

DESAIN ARSITEKTUR MODEL PADA SMART AQUAPONIC BERBASIS ARDUINO IoT CLOUD

Noviardi, ST, IMIM

Sekolah Tinggi Teknologi Payakumbuh

Email: noviardi2179@gmail.com

Abstrak

Sistem aquaponic hadir sebagai solusi pemenuhan kebutuhan pangan khususnya pada rumah tangga, kekurangan lahan pertanian khususnya di perkotaan memungkinkan aquaponic dapat diterapkan. Namun beberapa permasalahan yang diperoleh dapat menghambat pertumbuhan ikan dan tanaman sebagai produk utama Aquaponic. Dibutuhkan perekayasa lingkungan untuk menjaga produktifitas aquaponic. Teknologi Artificial Intelligent dapat diterapkan dalam perekayasa sistem aquaponic sehingga menghasilkan kondisi lingkungan yang ideal. Tujuan dari penelitian ini adalah ntuk mecapai kondisi ideal (State of the arts) smart aquaponic berbasis Arduino IoT Cloud, yang diawali dengan perancangan Arsitektur model.

Keywords: Arsitektur, Smart, Aquaponic, IoT, Arduino, Cloud

1. Pendahuluan

Ketersediaan pangan secara nasional belum tentu menjamin ketahanan pangan berbasis keluarga [1], sehingga mempertahankan ketahanan pangan ditingkat keluarga menjadi tantangan utama bagi negara berkembang seperti Indonesia [2]. Dalam konsep ketahanan pangan, maka ada 4 faktor strategis yaitu ketersediaan, stabilitas, akses dan penggunaan pangan (Chaireni, R et al, 2020). Dalam konsep ketahanan pangan diatas, ketersediaan pangan tentu menjadi perhatian yang paling utama, sehingga menjadi faktor strategis yang perlu menjadi perhatian. Ketersediaan pangan bergantung dari peningkatan proses produksi pertanian yang dipengaruhi oleh situasi-situasi lingkungan tertentu. Maka untuk mengambil keputusan yang tepat tentu diperlukan integrasi teknologi dengan pendekatan *Internet of Things (IoT)* [4]. Di India, penerapan IoT pada sistem pertanian hydroponic memberikan dampak peningkatan produktifitas dan peningkatan pendapatan, serta peningkatan efisiensi *greenhouse* [5].

Teknologi internet of things, yang terdiri *physical layer*, *gateway layer*, *middleware layer*, dan *application layer*. [6]. Arduino IoT cloud adalah salah satu platform teknologi yang dimanfaatkan untuk project IoT sebagai *middleware layer*, data ditampilkan berupa grafik yang mengakomodir kebutuhan sistem [7]. Aquaponic adalah sistem produksi yang mensinergikan dan mengkombinasikan tanaman dan ikan, dimana tanaman memanfaatkan sisa metabolisme dari ikan serta sisa pakan ikan yang tidak dikonsumsi [8]. Kongkritnya, aquaponic adalah metode kombinasi produksi perikanan dengan pertanian, yaitu menggunakan tangki air sebagai media pemelihara ikan, udang, dan lain sebagainya.

Dengan literature review yang intensif, penulis ingin menemukan state of the art dari desain arsitektur yang dapat mengakomodir semua kebutuhan sistem, baik itu hardware maupun software yang mendukung dalam project internet of things. Beberapa parameter yang ditemukan dari beberapa peneliti terdahulu, dimana kualitas air sangat penting dalam sistem aquaponic termasuk pH [9] sedangkan menurut [10] kualitas air faktor yang sangat mempengaruhi dalam budidaya ikan dalam ember, kualitas air tersebut tergantung kepada perubahan beberapa variabel, yaitu pH [11], Suhu, dan Oksigen. Sedangkan pendapat (Khaoula, et al 2021), [12] variabel yang menentukan kualitas air juga pH, suhu, oksigen, level air dalam ember, intensitas cahaya matahari [12] dan konsentrasi amonium [9]. Selanjutnya parameter lingkungan yang berpengaruh terhadap kualitas air dan udara disekitar dapat di kontrol dengan aktuator berupa relay dan pompa air yang dapat memperlancar sirkulasi air dan mengontrol ketinggian air serta ESP8266 sebagai *WLAN interface* [5].

