

Rancang Bangun Sistem Pemantauan dan Kendali Kebun Hidroponik *Nutrient Film Technique* (NFT) Berbasis IoT

Syahrul Mifta Ramadan, Asriyadi, Alvian Bastian

Departement of Electrical Engineering, Ujung Pandang State Polytechnic

Correspondence Author: syahrulmiftar@gmail.com

Abstract

Berkebun merupakan hal yang umum bagi masyarakat Indonesia karena sebagian besar penduduknya bekerja di sektor pertanian dan perkebunan. Salah satu metode bercocok tanam yang saat ini digemari masyarakat adalah hidroponik. Penelitian ini untuk membangun sebuah sistem pemantauan dan kendali kebun hidroponik sistem NFT menggunakan teknologi Internet of Things (IoT) yang dapat dipantau dan dikendalikan melalui aplikasi mobile. Menggunakan sensor TDS, pH air, suhu air, suhu dan kelembaban udara serta intensitas cahaya, dimana setiap sensor memiliki peranan masing-masing yang dapat mengendalikan pompa air, pompa nutrisi AB Mix dan grow light. Pengguna dapat melakukan pemantauan dan kendali kapan pun dan di mana pun secara otomatis atau manual dengan menggunakan aplikasi pada perangkat mobile. Sistem kontrol dan monitor nutrisi kebun hidroponik ini dibuat untuk mempermudah para petani ataupun masyarakat yang ingin atau sedang menjalankan sistem hidroponik ini. Karena sistem ini terdapat sensor-sensor seperti sensor TDS meter, pH meter, kelembaban dan suhu udara, sensor suhu air, serta sensor cahaya yang digunakan untuk kontrol dan monitor kebun hidroponik secara otomatis ataupun manual melalui aplikasi mobile. Implementasi IoT untuk sistem pemantauan dan kendali kebun hidroponik NFT dapat bekerja dengan baik dengan memenuhi fitur-fitur yang dibutuhkan. Adapun hal-hal yang menjadi saran sebagai bahan pertimbangan untuk pengembangan aplikasi agar menjadi lebih baik adalah dengan menggunakan sensor yang mumpuni dan sesuai standar yang dapat meningkatkan akurasi hasil sensing sehingga sistem menjadi lebih efektif.

Keyword: IoT, Hidroponik, NFT, Real Time, ESP32

1. PENDAHULUAN

Berkebun merupakan hal yang tidak asing bagi masyarakat Indonesia karena sebagian besar penduduknya bekerja di sektor pertanian dan perkebunan. Hal ini dibuktikan dari hasil SAKERNAS (Survei Angkatan Kerja Nasional) pada bulan Agustus 2021, hasil survei tersebut menunjukkan sekitar 28,33% penduduk Indonesia bekerja pada sektor pertanian dan perkebunan [1]. Berkebun di rumah memiliki banyak manfaat dan hasil dari kegiatan berkebun di rumah dapat di konsumsi untuk memenuhi kebutuhan pangan sehari-hari. Lahan terbatas terutama di wilayah perkotaan atau pemukiman padat, tidak menurunkan minat masyarakat untuk berkebun. Dengan memanfaatkan lahan pekarangan rumah atau ruang sisa yang ada masyarakat dapat berkebun di rumah. Karena hidroponik memiliki kelebihan antara lain tidak memerlukan lahan yang luas, kualitas produk yang dihasilkan lebih baik dan higienis, penggunaan pupuk dan air yang efisien, mudah dalam pengendalian hama dan penyakit [2].

Hidroponik sendiri merupakan teknik budidaya tanaman tanpa menggunakan media tanah, melainkan menggunakan air sebagai media tanamnya. Rockwool digunakan sebagai media tanam untuk mengalirkan nutrisi pada tanaman hidroponik. Setiap tanaman membutuhkan nutrisi tertentu baik suhu, pH, maupun PPM-nya. Perubahan yang terjadi harus dicek secara berkala agar tetap sesuai dengan kebutuhan dari tanaman [3]. Jenis hidroponik yang sering digunakan yaitu sistem *Nutrient Film Technique* (NFT). Tidak memerlukan lahan yang luas, mudah dalam perawatan serta memiliki nilai jual yang tinggi merupakan kelebihan dari hidroponik. Adapun kekurangannya yaitu memerlukan biaya tidak sedikit dan membutuhkan keterampilan yang khusus. Salah satu hal yang harus diperhatikan dalam budidaya tanaman dengan hidroponik yaitu pengukuran nutrisi. Mengukur nutrisi hidroponik adalah suatu keharusan dan hal yang sangat penting. Karena jika larutan tidak diukur, tanaman bisa kekurangan nutrisi atau membuat kelebihan yang berubah menjadi racun yang dapat membunuh tanaman itu sendiri. Satuan yang digunakan pada TDS *meter* adalah ppm [4].

