

Perancangan Sistem Akuaponik Menggunakan SCADA

Afit Miranto^{1*}, Syamsyarief Baqaruzi², Amrina Mustaqim³, Fikar Tsaqib Adnan⁴

^{1,2,4}Teknik Elektro, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan

³Teknik Fisika, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan

^{2,3}Pusat Riset dan Inovasi Konservasi dan Energi Terbarukan, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan

*afit.miranto@el.itera.ac.id

Abstrak— Sistem akuaponik merupakan habitat buatan penggabungan yang saling menguntungkan, penggabungan ini terbagi dua media yaitu sistem akuakultur dan sistem hidroponik. Dalam pengembangan konservasi khususnya tambahan teknologi yang membuatnya lebih cerdas, dengan menggunakan mikrokontroler yang di monitoring menggunakan *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) WinTr. Dimana dalam sistem akuaponik ini dapat mengendalikan dan memonitor media sekitar secara *real time*. Media yang dipakai dalam penelitian ialah budidaya ikan nila, sedangkan budidaya tanaman dengan memanfaatkan air sebagai media tanamnya dengan jenis sayuran kangkung. Selanjutnya Sensor yang berfungsi sebagai monitoring diantaranya sensor *level air*, *level float switch*, suhu air DS18B20, suhu udara, kelembapan dan komponen pendukung adalah RTC. Hasil perancangan membuat *interface* SCADA menampilkan berupa menu utama, ruangan kolam, ruangan *filter*, *trending*. *Trending* adalah berupa grafik data secara *real time* yang didapatkan dari sensor-sensor diterima oleh mikrokontroler. Hasil perancangan didapatkan untuk pH dalam budidaya akuaponik berkisar 7.29–7.35 sedangkan ikan nila didapatkan tumbuh pada suhu 26-31 °C,

Kata Kunci—Akuaponik, Mikrokontroler, SCADA, Sensor, Filter

DOI: 10.22441/jte.2021.v12i2.001

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi semakin pesat terutama pada bagian automasi. Automasi berfungsi sebagai efisiensi dan efektif yang dapat memudahkan dalam melakukan pekerjaan manusia. Secara definisi automasi yaitu teknologi yang terdapat pada sistem kontrol, mesin dan teknologi informasi. Tujuannya adalah mengurangi risiko kesalahan maupun cedera yang disebabkan oleh manusia. Ruang lingkup automasi bidang kendali diantaranya bagian proses sistem industri, produksi industri, pengontrolan suatu bangunan, sektor pertanian maupun perikanan. Hasil sensus pada tahun 2020, menyatakan jumlah penduduk di Indonesia mencapai sekitar 271,34 juta orang atau sekitar 3,80% dari keseluruhan jumlah penduduk dunia. Angka tersebut mengindikasikan besarnya jumlah bahan pangan yang harus disediakan. Namun, jika peningkatan jumlah penduduk tidak diimbangi dengan peningkatan produksi pangan, maka masalah antara kebutuhan dan ketersediaan pangan tidak dapat dihindari lagi. Isu ini menyebabkan solusi alternatif bisa dengan menerapkan akuaponik dalam peningkatan perkotaan dalam hal pangan dan pertanian[1][2].

Peran dalam memastikan kelestarian serta penggunaan konservasi untuk teknologi akuaponik merupakan gabungan

teknologi akuakultur dengan teknologi hidroponik dalam suatu sistem untuk mengoptimalkan fungsi air dan ruang sebagai media pemeliharaan prinsip dari akuaponik yaitu memanfaatkan air secara terus menerus dari pemeliharaan ikan ke tanaman dan sebaliknya dari tanaman ke kolam ikan[1][3]. Akan tetapi sistem yang pada umumnya diproduksi masih memiliki beberapa kekurangan, yaitu tidak dapat mengontrol pompa air, memonitoring suhu, kelembapan, dan *Power of Hydrogen* (pH) yang tidak efektif. Sifat sistem akuaponik pada umumnya masih bersifat konvensional. Untuk mengatasi kekurangan ini dibutuhkan teknologi yang membuatnya lebih cerdas. Penggunaan mikrokontroler dengan menggunakan *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) WinTr di dalam sistem akuaponik menjadi jawaban untuk mengendalikan dan memantau kondisi lingkungan sekitar secara *real time*.

