



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 4 No. 2 (2025) pp: 6725-6731

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Sistem Kontrol Adaptif Untuk Optimalisasi Pertanian Hidroponik Menggunakan *Internet of Things (IOT)* Berbasis Web

Savitri, Iwan Giri Waluyo, Yuda Permadi

Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pamulang

dosen02410@unpam.ac.id, d02370@unpam.ac.id, dosen02953@unpam.ac.id

Abstrak

Teratai HydroFarm, yang didirikan pada akhir tahun 2019, beralih dari pertanian konvensional ke hidroponik dengan menggunakan sistem Nutrient Film Technique (NFT) di lahan seluas 1 hektar. Sistem ini mengharuskan pengontrolan pH dan nutrisi air secara berkala untuk memastikan tanaman mendapatkan nutrisi, air, dan oksigen yang cukup. Namun, karena keterbatasan sumber daya manusia, pengontrolan nutrisi dan pH tidak selalu optimal. Untuk mengatasi masalah ini, dikembangkanlah sistem kontrol adaptif berbasis Internet of Things (IoT) yang memungkinkan pemantauan dan pengontrolan nutrisi serta pH air secara periodik dan jarak jauh melalui sebuah website. Penelitian ini dilakukan dengan metode studi kasus di Teratai HydroFarm menggunakan wawancara, observasi, dan eksperimen. Alat yang dikembangkan melalui prototype menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam mengoptimalkan pemberian nutrisi dan menjaga nilai nutrisi tetap stabil di atas nilai minimum yang ditentukan secara otomatis, yang dapat dipantau melalui website. Monitoring pH dan TDS dilakukan dengan pembaruan setiap 2 detik. Pengujian sistem pada tanaman pakcoy dengan 3 kali pengujian dalam waktu tanam 40 hari di setiap pengujian menunjukkan perkembangan tanaman dengan menghasilkan rata-rata pertumbuhan tinggi 3,9 – 4,0 cm, penambahan jumlah daun 1 – 2 lembar, dan perkembangan lebar daun sebanyak 3,2 – 3,4 cm di setiap minggunya pada retang nutrisi 750 ppm – 1000 ppm, pH 5,0 – 8,0 dan suhu dibawah 29,0^o C.

Kata kunci: Internet of Things (IoT), Jaringan 5G, Performa Jaringan, Quality of Service (QoS), Industri Digital

1. Latar Belakang

Teratai HydroFarm merupakan usaha hidroponik berbasis UMKM yang menggunakan sistem Nutrient Film Technique (NFT) untuk produksi sayuran di Kota Tangerang. Sistem ini memerlukan pengontrolan pH dan kandungan nutrisi dalam air secara berkala agar tanaman dapat menyerap nutrisi dengan optimal. Namun, keterbatasan sumber daya manusia menyebabkan pengontrolan nutrisi dan pH masih kurang optimal, sehingga diperlukan sistem otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang memungkinkan pemantauan dan pengontrolan jarak jauh melalui website.

Penelitian ini mengidentifikasi tiga permasalahan utama, yaitu kurang optimalnya pemberian nutrisi akibat keterbatasan tenaga kerja, perlunya peningkatan frekuensi pengecekan pH, serta perlunya sistem otomatis untuk pemantauan dan pengontrolan nutrisi serta pH dalam air hidroponik. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sistem IoT untuk mengoptimalkan pemberian nutrisi, meningkatkan frekuensi pengecekan pH, serta mempermudah monitoring kondisi air hidroponik.

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat bagi berbagai pihak, termasuk penulis sebagai bagian dari pengembangan akademik, universitas sebagai bahan penelitian lebih lanjut, serta Teratai HydroFarm dalam meningkatkan efisiensi kerja dengan sistem kendali adaptif yang dapat memantau dan mengontrol kualitas air secara otomatis. Dengan adanya sistem ini, karyawan dapat lebih mudah memantau dan mengatur kebutuhan nutrisi tanaman secara real-time.