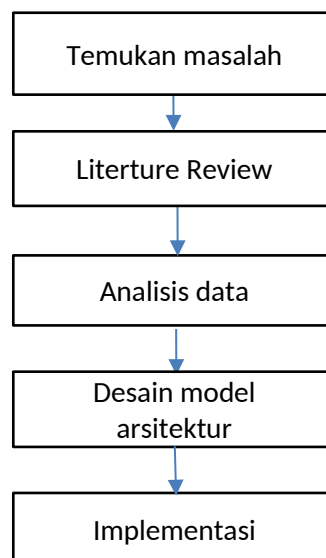
Meningkatnya jumlah amonia akibat sisa pakan dan feses ikan mengakibatkan menurunnya kualitas air. Kadar amonia dapat beracun bagi ikan yang dibudidayakan secara komersil pada konsentrasi diatas 1.5 mg/l, bahkan dalam kondisi ekstrim konsentrasi yang dapat diterima hanya 0.025 mg/l. Menurut Camargo et al (2005) didalam (Wahyuningsih, et al 2020), bahwa amonia yang berada diperaian terdapat amonia terionisasi (NH_3), amonia tidak terionisasi (NH_4) dan gabungan antara keduanya disebut Total Amonia Nitrogen (TAN).

Proses fotosintesis tanaman aquaponik mengalami fluktuasi yang berakibat meningkatkan pH air dan juga respirasi menurunkan pH. Selama pagi hari, pH minimum dan TAN berada dalam bentuk NH_4^+ . Sementara pada sore hari, ketika pH maksimum (sekitar 9.0 atau 9.5), keseimbangan TAN bergeser ke arah peningkatan jumlah NH_3 . Oleh karena itu selama sore hari pada kolam eutrofik, ikan dapat mengalami toksisitas sementara karena peningkatan pH lingkungan dapat meningkatkan komponen NH_3 , artinya parameter intensitas cahaya matahari cukup berpengaruh signifikan terhadap pH air. [9] menempatkan sensor NH_3 untuk memonitor larutan ammonia yang terdapat didalam air, maka [14] memberikan perlakuan dengan menerapkan lampu ultraviolet untuk mengendalikan jumlah ammonia tersebut.

Sedangkan [15] mengemukakan dalam penelitiannya, bahwa temperatur juga akan berubah seiring dengan perubahan jumlah amonia pada air. Parameter Temperatur juga berpengaruh kepada pertumbuhan tanaman dan proses nitrifikasi, laju reaksi biologi dari proses nitrifikasi meningkat seiring dengan naiknya temperatur. K. Canoli dan T. Rabic didalam [15] menjelaskan kadar oksigen terlarut didalam air lebih tinggi pada suhu yang lebih rendah karena kelarutan oksigen menurun dengan meningkatnya temperatur. Akibat dari ketidak stabilan temperatur dapat berpengaruh kepada pH air. Untuk mengendalikan temperatur [15] menggunakan motor peristaltic sebagai pompa pengendali air dari *coolant* dan *heater*, selanjutnya kuantitas air juga berpengaruh terhadap jumlah amonia dan pH air. Pada sistem aquaponic, nutrisi yang terkandung didalam air sangat menentukan pertumbuhan tanaman seperti yang dikemukakan oleh [16], nutrisi nitrogen dan fosfor harus dipertahankan untuk mencukupi kebutuhan pertumbuhan tanaman, Water nutrient sensor dapat digunakan untuk memonitoring kecukupan nutrisi air tersebut [17].

2. Metode Penelitian

Dalam menyelesaikan penelitian yang berkaitan dengan pemanfaatan teknologi internet of things, maka metode awal yang perlu dilakukan adalah perancangan arsitektur ini adalah perancangan *Architecture Reference Models* [18]. Model yang didasain dapat menjelaskan bagaimana setiap layer dalam IoT dapat terhubung, juga menjelaskan fungsi masing-masing layer. Adapun tahapan dalam penelitian ini dapat dilihat pada flowchart dibawah ini



