



PERANCANGAN SENSOR NPK, PH, SUHU, DAN KELEMBAPAN TANAH BERBASIS IOT DAN ARDUINO UNTUK PERTANIAN MODERN

Aryansyah Pratama¹, Ilham Ari Elbaith Zaeni^{1,*}

¹Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang, aryansyah.pratama.2105366@students.um.ac.id,
ilham.ari.ft@um.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sensor NPK, pH, suhu, dan kelembapan tanah berbasis IoT dan Arduino pada berbagai kondisi kelembapan tanah. Sensor-sensor ini diuji pada tiga kondisi tanah yang berbeda: basah, lembab, dan sangat kering. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada kondisi tanah basah dan lembab, sensor mampu melakukan pembacaan parameter tanah secara akurat dan mengirimkan data ke smartphone secara real-time. Data yang diperoleh mencakup kadar Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), pH, suhu, dan kelembapan tanah. Namun, pada kondisi tanah yang sangat kering, sensor mengalami kesulitan untuk tertancap dengan kuat, sehingga pengujian tidak dapat dilakukan dan data tidak dapat diperoleh. Temuan ini menekankan pentingnya memastikan sensor dapat berfungsi dengan baik pada berbagai kondisi tanah untuk mendapatkan hasil yang akurat dan dapat diandalkan. Pengembangan lebih lanjut diperlukan untuk mengatasi masalah pada kondisi tanah sangat kering agar sensor dapat berfungsi optimal di semua kondisi.

Kata Kunci: IoT, Arduino, Pertanian, Sensor

ABSTRACT

This study aims to analyze the performance of NPK, pH, temperature, and soil moisture sensors based on IoT and Arduino under various soil moisture conditions. These sensors were tested in three different soil conditions: wet, moist, and very dry. The results showed that in wet and moist soil conditions, the sensors were able to accurately read soil parameters and transmit data to a smartphone in real-time. The data obtained included levels of Nitrogen (N), Phosphorus (P), Potassium (K), pH, temperature, and soil moisture. However, in very dry soil conditions, the sensors had difficulty penetrating the hard soil, making it impossible to conduct tests and obtain data. These findings highlight the importance of ensuring that sensors can function well under various soil conditions to obtain accurate and reliable results. Further development is needed to address issues in very dry soil conditions to ensure optimal sensor performance in all conditions.

Keywords: IoT, Arduino, Far, Sensor

PENDAHULUAN

Pertanian modern merupakan salah satu sektor yang sangat penting dalam perekonomian Indonesia, terutama dalam memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat. Namun, tantangan besar dihadapi oleh sektor ini, termasuk menurunnya jumlah petani yang aktif dan semakin menurunnya produktivitas pertanian. Menurut data Badan Pusat Statistik, rata-rata usia petani di Indonesia semakin meningkat, dengan banyak petani muda beralih ke pekerjaan di kota untuk meningkatkan taraf hidup mereka (Susilowati, 2016). Hal ini menyebabkan kekurangan tenaga kerja di sektor pertanian, yang pada gilirannya dapat mengancam ketahanan pangan nasional.



Seiring dengan perkembangan teknologi, Internet of Things (IoT) muncul sebagai solusi inovatif untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian (Junaidi & Ramadhani, 2024; Sari et al., 2024). Teknologi IoT memungkinkan pengumpulan dan analisis data secara real-time, sehingga petani dapat memantau kondisi tanaman dan lingkungan dengan lebih baik. Dengan menggunakan sensor yang terhubung, petani dapat mendapatkan informasi mengenai kelembaban tanah, suhu tanah, dan kebutuhan nutrisi tanaman secara akurat. Ini membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat dalam mengelola lahan pertanian (Fikri, 2024).

Penggunaan teknologi IoT dalam pertanian juga berpotensi mengurangi pemborosan sumber daya, seperti air dan pupuk (Hasibuan, 2023). Sistem irigasi otomatis yang dikendalikan oleh sensor kelembaban tanah dapat memastikan bahwa air hanya digunakan ketika diperlukan, sehingga menghemat biaya dan meningkatkan efisiensi penggunaan air. Selain itu, teknologi ini juga dapat membantu petani dalam memprediksi cuaca dan kondisi lingkungan yang dapat mempengaruhi hasil panen, sehingga mereka dapat mengambil langkah-langkah pencegahan yang diperlukan (Andriyani et al., 2024).

