



J-TIFA

(Jurnal Teknologi Informatika)

|Teknologi Informasi | Jaringan Komputer | Data Mining |



SISTEM KONTROL KADAR NUTRISI TANAMAN HIDROPONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS

Nuriyani Sugi^a, Santosa^b, Erwin Gunawan^c

^{a...c} Program Studi Teknik Informatika Universitas Muhammafiyah Maluku Utara, Kota Ternate, Negara Indonesia
email: email_penulissatu@institusi.ac.id^a, email_penulisdua@institusi.ac.id^b, email_penulistiga@institusi.ac.id^c

Abstrak

Budidaya hidroponik menawarkan potensi besar dalam meningkatkan produksi pertanian. Namun, keberhasilan budidaya hidroponik sangat bergantung pada pengaturan kadar nutrisi yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem kontrol kadar nutrisi tanaman hidroponik berbasis *Internet of Things* (IoT). Dengan menggunakan sensor TDS untuk kontrol nutrisi tanaman, sensor ultrasonic HY-SRF05 untuk deteksi ketinggian air dan NodeMCU ESP32 untuk mikrokontroler. Kemudian data yang diperoleh akan diolah oleh mikrokontroler dan divisualisasikan melalui platform Blynk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem kontrol otomatis ini mampu menjaga kadar nutrisi pada rentang yang optimal, sehingga meningkatkan pertumbuhan dan kualitas tanaman. Nilai baik dari tanaman selada yaitu 1000 PPM berada di 48ltrs rentang ideal untuk selada hidroponik (800-1200 PPM) karena pada konsentrasi ini tercapai keseimbangan optimal antara ketersediaan nutrisi dan kemampuan tanaman untuk menyerapnya. Pada 1000 PPM, tekanan 48ltrs larutan sesuai dengan kemampuan akar selada, memungkinkan penyerapan air dan nutrisi secara efisien tanpa menyebabkan 48ltrs pada tanaman. Berdasarkan hasil pengujian diatas untuk mengetahui alat sistem kontrol kadar nutrisi tanaman hidroponik berbasis IoT sudah dapat berfungsi dengan baik, maka dilakukan implementasi sistem pada tanaman hidroponik yang ada di Ternate.

Kata Kunci : Nutrisi Hidroponik, *Internet Of Things*

Abstract

Hydroponic cultivation offers great potential in increasing agricultural production. However, the success of hydroponic cultivation is highly dependent on the optimal nutrient level setting. This study aims to develop a hydroponic plant nutrient level control system based on the *Internet of Things* (IoT). By using a TDS sensor for plant nutrient control, an ultrasonic HY-SRF05 sensor for water level detection and NodeMCU ESP32 for a microcontroller. Then the data obtained will be processed by a microcontroller and visualized through the Blynk platform. The results of the study showed that this automatic control system was able to maintain nutrient levels in the optimal range, thereby increasing plant growth and quality. The good value of lettuce plants, namely 1000 PPM, is in the middle of the ideal range for hydroponic lettuce (800-1200 PPM) because at this concentration an optimal balance is achieved between nutrient availability and the plant's ability to absorb it. At 1000 PPM, the osmotic pressure of the solution matches the lettuce root's ability, allowing efficient absorption of water and nutrients without causing stress to the plant. Based on the test results above to determine the IoT-based hydroponic plant nutrient level control system tool can function properly, the system is implemented on hydroponic plants in Ternate.

Keywords: Hydroponic Nutrition, *Internet Of Things*

1. Pendahuluan

Tanaman hidroponik adalah cara bercocok tanam tanpa menggunakan tanah, melainkan memanfaatkan air yang kaya nutrisi. Dalam hidroponik, nutrisi yang di perlukan oleh tanaman disediakan langsung melalui larutan nutrisi yang di larutkan ke dalam air, sehingga tanaman dapat tumbuh dengan maksimal tanpa bergantung pada tanah. Teknik ini telah dikenal sebagai budidaya tanam tanpa tanah. Hidroponik memiliki beberapa kelebihan antara lain ramah lingkungan, hemat air, efisiensi tenaga dan waktu, pertumbuhan tanaman lebih cepat, kualitas hasil tanaman dapat terjaga, dan tidak mengenal musim. (Rusman. J, Michael. A, Garonga. M., & Paongan, Y. (2023).

