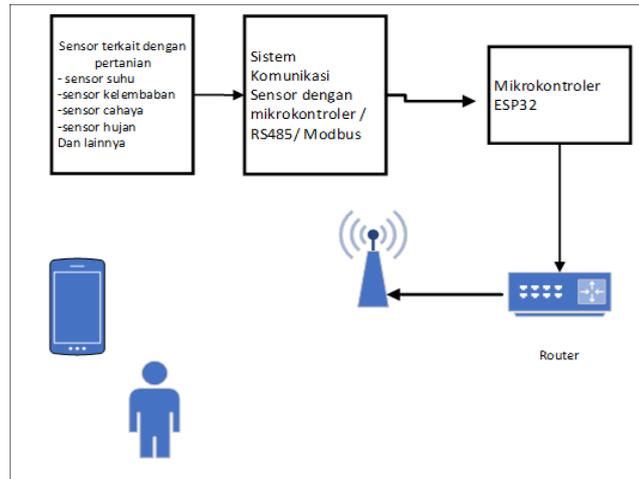
Keuntungan pertanian tradisional adalah lebih ramah lingkungan dan mengandalkan praktik alami, Ketahanan terhadap Perubahan Iklim telah teruji sejak jaman dulu. Selain itu ada tradisi mempertahankan kesuburan tanah dengan menggunakan pupuk kandang dan mengurangi erosi dengan menggunakan teknik terasering, terutama didaerah perbukitan (Heru Sandi, 2023).

Walau demikian ternyata ada banyak tantangan Tantangan terhadap cara pertanian tradisional, antara lain Produktivitas Rendah, mungkin tidak seproduktif metode modern sangat bergantung pada kondisi cuaca alami dan memiliki akses terbatas terhadap penggunaan teknologi modern.

Smart farming, atau pertanian pintar, adalah penerapan teknologi dalam pertanian untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan, sesuai dengan definisinya smart farming mengacu pada penggunaan teknologi informasi dan komunikasi, sensor, dan perangkat IoT untuk mengelola dan memantau kegiatan pertanian secara lebih efektif, tujuannya adalah untuk meningkatkan hasil pertanian dengan mengoptimalkan penggunaan sumber daya, manfaat Smart Farming antara lain peningkatan produktivitas dengan memantau dan menganalisis data, petani dapat meningkatkan hasil panen dan efisiensi sumber daya, selain itu mampu melakukan efisiensi penggunaan sumber daya dengan cara mengoptimalkan penggunaan air, pupuk, dan pestisida sehingga dapat mengurangi biaya operasional, selain itu mampu mengurangi dampak lingkungan dengan menggunakan sumber daya secara lebih efisien. Secara teknologi mampu melakukan pemantauan secara real-time sehingga mampu memberikan informasi terkini tentang kondisi lahan dan tanaman, memungkinkan respon cepat terhadap masalah (Ningrum, 2020).

2. METODOLOGI PENELITIAN

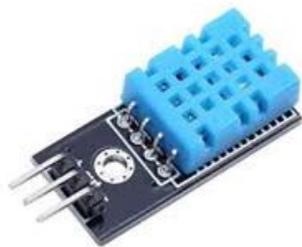
2.1 Diagram Sistem



Gambar 1. Diagram Sistem

2.2 Sensor Terkait Dengan Pertanian

Sensor Suhu dan Kelembaban DHT-11 (Gambar 2.)

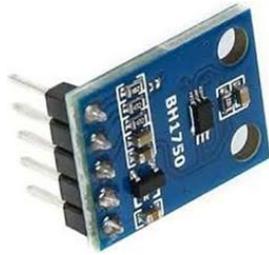


Karakteristik:

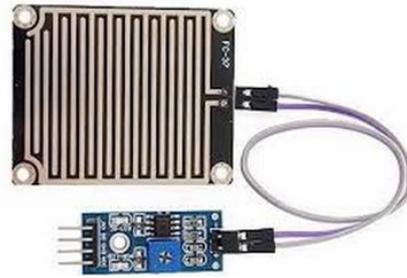
- Rentang jarak pengukuran kelembapan 20% - 90% RH.
- Rentang jarak pengukuran suhu 0 – 50 °C.
- Akurasi sensor kelembapan ±5% RH.
- Akurasi sensor suhu ±2°C.
- Catu daya sensor 3 Volt – 5 Volt.
- Arus daya operasi 0.5 mA – 2.5 mA.
- Periode sampel 2 detik.
- Resolusi transmisi data serial 16 bit.

Gambar 2. Sensor DHT11

Lux Meter Sensor Intensitas Cahaya (Gambar 3.) dan Rain Sensor FC-37 (Gambar 4.)