Maka dari itu Sistem kontrol dan monitor nutrisi kebun hidroponik ini dibuat untuk mempermudah para petani ataupun masyarakat yang ingin atau sedang menjalankan sistem hidroponik ini. Karena sistem ini

terdapat sensor-sensor seperti sensor *TDS meter*, *pH meter*, kelembaban dan suhu udara, sensor suhu air, serta sensor cahaya yang digunakan untuk kontrol dan monitor kebun hidroponik secara otomatis ataupun manual melalui aplikasi *mobile*. Sistem Internet of Things digunakan karena dapat mengoptimalkan kehidupan. Pikiran difokuskan pada sensor pintar dan perangkat pintar yang terintegrasi melalui Internet. Keuntungan menggunakan perangkat IoT adalah dapat diterapkan pada sistem tertanam karena lebih hemat energi dan hemat. Paradigma baru di bidang informasi dan teknologi komunikasi yang memungkinkan semua sensor menangkap lalu lintas data dapat berkomunikasi dengan satu sama lain melalui jaringan seperti Internet.

Ada beberapa penelitian terkait tentang sistem kebun hidroponik dengan menggunakan teknologi *Internet of Things*. Pada penelitian yang berjudul “Sistem Pemantauan dan Kendali Suhu Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis IoT” ini, memaparkan sistem hidroponik dengan beberapa sensor yang telah terkoneksi ke internet dapat dihubungkan dengan perangkat berbasis android sehingga pengguna dapat melakukan pemantauan dan kendali kapanpun dan dimanapun selama adanya jaringan internet. Mikrokontroler yang menggunakan *Relay* serta metode kendali *on/off* sesuai dengan pembacaan sensor [3].

Pada penelitian yang berjudul “IoT Hidroponik *Indoor* Menggunakan *Growing Light* Dan Sirkulasi Udara Dalam Air”. Penelitian yang dilakukan menggunakan Raspberry Pi 3 dan NodeMCU ESP8266 berbasis android yang dilengkapi dengan *growing light* dan ultrasonik untuk mengecek ketersediaan air yang dapat dikontrol dan dimonitor SMS. Lampu akan aktif sesuai dengan waktu yang ditentukan yang dibaca melalui *Real Time Clock (RTC)* dan mengirimkan SMS pemberitahuan setiap perubahan status *growing light*. Sementara pada pembacaan keadaan air nutrisi yang dibaca oleh sensor ultrasonik akan mengirimkan SMS setiap ada perubahan serta menampilkannya pada monitor selanjutnya nutrisi akan diisi secara otomatis [5].

Pada penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Pada Hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*) Berbasis IoT” ini membahas tentang sistem *monitoring* hidroponik NFT dengan IoT untuk memberikan kemudahan dalam melakukan pengawasan. Penggunaan sensor TDS, sensor pH, dan sensor suhu DS18B20 pada penelitian ini digunakan untuk mengukur setiap perubahan yang terjadi pada ketiga parameter tersebut. Data sensor akan diproses oleh Arduino Mega 2560 dan dikirim menuju *database* Firebase melalui NodeMCU ESP8266 yang terhubung dengan jaringan internet, sehingga pengguna dapat melakukan pengawasan kapanpun dan dimanapun melalui aplikasi *mobile* android [6].

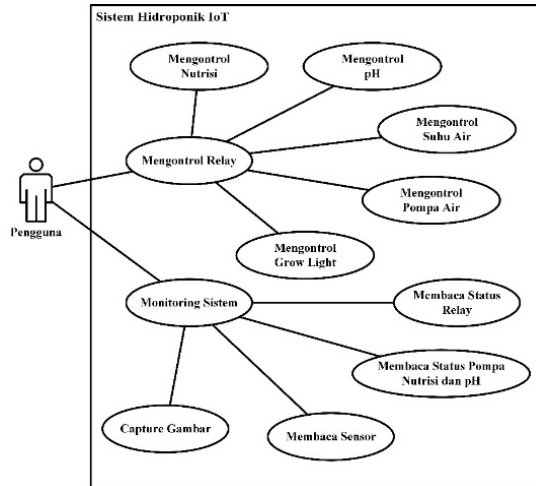
Pada penelitian yang berjudul “Rancang Bangun *Monitoring* Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT)” ini membahas mengenai sistem *monitoring* hidroponik IoT menggunakan perangkat NodeMCU ESP 8266 yang dapat melihat kondisi kepekatan larutan nutrisi, suhu dan pH. Dimana hasil dari *sensing* ditampilkan pada aplikasi *mobile*. Hasil pada penelitian ini membuktikan bahwa sistem mampu dan efektif dalam melakukan kerjanya dengan baik. Sehingga masalah kondisi kesalahan pemberian nutrisi dan keperluan suhu yang tidak tepat dapat teratasi. Hal ini menunjukkan bahwa semua perangkat yang ada pada sistem ini telah berhasil diintegrasikan dan mencapai target yang diinginkan [7].