Kota Ternate merupakan salah satu kota kecil di provinsi Maluku Utara dengan luas wilayah sekitar 209,22 km². Sebagian besar wilayahnya adalah dataran rendah dengan topografi terbukit-bukit. Lahan pertanian yang subur terbatas karena 49ltrason besar merupakan lahan vulkanik pasca-erupsi Gunung Gamalama. Selain itu, pertumbuhan penduduk Kota Ternate yang terus meningkat dari tahun ke tahun yaitu rata rata 1,94% per tahun menyebabkan alihfungsi lahan pertanian ke permukaan penduduk. Hal ini berdampak pada semakin terbatasnya lahan yang dapat di manfaatkan untuk pertanian, termasuk budidaya hidroponik

Mayoritas masyarakat Kota Ternate juga masi minim pengetahuan dan keterampilan mengenai 49ltrason budidaya hidroponik. Kurangnya sosialisasi dan pelatihan dari pemerintah daerah terkait pertanian hidroponik ikut menghambat perkembangan lahan hidroponik di Kota Ternate. Masalah pembiayaan juga menjadi factor kendala bagi 49ltrason besar masyarakat untuk memulai bisnis hidroponik.

Sumber Referensi

Sebelum penelitian dilakukan oleh penulis, penelitian terdahulu ini merupakan bahan acuan dan sumber referensi untuk memperkaya teori pada penelitian penulis. Beberapa penelitian terdahulu terkait dengan penelitian penulis adalah sebagai berikut:

1. Sistem Kontrol Kadar Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino UNO (Juprianus Rusman, Aryo Michael, Melki Garonga, Yovinianus Paongan 2022) Pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan observasi dilapangan dan studi literatur. Metode studi literatur adalah metode pengumpulan data yang bersumber dari buku referensi, jurnal, paper, website dan bacaan-bacaan yang membahas tentang tanaman hidroponik dan mikrokontroller serta buku yang membahas tentang software Arduino IDE dan sensor TDS yang dapat menunjang pemecahan permasalahan dalam penelitian ini. Tahap selanjutnya dilakukan analisa terhadap proses pemberian nutrisi terhadap tanaman hidroponik dan merumuskan solusi dengan memanfaatkan mikrokontroller. Setelah itu, dilanjutkan dengan mendesain skematik perangkat keras dan perangkat lunak yang nantinya akan diintegrasikan menjadi sebuah sistem. Integrasi perangkat lunak dan perangkat keras kemudian diuji coba untuk mengetahui hasil yang diperoleh. Setelah pengujian dilakukan maka akan dilakukan evaluasi terhadap kinerja dari sistem yang dibangun.
2. Perancangan Monitoring Sistem Hidroponik Berbasis Internet of Things (Fabiola B. Assa, Arthut M. Rumagit, Meicsy e. I. Najoan 2022) Penulis menggunakan beberapa metode penelitian untuk mengarahkan penelitian (perancangan) ini agar tujuan penelitian yang telah di yentukan dapat tercapai.

Beberapa metode penelitian yang di gunakan penulis sebagai berikut:

1. Konsep Perancangan Alat
2. Desain Perancangan Website
3. Desain Perangkat Keras
- 4.FlowchartPerancanganSistem

Sistem Kontrol dan Monitoring Tanaman Hidroponik Aeroponik Berbasis Internet of Things (Putu Denanta Bayuguna Perteka, I Nyoman Piarsa, Kadek Suar Wibawa 2020)

Penelitian ini dilaksanakan melalui serangkaian proses dimulai dari analisis kebutuhan, pengumpulan data melalui studi pustaka, melakukan perancangan, dan uji coba rancangan. Berikut dipaparkan gambaran pengembangan system yang dilakukan dalam proses perancangan dan ujicoba sistem kontrol dan monitoring tanaman hidroponik aeroponik berbasis IoT.