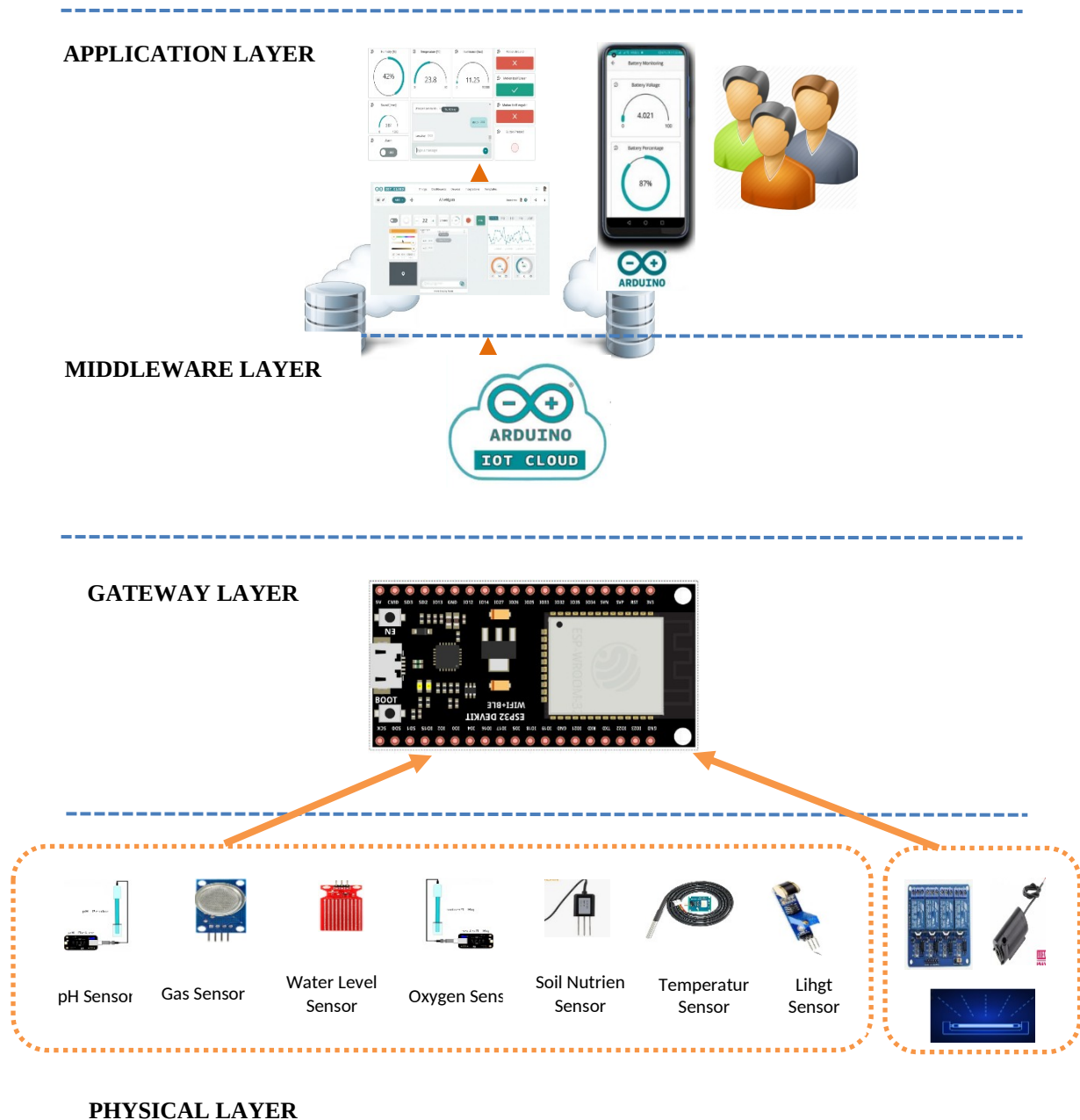
Gambar 1. Tahapan Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Hardware yang dibutuhkan dalam project Smart Aquaponic dapat dibagi kepada 3 bagian, yaitu device input, proses dan output. Untuk melihat kebutuhan hardware tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Kebutuhan Hardware