Berdasarkan penelitian lain mengenai sistem hidroponik berbasis IoT, masih fokus pada sistem pengawasan dan kendali nutrisi hidroponik, sehingga untuk pengawasan pada lingkungan kebun hidroponik dalam hal ini cahaya, suhu udara, kelembaban udara serta pertumbuhan tanaman itu sendiri masih belum direalisasikan. Maka dari itu, pada penelitian ini akan dibuat sebuah sistem menggunakan *Internet of Things* dengan pengawasan menggunakan 5 sensor yakni sensor TDS, sensor pH, sensor suhu air, sensor suhu dan kelembaban udara serta sensor cahaya, dimana setiap sensor memiliki peranan masing-masing yang dapat mengendalikan pompa air, pompa campuran nutrisi *AB Mix*, pompa pH *up* dan pH *down*, serta *grow light* yang akan membuat kebun hidroponik menjadi subur dan terkendali. Selain itu juga terdapat kamera yang dimaksudkan untuk pengawasan pertumbuhan tanaman. Pemantauan dan kendali kebun hidroponik ini secara *default* akan dilakukan sesuai jadwal tertentu. Namun pengguna juga dapat melakukan pemantauan dan kendali kapan pun dan di mana pun dengan menggunakan aplikasi pada perangkat *mobile*. Selain itu, pemantauan dan kendali juga dapat dilakukan secara manual melalui panel yang berada di kebun hidroponik itu sendiri.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Use Case Diagram

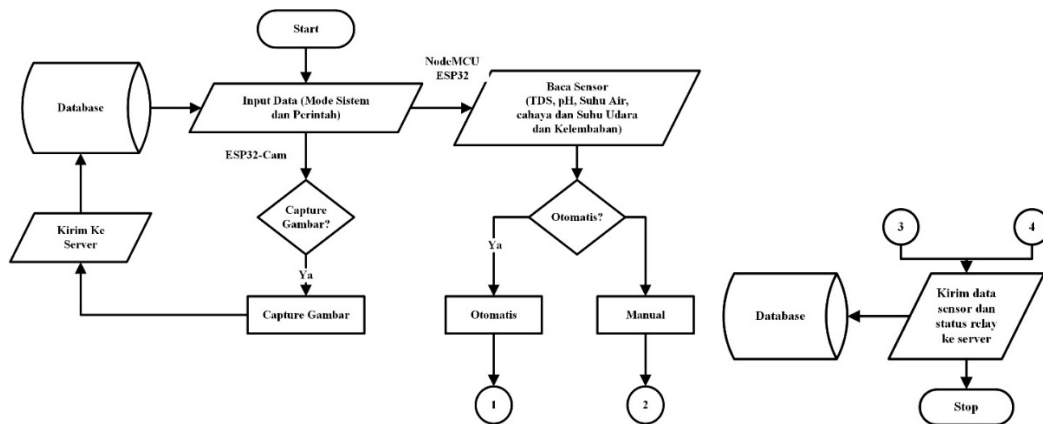
Pada *Use Case Diagram* seperti yang ditunjukkan pada gambar 1, pengguna memiliki 2 dapat menggunakan 2 fungsi yakni fungsi pemantauan dan fungsi kendali. Dimana fungsi pemantauan terdapat 4 fungsi yakni membaca status Relay, status pompa nutrisi dan pH, membaca sensor, serta *capture* gambar. Terdapat 5 fungsi kontrol yakni untuk mengontrol nutrisi, pH, suhu air, pompa air, dan *grow light*.