Metode yang di gunakan yaitu:

- 1.Gambaran umum sistem
- 2.Diagram use case
- 3.Data flowdiagram
- 4.Diagram skematik
- 5.Conceptual data model

2.2 Landasan Teori

1. Iinternet Of Things

Secara umum Internet of things (IoT) yang menghubungkan beberapa perangkat pintar untuk bertukar data dan melakukan pengendalian melalui internet. IoT mampu memberikan kemampuan berbagai informasi, melalukan 50ltrason otonom terhadap dunia nyata, serta memicu proses tertentu dengan atau tanpa campur tangan manusia.(Gubbi. J, Buyya. R, Marusic. S, & Palaniswami. M. 2013).

2. Platform Blynk

Blynk adalah platform mobile aplikasi yang dapat di gunakan untukmengontrol perangkat keras seperti Arduino dan Rasprerry Pi melalui internet. Blynk di rancang khusus untuk *Internet of Things* dengan tujuan agar perangkat keras dapat dikendalikan dari jarak jauh. (Anis. M, N. H, & Arrofiqoh. E. N. 2020).

3. Arduino IDE

Arduino IDE merupakan perangkat lunak yang di gunakan untuk memprogram board

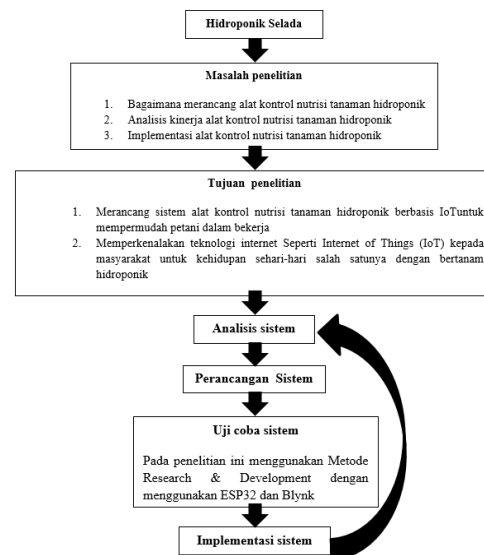
mikrokontroler Arduino, seperti Arduino Uno dan Nano. Arduino IDE menyediakan lingkungan pengembangan dengan 50ltrs pemrograman C atau C++. (Sujil. ., Kumar, J. S, & Rangaswamy. T. 2017).

4. Tanaman Selada

Selada atau daun sla (*Lactuca sativa*) adalah tumbuhan sayur yang biasa ditanam didaerah beriklim sedang maupun daerah [tropika](#). Kegunaan utama adalah sebagai [salad](#). Selada digunakan dalam berbagai hidangan, termasuk [sup](#), [sandwich](#), dan bahkan bisa dipanggang. (Ryder, E.J. (1999)

3. Analisis Perancangan Sistem

3.1 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Alur penelitian

Tahapan penelitian dapat dilihat pada alur penelitian Langkah awal yaitu peneliti melakukan Identifikasi masalah, untuk mengidentifikasi masalah yang dialami oleh penanaman hidroponik , sehingga dari masalah tersebut dapat memberikan 50ltrs untuk diselesaikan. Tahapan yang kedua yaitu tujuan penelitian setelah ditemukan masalah penelitian, Tahap analisis sistem yaitu mengumpulkan informasi dan data mengenai komponen yang dibutuhkan untuk membangun sebuah sistem Setelah memperoleh informasi dan data yang dibutuhkan dari tahap sebelumnya,

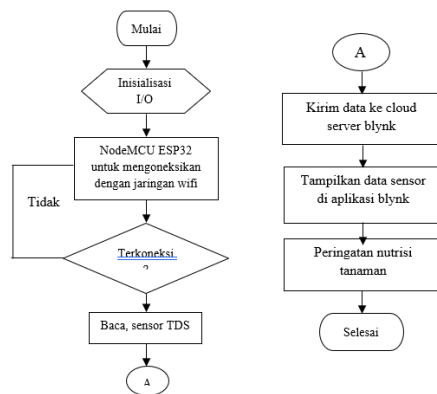
dilanjutkan dengan tahap perancangan sistem yaitu

tahap terpenting dalam penelitian, tujuan utama yaitu membuat dan menghasilkan sebuah sistem yang diusulkan Sistem yang telah selesai dibuat selanjutnya dilakukan pengujian, untuk mengetahui apakah komponen dari sistem telah berjalan dengan baik, pada tahap ini pengujian meliputi komponen-komponen dari sistem yang telah dibuat. Setelah melakukan perancangan dan hasil pengujian sistem berhasil, maka dilakukan implementasi sistem penanaman hidroponik, untuk mengetahui apakah keseluruhan rangkaian sistem dapat berjalan dengan baik