2. Metode Penelitian

Analisa sistem berjalan dilakukan untuk memahami alur kerja sistem saat ini. Di Teratai Hydrofarm, terdapat tiga green house dengan masing-masing memiliki empat titik tandon air. Air tandon ini digunakan untuk menyediakan nutrisi bagi tanaman hidroponik melalui sistem gully. Proses pengecekan dan pengontrolan nutrisi dilakukan oleh bagian pola tanam dengan tahapan berikut:

Sistem Kontrol Adaptif Untuk Optimalisasi Pertanian Hidroponik Menggunakan Internet of Things (IOT)
Berbasis Web

1. Pengecekan Nutrisi

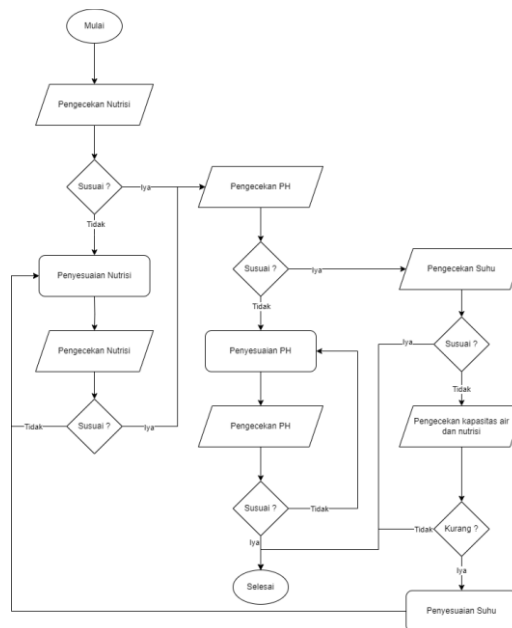
- a. Menggunakan TDS meter untuk mengukur pekatan nutrisi.
- b. Jika nilai kurang dari standar kebutuhan tanaman, dilakukan penyesuaian dengan menambahkan AB mix (5 ml per 1 liter air menghasilkan 1000 ppm).

2. Pengecekan pH

- a. Menggunakan pH meter untuk mengukur tingkat keasaman air.
- b. Jika pH tidak sesuai standar, dilakukan penyesuaian dengan menambahkan pH up atau pH down sedikit demi sedikit hingga mencapai pH yang diinginkan.

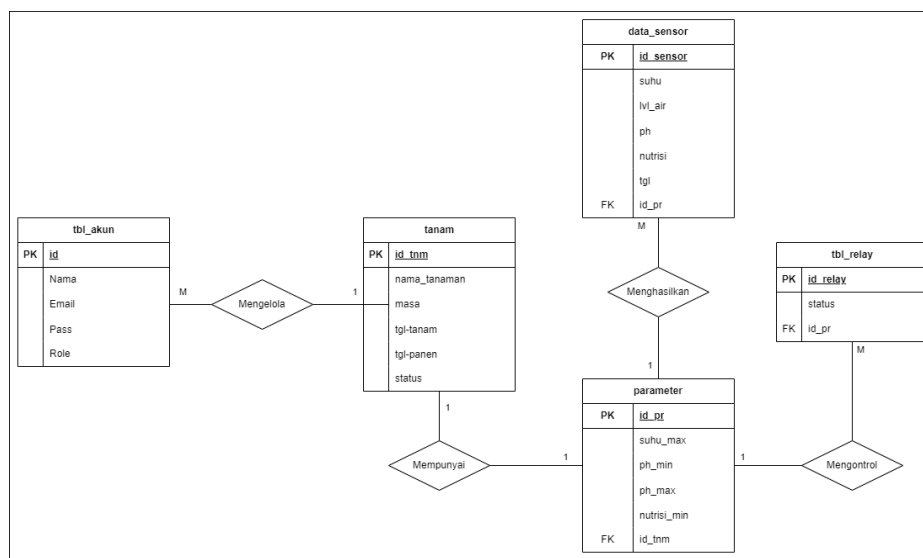
3. Pengecekan Suhu

- a. Suhu sering diabaikan karena sulit diubah dalam waktu singkat.
- b. Penyesuaian dilakukan jika air tandon sedikit dan nutrisi lebih rendah dari standar, dengan menambahkan air baru dan menyesuaikan kembali nutrisi serta pH.