Gambar 1. Use Case Diagram pada Sistem Hidroponik IoT

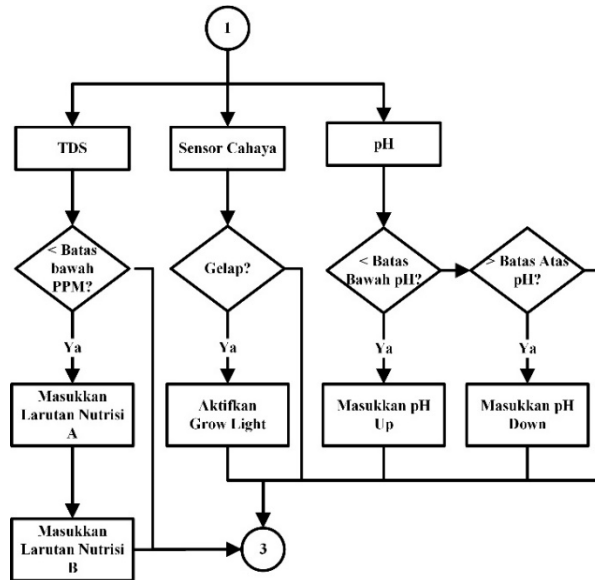
2.2. Flowchart

Sistem ini menggunakan 2 mikrokontroler yakni NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler utama dan ESP32-Cam sebagai kamera pemantau tanaman. Seperti yang terlihat pada gambar 2, sistem membaca input data dari *database* yakni mode sistem dan perintah dari aplikasi *mobile*. Kemudian jika ESP32-Cam membaca adanya perintah capture dari database, maka sistem akan meng-*capture* kondisi tanaman kemudian mengirimkannya ke *database* yakni Firebase. Kemudian pada NodeMCU ESP32 akan membaca hasil *sensing* pada sensor-sensor lalu sistem akan membaca perintah mode pada database jika mode otomatis dinyalakan, maka sistem akan bekerja dalam mode otomatis (1). Dan jika sistem membaca perintah mode manual maka sistem akan berjalan dalam mode manual (2). Selanjutnya data sistem yang berupa status Relay dan hasil *sensing* pada mode otomatis (3) atau manual (4) akan mengirim data ke *database*.



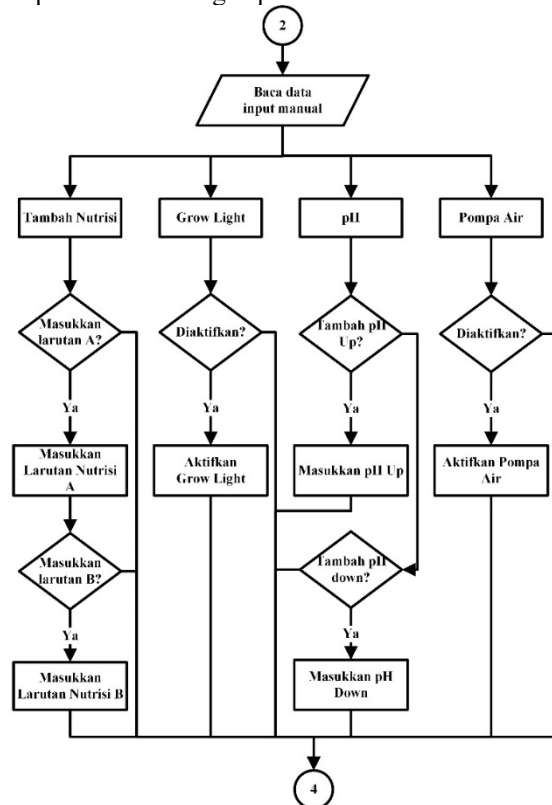
Gambar 2. Flowchart Sistem Hidroponik IoT

Pada gambar 3 merupakan mode otomatis dari sistem, dimana sistem akan menggunakan 5 sensor yakni sensor TDS, sensor suhu air, sensor cahaya, sensor pH serta sensor suhu dan kelembaban untuk pengendalian kebun. Pada pembacaan sensor TDS, jika hasil *sensing* lebih kecil dari batas bawah PPM yang telah ditentukan, maka sistem akan memasukkan larutan nutrisi A dan selanjutnya memasukkan larutan nutrisi B. Pada sensor cahaya jika kondisi cahaya disekitar sistem gelap, maka sistem akan mengaktifkan *grow light* agar tanaman tetap dapat berfotosintesis. Pada sensor pH, jika hasil *sensing* kurang dari batas bawah nilai pH yang telah ditetapkan, maka sistem akan menambahkan larutan *pH Up* dan jika pH lebih dari nilai atau batas, maka sistem akan menambahkan *pH down*. Pada sensor suhu air, sistem akan membaca suhu air yang mengalir pada hidroponik. Pada sensor suhu dan kelembaban, sistem akan membaca suhu dan kelembaban pada lingkungan sekitar tanaman. Pada mode otomatis, sistem akan melakukan kendali pada pompa nutrisi dan pH pada waktu tertentu yang telah diatur oleh pengguna pada aplikasi *mobile* hal ini dimaksudkan agar penggunaan daya dan penyimpanan pada *database* dapat diminimalkan. Namun pengguna masih bisa melakukan kendali pompa nutrisi dan pH secara manual melalui aplikasi *mobile*.