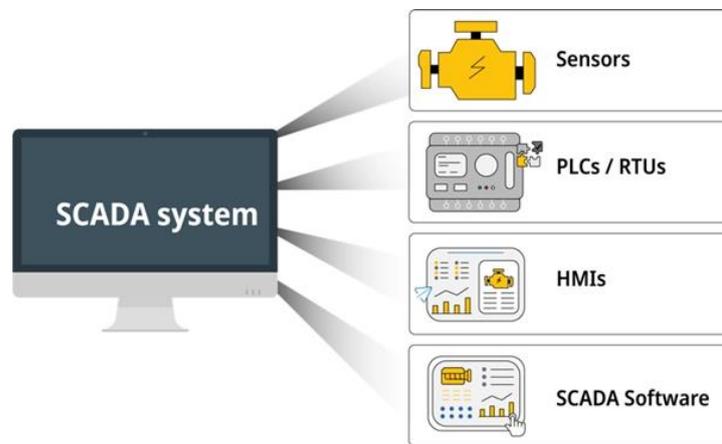
Gambar 3. Lux Meter (sensor Cahaya)



Gambar 4. Rain Sensor FC-37

2.3 Konsep SCADA

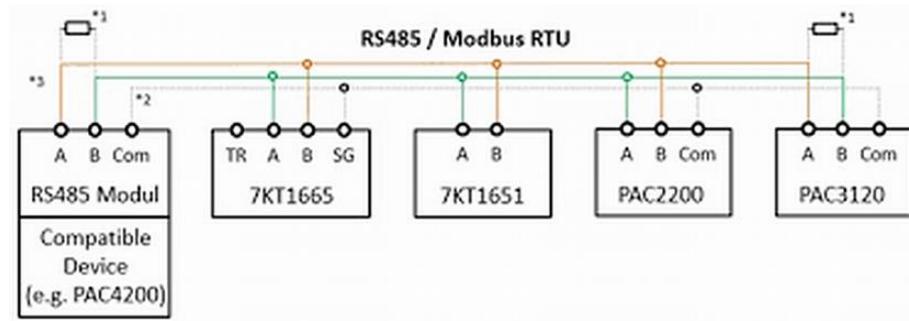
Konsep SCADA juga dapat diaplikasikan untuk menwujudkan Smart Farming, dimana SCADA seperti pada Gambar 5. adalah sistem yang digunakan untuk mengawasi dan mengendalikan proses industri. SCADA mengumpulkan data dari berbagai sensor dan perangkat di lapangan. Sistem ini memungkinkan operator untuk mengendalikan perangkat melalui perintah jarak jauh. SCADA menyediakan antarmuka pengguna untuk memantau status dan kinerja sistem secara real-time. Komponen SCADA antara lain RTU (Remote Terminal Unit) adalah Perangkat yang mengumpulkan data dari sensor dan mengirimkannya ke sistem SCADA, kemudian PLC digunakan untuk mengontrol proses industri dan dapat terhubung ke SCADA kemudian Server SCADA tempat di mana data dikumpulkan, diproses, dan disimpan sedangkan HMI (*Human-Machine Interface*) adalah Antarmuka yang memungkinkan operator berinteraksi dengan sistem SCADA (Sasmoko, 2015).



Gambar 5. Sistem SCADA

2.4 Modbus RTU

Modbus seperti terlihat pada Gambar 6. adalah protokol komunikasi yang umum digunakan dalam sistem otomasi industri untuk memungkinkan perangkat yang berbeda berkomunikasi satu sama lain. Modbus pertama kali diperkenalkan oleh perusahaan Modicon (sekarang bagian dari Schneider Electric) pada tahun 1979. Modbus adalah protokol terbuka, yang berarti dapat digunakan oleh berbagai perangkat dari berbagai produsen tanpa biaya lisensi[7]. Modbus menggunakan arsitektur master-slave, di mana satu perangkat (master) mengendalikan komunikasi dan mengirim permintaan kepada satu atau lebih perangkat (slave). Jenis Modbus antara lain Modbus RTU: Menggunakan format biner dan komunikasi serial (RS-232, RS-485). Jenis Ini adalah versi yang paling sering digunakan karena efisiensinya, kemudian ada jenis lain yaitu Modbus ASCII yang menggunakan format teks ASCII, lebih mudah dibaca tetapi kurang efisien dibandingkan RTU, dan yang terakhir jenis Modbus TCP/IP dimana ini adalah Versi yang berjalan di jaringan Ethernet, memungkinkan komunikasi melalui protokol TCP/IP.