II. PENELITIAN TERKAIT

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh S. Paul dan S. Narang [4] pada penelitiannya yang berjudul *Design of SCADA based Wireless Monitoring and Control System using ZigBee*, menjelaskan tentang sistem arsitektur dalam perancangan metode *ZigBee* sinkronisasi komunikasi dari perubahan antara set point dari operator, dengan menggunakan standar IEEE 802.15.4, kemampuan jaringan dengan kecepatan diatas 250 Kbps cukup untuk melakukan penginderaan dan kontrol secara nirkabel, sehingga dalam mencapai kontrol yang efektif, dilakukan rancangan efisiensi memori dan algoritma sederhana. Dimana Mikrokontroler menggerakkan relai untuk durasi waktu yang sebanding dengan rentang kesalahan terdiri dari pemancar dan penerima, berdasarkan metodologi respons-permintaan dasar. Permintaan yang akan dikirim dimasukkan sebagai input kepada pemancar.

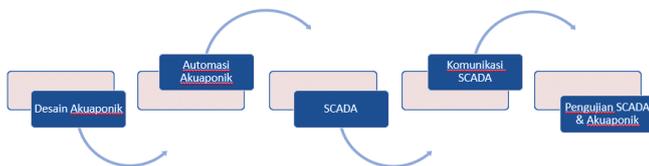
Pada penelitian yang dilakukan oleh F.F Dzikriansyah, R. Huda dan C.W. Hurhaeti [5] pada penelitiannya yang berjudul *Sistem Kendali Berbasis PID untuk Nutrisi Tanaman Hidroponik*, menjelaskan sistem ini menggunakan 2 buah mikrokontroler yang dikomunikasikan menggunakan protokol *ModBus* dengan media komunikasi RS485. Selanjutnya fungsi kerja sistem *on-off* hasil proses dari kendali PID yang mengkompensasi hasil pengaturan larutan yang dibuat akan bekerja dalam mengatur kadar nilai EC dan ppm pada larutan yang digunakan dengan memanfaatkan pembacaan nilai kadar terkait menggunakan sensor EC&ppm.

Pada penelitian yang dilakukan oleh L.D. Cuayo, J. Kerbee Culla, J. Gualvez, S.E. Padua, dan R. John Gallano [6] pada penelitiannya yang berjudul *Development of a Wireless*

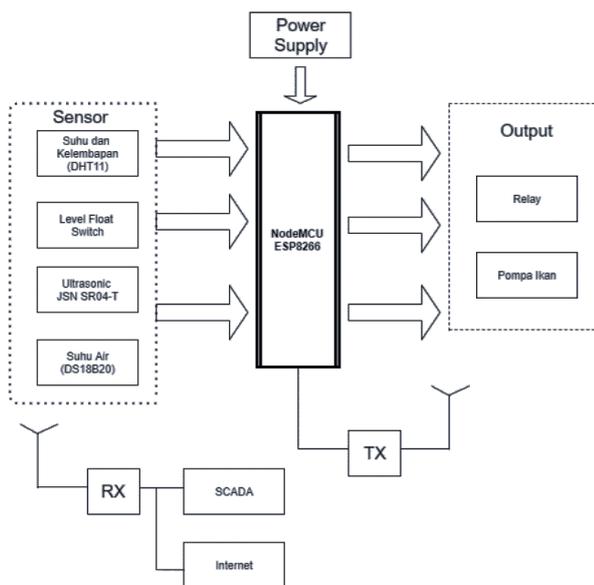
Microcontroller-based SCADA RTU, diperoleh metodologi berdasarkan akuisisi data, server, kontrol supervisor dan komunikasi dalam sistem nirkabel dengan mikrokontroler menerima perintah dari master dan mengirimkan sinyal keluaran sebagai tanggapan atas perintah tersebut. Selanjutnya mikrokontroler terhubung ke relai yang diset ke pemutus arus utama modul. Sistem hanya menerima sinyal dari master SCADA dan mengirimkan sinyal keluaran ke sirkuit kontrol sebagai respon RTU dalam memantau dan mengendalikan sistem untuk menjaga stabilitas sistem serta memastikan keselamatan para pengguna, dengan uji stress yang dilakukan untuk mencatat nilai aktual pada kondisi pemuatan yang berbeda dengan memvariasikan jumlah beban pada sistem yang dirancang.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan yang diselesaikan dalam penelitian ini menggunakan 5 (lima) tahap, dijelaskan pada gambar 1 bahwa arsitektur perancangan dimulai dari desain akuaponik, kedua ialah perancangan automasi dari akuaponik, ketiga ialah perancangan SCADA, keempat ialah sistem komunikasi dengan SCADA, dan terakhir adalah pengujian sistem SCADA dengan akuaponik yang akan dibahas pada sub-bab selanjutnya.