Gambar 3. Flowchart Sistem Hidroponik IoT (Mode Otomatis)

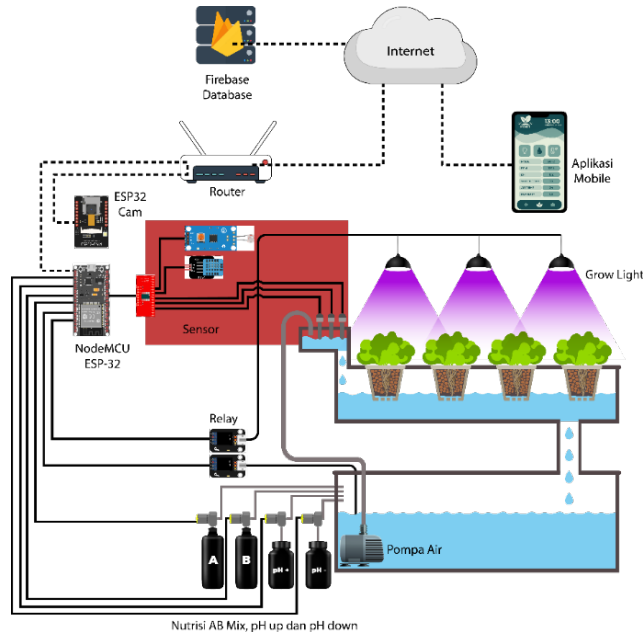
Pada gambar 4 merupakan mode manual dari sistem, dimana sistem akan bekerja sesuai dengan perintah yang telah dimasukkan pada aplikasi artinya sensor tidak berperan dalam pengendalian kebun. Pada mode manual ini, sistem akan membaca input manual yang terdapat pada *database*, kemudian melakukan proses seperti memasukkan larutan nutrisi A, larutan nutrisi B, pH up dan pH down serta mengaktifkan dan mematikan *grow light* dan pompa air sesuai dengan perintah.



Gambar 4. Flowchart Sistem Hidroponik IoT (Mode Manual)

2.3. Desain Arsitektur Sistem

Desain arsitektur sistem difungsikan sebagai acuan dalam pembuatan alur sistem kerja *hardware* dan *software*. Pembuatan desain arsitektur sistem yang tepat akan menentukan hasil yang diinginkan dalam membuat proyek tugas akhir yang dicapai. Desain arsitektur system dapat dilihat pada gambar 5.

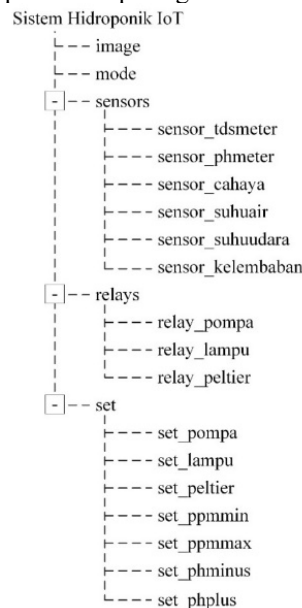


Gambar 5. Desain Arsitektur Sistem Hidroponik IoT

Aplikasi *mobile* akan memberikan perintah berupa nilai yang akan dikirim ke Firebase untuk mengendalikan perangkat keras serta menerima informasi sensor, gambar tanaman dari kamera dan status *Relay* yang ada pada sistem yang diterima melalui Firebase. Firebase akan melakukan *update* data ke setiap perangkat yang terhubung ke database Firebase. NodeMCU ESP32 akan menerima data dari Firebase kemudian data tersebut akan dikelola untuk mengaktifkan atau menonaktifkan *Relay* yang akan membuat pompa dan *grow light*. Selain itu, NodeMCU juga akan mengirimkan data ke Firebase mengenai informasi sensor dan status *Relay* saat itu agar aplikasi dapat mengetahui kondisi sistem hidroponik IoT. ESP32 Cam menerima data dari Firebase yang akan digunakan untuk mengambil gambar tanaman lalu mengirimkannya kembali ke Firebase.

2.4. Desain Database

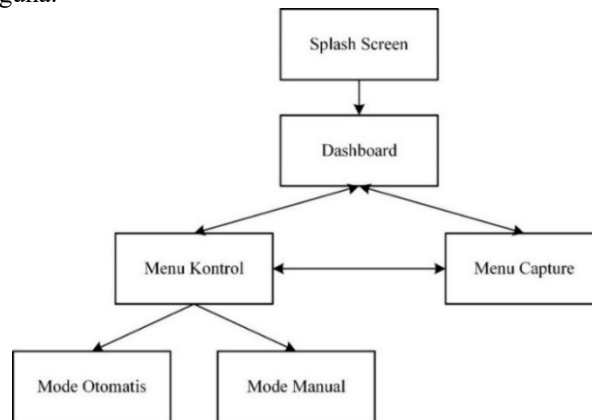
Database dalam hal ini yaitu Firebase yang akan digunakan untuk menyimpan data dari perangkat NodeMCU ESP32 dan ESP32 Cam yang diintegrasikan pada aplikasi *mobile*. *Database* Firebase menggunakan konsep *NoSQL* yang berarti tidak memerlukan skema data yang berelasi dan juga tidak membutuhkan *query* yang kompleks. Jenis *database* Firebase ini menyimpan data dalam skema *tree* yang terbentuk berdasarkan *key* dan *value*. Struktur *database* sistem dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Struktur Database Sistem Hidroponik IoT

2.5. User Interface dan User Experience

Umumnya dalam pembuatan sebuah aplikasi haruslah didukung oleh *user interface* yang sederhana sehingga pengguna mudah dalam menggunakan aplikasi. Pembuatan sebuah aplikasi juga haruslah didukung oleh *user experience* yang berfokus pada peningkatan kualitas pengalaman yang ditawarkan oleh sebuah aplikasi kepada para pengguna.