Implementasi IoT dalam pertanian tidak hanya meningkatkan produktivitas tetapi juga menciptakan pertanian yang lebih berkelanjutan. Dengan meminimalkan penggunaan pestisida dan bahan kimia berbahaya melalui pemantauan yang lebih baik terhadap kondisi tanaman, pertanian modern dapat menjadi lebih ramah lingkungan. Hal ini sejalan dengan upaya global untuk menjaga kelestarian lingkungan sambil memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat (Siregar, 2023).

Dengan demikian, penerapan teknologi IoT dalam pertanian modern bukan hanya sebuah pilihan, tetapi sebuah kebutuhan untuk menghadapi tantangan di masa depan. Melalui inovasi berikut yaitu “Monitoring Pertanian berbasis IoT”, diharapkan sektor pertanian Indonesia dapat berkembang lebih pesat dan berkontribusi secara signifikan terhadap perekonomian nasional serta ketahanan pangan. Penelitian lebih lanjut mengenai implementasi IoT dalam bidang pertanian sangat penting untuk memastikan bahwa teknologi ini dapat dimanfaatkan secara optimal oleh para petani di seluruh Indonesia.

TINJAUAN PUSTAKA

Internet of Things

Internet of Things (IoT) adalah konsep yang mengacu pada jaringan objek fisik yang terhubung ke internet dan dapat berkomunikasi satu sama lain tanpa memerlukan interaksi manusia. IoT memungkinkan perangkat seperti sensor, kamera, dan peralatan rumah tangga untuk mengumpulkan dan bertukar data secara otomatis. Dengan demikian, teknologi ini meningkatkan efisiensi, keamanan, dan kenyamanan dalam kehidupan sehari-hari. Contoh penerapan IoT meliputi sistem pengendalian lampu yang dapat dioperasikan dari jarak jauh, serta perangkat kesehatan yang memantau kondisi tubuh secara real-time (Efendi, 2018).

Dalam konteks industri, IoT berperan penting dalam komunikasi machine-to-machine (M2M), yang memungkinkan mesin dan perangkat untuk saling bertukar informasi dan melakukan tindakan berdasarkan data yang diterima. Hal ini tidak hanya meningkatkan produktivitas tetapi juga memungkinkan penghematan energi dan biaya operasional. Penelitian menunjukkan bahwa dengan menerapkan IoT, perusahaan dapat mengoptimalkan proses produksi dan meningkatkan kualitas layanan (Karimah Tauhid,



2022). Dengan demikian, IoT bukan hanya sekadar teknologi baru, tetapi juga merupakan langkah penting menuju era digitalisasi yang lebih cerdas dan terintegrasi.

Sensor

Sensor adalah perangkat yang berfungsi untuk mendeteksi dan mengukur perubahan pada berbagai besaran fisik, seperti suhu, tekanan, cahaya, dan kelembaban. Dalam konteks teknologi, sensor berperan sebagai transduser yang mengkonversi energi fisik menjadi sinyal listrik yang dapat diproses lebih lanjut (Rahmadhani & Arum, 2022). Dengan demikian, sensor sangat penting dalam berbagai aplikasi, mulai dari otomasi industri hingga perangkat konsumen sehari-hari.

Berbagai jenis sensor tersedia berdasarkan fungsinya, seperti sensor thermal untuk mendeteksi suhu dan sensor optik untuk mendeteksi cahaya. Cara kerja sensor dimulai dengan deteksi parameter lingkungan, di mana perubahan yang terdeteksi diubah menjadi sinyal listrik. Sinyal ini kemudian diperkuat dan dikondisikan sebelum diproses oleh sistem kontrol atau computer (Alamsyah & Rahmani, 2022). Dengan kemampuan untuk memberikan data akurat mengenai kondisi lingkungan, sensor memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih baik dalam berbagai bidang, menjadikannya komponen vital dalam perkembangan teknologi modern.

Arduino

Arduino merupakan sebuah platform elektronik open-source yang dirancang untuk memudahkan pembuatan prototipe perangkat elektronik. Platform ini mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel, sehingga dapat digunakan oleh berbagai kalangan, termasuk seniman, desainer, dan hobiis. Arduino berbasis pada mikrokontroler Atmel AVR, yang memiliki kemampuan untuk membaca input dari berbagai sensor dan menghasilkan output sesuai dengan instruksi yang diberikan (Bräunl, 2022). Salah satu keunggulan utama Arduino adalah kemudahan penggunaannya, berkat bahasa pemrograman yang disederhanakan yang mirip dengan C/C++, serta lingkungan pengembangan terintegrasi (IDE) yang mendukung berbagai sistem operasi seperti Windows, macOS, dan Linux (Arrahman, 2022).