Gambar 1. Arsitektur Tahapan Penelitian

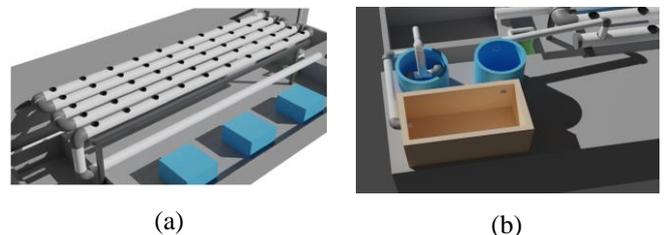


Gambar 2. Blok Diagram Sistem Perancangan

A. Perancangan Desain Akuaponik

Akuaponik yang merupakan kombinasi antara budidaya ikan atau akuakultur dengan hidroponik. Dalam penelitian ini budidaya ikan akuakultur yang digunakan adalah ikan nila. Selanjutnya hidroponik sebagai budidaya tanaman dengan

memanfaatkan air sebagai media tanamnya digunakan kangkung. Penyaring (*filter*) akuaponik dibutuhkan sebagai media tumbuh bakteri nitrifikasi dan mengkonversi amonia menjadi nitrat, yang dapat digunakan oleh tanaman. Perancangan filter ada tiga tahapan antara lain *Swirl Filter*, *Biofilter*, *Sump tank*. Sedangkan pada rancangan *hardware* terdiri dari pipa pilivinil klorida (PVC) berukuran 2 ½ inch, pipa PVC berukuran 1 ½ inch satu buah, sambungan L atau Knee berukuran 2 ½ inch dengan 1 ½ inch, lem pipa, baja ringan, dan baut untuk baja ringan.



Gambar 3. a. Desain Akuaponik, b. Desain Filter Akuaponik

B. Perancangan Automasi Akuaponik

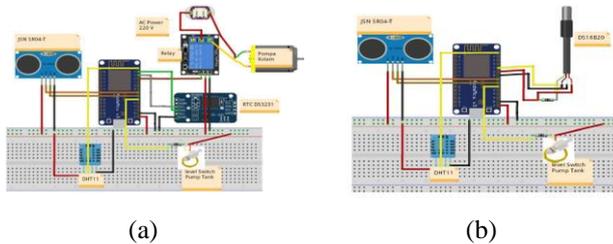
Dalam tahapan ini rancangan alat automasi terdiri dari dua bagian. Yaitu, perangkat kelas mikrokontroler yaitu NodeMCU ESP8266 dengan pemrograman melalui Arduino IDE dan integrasi menggunakan sensor sebagai inputan nilai parameternya. Sensor yang dibutuhkan pada realisasinya berfungsi sebagai monitoring diantaranya sensor level air, level float switch, suhu air DS18B20, suhu udara, kelembapan dan komponen pendukung adalah RTC.

Sensor sebagai input dari keempat sensor yang digunakan memiliki nilai parameter masing-masing. Nilai parameter suhu dan kelembapan untuk sensor DHT11 diletakan pada ketiga tempat filter di satu ruangan. Fungsi sebagai mengatur dan memonitoring kondisi yang berada pada satu ruangan filter. Nilai suhu dan kelembapan yang baik untuk filter dapat dibandingkan dengan data referensi. Selanjutnya, sensor level float switch memakai dua unit yang terletak pada salah satu bagian tempat yaitu sump tank dan kolam ikan. Sensor ini berfungsi sebagai ketika air yang berada di sump tank maupun kolam ikan sudah mencapai titik tertentu. Titik ini berupa pelampung yang menunjukan ke atas akan mengaktifkan *relay*. Sehingga *relay* akan mematikan pompa kolam ikan[6].

Dari Gambar 2 dari penggunaan sensor ketiga yaitu *ultrasonic* diletakan pada kedua tempat yang sama. Tempat yang dimaksud yaitu kolam ikan dengan *sump tank*. Fungsi sebagai monitoring data level air mengalami perubahan. Perubahan yang terjadi saat kolam diserap oleh tanaman ataupun ikan. Sensor terakhir yang dipakai adalah DS18B20 yang diletakan pada kolam ikan. Berfungsi sebagai monitoring nilai parameter yaitu suhu air pada kolam ikan. Hasil data akan dianalisis baik atau tidaknya untuk perkembangan tanaman.