Gambar 1. Sistem Yang Berjalan

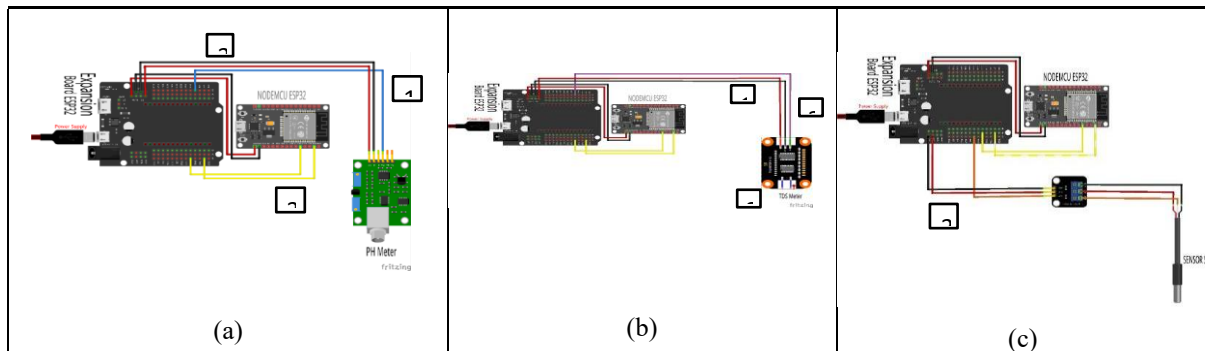
Dalam perancangan basis data aplikasi ini digunakan rancangan sebagai berikut:



Gambar 2. Entity Relationship Diagram (ERD)

Perancangan basis data yang digunakan dalam perancangan sistem ini yaitu dengan menggunakan database MySQL yang terdiri dari lima tabel yang meliputi tabel `tbl_akun`, `tanam`, `tbl_relay`, `parameter`, dan `data_sensor`. Pada pembuatan database ini menggunakan aplikasi xampp, pada xampp mempunyai MySQL yang merupakan salah satu aplikasi database server yang menggunakan bahasa pemrograman Structured Query Language (SQL). Fungsinya adalah untuk mengelola data secara terstruktur dan sistematis. MySQL bisa digunakan di localhost tanpa memerlukan koneksi internet, sehingga developer dan programmer dapat membuat aplikasi berbasis website pada komputernya.

Pada arsitektur perangkat keras dengan sistem kontrol menggunakan mikrokontroler ESP32. Konsep dari sistem kontrol ini yaitu sistem menggunakan NodeMCUESP32 sebagai mikrokontrolernya yang akan melakukan tindakan atau kontrol baik untuk monitoring data maupun kontrol terhadap kebutuhan nutrisi, pH dan suhu pada air tandon berdasarkan jenis tanaman yang dipilih dan parameter yang telah di tetapkan dari awal tanam di gully sampai panen.

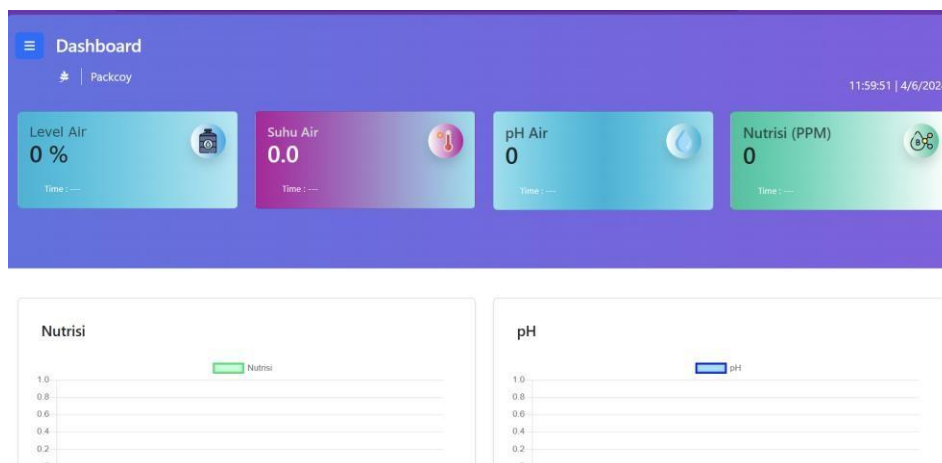


Gambar 3. (a) Konfigurasi PH Meter, (b) TDS Meter, (c) Sensor Suhu.