Dalam konteks fungsionalitasnya, Arduino memungkinkan pengguna untuk mengembangkan berbagai aplikasi interaktif yang dapat merespons berbagai kebutuhan. Dengan menggunakan pustaka (library) yang tersedia, pengguna dapat dengan mudah mengimplementasikan berbagai fungsi tanpa harus memahami detail teknis dari mikrokontroler itu sendiri. Selain itu, Arduino juga memiliki fitur konektivitas yang memudahkan komunikasi antara board dan komputer melalui port USB, menggantikan kebutuhan akan port serial yang semakin jarang digunakan pada komputer modern (GIOVANNO, 2021). Sejak diperkenalkan, Arduino telah menjadi alat penting dalam pendidikan teknik dan desain interaktif, serta telah membangun komunitas global yang aktif dalam berbagi pengetahuan dan pengalaman dalam pengembangan proyek berbasis Arduino (Fahreza, 2021).

METODE PENELITIAN

Agar tercapainya output dari kegiatan yang efektif dan efisien, metode kegiatan yang digunakan adalah metode prototype. Tahap-tahap yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Studi literatur

Studi literatur melibatkan pengumpulan dan analisis sumber-sumber tertulis yang relevan dengan topik penelitian, seperti jurnal ilmiah, buku, konferensi, dan laporan

teknis. Tujuan utama dari studi literatur adalah untuk memahami perkembangan terkini dalam bidang IoT, mengidentifikasi celah penelitian, dan membangun dasar teori yang kuat. Proses ini melibatkan identifikasi kata kunci, pencarian literatur, analisis temuan, dan penyusunan tinjauan literatur yang komprehensif dan kritis.

Perancangan Sistem

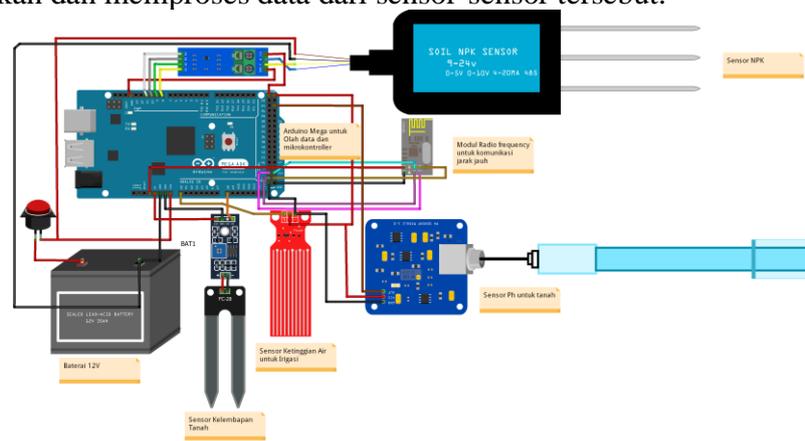
Perancangan sistem adalah langkah penting dalam penelitian IoT yang melibatkan pembuatan desain arsitektur sistem yang akan dikembangkan. Tujuan dari perancangan sistem adalah untuk memastikan bahwa semua komponen sistem IoT bekerja secara harmonis dan efisien. Proses ini melibatkan beberapa langkah, termasuk analisis kebutuhan, perancangan arsitektur sistem, pemilihan teknologi dan perangkat keras, serta perancangan antarmuka pengguna. Analisis kebutuhan melibatkan identifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional dari sistem. Perancangan arsitektur sistem mencakup pembuatan diagram yang menunjukkan bagaimana komponen-komponen sistem saling berinteraksi. Pemilihan teknologi dan perangkat keras melibatkan pemilihan sensor, aktuator, dan platform komunikasi yang sesuai. Perancangan antarmuka pengguna memastikan bahwa sistem mudah digunakan dan memenuhi kebutuhan pengguna akhir.

Prototyping

Prototyping melibatkan pembuatan dan pengujian prototipe perangkat atau sistem IoT untuk mengevaluasi desain, fungsionalitas, dan kinerja sebelum implementasi penuh. Tujuan dari prototyping adalah untuk mengidentifikasi dan memperbaiki masalah desain, menguji konsep, dan mendapatkan umpan balik dari pengguna. Proses ini melibatkan perancangan *prototipe*, pembangunan *prototipe*, pengujian dalam kondisi terkontrol, pengumpulan umpan balik, dan penyempurnaan *prototipe* berdasarkan umpan balik yang diterima.