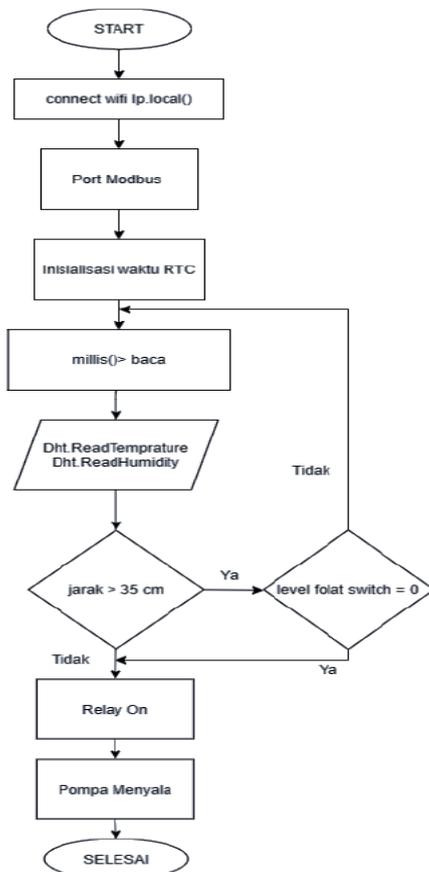
Keempat sensor tersebut diatur melalui mikrokontroler yaitu NodeMCU ESP8266. Nilai sensor berupa digital dibutuhkan konversi menjadi nilai analog. Jawabannya adalah pin Digital to Analog (DAC) yang berada pada mikrokontroler. Nilai DAC membawa parameter sensor yang akan dikirim melalui server untuk diolah. Pengiriman bersifat wireless, NodeMCU ESP8266 sebagai *transmitter* (Tx) kemudian diterima melalui *receiver* (Rx).

Pada Gambar 3 menunjukkan rangkaian keseluruhan perancangan automasi pada akuaponik. Penggunaan dua komponen NodeMCU ESP8266 karena keterbatasan pin sebagai *Pulse Width Modulation (PWM)*. *Digital output* dan segi daya yang tidak kompetibel sehingga terlalu banyak memakan arus. Pin kedua ini membuat kinerja setiap komponen baik sensor maupun output tidak terbaca. Pada pembuatan sebenarnya menggunakan *shield* NodeMCU ESP8266 untuk memberikan pin-pin tambahan berupa tegangan *Vcc* yang mencapai 5 V, 12 V dan GND. Fungsi sebagai banyaknya pin yang tidak membutuhkan papan *Printed Circuit Board (PCB)* tambahan.



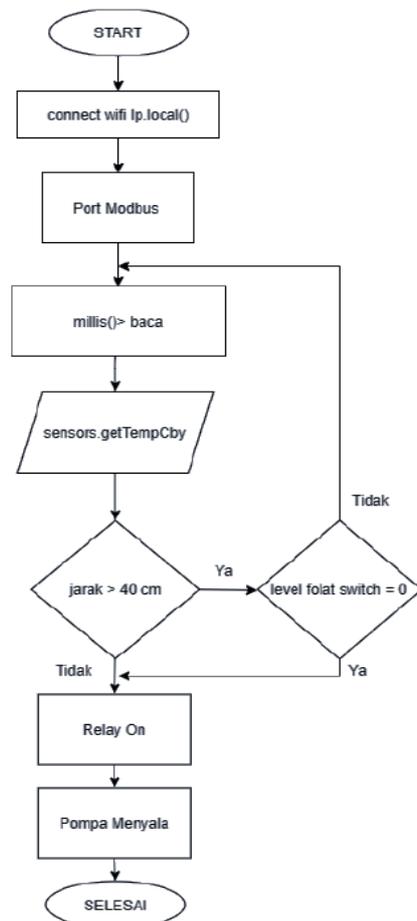
Gambar 3. a. Skematik Rangkaian *Slave 1 Modbus TCP/IP*, b. Skematik Rangkaian *Slave 2 Modbus TCP/IP*

Rangkaian pada *slave 1* digunakan untuk melakukan sensing suhu ruang, kelembaban dan level ketinggian air *sump tank* pada ruang filter. Sedangkan pada *slave 2* digunakan untuk melakukan sensing suhu air dan level ketinggian air pada kolam ikan.



Gambar 4. *Flowchart* pada sistem Filter Akuaponik (*Slave 1*)

Penjelasan pada Gambar 4 saat menjalankan mikrokontroler akan mencari sinyal internet berupa WiFi yang akan terkoneksi dengan mikrokontroler mendapatkan IP *address* setiap masing-masing *slave*, agar bisa terhubung dengan SCADA WinTr menggunakan sebuah *port Modbus* berjenis TCP/IP yang dipakai bernilai 502. Saat program berjalan, waktu didaftarkan secara real-time yang menggunakan komponen RTC untuk disesuaikan waktu keadaan saat ini [7]. Selanjutnya sistem pengambilan data setiap sensor menggunakan sebuah fungsi *millis* yang mana dalam pembacaannya diinisiasikan baca, baca bernilai 1000 seconds artinya waktu pengambilan sample setiap 1000 seconds. Data sensor yang diambil berupa suhu *filter*, jarak level air pada *filter* ketika jarak level air lebih besar 35 cm akan mematikan pompa dengan menggunakan *relay* kondisinya keadaan *HIGH*, jika kondisi sebaliknya maka pompa akan menyala terus menerus. Apabila sensor level air terdapat masalah, alternatif menggunakan sensor ini menggunakan *level float switch*, ketika kondisi “*LOW*” atau pelampung menunjukan ke bawah akan menyalakan pompa kolam dengan menggunakan *relay* sebagai pengaktifan pompa kolam ikan, jika kondisi sebaliknya dimana keadaannya pelampung menunjukan ke arah atas maka *relay* statusnya “*HIGH*” akan mematikan pompa kolam ikan. Penjelasan prinsip cara kerja pada Gambar 4 sama dengan Gambar 5, yang membedakan hanya nilai jarak level air dan jenis penggunaan sensor suhu memakai DS18B20.

