

Evaluasi Pengujian Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis Berbasis IoT dengan Protokol MQTT

Ali Rizal Chaidir^{#1}, Angga Syarif Hidayatullah^{*2}, Satryo Budi Utomo^{#3}, Widya Cahyadi^{*4}, Wahyu Muldayani^{#5}, Syamsul Arifin⁶, Immawan Wicaksono^{*7}

[#]Program Studi Teknologi Rekayasa Elektronika, Universitas Jember

^{*}Program Studi Teknik Elektro, Universitas Jember

Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung, Universitas Jember

Jl. Kalimantan Tegalboto No.37, Sumbersari, Jember, Indonesia

¹ali.rizal@unej.ac.id

²anggasyarifhidayatullah@gmail.com

³satryo@unej.ac.id

⁴cahyadi@unej.ac.id

⁵wahyumuldayani.teknik@unej.ac.id

⁶syamsul.teknik@unej.ac.id

⁷immawanw@unej.ac.id

Abstract— *Freshwater fish farming aims to produce fish. Several techniques can be used for aquaculture. One of the parameters used to determine the cultivation technique is water and feed availability. The success of fish farming is determined by the discipline in the feeding process. Feeding less feed will cause poor water quality. Feeding too little feed will cause fish growth to be slow. A feeding automation technology is needed to overcome these problems. The technology must be adapted to the cultivation technique or the pond's size. The evaluation process of testing fish-feeding automation tools needs to be done to determine if the tools that have been made can be applied to specific pond sizes or a particular cultivation technique. The automation tool developed in this research consists of an ESP32 controller, BLDC motor, servo motor, and RTC and MQTT protocol for controlling and monitoring. The evaluation was conducted on each subsystem. The device can eject a minimum feed of about 27 grams based on the evaluation results. The feed can be ejected and scattered as far as 140 cm. Data is sent using the MQTT protocol with a delay of 2 seconds. This device can be used for medium-sized ponds, such as 3-meter round ponds, and fish farming with active fish, such as tilapia or catfish.*

Keywords—automation, feeder, IoT, MQTT, RTC

Abstrak— Budidaya ikan air tawar bertujuan untuk memproduksi ikan. Terdapat beberapa teknik yang dapat digunakan untuk berbudidaya. Salah satu parameter yang digunakan untuk menentukan teknik budidaya adalah ketersediaan air dan pakan. Keberhasilan budidaya ikan, salah satunya ditentukan oleh kedisiplinan dalam proses pemberian pakan. Pemberian pakan yang terlalu banyak akan menyebabkan kualitas air menjadi tidak baik. Pemberian pakan yang terlalu sedikit akan menyebabkan pertumbuhan ikan menjadi lambat. Diperlukan sebuah teknologi otomatisasi pemberian pakan untuk mengatasi masalah tersebut. Teknologi tersebut perlu disesuaikan dengan teknik budidaya yang digunakan atau ukuran kolam yang digunakan. Proses evaluasi pengujian alat otomasi pemberian pakan ikan perlu dilakukan untuk mengetahui alat yang telah dibuat dapat diterapkan pada ukuran atau suatu teknik budidaya

tertentu. Alat otomasi yang dikembangkan dalam penelitian ini terdiri dari ESP32 controller, motor BLDC, motor servo, dan RTC, serta protokol MQTT untuk pengendali dan pemantauan. Evaluasi dilakukan pada setiap subsistem. Berdasarkan hasil evaluasi, alat dapat melontarkan pakan minimal sekitar 27 gram. Pakan dapat terlontar dan tersebar sejauh 140 cm. Data dikirim menggunakan protokol MQTT dengan waktu tundaan 2 detik. Alat ini dapat digunakan untuk kolam dengan ukuran menengah ke bawah, seperti kolam bulat berukuran 3 meter, dan untuk budidaya ikan dengan ikan yang aktif, seperti ikan nila atau lele.