Gambar 7. *Information Architecture* Aplikasi Sistem Hidroponik IoT

Dalam *Information Architecture* seperti yang ditunjukkan pada gambar 7, aplikasi sistem hidroponik IoT pertama-tama aplikasi akan menjalankan tampilan *splash screen*, kemudian *dashboard* yang terdapat tampilan pembacaan sensor dan status hardware pada sistem. Selain itu, ada menu kontrol dan menu kamera yang dapat diakses oleh pengguna dimana menu kontrol terdapat tampilan mode otomatis dan mode manual, sedangkan pada menu kamera terdapat tampilan untuk menampilkan perintah dan hasil capture dari kamera. *Information Architecture* ini selanjutnya dijadikan acuan untuk pembuatan aplikasi dan UI yang dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Tampilan UI Aplikasi Sistem Hidroponik IoT

3. HASIL DAN ANALISA

Pada penelitian ini menghasilkan sebuah sistem yang dapat memantau sensor dan mengendalikan perangkat yang akan digunakan sebagai sistem pemantauan dan kendali kebun hidroponik *nutrient film technique* (NFT) dengan menggunakan *Internet of Things* (IoT) dengan aplikasi *mobile* berbasis Android yang terkoneksi ke internet sebagai pemantau dan pengendali sistem. Sensor dan Relay dihubungkan ke ESP32 yang menjadi pengolah semua *sensing* dan perintah. Sistem memiliki dua mode yakni mode otomatis dan manual, dimana mode otomatis berjalan sesuai dengan hasil *sensing* sistem dan jadwal oleh pengguna melalui aplikasi. Sedangkan mode manual berjalan sesuai dengan perintah dari pengguna melalui aplikasi.

3.1. Pengujian Sistem

a. Pengujian sensor

Pada tahap ini pembacaan sensor akan dibandingkan dengan pembacaan alat manual. Seperti yang terlihat pada tabel 1 yang merupakan hasil pengujian sensor suhu air menggunakan 10 air dengan suhu yang berbeda.

Tabel 1. Pengujian sensor suhu air

No	Suhu (°C)	Sensor (°C)	Error
1	7.30	7.00	4.11%
2	8.20	7.62	7.07%
3	14.90	14.25	4.36%
4	21.40	20.62	3.64%
5	25.60	24.50	4.30%
6	27.50	26.44	3.85%
7	34.50	34.25	0.72%
8	43.00	42.31	1.60%
9	47.80	47.25	1.15%
10	52.51	52.25	0.50%
Rata-rata			3.13%

Tahap selanjutnya dilakukan pengujian untuk nilai TDS atau nutrisi pada air seperti yang terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengujian sensor TDS

No	TDS (PPM)	Sensor (PPM)	Selisih (PPM)
1	167	226	59
2	308	281	27
3	419	436	17
4	536	631	95
5	653	807	154
6	753	832	79
7	845	1050	205
8	929	1098	169
9	1010	1261	251
10	1100	1423	323
Rata-rata			138

Tahap selanjutnya dilakukan pengujian untuk nilai pH atau tingkat keasaman pada air seperti yang terlihat pada tabel 3.

Tabel 3. Pengujian sensor pH

No	pH	Sensor (pH)	Error
1	1.0	1.05	5.00%
2	2.3	2.12	7.83%
3	5.9	6.53	10.68%
4	7.5	7.71	2.80%
5	8.2	8.43	2.80%
6	9.4	9.35	0.53%
7	9.5	9.8	3.16%
8	10.7	10.75	0.47%
9	11.7	11.91	1.79%
10	13.6	14	2.94%
Rata-rata			3.80%

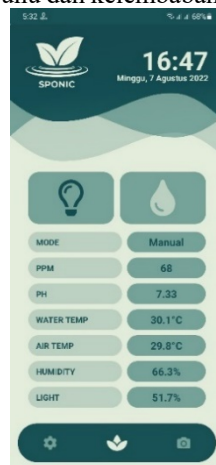
Tahap selanjutnya dilakukan pengujian untuk pembacaan sensor cahaya dengan ESP32, hasil pembacaannya berkisar antara 0-500 ms dengan data yang diterima sebesar 12 bit. Dan untuk pengujian sensor suhu dan kelembaban udara dengan ESP32, hasil pembacaannya berkisar antara 200-750 ms dengan data yang diterima sebesar 12 bit.