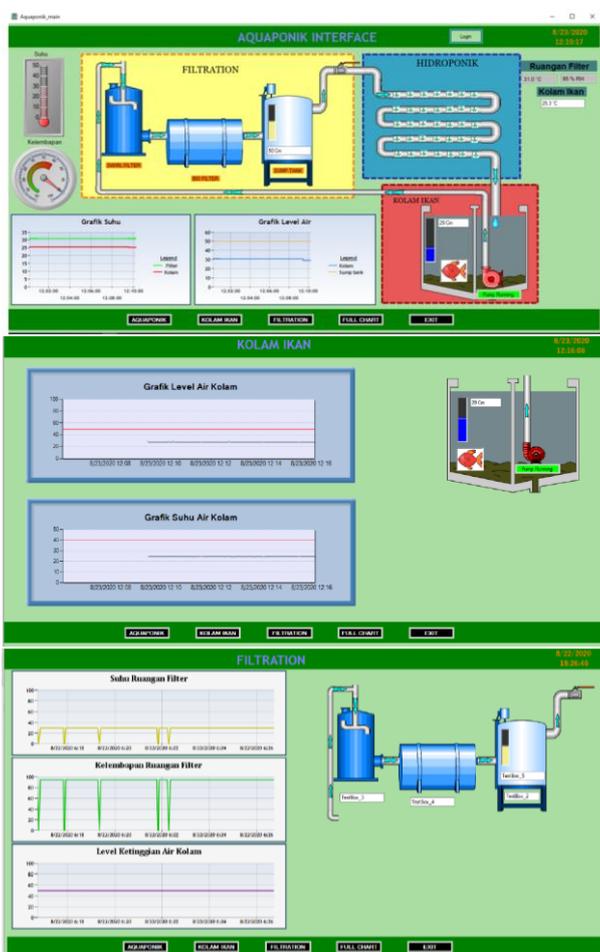


Gambar 5. *Flowchart* pada Kolam Ikan (*Slave 2*)

C. Perancangan SCADA

Pada penelitian ini menggunakan perancangan SCADA dengan menggunakan perangkat lunak WinTr, untuk memantau dan menyimpan data proses manufaktur yang memisahkan area yang luas. Perangkat yang dikelola dari stasiun tunggal dan dapat dihubungkan dengan OLE for Process Control (OPC) Client, S7 Multipoint-enabled Interface (MPI), S7 PPI, Profinet (S7 1200), Modbus RTU (Delta plc dan lainnya), Modbus TCP/IP (Delta PLC dan lainnya), protokol host-Link (Omron), protokol Mewtocol (Panasonic).

Hasil perancangan membuat interface SCADA menampilkan berupa menu utama, ruangan kolam, ruangan filter, trending. Trending adalah berupa grafik data secara real time yang didapatkan dari sensor-sensor diterima oleh mikrokontroler. Data akan diteruskan kepada server sebagai mengolah data lanjut dan perekaman data. Grafik nantinya dapat dicetak dalam tabel baik itu waktunya masa lalu maupun reporting harian secara berkala dinamakan *historical*. Pada *historical* terdapat script yang dimana merubah huruf string menjadi date-time. Fungsi script sebagai konversi dapat diolah hasilnya menjadi report. Pemakaian script menggunakan bahasa pemrograman berupa VB.Net [8]. Berikut adalah hasil interface SCADA pada gambar 6.



Gambar 6. Interface Perancangan SCADA

D. Perancangan Sistem Komunikasi

Pada proses ini menentukan sistem komunikasi yang digunakan untuk menghubungkan antara perangkat master (pengontrol) dengan slave. Proses komunikasi antar master dengan slave dibutuhkan suatu sistem jaringan yang dinamakan protocol Modbus. Jalur protocol yang dipakai TCP/IP dan untuk segi bentuknya itu Modbus RTU (serial). Perangkat master dimana melakukan perintah atau permintaan yang disebut query. Sedangkan slave merespon dengan menyediakan data yang diminta oleh master.