3.2 System Yang Sedang Berjalan

Sistem kontrol kadar nutrisi tanaman hidroponik yang berada di KotaTernate menggunakan cara manual dalam mendapatkan informasi terkait dengan nutrisi tanaman, dan petani selalu mengontrol kondisi tanaman agar petani dapat menentukan nutrisi pada tanaman hidroponik yang baik serta untuk memastikan bahwa tanaman memiliki nutrisi yang baik bagi pertumbuhan tanaman

3.3 Sistem yang diusulkan



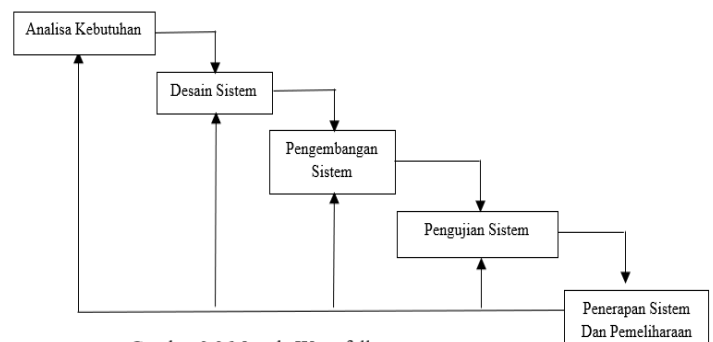
Gambar 3.2 Flowchart Perancangan System

Berikut adalah penjelasan dari setiap langkah dalam flowchart perancangan system diatas:

1. Menginisialisasi Sensor: Sensor-sensor seperti TDS, dan Ultrasonik HY-SRF05 diinisialisasikan dan siap untuk di gunakan
2. Menghungkan ke WIFI: NodeMCU ESP32 akan terhubung ke jaringan WIFI yang tersedia untuk mendapatkan akses internet.
3. Membaca nilai sensor: NodeMCU ESP32 membaca nilai-nilai dari sensor-sensor yang terhung untuk mendapatkan data mengenai nutrisi tanaman.
4. Mengirim data ke server: Data yang terbaca dari sensor dikirimkan ke server melalui internet. Data ini akan digunakan untuk analisis lebih lanjut atau di tampilkan pada aplikasi mobile atau platform web.
5. Tunggu interval Waktu: setelah mengirim data, NodeMCU ESP32 akan menunggu selama interval waktu tertentu sebelum mengulangi langkah-langkah sebelumnya. Interval waktu ini bias disesuaikan, tergantung pada kebutuhan sistem.
6. Peringatan nutrisi tanaman selada yang terdiri dari beberapa elemen nutrisi yaitu terdiri dari Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg) dan Belerang (S) yang memiliki fungsi pada tanaman sendiri sendiri.
7. Langkah akhir, pengujian sistem berhenti.

3.4 Metode Perancangan Sistem

Pada penelitian ini menggunakan metode waterfall untuk perancangan sistemnya. Metode waterfall adalah model pengembangan sistem yang dilakukan secara berurutan, mulai dari tingkatan sistem



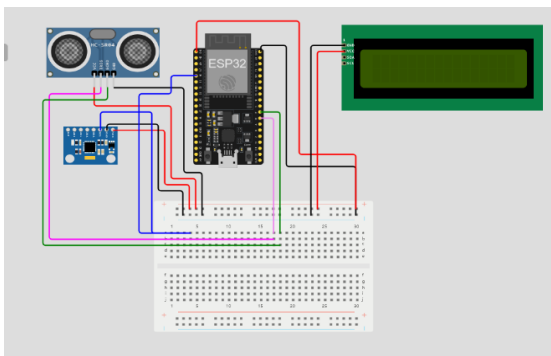
Gambar 3.3 Metode Waterfall

4 Hasil Dan Pembahasan

4.1 Analisis Kebutuhan

Tahap analisis merupakan tahap pengumpulan data melalui penelitian, wawancara, dan studi literatur untuk mengetahui kebutuhan sistem. Data yang terkumpul menjadi panduan dalam pembuatan program sesuai kebutuhan pengguna. Dokumen inilah yang akan menjadi acuan sistem analisis untuk menerjemahkan kedalam Bahasa pemrograman.