Kata Kunci— pemberian pakan, IoT, MQTT, otomatisasi, RTC

I. PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki keanekaragaman hewan, terutama perikanan. Sekitar 1193 spesies ikan air tawar ada di Indonesia [1]. Tidak sedikit jenis ikan tersebut menjadi komoditas ikan yang memiliki nilai ekonomis tinggi yang diminati masyarakat [2]. Meningkatnya permintaan masyarakat mengakibatkan proses budidaya terhadap berbagai jenis ikan banyak dilakukan, salah satunya ikan air tawar. Ikan air tawar sebagai komoditas budidaya memiliki nilai ekonomis. Hal tersebut disebabkan karena ikan air tawar memiliki kandungan gizi yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan protein sehari-hari [3]. Oleh karena itu, budidaya ikan air tawar menjadi salah satu industri yang sangat menguntungkan.

Budidaya air tawar bertujuan untuk memproduksi ikan. Terdapat beberapa teknik yang dapat dilakukan di antaranya teknik bioflok [4], RAS [5], dan sistem arus deras [6]. Salah satu parameter yang digunakan untuk menentukan teknik budidaya adalah ketersediaan air dan pakan. Pakan berperan penting dalam proses budidaya ikan. Pakan memberikan kontribusi terbesar hingga 60% dari total biaya produksi [7]. Pemberian pakan dan jumlah pakan yang sesuai dengan

kepadatan ikan pada kolam juga harus teratur agar mempengaruhi efisiensi. Setiap jenis dan ukuran, atau usia ikan akan membutuhkan jumlah pakan yang berbeda. Jika jumlah dan waktu tidak teratur, pertumbuhan ikan budidaya juga akan terhambat dan terganggu.

Teknologi pemberi pakan ikan otomatis memberikan kemudahan dalam proses pemberian pakan. Terdapat beberapa penelitian yang telah menghasilkan teknologi tersebut, di antaranya teknologi pemberian pakan yang belum memiliki *timer* untuk menentukan waktu pemberian pakan [8] dan tidak memiliki sistem takaran presisi [9]. Pemberian pakan tersebut menggunakan waktu tundaan untuk membuka katup pakan ikan agar terjatuh ke sistem pelontar. Terdapat juga teknologi pemberian pakan yang tidak memiliki sistem pelontar pakan sehingga pakan yang terjatuh tidak tersebar [10] [11].

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, maka diperlukan sebuah alat yang dapat memantau dan mengendalikan proses pemberian pakan berdasarkan waktu yang telah ditentukan, serta memiliki sistem mekanisme takaran presisi dan lontaran pakan yang tersebar. Alat usulan ini menggunakan protokol MQTT sebagai sistem komunikasi data antara alat dengan *software* Android. Terdapat menu pada *software* untuk mengatur jadwal dan jumlah pakan ikan secara otomatis. Evaluasi alat yang telah dibuat diperlukan untuk mengetahui kinerja alat [8] sehingga pengguna dapat menentukan penggunaan alat ini pada teknik budidaya atau ukuran kolam tertentu.

II. METODOLOGI

A. Pengembangan Sistem Mekanik

Gambar 1 merupakan desain alat pemberi pakan ikan otomatis dengan ukuran 40 x 40 x 90 cm yang terbuat dari bahan utama berupa *stainless* dan plastik. Alat ini didesain tahan air agar dapat dipasang di tempat terbuka sehingga dapat tetap bekerja meskipun terkena hujan dan panas.