Sistem dapat bekerja menggunakan Laptop/PC digunakan sebagai master dan interface. Slave memakai mikrokontroler yaitu NodeMCU ESP8266. Terdapat dua mikrokontroler yang berperan sebagai slave, slave 1 yaitu NodeMCU ESP8266, dan slave 2 yaitu NodeMCU ESP8266. Masing-masing slave akan menerima data dari masing-masing sensor ataupun digital output sesuai pada Gambar 7. Sedangkan, Pengiriman data bernilai digital akan dikirimkan melalui perangkat PC yang menggunakan protocol Modbus TCP/IP, Masing-masing slave mempunyai IP address masing-masing agar pada saat pengiriman tidak saling bertabrakan. Tetapi melalui jaringan yang sama dibutuhkan suatu Accespoint (AP). Pengguna dapat menggunakan remote dari jarak jauh yang membutuhkan koneksi internet.



Gambar 7. Topologi Jaringan Sistem Komunikasi SCADA

Selanjutnya, pada tabel 1 menunjukkan pengujian IP address yang dimiliki setiap slave yang terlihat pada Accespoint. Dimana yang dibaca oleh Acces Point untuk client terdapat banyak yang dipakai pada penggunaan perancangan akuaponik menggunakan slave, slave dipakai dua yaitu hostname 1 bernama ESP_F0019D dengan alamat IP address 192.168.16, hostname 2 bernama ESP_03B935 dengan alamat IP address 192.168.1.15. kedua slave ini disetting agar IP tetap static artinya tidak berubah-ubah agar dapat pengujian pada SCADA tidak terjadinya error.

Tabel 1. Address Slave Dynamic Type

ID	Hostname	MAC	IP	Leased Time
1	MIPAD-MiPad	74:51:ba:39:12:1b	192.168.1.2	76262
2	Galaxy-S8	d4:c1:c8:ff:07:79	192.168.1.3	46614
3	Galaxy-J7	c0:87:eb:3d:11:9b	192.168.1.7	47172
4	Redmi 4X-fikar	50:8t:4c:d8:dd:39	192.168.1.5	60049
5	Galaxy-A50	a4:d9:90:e7:cd:63	192.168.1.6	47199
6	Vivo-1807	28:31:66:76:24:3d	192.168.1.9	47301

7	DESKTOP-CNR2FPP	f0:03:8c:c6:48:c9	192.168.1.11	85867
8	ESP_F0019D	a4:cf:12:f0:01:9d	192.168.1.15	8470
9	RedmiNote4-Redminote	8c:be:be:08:8b:33	192.168.1.13	58921
10	ESP_03B936	4c:11:ae:03:b9:36	192.168.1.16	69687

IV. HASIL DAN ANALISA

Pada sub-bab ini dijelaskan bahwa hasil pengujian yang diambil adalah semua sensor dalam komunikasi *master* dengan *slave*, dimana ditampilkan melalui pengaturan SCADA *Modbus RTU* (TCP/IP), Termasuk gambar perancangan desain akuaponik dan filter pada Gambar 8, sedangkan Gambar 9 dan 10 adalah proses yang telah diambil melalui *interface* SCADA.



Gambar 8. Hasil Implementasi Perancangan

Address	Tag Name	Value Type	Read Value	Write Value
40001	jarak	Unsigned int16	0	
40002	jarak_level_air	Unsigned int16	50	
40003	level_switch	Unsigned int16	1	
40004	suhu_filter	Floatpoint	28.7	
40006	kelembapan_filter	Floatpoint	95	
40008	relay_1	Unsigned int16	0	0
40009	relay_2	Unsigned int16	0	
40021	tahun	Unsigned int16	2020	
40022	bulan	Unsigned int16	8	
40023	tanggal	Unsigned int16	22	
40024	jam	Unsigned int16	8	
40025	menit	Unsigned int16	51	
40026	detik	Unsigned int16	5	

Gambar 9. Hasil pengujian sensor *slave* 1

Address	Tag Name	Value Type	Read Value	Write Value
40001	lvl_kolam	Unsigned int16	31	
40002	suhu_air	Floatpoint	25.5625	
40006	lvl_sw2	Unsigned int16	0	