4.2 Perangkaian Sistem



Pertama, NodeMCU ESP32 sebagai pusat kontrolnya untuk sensor-sensornya, TDS Meter akan membaca kadar nutrisi dengan menghubungkan pin datanya (pin A) ke pin 5V ESP32. Sementara sensor jarak HY-SRF05 untuk mengukur ketinggian air menggunakan pin Trig ke pin G12 dan G16 ke pin G17 ESP32, LCD akan menampilkan informasi melalui komunikasi I2C, 52ltras pin SDA dan SCL LCD terhubung ke pin G21, pin G22 dan pin SD3 ESP32.

4.3 Proses Pengujian

pada tahapan ini peneliti melakukan pengujian pada tanaman selada dan mengukur tinggi air pada tanaman selada. Gambar dibawah merupakan proses pengujian nutrisi pada tanaman selada dan mengukur tinggi air tanaman selada. Bagian Kiri: Beberapa tanaman selada yang tumbuh dalam sistem hidroponik rakit apung (nutrient film technique - NFT atau deep water culture - DWC). Tanaman ditanam pada styrofoam yang mengapung di atas larutan nutrisi. Ada selang atau kabel yang menghubungkan bagian hidroponik ke bagian control

IoT



Gambar. Pengujian Tanaman hidroponik selada

4.4 Pengujian Tanaman Selada

Berdasarkan data tabel, dapat disimpulkan bahwa nilai TDS dalam sistem yang dipantau menunjukkan sedikit fluktuasi yang terukur oleh TDS meter, berkisar antara 1200 hingga 1250 ppm selama periode pengukuran awal. Sementara itu, sensor TDS secara konsisten melaporkan nilai 1000 ppm. Kondisi tanaman tetap terjaga dengan baik ("hijau segar") selama periode ini.

Tabel 4.1 Pengujian Tanaman Selada

No	Waktu Pengukuran	(TDS) Meter	Sensor TDS	Satuan	Kondisi tanaman	Catatan
1	14:50	1244	1000	ppm	Hijau segar	Awal percobaan
2	15:00	1250	1000	ppm	Hijau segar	Stabil
3	15:10	1230	1000	ppm	Hijau segar	Stabil
4	15:25	1200	1000	ppm	Hijau segar	Nutrisi ditambahkan

4.5 Pengujian Ketinggian Air Tanaman Selada

Tabel ini merekam pengukuran tinggi air dalam suatu sistem (kemungkinan sistem hidroponik yang sama dengan pengukuran TDS sebelumnya) dalam rentang waktu sekitar 35 menit. Terlihat adanya penurunan kecil pada tinggi air dari 11 cm menjadi 10 cm di awal percobaan, dan setelah itu ketinggian air stabil pada 10 cm. Pembacaan antara alat ukur manual ("Meter") dan sensor ultrasonik sangat konsisten, menunjukkan bahwa sensor berfungsi dengan baik dalam memantau ketinggian air. Kondisi air dilaporkan "Normal" selama seluruh periode pengukuran. Data ini penting untuk memastikan ketersediaan air yang cukup bagi tanaman dalam sistem hidroponik.

Tabel 4. 2 pengujian tinggi air tanaman

No	Waktu Pengukuran	Meter	Sensor Ultrasonik	Satuan	Kondisi Air	Catatan
1	14:50	11	11	cm	Normal	Awal percobaan
2	15:00	10	10	cm	Normal	Stabil
3	15:10	10	10	cm	Normal	Stabil
4	15:25	10	10	cm	Normal	Stabil

4.6 Pengujian sistem IoT Platform Blynk

Tabel ini memberikan snapshot kondisi sistem hidroponik pada dua waktu pengukuran yang berbeda di tanggal 19 Januari 2025. Sistem terpantau terhubung dengan baik ke platform Blynk. Baik kadar nutrisi (1000 ppm) maupun tinggi air (11 cm) menunjukkan nilai yang stabil dalam rentang waktu pengukuran. Keterangan "Stabil" semakin memperkuat observasi bahwa kondisi sistem tidak mengalami perubahan yang signifikan. Data ini menunjukkan bahwa pada saat pengukuran, lingkungan nutrisi dan ketersediaan air untuk tanaman hidroponik berada dalam kondisi yang stabil dan terpantau melalui platform Blynk