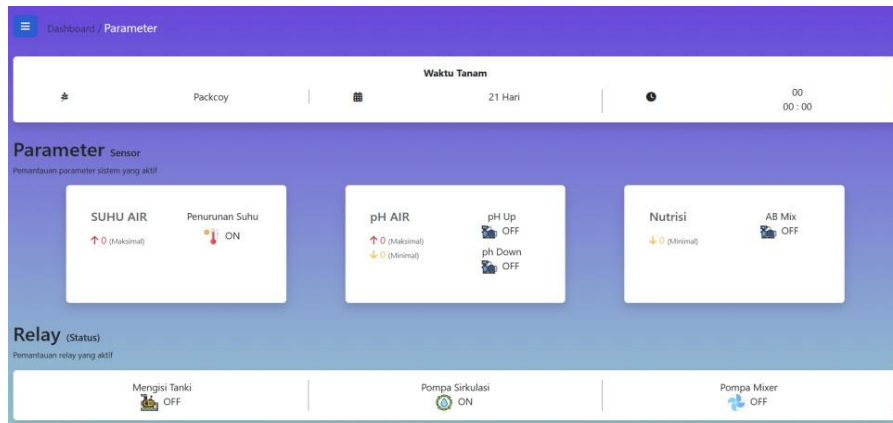
3. Hasil dan Diskusi

Hasil User Interface

Halaman dashboard akan terbuka setelah proses login selesai, pada halaman ini akan di tampilkan data – data secara real time seperti level air, suhu air, pH air, dan nutrisi atau kepekatan pada air yang di kirim oleh mikrokontroler ESP32. Pada pH dan nutrisi terdapat grafik yang digunakan untuk mengetahui perubahan nilai dari nilai – nilai pH dan nutrisi yang dikirim oleh ESP32 dengan begitu dapat terpantau jika terjadi lonjakan perubahan konsidi pH dan nutrisi pada air tandon.



Gambar 4. Halaman Dashboard



Gambar 5. Halaman Parameter Tanam

Implementasi Alat

Implementasi alat digunakan untuk melakukan tanam dan mengontrol kondisi air serta mengirim data ke website yang telah dibuat. Implementasi keseluruhan alat dengan menerapkan seluruh bagian hardware dan dapat bekerja dalam perintah dan intruksi dari source code yang telah dibuat dengan menggunakan bahasa C yang dibuat melalui aplikasi arduino IDE. Keseluruhan source code yang telah dibuat dapat langsung di upload melalui port yang terhubung ke laptop dengan menggunakan kabel USB yang dihubungkan dengan ESP32 secara langsung. Berikut merupakan alat yang telah selesai dibuat atau dirakit:



Gambar 6. Prototype Alat Tampak

Pengujian Alat Dan Sistem

Setelah pembuatan alat dan upload program yang telah dibuat pada mikrokontroler yaitu ESP32 proses selanjutnya merupakan kalibrasi terhadap sensor pH dan TDS. Pada proses kalibrasi sensor pH dan TDS menggunakan metode regresi linier sederhana. Pengujian sensor pH dan TDS dilakukan untuk mengetahui apakah kalibrasi yang di lakukan pada kedua sensor ini sebelumnya telah berhasil atau tidak dan untuk mengetahui tingkat akurat dari pembacaan kedua sensor tersebut. Berikut adalah pengujian dari kedua sensor tersebut:

1. Pengujian sensor pH

Pengujian menggunakan 5 jenis air yang berbeda dan belum di ketahui nilai pH dari masing masing air tersebut. Pengujian ini menggunakan pH meter sebagai pembanding dari hasil pembacaan sensor pH. Berikut pengujian sensor pH yang dilakukan:

Tabel 1. Hasil Pengujian pH

pH Sensor (x)	pH meter (y)	Error
6,89	6,64	-0,038
8,68	8,37	-0,037
7,52	8,03	0,064
7,55	7,45	-0,013
6,23	6,45	0,034
Error rata - Rata		0,19%
Akurasi		99,81%

Dari hasil pengujian sensor pH yang di lakukan diperoleh data hasil pengujian pada tabel 4.6 yang menunjukkan bawa secara keseluruhan pembacaan memiliki error rata – rata sebesar 0,19% dengan tingkat akurasi pembacaan sensor sebesar 99,81%.