Gambar 10. Hasil pengujian sensor *slave* 2

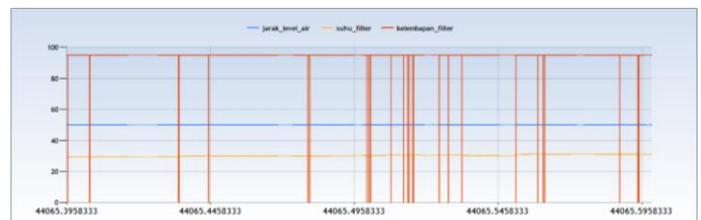
Dari pengujian diatas terdapat pada *slave* 1 memiliki tiga sensor yaitu level air pada ruangan *filter sump tank* diberikan *tag name* yaitu jarak_level_air terbaca level airnya sebesar 50 cm, sensor level switch diberikan *tag name* yaitu level_switch tercatat nilainya 1 artinya sistem pembacaannya memakai bilangan *Bit Boolean* dimana nilainya hanya 0 atau 1, sensor DHT11 dalam pembacaannya terdapat dua parameter yaitu suhu diberikan *tag name* suhu_filter nilai tercatat sebesar 28.7°C dengan kelembapan diberikan *tag name* kelembapan_filter nilai tercatat sebesar 95% di SCADA. Selanjutnya pengambilan data pemantauan selama empat hari pada tanggal 8-11 Februari 2021, dan 8-11 Maret 2021. Tabel 2 berikut adalah hasil data-data yang diambil rata-rata perharinya.

Tabel 2. Hasil Pengujian Rancangan Ruang Filter

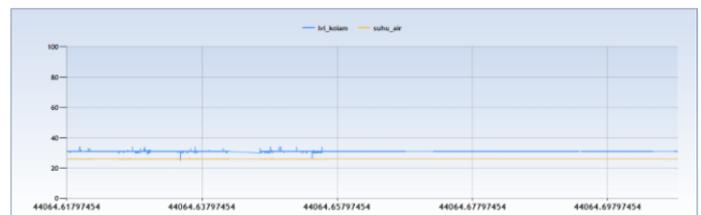
Tanggal	Level Sump Tank (Cm)	Suhu ruang Filter (°C)	Kelembapan ruang Filter (%)	pH Air (pH)
08/02/2021	50	29.7	92.5	7.32
09/02/2021	50	29.5	95	7.33
10/02/2021	50	29.7	93	7.33
11/02/2021	50	28.2	95	7.34
08/03/2021	50	28.4	94	7.31
09/03/2021	50	29	96	7.32
10/03/2021	50	29.4	96.5	7.29
11/03/2021	50	29.7	97.5	7.32

Tabel 3. Hasil Pengujian Rancangan Ruang Kolam

Tanggal	Level air kolam (Cm)	Suhu Air Kolam (°C)
08/02/2021	31	23.43
09/02/2021	30	32.75
10/02/2021	29.5	28.06
11/02/2021	30	27.68
08/03/2021	28	28.15
09/03/2021	29	29.12
10/03/2021	27	30.81
11/03/2021	27	23.43



Gambar 11. Hasil Grafik Ruang Filter



Gambar 12. Hasil Grafik Ruang Kolam

Gambar 11 dan 12 merupakan hasil grafik yang diambil perharinya dengan mengambil satu hari berupa dokumen yang telah diambil melalui SCADA WinTr. Pada Tabel 2 dan 3 dapat membandingkan dengan data yang telah diambil pada perancangan desain. Sehingga hasil pengamatan yang didapatkan untuk pH dalam budidaya akuaponik berkisar 7.29–7.35, nilai pH selama pengamatan berlangsung masih memenuhi kisaran baik sesuai dengan data referensi pH optimum air yaitu sekitar 7-8.

Secara umum ikan nila tumbuh maksimum pada suhu 25-30 °C, ketika suhu air turun di bawah 20 °C maka pertumbuhan dan reproduksi ikan akan melambat, serta akan menimbulkan penyakit, oleh karena itu, setiap spesies hewan akuatik memiliki suhu optimal untuk pertumbuhannya. Dan juga Sayuran pada sistem akuaponik [3][9][10]. Hasil didapatkan jika membandingkan kedua pengujian nilai berkisar 26-31 °C, dari

nilai suhu tersebut untuk kehidupan ikan nila bisa dianggap kisaran yang sangat baik bagi pertumbuhan maupun perkembangan ikan. Yang mana, Pada dasarnya, dalam sistem SCADA ini pengguna dapat meminta status aktif nilai pH [11] saat ini. Pengguna dapat langsung berkomunikasi RTU, sehingga pengguna dapat mengetahui status sistem yang berjalan. Dimana pada pilihan untuk sistem rancangan SCADA, monitoring perangkat lunak yang dirancang untuk mengawasi proses fisik dari proses akuaponik terbatas sebatas area tertentu, yang tidak dapat mengontrol sistem yang meluas atau dikembangkan. Sehingga membutuhkan subsistem pendukung yang kompleks seperti penggunaan *Distributed Hash Tables* (DHT)[12] algoritma yang dalam proses penyisipan dan pengambilan nilai dapat dioptimalkan untuk berbagai penggunaan perancangan SCADA.