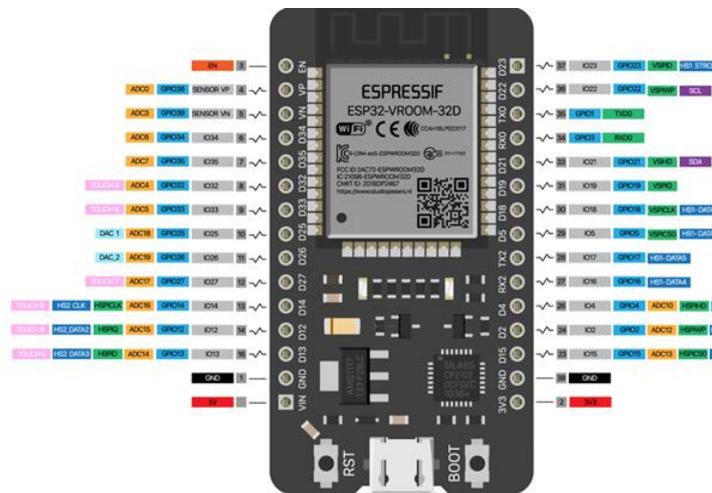


Gambar 6. Modbus RTU

Kelebihan Modbus adalah pada sifat yang sederhana, interoperabilitas dan fleksibilitas yang tinggi, sedangkan kekurangan Modbus adalah Modbus tidak memiliki fitur keamanan bawaan, sehingga rentan terhadap serangan keamanan data, selain itu adalah keterbatasan bandwidth terutama dalam pengaturan RTU dan ASCII, bandwidth terbatas dibandingkan dengan protokol modern lainnya.

Aplikasi Modbus dapat ditemukan antara lain pada Otomasi Industri digunakan dalam pengendalian mesin dan proses industri, juga pada Sistem Pengawasan Energi digunakan untuk memantau dan mengontrol penggunaan energi dalam sistem listrik. Selain itu juga dapat digunakan pada sistem Sistem HVAC untuk mengelola sistem pemanas, ventilasi, dan pendingin udara. Sehingga Modbus tetap menjadi salah satu protokol komunikasi yang paling banyak digunakan dalam otomasi industri karena kesederhanaannya dan kemampuannya untuk menghubungkan berbagai perangkat secara efektif.

2.5 ESP32

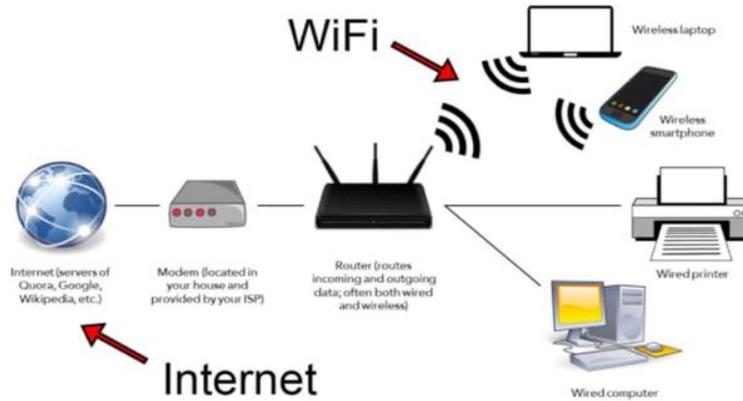


Gambar 7. ESP32

ESP32 adalah modul mikrokontroler yang populer dan kuat, dirancang untuk aplikasi Internet of Things (IoT), Spesifikasi Umum Mikrokontroler Dual-Core, ESP32 memiliki dua inti CPU yang dapat beroperasi pada kecepatan hingga 240 MHz. Memiliki kemampuan wireless dengan menggunakan Wi-Fi dan Bluetooth dimana ini mendukung koneksi Wi-Fi (802.11 b/g/n) dan Bluetooth (Classic dan BLE), menjadikannya ideal untuk aplikasi IoT. Keunggulan antara lain Konsumsi Daya Rendah dimana ESP32 dirancang untuk efisiensi energi, memungkinkan penggunaan dalam aplikasi yang memerlukan daya rendah. Harga Terjangkau dimana Modul ini menawarkan biaya yang relatif rendah dibandingkan dengan fungsionalitas yang ditawarkan. selain itu adalah kemudahan Pengembangan dimana alat ini dapat diprogram menggunakan berbagai platform, termasuk Arduino IDE, PlatformIO, dan ESP-IDF. Aplikasi Umum dapat digunakan untuk Automasi Rumah pada proyek smart home seperti pengendalian lampu, termostat, dan sistem

keamanan. Kemampuan koneksi ke Sensor dan Aktuator Memungkinkan ESP32 melakukan pengumpulan data dari sensor dan pengendalian aktuator secara wireless sehingga dapat diintegrasikan dengan proyek IoT untuk menghubungkan perangkat ke internet dan mengumpulkan data.