Desain Sistem

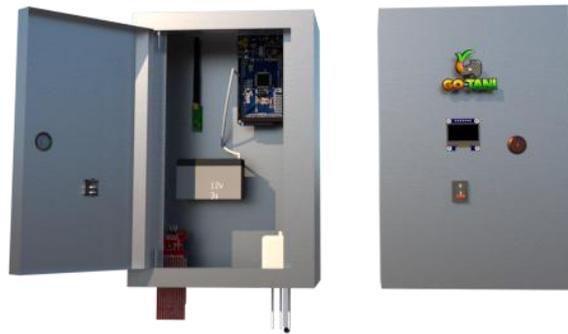
Komponen-komponen utama sistem ini meliputi sensor NPK, sensor pH, dan sensor suhu. Sensor NPK digunakan untuk mengukur kadar nitrogen, fosfor, dan kalium dalam tanah, sedangkan sensor pH digunakan untuk mengukur tingkat keasamannya. Selanjutnya, sensor suhu digunakan untuk mengukur temperatur tanah, yang merupakan faktor penting dalam pertumbuhan tanaman. Semua sensor ini dihubungkan dengan mikrokontroler, yaitu Arduino atau ESP8266, yang memiliki fungsi untuk mengumpulkan dan memproses data dari sensor-sensor tersebut.



Gambar 1. Desain Sistem

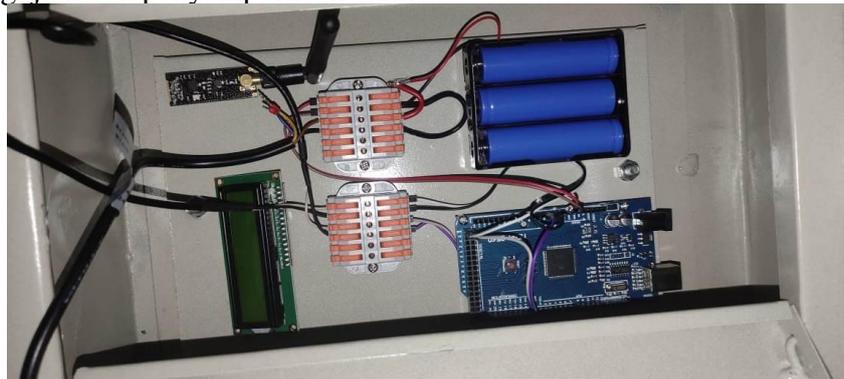
Selanjutnya, data yang dikumpulkan oleh mikrokontroler akan dikirim ke server melalui jaringan seluler menggunakan kartu SIM. Server ini menyediakan fasilitas penyimpanan data dalam database cloud seperti Firebase atau MySQL. Database ini berguna untuk menyimpan data secara permanen dan membuatnya bisa diakses kapan saja.

Untuk mempermudah interpretasi data, aplikasi smartphone dirancang untuk menampilkan data secara visual dalam bentuk grafik dan dashboard interaktif. Aplikasi ini tidak hanya menunjukkan kondisi aktual tetapi juga memberikan notifikasi jika ada perubahan signifikan dalam parameter-parameter yang diamati. Notifikasi ini bermanfaat karena memungkinkan petani untuk langsung mengambil tindakan jika kondisi tanah tidak sesuai dengan norma ideal.



Gambar 2. 3D Design

Pembuatan alat dimulai dengan desain 3D menggunakan aplikasi SketchUp, yang merupakan langkah awal penting untuk memvisualisasikan konsep secara detail. Dalam SketchUp, pengguna dapat membuat model 3D dari alat yang akan dibuat, termasuk semua komponen dan fitur yang diperlukan. Proses ini melibatkan penggambaran bentuk dasar, penambahan detail, dan pengaturan ukuran yang presisi untuk memastikan bahwa desain sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Setelah desain 3D selesai, langkah berikutnya adalah melakukan perancangan sesuai dengan rancangan desain tersebut. Ini melibatkan pembuatan blueprint atau gambar teknik yang lebih rinci, yang mencakup semua dimensi, bahan yang akan digunakan, dan metode pembuatan. Perancangan ini juga mencakup analisis kebutuhan fungsional dan non-fungsional, pemilihan komponen yang tepat, serta perencanaan proses manufaktur. Dengan rancangan yang jelas, proses pembuatan alat dapat dimulai, dimulai dari pemilihan bahan, perakitan komponen, hingga pengujian dan penyempurnaan akhir.