V. KESIMPULAN

Hasil pengujian dan pembahasan sistem yang dibuat, dapat diambil kesimpulan. Proses perancangan sampai implementasi akuaponik yang terbagi dua media yaitu akuakultur dan tanaman berhasil. Pada konfigurasi SCADA dengan akuaponik menggunakan pengalamatan berupa *address* yang dipakai yaitu *holding register* dengan memprogram melalui *Arduino IDE* antara *server* dengan masing-masing *slave* sifat pengirimannya melalui jaringan *wireless*.

Saran dalam pengembangan sebuah perancangan penelitian ini agar sistem dapat dikembangkan lebih baik adalah penggunaan berbagai jenis-jenis sensor yang sangat dibutuhkan dalam parameter nilai yang diteliti seperti kecepatan air pompa, kandungan oksigen, pH pada tanaman maupun kolam supaya dapat membandingkan siklus lingkungan hidup tanaman dan ikan yang baik dan sehat, serta ukuran tanaman dan ikan yang dapat ditambahkan sensor pengukuran lainnya. Dalam penerapan SCADA tampilan *interface* bisa dibuat lebih umum atau *user friendly* termasuk penambahan *slave* dalam peningkatan pengiriman informasi data monitoring secara *realtime*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Sastro, *Teknologi Akuaponik Mendukung Pengembangan Urban Farming*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jakarta, 2016.
- [2] L. K. S. Tolentino *et al.*, "Development of an IoT-based Aquaponics Monitoring and Correction System with Temperature-Controlled Greenhouse," *Proc. - 2019 Int. SoC Des. Conf. ISOCC 2019*, pp. 261–262, 2019, doi: 10.1109/ISOCC47750.2019.9027722.
- [3] Z. Pastor *et al.*, "Aquaponics Water Monitoring and Power System," *2019 IEEE Glob. Humanit. Technol. Conf. GHTC 2019*, pp. 5–8, 2019, doi: 10.1109/GHTC46095.2019.9033016.
- [4] S. Paul and S. Narang, "Design of SCADA based wireless monitoring and control system using ZigBee," *12th IEEE Int. Conf. Electron. Energy, Environ. Commun. Comput. Control (E3-C3), INDICON 2015*, pp. 0–5, 2016, doi: 10.1109/INDICON.2015.7443167.
- [5] F. F. Dzikiriansyah, R. Hudaya, and C. W. Nurhaeti, "Sistem Kendali Berbasis PID untuk Nutrisi Tanaman Hidroponik," *Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, pp. 621–626, 2017, [Online]. Available: <http://irwns.polban.ac.id/>.
- [6] L. D. Cuayo, J. Kerbee Culla, J. Gualvez, S. E. Padua, and R. John Gallano, "Development of a Wireless Microcontroller-based SCADA RTU," *IEEE Reg. 10 Annu. Int. Conf. Proceedings/TENCON*, vol. 2018-October, no. October, pp. 2566–2570, 2019, doi: 10.1109/TENCON.2018.8650114.
- [7] L. O. Aghenta and M. T. Iqbal, "Development of an IoT Based Open Source SCADA System for PV System Monitoring," *2019 IEEE Can. Conf. Electr. Comput. Eng. CCECE 2019*, pp. 1–4, 2019, doi: 10.1109/CCECE.2019.8861827.
- [8] M. Tandel, U. Joshi, and A. Golhani, "Scripting Engine for SCADA HMI 1," in *2nd International Conference for Convergence in Technology (I2CT)*, 2017, pp. 492–496.
- [9] W. Vernandhes, N. S. Salahuddin, A. Kowanda, and S. P. Sari, "Smart aquaponic with monitoring and control system based on IoT," *Proc. 2nd Int. Conf. Informatics Comput. ICIC 2017*, vol. 2018-January, pp. 1–6, 2018, doi: 10.1109/IAC.2017.8280590.
- [10] Zidni, Irfan., Iskandar., A. Rizal., Y. Andriani dan R. Ramadan., "Efektivitas Sistem Akuaponik Dengan Jenis Tanaman Yang Berbeda Terhadap Kualitas Air Media Budidaya Ikan," *J. Perikan. dan Kelaut.*, vol. 9, no. 1, pp. 81–94, 2019.
- [11] M. S. M. Kamarulzaman and M. M. Kamal, "SCADA Design System with pH Effluent Monitoring on Sewage Treatment Plant in Mawar's College at UiTM Shah Alam using Tbox LT-12 RTU," *Proc. - 10th IEEE Int. Conf. Control Syst. Comput. Eng. ICCSCE 2020*, no. August, pp. 52–56, 2020, doi: 10.1109/ICCSCE50387.2020.9204930.
- [12] M. Sagi and E. Varga, "DHT based SCADA architecture," *2017 25th Telecommun. Forum, TELFOR 2017 - Proc.*, vol. 2017-January, pp. 1–4, 2018, doi: 10.1109/TELFOR.2017.8249471.