2. Pengujian sensor TDS

Pengujian menggunakan 5 jenis air yang berbeda dan belum di ketahui nilai TDS dari masing – masing air tersebut. Pengujian ini menggunakan TDS meter sebagai pembanding dari hasil pembacaan sensor TDS. Berikut adalah pengujian sensor TDS yang dilakukan:

Tabel 2. Hasil Pengujian TDS

TDS Sensor (x)	TDS meter (y)	Suhu	Error
404	387	28,5	-0,044
320	326	30,0	0,018
105	102	29,0	-0,029
187	187	29,5	0,000
732	640	29,5	0,144
Error rata - rata			1,78%
Akurasi			98,22%

Pengujian Tanam

Pada penelitian ini, tanaman pakcoy ditanam menggunakan sistem yang telah dibuat sebelumnya pada ruangan tertutup. Untuk menggantikan cahaya matahari, digunakan lampu grow light yang dinyalakan selama 8 jam setiap hari, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja keseluruhan sistem dan alat prototype yang dibuat ini apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan atau belum. Berikut dalah pengujian tanam yang dilakukan.

Progres pertumbuhan digunakan untuk melihat perkembangan sayuran pakcoy dari jumlah daun dan lebar daun. Progres pertumbuhan ini mengindikasikan keberhasilan atau kegagalan dari sistem yang dibuat. Dalam penelitian ini dilakukan sebanyak 3 kali pengujian yang akan di buat inisial P1 sampai P3 dengan waktu yang digunakan untuk melakukan tanam pakcoy selama 40 hari di setiap pengujian tanamnya. Berikut merupakan hasil dari pengujian yang dilakukan:

Tabel 3. Pertumbuhan Tinggi Tanaman

Pengujian	MST (Minggu Setelah Tanam)					
	1	2	3	4	5	6
P1	3,0	6,2	9,5	13,8	18,1	22,7
P2	2,8	5,5	9,1	13,2	17,6	21,1
P3	3,1	5,8	9,4	14,1	18,5	23,2

Pada pengujian P1 hingga P3 memperoleh rata – rata pertumbuhan tinggi tanaman 3,9 – 4,0 cm tiap minggunya.

Tabel 4. Jumlah Daun

Pengujian	MST (Minggu Setelah Tanam)					
	1	2	3	4	5	6
P1	3	5	7	8	9	10
P2	2	4	6	8	10	11
P3	2	4	6	7	9	10

Pada pengujian P1 hingga P3 memperoleh rata – rata penambahan jumlah daun 1 - 2 tiap minggunya.

Tabel 5. Perkembangan Lebar Daun

Pengujian	MST (Minggu Setelah Tanam)					
	1	2	3	4	5	6
P1	2,8	4,6	8,3	11,9	15,7	19,6
P2	2,5	5,2	7,6	11,2	14,5	18,9
P3	3,2	4,9	7,8	11,5	15,1	19,2

Pada pengujian P1 hingga P3 memperoleh rata – rata perkembangan lebar daun 3,2 – 3,4 cm tiap minggunya.