Alat ini terdiri dari empat bagian utama. Bagian atas sebagai tempat kotak penyimpanan pakan yang akan diberikan. Bagian kedua berada di bagian bawah dari kotak pakan yang berfungsi sebagai pembagi pakan yang akan disalurkan ke pelontar. Ba-



Gambar 1 Sistem mekanik alat pemberi pakan ikan otomatis

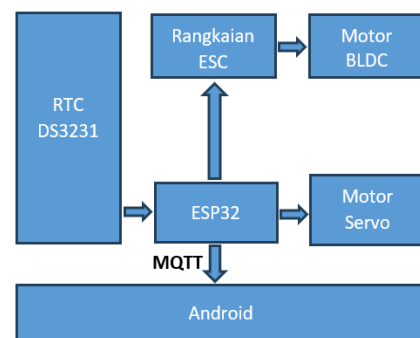
gian ketiga, yaitu pelontar yang berfungsi untuk melontarkan pakan ke kolam agar pakan dapat terbagi secara merata. Bagian terakhir, yaitu kotak komponen elektronika yang menjalankan sistem alat ini.

B. Pengembangan Blok Sistem Elektrikal

Blok diagram yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2. Alat yang dibuat menggunakan *controller board* ESP32 sebagai pemrosesan data [12][13]. Modul ini menghubungkan sistem alat ke Android melalui internet dengan protokol MQTT. RTC digunakan untuk memberikan data waktu *realtime* yang akan menentukan kapan alat akan berjalan untuk memberikan pakan [14] [15]. Terdapat motor servo untuk menentukan jumlah pakan yang dikeluarkan dan motor *brushless* DC (BLDC) sebagai pelontar pakan ke kolam ikan [16].

C. Pengembangan Antarmuka pada Android

Tampilan antarmuka pengguna dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2 Blok diagram rangkaian elektronika



Gambar 3 Tampilan antarmuka alat

Antarmuka tersebut dibuat menggunakan MIT *app inventor*. Antarmuka yang dibuat menjadi alat untuk memonitor dan mengontrol kinerja alat. Antarmuka ini digunakan untuk menentukan jadwal dan jumlah pakan yang akan diberikan kepada ikan. Salah satu tampilan antarmuka adalah tampilan untuk *feeder* yang sedang digunakan dan tiga buah menu untuk mengatur jadwal, memberi pakan langsung, dan memberi catatan untuk mengetahui *survival rate* (SR) dan *feeding conversion ratio* (FCR).

D. Evaluasi Pengujian RTC

Pengujian RTC dilakukan dengan menghubungkan *board* ESP32 melalui komunikasi SDA dan SCL pada modul RTC. Pada saat modul ESP32 dan RTC terhubung, data waktu dapat dilihat atau ditampilkan pada serial monitor lalu dibandingkan dengan waktu secara *real time*. Modul RTC pada alat ini berfungsi sebagai modul pengatur waktu pemberian pakan ikan.

E. Pengujian Takaran Pakan

Proses pengujian servo dilakukan dengan menghubungkannya ke *board* ESP32 melalui komunikasi PWM, yaitu pada pin digital PWM pada *board* ESP32. Motor servo pada alat ini digunakan untuk melakukan takaran pakan yang akan dilontarkan sehingga dapat diketahui berat yang akan dikeluarkan. Sistem takaran alat akan diuji dengan membandingkan berat pakan yang dimasukkan dengan berat pakan yang dikeluarkan dari alat.

F. Pengujian Jarak Lontaran

Motor *brushless* DC digunakan untuk melontar pakan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan daya *input* sebesar 12 VDC yang dihubungkan dengan ESC 40A dan kemudian dihubungkan ke *board* ESP32. Motor *brushless* DC pada alat ini berfungsi sebagai pelontar pakan. Pakan yang dikeluarkan akan diukur sebaran dan jarak lontarannya menggunakan alat ukur jarak.