2.6 Internet



Gambar 8. Jaringan Internet

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Suhu Harian



Gambar 9. Grafik Suhu Harian

3.2 Kelembaban Harian



Gambar 10. Grafik Kelembaban Udara Harian

3.3 Intensitas Cahaya Harian



Gambar 11. Grafik Intensitas Cahaya Harian

3.4 Dashboard Sistem Pengendalian



Gambar 12. Aplikasi Dashboard System

STATUS PEMBACAAN DATA PADA DASHBOARD

- Suhu Udara : Tinggi
- Kelembapan : Rendah
- Intensitas Cahaya Tinggi:
- Status : Lampu OFF, Kran Air ON , Kabut OFF

- Suhu Udara : Rendah
- Kelembapan : Tinggi
- Intensitas Cahaya:Rendah
- Status: Lampu ON, Kran Air OFF, Kabut ON

4. KESIMPULAN

Sistem yang dibangun mampu memberikan respons, terhadap kondisi di lapangan, yaitu terkait dengan kondisi lahan tanaman.

1. Jika Kadar air terlalu rendah, sesuai dengan ambang batas kelembaban yang ditentukan, maka kran air akan secara otomatis ON, sehingga lahan akan dibanjiri dengan suplai air untuk meningkatkan tingkat kelembaban tanahnya.
2. Jika Panas Terlalu terik, sesuai dengan ambang batas Intensitas Cahaya yang ditentukan, maka secara otomatis tirai pelindung akan secara otomatis ON untuk menutupi pancaran sinar matahari yang terlalu terik.
3. Jika Hari sudah Gelap, sesuai dengan ambang batas dari Intensitas cahaya yang ditentukan, maka Lampu penerangan akan secara otomatis menyala.
4. Jika Rain Sensor mendeteksi adanya Hujan maka Status Aman dari Kekeringan

REFERENCES

- R. R. Rachmawati, "Smart Farming 4.0 Untuk Mewujudkan Pertanian Indonesia Maju, Mandiri, Dan Modern," *Forum Penelit. Agro Ekon.*, vol. 38, no. 2, p. 137, 2021, doi: 10.21082/fae.v38n2.2020.137-154.
- B. Y. P. Hanna Shara Dewi1, Marsya Adzkiya Putri, Aldi Kurniawan and F. Sularso Budilaksono, Woro Harkandi Kencana, "Smart Farming Teknologi Monitoring Produksi Dan," *J. Sist. Komput. Musirawas*, vol. 7, no. 1, pp. 9–11, 2022.
- R. R. Rachmawati, "SMART FARMING 4.0 UNTUK MEWUJUDKAN PERTANIAN INDONESIA MAJU, MANDIRI, DAN MODERN Smart Farming 4.0 to Build Advanced, Independent, and Modern Indonesian Agriculture Rika Reviza Rachmawati," *Forum Penelit. Agro Ekon.*, vol. 38, no. 2, pp. 137–154, 2020, [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.21082/fae.v38n2.2020.137-154>
- G. Heru Sandi and Y. Fatma, "Pemanfaatan Teknologi Internet of Things (Iot) Pada Bidang Pertanian," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 7, no. 1, pp. 1–5, 2023, doi: 10.36040/jati.v7i1.5892.
- R. F. Ningrum, R. R. A. Siregar, and D. Rusjdi, "Penerapan Sistem SCADA Dalam Perancangan Model Inferensi Logika Fuzzy Mamdani Pada Pembebanan Trafo Gardu Distribusi," *Petir*, vol. 13, no. 2, pp. 110–118, 2020, doi: 10.33322/petir.v13i2.1001.
- A. Almuhtarom and P. Sasmoko, "Perancangan Supervisory Control and Data Acquisition (Scada) Menggunakan Software Cx-Supervisor 3.1 Pada Simulasi Sistem Listrik Redundant Berbasis Programmable Logic Controller (Plc) Omron Cp1E Na-20-Dra," *Gema Teknol.*, vol. 18, no. 2, pp. 88–94, 2015, doi: 10.14710/gt.v18i2.8980.
- Fransiscus Xaverius Ariwibisono and Widodo Pudji Muljanto, "Implementasi Sistem Monitoring Produksi Energi Plts Berbasis Protokol Modbus Rtu Dan Modbus Tcp," *Nuansa Inform.*, vol. 17, no. 2, pp. 109–118, 2023, doi: 10.25134/ilkom.v17i2.28.