Tabel 4. 3 Pengujian Blynk

No	Tanggal/Waktu pengukuran	Status	Kadar Nutrisi (EC)	Tinggi Air	Keterangan
1	19-01-2025 10:32 WIT	Blynk ON	1000 ppm	11 cm	Stabil
2	19-01-2025 10:54 WIT	Blynk ON	1000 ppm	11 cm	Stabil

4.7 Pengujian

Tabel ini memberikan catatan kondisi sistem pada tanggal 19 Januari 2025 pada tiga waktu yang berbeda (walaupun waktunya tidak spesifik). Layar LCD pada sistem terpantau dalam keadaan menyala. Kadar nutrisi menunjukkan sedikit variasi di sekitar angka 1240-1250 ppm, sementara tinggi air tetap stabil pada 10 cm. Keterangan "Stabil" menunjukkan bahwa meskipun ada sedikit perubahan pada kadar nutrisi, kondisi keseluruhan sistem dianggap stabil pada saat pengukuran dilakukan. Informasi ini berguna untuk memantau parameter penting dalam sistem, dan status LCD memberikan indikasi visual dari operasional sistem secara local.

Tabel 4.4 Pengujian Sistem Pada LCD

No	Tanggal/Waktu pengukuran	Status	Kadar Nutrisi (EC)	Tinggi Air	Keterangan
1	19-01-2025	LCD ON	1244 ppm	10 cm	Stabil
2	19-01-2025	LCD ON	1250 ppm	10 cm	Stabil
3	19-01-2025	LCD ON	1230 ppm	10cm	Stabil

4.2 Kesimpulan

Setelah melakukan pengujian sistem kontrol kadar nutrisi tanaman hidroponik berbasis IoT dan mengimplementasikan perancangan sistem tersebut dapat disimpulkan bahwa.

Nilai baik dari tanaman selada yaitu 1000 PPM berada di 53ltrs rentang ideal untuk selada hidroponik (800-1200 PPM) karena pada konsentrasi ini tercapai keseimbangan optimal antara ketersediaan nutrisi dan kemampuan tanaman untuk menyerapnya. Pada 1000 PPM, tekanan 53ltraso larutan sesuai dengan kemampuan akar selada, memungkinkan penyerapan air dan nutrisi secara efisien tanpa menyebabkan 53ltrs pada tanaman.

1. Berdasarkan hasil pengujian diatas untuk mengetahui alat sistem kontrol kadar nutrisi tanaman hidroponik berbasis IoT sudah dapat berfungsi dengan baik, maka dilakukan implementasi sistem pada tanaman hidroponik yang ada di Ternate.
2. Alat kontrol kadar nutrisi dan ketinggian air bekerja dimulai dari sensor TDS untuk mengukur kadar nutrisi tanaman hidroponik dan sensor Ultrasonik HY-SRF05 untuk mengukur ketinggian air pada tanaman hidroponik dapat bekerja dengan baik.
3. Disaat sensor TDS dan sensor 54ltrasonic HY- SRF05 mendeteksi nutrisi tanaman hidroponik dan ketinggian air maka secara otomatis data akan dikirim ke blynk
4. Sistem dimonitoring menggunakan blynk untuk mengetahui status atau kondisi nutrisi tanaman hidroponik dan tinggi air pada tanaman hidroponik dengan baik dan real-time.

Dari awal hingga akhir proses pembuatan system ini alat bisa bekerja dengan baik. Dan kontrol nutrisi tanaman dan ketinggian air berjalan dengan baik. Dan dari percobaan yang dilakukan sistem dapat merespon dengan baik kan. Selanjutnya siap digunakan ditempat penanaman hidroponik di Ternate.

4.3 Saran

Harapannya kedepan untuk masyarakat ternate yang sedang menanam menggunakan hidroponik dapat memiliki alat sistem kontrol tanaman hidroponik otomatis untuk memudahkan dalam pengecekan nutrisi karena sudah tidak perlu mengecek nutrisi secara manual.