G. Pengujian Pengiriman Data Menggunakan Protokol MQTT

Proses pengujian pengiriman data menggunakan protokol MQTT dilakukan dengan mengirimkan data acak oleh *publisher* (pengirim data) ke *broker* (*server*) lalu ke *subscriber* (penerima). Proses pengujian ini akan mendapatkan data berupa waktu, dan nantinya akan menentukan selisih waktu dari *publisher* sampai dengan diterima oleh *subscriber*. Protokol MQTT ini digunakan untuk pengiriman data berbasis *internet of things* [17], atau secara nirkabel dengan bantuan protokol MQTT [18][19][20]. Pada pengujian ini *publisher* menggunakan *software* MQTT *dash* yang diunduh dari Playstore, *broker* menggunakan *hivemq*, dan *subscriber* menggunakan *board* NodeMCU yang hasilnya ditampilkan melalui *serial monitor*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Real Time Clock

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan selama 3 hari berturut – turut didapatkan data hasil dengan *error* antara

1,13 hingga 1,25 persen dengan *error* bernilai antara 1 hingga 2 detik per hari (lihat Tabel I). Hal ini diterapkan untuk penelitian yang telah dilakukan sebelumnya [8]. Salah satu cara untuk memperbaiki kesalahan pembacaan waktu, pada RTC dapat dilakukan *reset* program yang digunakan. Me-*reset* modul tersebut dapat dilakukan dengan mencabut modul RTC pada alat lalu mengunggah ulang program *reset* RTC dengan menambahkan waktu terbaru menggunakan *board* mikrokontroler lain.

B. Takaran Pakan

Hasil pengujian sistem takaran pakan dapat dilihat pada Tabel II. Tabel tersebut menunjukkan bahwa pakan yang dikeluarkan oleh sistem takaran pakan tidak 100% akurat. Hal ini dikarenakan pada keadaan tertentu pakan yang berada pada kotak penyimpanan terganggu untuk masuk ke dalam pembagi pakan sehingga pakan yang dikeluarkan tidak sama walaupun dengan jumlah putaran yang sama. Hasil ini menunjukan bahwa sistem takaran pakan dapat diterapkan untuk menjadi solusi lain dari cara sebelumnya [9].

C. Jarak Lontaran

Hasil pengujian jarak lontaran ditunjukkan pada Tabel III. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pada PWM *input* di bawah 60, pakan tidak dapat dikeluarkan. Hal ini dikarenakan putaran yang dihasilkan oleh motor *brushless* tidak maksimal sehingga udara yang dihasilkan oleh *propeller* tidak mampu mendorong pakan yang akan dikeluarkan, tetapi jika PWM *input* yang digunakan di atas 60, pakan dapat dikeluarkan. Jika PWM *input* lebih besar, maka luas sebaran pakan akan semakin luas. Hasil ini menunjukkan bahwa pakan ikan terlontar dengan sebaran tertentu. Kondisi ini lebih baik dibandingkan penelitian sebelumnya [10] [11].

D. Pengiriman Data

Hasil pengujian pengiriman data dapat dilihat pada Tabel IV. Pada tabel tersebut terlihat ada selisih waktu pengiriman dan penerimaan data, lama pengiriman data antara 1 hingga 2 detik.

TABEL I
DATA HASIL PENGUJIAN MODUL RTC

No.	Waktu Sekarang	Waktu yang Ditampilkan RTC	Selisih (s)	Error (%)
1.	Selasa, 28 Februari 2023 05:11:21	Selasa, 28 Februari 2023 05:12:02	41	1,13
2.	Rabu, 01 Maret 2023 12:18:27	Rabu, 01 Maret 2023 12:19:09	42	1,16
3.	Rabu, 01 Maret 2023 18:56:23	Rabu, 01 Maret 2023 18:57:06	43	1,19
4.	Kamis, 02 Maret 2023 13:03:20	Kamis, 02 Maret 2023 13:04:05	45	1,25
5.	Jumat, 03 Maret 2023 21:13:09	Jumat, 03 Maret 2023 21:13:54	45	1,25

TABEL II
DATA UJI TAKARAN PAKAN (MOTOR SERVO)

No.	Sudut Servo	Jumlah Takaran	Pakan yang Dikeluarkan (gr)	Jumlah Pakan (gr)	Error (%)
1.	180	2	55	54	1,8
2.	180	4	105	108	2,7
3.	180	6	160	162	1,2
4.	180	8	220	216	1,8
5.	180	10	265	270	1,8