Gambar 3. Perakitan

Proses perangkaian dimulai dengan mempersiapkan semua komponen yang telah dipilih dan diproduksi sesuai dengan desain yang telah dibuat sebelumnya. Langkah pertama adalah memastikan bahwa semua bagian tersedia dan dalam kondisi baik. Kemudian, perakitan dimulai dengan menyusun komponen utama sesuai urutan yang telah direncanakan. Setiap bagian dihubungkan menggunakan alat dan teknik yang tepat, seperti penyolderan atau penggunaan sekrup dan baut. Selama proses ini, sangat penting untuk mengikuti rancangan desain dengan cermat untuk memastikan bahwa setiap komponen dipasang pada posisi yang benar dan sesuai dengan spesifikasi. Setelah semua komponen utama terpasang, langkah berikutnya adalah menghubungkan sistem kelistrikan dan memastikan semua koneksi aman dan berfungsi dengan baik. Pengujian awal dilakukan untuk memeriksa apakah semua bagian bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Jika ditemukan masalah, perbaikan dan penyesuaian dilakukan sebelum melanjutkan ke tahap akhir. Proses perangkaian diakhiri dengan pengujian menyeluruh untuk memastikan bahwa alat berfungsi dengan baik dan memenuhi semua persyaratan desain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian sensor NPK, pH, dan suhu pada tiga kondisi tanah yang berbeda, yaitu tanah basah, lembab, dan sangat kering, menunjukkan variasi dalam kinerja sensor. Pada kondisi tanah basah, sensor menunjukkan hasil yang memuaskan. Sensor mampu tertancap dengan baik dan melakukan pembacaan parameter tanah secara akurat. Data yang diperoleh adalah sebagai berikut: kadar Nitrogen (N) sebesar 50 ppm, Fosfor (P) sebesar 60 ppm, dan Kalium (K) sebesar 40 ppm. Selain itu, pH tanah tercatat 6.5, suhu tanah 22°C, dan kelembapan tanah 80%. Semua data ini berhasil dikirim ke smartphone tanpa hambatan, memungkinkan pemantauan kondisi tanah secara real-time.



Gambar 4. Pengujian Pada Tanah Basah

Pada kondisi tanah lembab, sensor juga menunjukkan kinerja yang baik. Meskipun tanah tidak sebasah pada kondisi pertama, sensor tetap mampu tertancap dengan cukup kuat dan melakukan pembacaan yang akurat. Data yang dikumpulkan dari sensor pada kondisi tanah lembab adalah: kadar Nitrogen (N) sebesar 40 ppm, Fosfor (P) sebesar 50 ppm, dan Kalium (K) sebesar 30 ppm. Selain itu, pH tanah tercatat 6.8, suhu tanah 24°C, dan kelembapan tanah 60%. Data ini juga berhasil dikirim ke smartphone, memastikan bahwa pengguna dapat memantau kondisi tanah dengan mudah.



Gambar 5. Pengujian Sensor pada Tanah Basah

Namun, pada kondisi tanah yang sangat kering, pengujian tidak dapat dilakukan. Tanah yang keras dan kering membuat sensor sulit untuk tertancap dengan kuat. Hal ini mengakibatkan sensor tidak dapat melakukan pembacaan parameter tanah. Oleh karena itu, data tidak dapat diperoleh pada kondisi tanah sangat kering. Kondisi ini menunjukkan bahwa kelembaban tanah sangat mempengaruhi kinerja sensor.



Gambar 6. Pengujian pada Tanah Sangat Kering

Pengiriman data dari sensor ke smartphone berjalan lancar pada kondisi tanah basah dan lembab. Sensor berhasil mengirimkan data secara real-time, memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi tanah melalui aplikasi di smartphone. Namun, pada kondisi tanah sangat kering, masalah tertancapnya sensor menyebabkan data tidak dapat dikirim dengan baik. Hal ini menekankan pentingnya memastikan sensor dapat berfungsi dengan baik pada berbagai kondisi tanah. Dengan demikian, hasil yang akurat dan dapat diandalkan dapat diperoleh.