b. Pengujian *database*

Pengujian ini dilakukan untuk pembacaan dan penulisan ESP32 dengan *database* serta pembacaan dan penulisan ESP32-cam dengan *database*. Untuk pembacaan dan penulisan ESP32 dan ESP32-cam bergantung pada besar data yang dikirim dan konektivitas jaringan internet dari *router* yang terhubung. Semakin besar data yang diterima atau dikirim maka proses akan memakan waktu yang lebih lama.

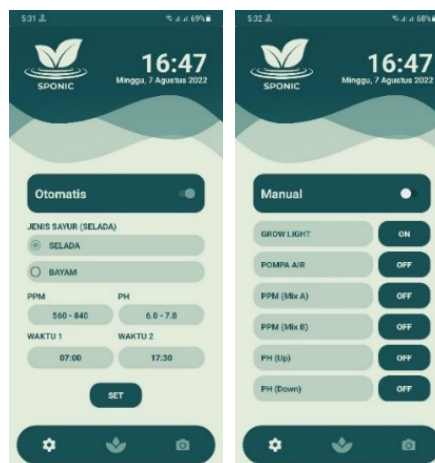
c. Pengujian aplikasi

Pada pengujian aplikasi, dilakukan 4 tahap yakni pengujian fungsi *dashboard*, fungsi mode otomatis, fungsi mode manual, dan fungsi kamera. Pada pengujian fungsi *dashboard*, seperti yang terlihat pada gambar 9, semua pembacaan nilai Relay lampu, Relay pompa, mode sistem, sensor TDS, sensor pH, sensor suhu air, sensor suhu dan kelembaban udara serta sensor cahaya berhasil dilakukan.



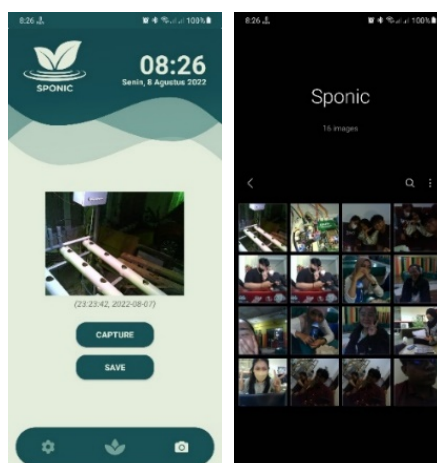
Gambar 9. Pengujian fungsi *dashboard* aplikasi

Seperti yang terlihat pada gambar 10, semua pengaturan mode otomatis seperti nilai minimum PPM, nilai maksimum PPM, nilai minimum pH, nilai maksimum pH, jadwal 1, dan jadwal 2 dapat dikirim ke *database* tanpa kendala. Begitu pula pada mode manual berhasil membaca (*read*) serta menulis (*write*) pengaturan Relay sistem.



Gambar 10. Pengujian fungsi mode otomatis dan manual aplikasi

Seperti yang terlihat pada gambar 11, pengujian fungsi kamera pada aplikasi telah berhasil mengirim perintah untuk menangkap gambar, menampilkan hasil gambar, menampilkan tanggal dan waktu pengambilan gambar, serta berhasil untuk menyimpan gambar ke dalam penyimpanan internal perangkat.



Gambar 11. Pengujian fungsi kamera aplikasi

3.2. Analisa Hasil Pengujian Sistem

Berikut merupakan analisis hasil dari perancangan dan pengujian sistem pemantau dan kendali kebun hidroponik.