TABEL III
DATA UJI PELONTAR PAKAN (MOTOR BRUSHLESS DC)

No.	PWM Input (0-180)	Lebar Sebaran (cm)	Panjang Sebaran (cm)	Kondisi
1.	20	0	0	Pakan tidak dikeluarkan
2.	40	0	0	Pakan tidak dikeluarkan
3.	60	40	30	Pakan dikeluarkan
4.	80	55	50	Pakan dikeluarkan
5.	100	75	70	Pakan dikeluarkan
6.	120	105	100	Pakan dikeluarkan
7.	140	110	110	Pakan dikeluarkan
8.	160	120	125	Pakan dikeluarkan
9.	180	140	140	Pakan dikeluarkan

TABEL IV
DATA UJI PENGIRIMAN DATA MENGGUNAKAN PROTOKOL MQTT

No.	Jenis Data	Waktu Pengiriman (Jam, Menit, Detik)	Waktu Diterima (Jam, Menit, Detik)	Selisih (Detik)
1.	Angka (12345)	21:13:09	21:13:10	1
2.	Huruf (Qwerty)	21:15:03	21:15:04	1
3.	Campuran (DS_18B)	21:16:44	21:16:46	2
4.	Simbol (!@#%)	21:19:11	21:19:12	1

Pada pengujian ini data yang digunakan sebagai data uji memiliki 4 jenis, yaitu angka (12345), huruf (*qwerty*), campuran (DS-18B), dan simbol (!@#%). Dari keempat data tersebut, data campuran memiliki waktu yang paling lama dengan selisih 1 detik dari data lain yang tidak akan terlalu mengganggu proses pengiriman data.

E. Pemberian Pakan

Hasil pengujian pemberian pakan berdasarkan jadwal ditunjukkan pada Tabel V. Dapat dilihat bahwa pemberian pakan ikan terlontar sesuai jadwal. Jadwal tersebut digunakan sebagai penunjuk waktu kapan pakan akan diberikan.

IV. SIMPULAN

Alat pemberian pakan ikan otomatis sesuai jadwal yang ditentukan telah berhasil dibuat. Modul RTC dapat digunakan sebagai pewaktu untuk pelontar pakan. Alat dapat melontarkan pakan minimal sekitar 27 gram. Pakan dapat terlontar dan ter-

TABEL V
DATA UJI PEMBERIAN PAKAN SESUAI JADWAL

No.	Jumlah perhari	Waktu	Status Lontaran
1.	3x	07.00	Berhasil
		14.00	
		20.00	
2.	4x	07.00	Berhasil
		12.00	
		17.00	
3.	2x	20.00	Berhasil
		11.00	
		18.00	

sebar sekitar 140 cm. Berdasarkan pengujian pengiriman data menggunakan protokol MQTT, data dapat terkirim, walaupun masih terjadi tundaan sekitar 2 detik. Hal tersebut tidak mempengaruhi keberhasilan pemberian pakan sesuai jadwal dan manual. Dari pengujian yang dilakukan selama 3 hari, alat berhasil melakukan lontaran sesuai jadwal. Berdasarkan hasil evaluasi kinerja alat yang telah dilakukan, alat ini dapat digunakan untuk kolam dengan ukuran menengah ke bawah, seperti kolam bulat berukuran 3 meter. Alat ini juga dapat digunakan untuk budidaya ikan dengan jenis ikan yang aktif, seperti nila atau lele.