Input	Proses	Output (aktuator)
1. pH Sensor 2. Dissolved Oxygen sensor 3. NH ₃ Sensor 4. Temperatur sensor 5. Water level sensor 6. Light Sensor GY-302 BH1750 7. Water nutrient sensor 8. CO ₂ Sensor	ESP 32	1. Relay 8 channel 2. Pump motor 3. Lampu Ultraviolet 4. Selenoid valve 5. Smartphone 6. PC



Gambar 2. Model Arsitektur Smart

1. *Physical layer* terdiri dari sensor-sensor yang berfungsi untuk mengoleksi data dari setiap
2. parameter-parameter yang dibutuhkan dalam mengoleksi dan memonitor kondisi lingkungan aquaponic, dan meneruskannya kepada Board ESP32.
 - a. Sensor pH digunakan untuk mendeteksi perubahan pH air yang terjadi akibat perubahan temperatur akibat dari naiknya Ammoniak didalam air.
 - b. Sensor Gas bekerja mendeteksi dan mengoleksi data Gas Amonia atau NH_3 pada air,
 - c. Sensor Level air, bekerja memonitoring kuantitas air. Data yang dikoleksi adalah ketinggian air pada aquaponic. Kondisi air ideal didapatkan dari data sensor water level ini
 - d. Sensor larutan oksigen didalam air, mendeteksi larutan oksigen yang ideal untuk kehidupan spesies ikan, setiap spesies tentu membutuhkan larutan oksigen yang berbeda.

- e. Sensor nutrisi air untuk mendeteksi kadar nutrisi air untuk mensuplai kebutuhan makanan pada tanaman, data ini dapat dijadikan dasar untuk pengambilan keputusan penambahan nutrisi untuk tanaman
 - f. Temperatur sensor dapat memonitor dan mengoleksi data suhu air,
 - g. Light sensor dimanfaatkan untuk mengukur sinar ultraviolet selama proses fotosintesis, terjadi kenaikan suhu pada siang hari dan penurunan pada sore hari, kondisi ini memicu bekerjanya lampu Ultraviolet yang besaran sinarnya dikontrol dengan PWM yang menja sinar UV sesuai dengan yang dibutuhkan.
 - h. Modul relay berkerja untuk mengontrol pompa air dan power pada lampu ultraviolet
 - i. Pompa air, dimanfaatkan untuk menjaga sirkulasi air pada aquaponic
 - j. Lampu Ultraviolet berfungsi untuk menjaga kestabilan UV saat fotosintesis
3. *Gateway layer* terdiri dari ESP32 Wireless mikrokontroler board dengan biaya rendah, juga rendah konsumsi daya listrik. Board ini dilengkapi dengan wireless sebagai media komunikasi data.
 4. *Middleware layer*, bagian ini memanfaatkan Arduino IoT Cloud Platform, merupakan *open sources* platform yang berfungsi sebagai penerima data dari mikrokontroler ESP32, selanjutnya juga berfungsi menyimpan data. Pada bagian ini data diamankan dengan konsep enkripsi. Pada layer ini juga data di klasifikasikan dan siap untuk di publikasikan sesuai dengan permintaan *user*.
 5. *Application layer* merupakan penampilan data sesuai dengan yang dibutuhkan pengguna, data ditampilkan berupa angka dan dapat juga berupa grafik, baik itu menggunakan smartphone maupun personal komputer.

4. Kesimpulan

Dari desain arsitektur Smart Aquaponic berbasis Arduino IoT Cloud, didapat bahwa sangat penerapannya, juga dengan biaya yang sangat murah serta rendah konsumsi energi listrik. Sensor-sensor yang dirancang dapat melayani sesuai kebutuhan untuk mencapai kondisi State of the art sistem aquaponic. Keuntungan dari penggunaan Arduino IoT cloud karena hadir dengan platform *opensource*. Dapat menekan biaya operasional dan sangat aman digunakan oleh pengguna yang minim pengetahuan tentang keamanan teknologi informasi. Selain itu mudah digunakan dan dapat dimodifikasi jika ada penambahan parameter input maupun aktuator yang dibutuhkan untuk pengembangan.