Gambar 7. Tampilan Aplikasi



PENUTUP

Simpulan

Dari hasil pengujian sensor NPK, pH, suhu, dan kelembapan tanah pada tiga kondisi tanah yang berbeda, dapat disimpulkan bahwa kondisi kelembapan tanah sangat mempengaruhi kinerja sensor. Pada kondisi tanah basah, sensor mampu tertancap dengan baik dan melakukan pembacaan parameter tanah secara akurat, serta berhasil mengirimkan data ke smartphone tanpa hambatan. Kondisi tanah lembab juga menunjukkan kinerja sensor yang baik, dengan data yang akurat dan pengiriman yang lancar ke smartphone. Namun, pada kondisi tanah yang sangat kering, sensor mengalami kesulitan untuk tertancap dengan kuat, sehingga pengujian tidak dapat dilakukan dan data tidak dapat diperoleh. Hal ini menekankan pentingnya memastikan sensor dapat berfungsi dengan baik pada berbagai kondisi tanah untuk mendapatkan hasil yang akurat dan dapat diandalkan. Pengembangan lebih lanjut diperlukan untuk mengatasi masalah pada kondisi tanah sangat kering agar sensor dapat berfungsi optimal di semua kondisi.

REFERENSI

- Alamsyah, N., & Rahmani, H. F. (2022). Lampu Otomatis Menggunakan Sensor Cahaya Berbasis Arduino Uno dengan Alat Sensor LDR. *Formosa Journal of Applied Sciences*, 1(5), 703–712.
- Andriyani, W., Inayah, I., Ikhsan, Z., Dewi, S. M., Khudori, A. N., Haris, M. S., Sujarwo, A., & Faizah, S. (2024). *Teknologi IoT Pada Bidang Pertanian Modern*. Tohar Media. <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=sLs0EQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=iot+preventif+pertanian&ots=GIgCQBU4Y4&sig=jB1URAM60oNKQouBvrLp56ZQ7B4>
- Arrahman, R. (2022). Rancang Bangun Pintu Gerbang Otomatis Menggunakan Arduino Uno R3. *Jurnal Portal Data*, 2(2). <http://portaldata.org/index.php/portaldata/article/view/78>
- Bräunl, T. (2022). Arduino. In T. Bräunl, *Embedded Robotics* (pp. 53–65). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-0804-9_3
- Efendi, Y. (2018). *Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile*. 4(1).
- Fahreza, M. (2021). Desain Controlling Pengaman Arus Lebih Berbasis Arduino. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 2(1), 47–53.
- Fikri, K. (2024). Peran Teknologi IoT dalam Meningkatkan Efisiensi Pertanian Modern. *Literacy Notes*, 2(1). <http://liternote.com/index.php/ln/article/view/189>
- GIOVANNO, Y. (2021). *Rancang Bangun Prototipe Perangkat Penunjuk Menggunakan Lengan Atas dengan Konektivitas Bluetooth* [PhD Thesis, Universitas Ma Chung]. <http://repository.machung.ac.id/id/eprint/477/>
- Hasibuan, M. R. R. (2023). *Penerapan Teknologi Precision Farming Untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi Pertanian*. <https://osf.io/preprints/yxuek/>
- Junaidi, J., & Ramadhani, K. (2024). Efektivitas Internet Of Things (Iot) Pada Sektor Pertanian. *Jurnal Teknisi*, 4(1), 12–15.
- Karimah Tauhid, Volume 1 Nomor 6 (2022), e-ISSN 2963-590X. (2022). 1.



-
- Rahmadhani, V., & Arum, W. (2022). Literature Review Internet of Think (Iot): Sensor, Konektifitas Dan Qr Code. *Jurnal Manajemen Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 3(2), 573–582.
- Sari, I. P., Novita, A., Al-Khowarizmi, A.-K., Ramadhani, F., & Satria, A. (2024). Pemanfaatan Internet of Things (IoT) pada Bidang Pertanian Menggunakan Arduino UnoR3. *Blend Sains Jurnal Teknik*, 2(4), 337–343.
- Siregar, F. A. (2023). *Pengembangan Sistem Pertanian Berkelanjutan Untuk Mencapai Keberlanjutan Pangan*. <https://osf.io/preprints/qmynh/>
- Susilowati, S. H. (2016). Fenomena penuaan petani dan berkurangnya tenaga kerja muda serta implikasinya bagi kebijakan pembangunan pertanian. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 34(1), 35–55. <https://epublikasi.pertanian.go.id/berkala/fae/article/view/1150>