DAFTAR REFERENSI

- [1] L. S. Syafei, "Keanekaragaman hayati dan konservasi ikan air tawar," *Jurnal Penyuluhan Kelautan dan Perikanan Indonesia*, vol. 11, no. 1, hlm. 48-62, 2017, DOI: <https://doi.org/10.33378/jppik.v11i1.85>
- [2] A. Hermawan, S. Amanah, dan A. Fatchiya, "Partisipasi pembudidayaan ikan dalam kelompok usaha akuakultur di Kabupaten Tasikmalaya, Jawa Barat," *Jurnal Penyuluhan*, vol. 13, no. 1, hlm. 1-13, 2017, DOI: <https://doi.org/10.25015/penyuluhan.v13i1.12903>
- [3] A. Andhikawati, Junianto, R. Permana, dan Y. Oktavia, "Review: komposisi gizi ikan terhadap kesehatan tubuh manusia," *Marinade*, vol. 4, no. 2, hlm. 76-84, 2021, DOI: <https://doi.org/10.31629/marinade.v4i02.3871>
- [4] Faridah, S. Diana, dan Yuniati, "Budidaya ikan lele dengan metode bioflok pada peternak ikan lele konvensional," *Caradde: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, vol. 1, no. 2, hlm. 224-227, 2019, DOI: <https://doi.org/10.31960/caradde.v1i2.74>
- [5] U. Yanuhar, D. K. Wuragil, H. Suryanto, R. Mufidah, T. Fauliza, N. P. Wardani, R. Pahlefi, D. S. T. Adhitya, dan N. R. Caesar, "Pkm penerapan *recirculating aquaculture system* untuk pengelolaan air dan kesehatan ikan berkelanjutan di Pokdakan Roi Lele Kabupaten Malang," *JP2T*, vol. 3, no. 2, hlm. 159-165, 2022, DOI: <https://doi.org/10.17977/um080v3i22022p159-165>
- [6] Syahrul, M. Nur, Fajriani, Takril, and R. Fitriah, "Analisis kesesuaian kualitas air sungai dalam mendukung kegiatan budidaya perikanan di Desa Batetangnga, Kecamatan Binuang, Provinsi Sulawesi Barat," *Siganus: Journal of Fisheries and Marine Science*, vol. 3, no. 1, hlm. 172-181, 2021, DOI: <https://doi.org/10.31605/siganus.v3i1.1210>
- [7] R. R. Cahyani dan A. R. Musliffah, "Pengembangan pakan ikan untuk menekan biaya produksi budidaya lele," *Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*, vol. 3, no. 1, hlm. 15-20, Jun. 2018, DOI: <https://doi.org/10.30653/002.201831.43>
- [8] A. H. Mohd Yusoff, dkk., "Experimental evaluation of fish feeder machine controller system," *International Journal of Integrated Engineering*, vol. 10, no. 8, Des. 2018, DOI: <https://doi.org/10.30880/ijie.2018.10.08.031>
- [9] A. R. Chaidir, G. A. Rahardi, dan H. Nurdiansyah, "Alat bantu pemberi pakan ikan budidaya dengan sistem monitoring sisa pakan dan pakan keluar berbasis IoT," *Procedia of Engineering and Life Science*, vol. 1, no. 2, 2021.