Daftar Pustaka

- [1] M. S. S. N. L. B. Sirait, "Analisis Ketahanan Pangan Rumah Tangga Berdasarkan Aspek Pengeluaran Pangan di Kota Medan," *J. Darma Agung*, vol. 29, no. 3, pp. 378–385, 2021.
- [2] H. O. Damayanti, "Tingkat Ketahanan Pangan Pada Rumah Tangga Miskin Di Daerah Rawan Banjir," *J. Litbang*, vol. XIV, no. 1, pp. 15–26, 2018.
- [3] P. N. Reni Chaireni¹, Dedy Agustanto¹, Ronal Amriza Wahyu², "Ketahanan Pangan Berkelanjutan," *J. Kependud. dan Pembang. Lingkung.*, vol. 1, no. 2, pp. 70–79, 2020.
- [4] M. B. Ulum, "Desain Internet Of Things (Iot) Untuk Optimasi Produksi," *Sebatik*, vol. 22, no. 2, pp. 69–73, 2018.
- [5] I. Ezzahoui, "Hydroponic and Aquaponic Farming: Comparative Study Based on Hydroponic and Aquaponic Farming: Comparative Study Based on Internet of things IoT technologies . Internet of things IoT technologies .," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 191, pp. 499–504, 2021.
- [6] T. Khaoula, R. A. Abdelouahid, I. Ezzahoui, and A. Marzak, "Architecture design of monitoring and controlling of IoT-based aquaponics system powered by solar energy," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 191, pp. 493–498, 2021.
- [7] Cyprian N. Oton; M. T. Iqbal, "Low-Cost Open Source IoT-Based SCADA System for a BTS Site Using ESP32 and Arduino IoT Cloud," *2021 IEEE 12th Annu. Ubiquitous Comput. Electron. Mob. Commun. Conf.*, vol. 3, no. March, p. 6, 2021.
- [8] A. Delgado, V. M. Fern, and P. Luis, "Aquacultural Engineering Early production of strawberry in aquaponic systems using commercial hydroponic bands," vol. 97, no. March, 2022.
- [9] R. Maulini, D. Sahlinal, and O. Arifin, "Monitoring of pH, Amonia (NH3) and Temperature Parameters Aquaponic Water in the 4.0 Revolution Era," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1012, no. 1, pp. 0–10, 2021.
- [10] J. Nursandi, "Budidaya Ikan Dalam Ember 'Budikdamber' dengan Aquaponik di Lahan Sempit," *Pros. Semin. Nas. Pengemb. Teknol. Pertan.*, vol. 7, no. 2013, pp. 129–136, 2018.

- [11] T. Y. Kyaw and A. K. Ng, "ScienceDirect ScienceDirect ScienceDirect The 15th Aquaponics International Symposium System Urban Thu Ya Kyaw of Assessing the feasibility using Keong the heat function for a long-term district demand forecast," *Energy Procedia*, vol. 143, pp. 342–347, 2017.
- [12] D. Karimanzira and T. Rauschenbach, "Enhancing aquaponics management with IoT-based Predictive Analytics for efficient information utilization," *Inf. Process. Agric.*, vol. 6, no. 3, pp. 375–385, 2019.
- [13] S. Wahyuningsih, A. M. Gitarama, and A. M. Gitarama, "Amonia Pada Sistem Budidaya Ikan," *Syntax Lit. ; J. Ilm. Indones.*, vol. 5, no. 2, p. 112, 2020.
- [14] S. Wang, Z. Ye, and F. Taghipour, "UV photoelectrochemical process for the synergistic degradation of total ammonia nitrogen (TAN)," *J. Clean. Prod.*, vol. 289, p. 125645, 2021.
- [15] A. A. Bracino *et al.*, "Fuzzy Logic-Based Automated pH and Temperature Control System for Biofilter in Smart Aquaponics," *J. Comput. Innov. Eng. Appl.*, no. July, pp. 1–8, 2020.
- [16] L. Jansen and K. J. Keesman, "Exploration of efficient water, energy and nutrient use in aquaponics systems in northern latitudes," *Clean. Circ. Bioeconomy*, vol. 2, no. May, p. 100012, 2022.
- [17] R. R. D. Isabella Wibowo, M. Ramdhani, R. A. Priramadhi, and B. S. Aprillia, "IoT based automatic monitoring system for water nutrition on aquaponics system," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1367, no. 1, 2019.
- [18] T. Kramp, R. van Kranenburg, and S. Lange, *Introduction to the internet of things*. 2013.