Berdasarkan pengujian sistem yang telah dilakukan jika dibandingkan dengan menggunakan penanam tanpa alat kontrol terhadap nutrisi dan ph seperti data terlampir terdapat perbedaan perkembangan tanaman dimana jika menggunakan alat kontrol menghasilkan rata – rata pertumbuhan tinggi 3,9 – 4,0 cm, penambahan jumlah daun 1 – 2 lembar, dan perkembangan lebar daun sebanyak 3,2 – 3,4 cm di setiap minggunya. Sedangkan pada pertumbuhan tanaman tanpa menggunakan alat kontrol menghasilkan rata – rata pertumbuhan tinggi 3,3 cm, jumlah daun 1 lembar dan lebar daun 3,1 cm.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem kontrol adaptif berbasis IoT untuk optimalisasi pertanian hidroponik. Sistem yang dibuat mampu: Mengoptimalkan Pemberian Nutrisi – Sistem otomatis menjaga kadar nutrisi dalam rentang optimal 750–1000 ppm dari awal hingga panen, dengan pemantauan real-time melalui website yang diperbarui setiap 2 detik. Meningkatkan Pemantauan pH – Frekuensi monitoring meningkat dengan pembaruan nilai pH setiap 2 detik, serta kontrol pH yang efektif dalam rentang 5,0–8,0. Pertumbuhan Tanaman yang Optimal – Uji coba pada tanaman pakcoy selama 40 hari menunjukkan hasil pertumbuhan yang baik, dengan rata-rata peningkatan tinggi 3,9–4,0 cm, penambahan daun 1–2 lembar, dan perkembangan lebar daun 3,2–3,4 cm setiap minggu dalam kondisi nutrisi dan lingkungan yang terkontrol. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas pertanian hidroponik melalui pemantauan dan pengontrolan nutrisi serta pH secara otomatis dan real-time..

Referensi

1. Akbar, I. S., & Haryanti, T. (2021). Pengembangan Entity Relationship Diagram Database Toko Online Ira Surabaya. *Computing Insight*, 28-35.
2. Ayudyan, V., & Asrizal. (2019). Rancang Bangun Sistem Pengontrolan PH Larutan Untuk Budidaya Tanaman Hidroponik Berbasis Internet Of Thing. *Pillar of Physics*, 53-60.
3. Budiyanto, S. (2012). Sistem Logger Suhu dengan Menggunakan Komunikasi Gelombang Radio. *Jurnal Teknologi Elektro*, 21-22.