Referensi

- Anis, M. N. H., & Arrofiqoh, E. N. (2020). Rancang Bangun Prototype Smart Home Menggunakan Blynk dan NodeMCU ESP8266. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi (JTSI)*, 6(2), 233-244. <https://doi.org/https://doi.org/10.33330/jtsi.v6i2.841>
- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(4), 2347–2376. <https://doi.org/10.1109/COMST.2015.2444095>
- Aryanto, I., & Fahmi, F. (2018). Rancang Bangun Prototype Monitoring Nutrisi pada Sistem Hidroponik Skala Kecil Berbasis Internet of Things. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 14(3), 139-149.
- Fabiola B. Assa, Arthut M. Rumagit, & Meicsy e. I. Najoan. (2023). Perancangan Monitoring Sistem Hidroponik Berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknik Informatika*, 18(2), 1–9.
- Fuada, S., Setyowati, E., Aulia, G. I., & Riani, D. W. (2023). Narative Review Pemanfaatan Internet-of-Things Untuk Aplikasi Seed Monitoring and Management System Pada Media Tanaman Hidroponik Di Indonesia. *INFOTECH Journal*, 9(1), 38–45. <https://doi.org/10.31949/infotech.v9i1.4439>
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660. <https://doi.org/10.1016/j.future.2013.01.010>
- <https://cloud.google.com/products/ai>
- Kustiyaningsih, E., Rachmawati, I., & Aprilia, N. E. (2021). Monitoring Kadar Total Dissolved Solid (TDS) dan Suhu pada Sistem Hidroponik Menggunakan NodeMCU ESP8266 Berbasis Internet of Things. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(12), 2099-2108.
- Pramukantoro, E. S. D. (2019). Prototype Monitoring Kelembaban Tanah Pertanian Berbasis Internet of Things Menggunakan NodeMCU ESP32.”. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia* 13., 23-32.
- Rouhillah, R., Salfikar, I., & Ichan, M. (2022). Kontrol Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis Monitoring Internet of

- Things. *Elektron : Jurnal Ilmiah*, 14(November), 72–77. <https://doi.org/10.30630/eji.14.2.306>
- Rusman, J., Michael, A., Garonga, M., & Paongan, Y. (2023). Sistem Kontrol Kadar Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino UNO. *Journal Dynamic Saint*, 7(2), 8–14. <https://doi.org/10.47178/dynamicsaint.v7i2.1895>
- Ryder, E. J. (1999). *Lettuce, endive, and chicory*. CABI Publishing.
- Sujil, A., Kumar, J. S., & Rangaswamy, T. (2017). *Arduino based automatic plant watering system*. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 8(5), 1938-1939.
- Syafriansyah, S., Salam, R., Irhamah, I., & Isnanto, R. (2019). Prototipe Sistem Pengukuran Jarak dan Volume Beras Menggunakan Sensor Ultrasonik dan Arduino. *JOINTECS. Journal of Information Technology and Computer Science*, 4(1), 29-36.
- Syarah, A., Syafrie, S., & Putra, R. W. Y. (2022). Rancang Bangun Alat Ukur Ketinggian Air Dengan Sensor Ultrasonik Berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi (JTSTI)*, 8(1), 19-30. <https://doi.org/https://doi.org/10.33330/jtsi.v8i1.794>
- KUALITAS LAYANAN KOMUNIKASI BASE TRANSCEIVER STATION (BTS) DI KAMPUNG SOA. *Journal of Scientech Research and Development*. 5(2): 1-11 <http://ojs.ekasakti.org/>
- Dharma, S., & Thamrin. (2020). Analisis Kinerja Jaringan WIFI. *Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika*. 8(2): 35-42 <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/voteknika/index>
- Dinata, A., S., & Eka, P., L. (2020). Kinerja Implementasi Load Balancing Dengan Metode Per Connection Classifier Pada Penggunaan Wireless Network. *Jurnal Maestro*. 9(2): 358-368
- Evalina, N., Harahap, P & Adrian, A., R. (2021). Analisis Perbandingan Kualitas Jaringan 4G LTE Operator X Dan Y Di Wilayah Kampus Utama UMSU. *Jurnal Teknik Elektro*. 1(1): 13- 20 <https://doi.org/10.51510/trekritel.v1i1.396>