1. Pada pengujian sensor suhu air, dari 10 sampel tingkat akurasi tertinggi berada pada suhu 52.51°C dengan *error* 0.5%. dan akurasi terendah berada pada suhu 8.20°C yakni dengan *error* 7.07%. Pembacaan sensor yang mendekati akurat berada pada kisaran suhu 30-50°C. Secara keseluruhan, sensor suhu air memiliki tingkat pembacaan yang akurat yaitu dengan rata-rata *error* atau kesalahan sebesar 3.13%.
2. Pada pengujian sensor TDS atau nutrisi, dari 10 sampel tingkat akurasi tertinggi berada pada air dengan nilai TDS 419 PPM dengan selisih sebesar 17 PPM, dan akurasi terendah berada pada air dengan nilai TDS 1100 PPM dengan selisih sebesar 323 PPM. Dari pengujian ini, dapat dilihat bahwa semakin tinggi nilai PPM, maka tingkat akurasi sensor semakin melemah. Untuk rata-rata selisih dari sensor TDS sebesar 138 PPM.
3. Pada pengujian sensor pH air, dari 10 sampel tingkat akurasi tertinggi berada pada air dengan pH 10.7 dengan *error* sebesar 0.47%, dan akurasi terendah berada pada air dengan pH 5.90 yaitu dengan *error* 10.68. Secara keseluruhan, sensor pH memiliki tingkat pembacaan yang cukup akurat yakni dengan rata-rata nilai *error* atau kesalahan sebesar 4.97%.
4. Pada pengujian ESP32, proses yang dibutuhkan bergantung pada koneksi jaringan dan besar data, namun untuk data yang dikirim dan diterima ESP32 tidak terlalu besar sehingga proses yang dibutuhkan bisa terbilang hanya bergantung pada jaringan internet pada *router* yang terhubung, semakin lancar internet dan jarak dari ESP32 dan *router* dekat maka proses yang dibutuhkan bisa lebih cepat.
5. Pada pengujian ESP32-cam, proses yang dibutuhkan bergantung pada koneksi jaringan dan besar data. Karena data yang dikirim berupa gambar maka proses pengiriman data lebih lambat dibandingkan dengan proses pengiriman ESP32. Namun untuk penerimaan datanya tidak memerlukan waktu lama karena data yang diterima hanya merupakan data *boolean* yang menyimpan data *true* dan *false*.
6. Pada pengujian aplikasi, pembacaan dan penulisan data ke *database* berhasil dilakukan. Pada penggunaan aplikasi, perangkat harus terkoneksi dengan internet dengan spesifikasi minimum API 26 atau Android 8.0 (Oreo). Selain aplikasi, mikrokontroler juga harus terkoneksi dengan internet karena pada penulisan data pada aplikasi, mikrokontroler akan mengirimkan nilai balasan dari perintah pada aplikasi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis sistem pemantauan dan kendali kebun hidroponik NFT berbasis IoT dapat disimpulkan bahwa implementasi IoT untuk sistem pemantauan dan kendali kebun hidroponik NFT berhasil dan sesuai dengan perancangan, serta dapat digunakan dan berjalan dengan baik.. Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa implementasi IoT untuk sistem pemantauan dan kendali kebun hidroponik NFT dapat bekerja dengan baik dengan memenuhi fitur-fitur yang dibutuhkan seperti yang direncanakan pada awalnya.

ACKNOWLEDGEMENTS

Paper ini merupakan hasil penelitian tugas akhir mahasiswa guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi serta dalam rangka memperoleh gelar Diploma IV (D-4/S1 Terapan) pada Program Studi Teknik Multimedia dan Jaringan Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. P. Statistik, *Keadaan Angkatan Kerja Di Indonesia*, no. August 2021. Badan Pusat Statistik, 2021.
- [2] W. R. Pambudi, J. T. Elektro, F. Teknik, and U. M. Surakarta, "Prototype Sistem Pemeliharaan Otomatis Pada Pertanian Hidroponik Menggunakan Metode Aeroponik," *Tek. ELEKTRO, Univ. MUHAMMADIYAH SURAKARTA*, p. iii, 2018.
- [3] M. A. Nahdi, T. Y. Putro, and Y. Sudarsa, "Sistem Pemantauan dan Kendali Suhu Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis IOT," *Pros. Ind. Res.*, pp. 201–207, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.polban.ac.id/proceeding/article/view/1390>.
- [4] M. A. K. Parikesit, Yuliati, P. R. Angka, A. Gunadhi, A. Joewono, and R. Sitepu, "OTOMATISASI SISTEM IRIGASI DAN PEMBERIAN KADAR NUTRISI BERDASARKAN NILAI TOTAL DISSOLVE SOLID (TDS) PADA HIDROPONIK NUTRIENT FILM TECHNIQUE (NFT)," *Sci. J. Widya Tek.*, vol. 17, no. 2, pp. 63–71, 2018.
- [5] E. B. Prasetya and K. Rozikin, "IOT Hidroponik Indoor Menggunakan Growing Light Dan Sirkulasi Udara Dalam Air," *TEKINFO*, vol. 22, no. 1, pp. 20–28, 2021.
- [6] L. Pamungkas, P. Rahardjo, I. G. Agung, and P. Raka, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Pada Hidroponik Nft (Nutrient Film Tehcnique) Berbasis Iot," *J. SPEKTRUM*, vol. 8, no. 2, pp. 9–17, 2021.
- [7] Syahrir, M. I. Syarif, and A. Bastian, "Rancang Bangun Monitoring Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis Internet of Things (Iot)," *Semin. Nas. Penelit. Pengabd. Kpd. Masy. 2020*, pp. 62–67, 2020, [Online]. Available: <http://jurnal.poliupg.ac.id/index.php/snp2m/article/download/2387/2099>.