4. Chairurafi, M. R., Fitriyah, H., & Prasetyo, B. H. (2022). Sistem Kendali Level dan Suhu Air pada Hidroponik menggunakan Sensor Ultrasonik, Sensor Suhu, dan Arduino dengan Metode Regresi Linier. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 301-311.
5. Darmawan, B. A. (2021, Oktober 11). Apa itu Mikrokontroler?
6. Ekawati, E. D., Shah Putro, I. A., Nasrulloh, R. H., Munir, M., Uman Putra, N. P., & Pambudi, W. S. (2022). Sistem Kontrol Otomatis pH Air Pada Hidroponik NFT (Nutrient Film Technique) Untuk Tanaman Pakcoy. *KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komputer)*, 201-207.
7. Erick, Y. (2021, Juli 29). Pengertian Peltier: Penggunaan, Kelebihan, dan Kekurangannya.
8. Febrian, A. (2022). Pembelajaran Pembuatan Aplikasi Android Menggunakan Android Studio di Ekskul IoT SMK Wira Buana 2, AMMA J. Pengabd. Masy, 1(11), 1523-1527.
9. Fitriady, Amri, B., & Brijol, A. (2019). Sistem Pengaturan PH Larutan Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino Uno (pH of Hydroponic Plants Nutrient Solution Control System Based On Arduino UNO). *Jurnal J-Innovation*, 2.
10. Frans. (2022, April 18). Apa Itu Nodemcu: Pengertian, Sejarah, dan Versinya.
11. Hadiprakoso, R. B. (2021). Pemrograman Berorientasi Objek Teori dan Implementasi dengan Java. RBH.
12. Hidayat, R. (2022). Pengembangan Sistem Hidroponik Vertikal Berbasis IoT untuk Mendukung Pertanian di Lahan Terbatas, 1-10.
13. Husna, A., & Hastuti. (2023). Smart Control dan Monitoring Hidroponik Berbasis IoT (Internet Of Things). *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 897-907.
14. Hutabari, E., & Putri, A. D. (2019). Perancangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Android pada Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Sosial untuk Anak Sekolah Dasar. *Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan*, 59-60.
15. Kamolan, A., & Sampebatu, L. (2021). Rancang Bangun Prototipe Pengaman Ruang Dengan Input Kode Pin Dan Multi Sensor Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Ampera*, 24-25.
16. Malabay. (2016). Pemanfaatan Flowchart Untuk Kebutuhan Deskripsi. *Jurnal Ilmu Komputer*, 21-23.
17. Martin, R. S., & Dewanto, Y. (2023). Prototipe Kunci Pintu Otomatis Menggunakan Sensor Kamera. *Jurnal Teknologi Industri*, 21-29.
18. Mukhlis. (2017, Juli 27). Unsur Hara Makro dan Mikro yang Dibutuhkan oleh Tanaman.
19. Natsir, M., Rendra, D. B., & Anggara, A. D. (2019). Implementasi IoT Untuk Sistem Kendali AC Otomatis pada Ruang Kelas di Universitas Serang Raya. *Jurnal PROSISKO*, 72.
20. Ningrum, F. C., Suherman, D., Aryanti, S., Prasetya, H. A., & Saifudin, A. (2019). Pengujian Black Box pada Aplikasi Sistem Seleksi Sales Terbaik Menggunakan Teknik Equivalence Partitions. *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 125-130.
21. Nurcahyo, A. R., Prawiroedjo, K., & Sulaiman, S. (2020). Prototipe Sistem Pembuatan Larutan Nutrisi Otomatis pada Hidroponik Metode Nutrient Film Technique. *Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 71-82.
22. Nurfauziah, H., & Jamalayah, I. (2022). Perbandingan Metode Testing Antara Blackbox Dengan Whitebox Pada Sebuah Sistem Informasi. *Jurnal VISUALIKA*, 105-144.
23. Pamungkas, L., Rahardjo, P., & Raka Agung, G. A. (2021). Rancang Bangun Sistem Monitoring Pada Hidroponik NFT (Nutrient Film Technique) Berbasis IoT. *Jurnal SPEKTRUM*, 7-19.
24. Prabowo, M. (2020). Metodologi Pengembangan Sistem Informasi. Salatiga: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LP2M) IAIN Salatiga.
25. Prastyo, E. A. (2022, Oktober 31). Pengertian dan Cara Kerja Sensor Ultrasonik HC-SR04.
26. Ramadhan, A. F., Alam, I. N., & Rohman, A. S. (2022). Pemanfaatan ESP32 Pada Sistem Keamanan Rumah Tinggal Berbasis IoT. *Jurnal Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*.
27. Romadloni, N. T., & Miswanto. (2024). Sistem Basis Data (Teori dan Praktikum). Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
28. Rozaq, I. A., & Setyaningsih, N. D. (2018). Karakterisasi dan Kalibrasi Sensor pH Menggunakan Arduino Uno. *Prosiding SENDI*, 244-247.
29. Saputra, A., Nasbey, H., & Subekti, M. (2024, Januari). Karakterisasi Sensor TDS SEN-0244 dan Sensor pH-4502C dalam Implementasinya pada Penanaman Hidroponik. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, FA-147.
30. Saputra, R. A. (2023). Pembelajaran Arduino Berbasis Arduino IDE untuk Siswa SMK, 1-12.
31. Sari, R. F., & S. A. U. (2021). Rekayasa Perangkat Lunak Berorientasi Objek Menggunakan PHP. Yogyakarta: Penerbit Andi (Anggota IKAPI).
32. Septiani, R., & Waluyo, I. G. (2023). Rancang Bangun Sistem Deteksi Titik Kebakaran Dengan Metode Fuzzy Logic Berbasis Iot Pada Mts Al-Dzikri. *OKTAL J. Ilmu Komput. dan*, 2(2), 450-459.
33. Supriyanto, B., & Nurcahyo, D. (2022). Implementasi Internet of Things (IoT) dalam Sistem Smart Home, 20-27.
34. Supriyono, L. A., & Wibowo, A. F. (2023). Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban dan Kandungan Nutrisi Budidaya Tanaman Sawi Caisim Hidroponik Berbasis IoT. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro dan Komputer*, 172-178.
35. Susilawati. (2019). Dasar-Dasar Bertanam Secara Hidroponik. Palembang: Unsri Press.
36. Wibowo, N. S., Aziziah, M., Wiryawan, I., & Rosdiana, E. (2022). Desain Sistem Informasi Monitoring Nutrisi Tanaman Hidroponik Kangkung dengan Menggunakan Metode Regresi Linear. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 51-58.
37. Widia, D. M., & Asriningtias, S. R. (2021). Cara Cepat dan Praktis Membangun Web Dinamis dengan PHP dan MySQL. Universitas Brawijaya Press.