- [10] Y. Susanthi, "Rancang bangun alat pemberi pakan ikan otomatis menggunakan sistem rotasi wadah berbasis internet of things," *Telka*, vol. 8, no. 1, hlm. 36-48, 2022, DOI: <https://doi.org/10.15575/telka.v8n1.36-48>
- [11] S. Y. Arif, N. Tamami, dan M. Madyono, "Alat pemberi pakan ikan lele dalam drum otomatis berdasarkan usia dan jumlah ikan dengan metode fuzzy logic," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 22, no. 1, hlm. 19, Jan-Jun 2023, DOI: [10.24843/mite.2023.v22i01.p03](https://doi.org/10.24843/mite.2023.v22i01.p03).
- [12] A. Ramschie, J. Makal, R. Katuuk, dan V. Ponggawa, "Pemanfaatan ESP32 pada sistem keamanan rumah tinggal berbasis IoT," dalam *Proc. the 12th Industrial Research Workshop and National Seminar*, Bandung, 2021.
- [13] M. Nizam, H. Yuana, dan Z. Wulansari, "Mikrokontroler ESP 32 sebagai alat monitoring pintu berbasis web," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 6, no. 2, hlm. 767-772, 2022, DOI: <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5713>
- [14] R. P. Dalimunthe, A. Pranata, dan F. Sonata, "Implementasi *real time clock* (RTC) pada perangkat ikan otomatis dengan teknik *counter* berbasis mikrokontroler," *Jurnal Sistem Komputer TGD*, vol. 1, no. 2, hlm. 71-80, 2022, DOI: <https://doi.org/10.53513/jursik.v1i2.5145>
- [15] Suryadi, "Sistem kendali dan monitoring listrik rumahan menggunakan *ethernet sheeld* dan RTC (*real time clock*) Arduino," *Jurnal Fateksa: Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, vol. 2, no. 1, hlm. 9-17, 2017.
- [16] D. Akbar dan S. Riyadi, "Pengaturan kecepatan pada motor *brushless DC* (BLDC) menggunakan PWM (*pulse width modulation*)," dalam *Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol, dan Otomasi (SNIKO)*, Bandung, 2018.
- [17] A. Rayes dan S. Salam, "*Internet of Things from Hype to Reality: The Road to Digitization*", 2nd Ed., Springer, 2019, ISBN: 978-3-319-44860-2. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-99516-8>
- [18] I. Sahmi, A. Abdellaoui, T. Mazri, dan N. Hmina, "MQTT-present: approach to secure internet of things applications using MQTT protocol," *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, vol. 11, no. 5, hlm. 4577-4586, Okt. 2021, DOI: <http://doi.org/10.11591/ijece.v11i5.pp4577-4586>.
- [19] H. A. Rochman, R. Primananda, dan H. Nurwasito, "Sistem kendali berbasis mikrokontroler menggunakan protokol MQTT pada *smarthome*," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 1, no. 6, hlm. 445-455, 2017.
- [20] T. Budioko, "Sistem monitoring suhu jarak jauh berbasis *internet of things* menggunakan protokol MQTT," dalam *Proc. Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi SRITI 2016*, VIII, hlm. 353-358, Yogyakarta, 2016.

Ali Rizal Chaidir, kelahiran kota Banyuwangi. Menempuh pendidikan Master di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, bidang keahlian Elektronika Industri. Saat ini aktif mengajar dan melakukan penelitian di bidang sistem otomatisasi, salah satunya otomatisasi di bidang akuakultur.

Angga Syarif Hidayatullah, kelahiran kota Jember. Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Jember, bidang keahlian Elektronika. Cukup aktif membantu penelitian Dosen di bidang elektronika.

Satryo Budi Utomo, kelahiran kota Bandung. Menempuh pendidikan Doktor di Universitas Brawijaya, bidang keahlian Energi Terbarukan. Saat ini aktif mengajar dan melakukan penelitian di bidang Energi Terbarukan.

Widya Cahyadi, kelahiran kota Jember. Menempuh pendidikan Master di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, bidang keahlian Telekomunikasi. Saat ini aktif mengajar dan melakukan penelitian salah satunya tentang Internet of Things.

Wahyu Muldayani, kelahiran kota Jember. Menempuh pendidikan Master di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, bidang keahlian Elektronika Industri. Saat ini aktif mengajar dan melakukan penelitian di bidang Elektronika, dan Robotika.

Syamsul Arifin, kelahiran kota Lumajang. Menempuh pendidikan Master di Universitas Brawijaya, bidang keahlian Teknik Sipil. Saat ini aktif mengajar dan melakukan penelitian di bidang Teknik Sipil, serta aktif melakukan budidaya ikan lele dan nila.

Immawan Wicaksono, kelahiran kota Jember. Menempuh pendidikan Master di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, bidang keahlian Elektronika. Saat ini aktif mengajar dan melakukan penelitian di bidang Penginderaan Visual dan Elektronika.