

PENGENDALIAN KECEPATAN ANGIN UNTUK KENDALI SUHU PADA PETERNAKAN AYAM DI PT VSA

Setyawan Ajie Sukarno^{1)*}, Adhit Satyaka¹⁾, Dodi Sopana¹⁾, Isbail Ichsan M.¹⁾
Nur Iqbal Hidayatullah¹⁾

¹⁾Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Politeknik Manufaktur Bandung.

Jl. Kanayakan No.21, Dago, Bandung, 40135, Indonesia

*email korespondensi: ajie@ae.polman-bandung.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Received:
26/12/23

Received in revised:
25/07/24

Accepted:
08/09/24

Online-Published:
29/11/24

© 2024 The Authors. Published by
Machinery: Jurnal Teknologi Terapan
(Indexed in SINTA)

doi:
<http://doi.org/10.5281/zenodo.14241882>

ABSTRAK

Pada zaman ini, perkembangan teknologi meningkat semakin pesat. Terutama teknologi dalam bidang sistem kendali. Pada teknologi sistem kendali terdapat sebuah metode yang dikenal dengan sebutan kendali logika fuzzy. Sistem kendali ini menerapkan metode yang sederhana dengan keluaran yang handal. Sistem kendali digunakan dalam berbagai bidang, terutama pada bidang industri peternakan. Pada industri peternakan, salah satu hasil produksi terbesar adalah telur. Telur merupakan komoditas yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan sehari-hari. Agar didapatkan telur yang berkualitas, ayam petelur pada kandangnya, perlu dijaga tingkat stress dan kenyamanannya. Salah satu faktor yang berpengaruh adalah suhu. Suhu tinggi pada kandang ayam sangat rentan membuat ayam stress dan tidak nyaman. Berdasarkan hal tersebut, maka dibuatlah sebuah sistem kendali yang dapat mengatur tingkat suhu dan sirkulasi udara pada kandang ayam. Sistem yang dibangun menggunakan sensor suhu, kelembapan dan kecepatan angin dengan kendali aktuator sebuah fan motor. Sistem ini dibangun dengan menggunakan Controllino dan Labview sebagai kendali utamanya yang akan menerapkan sistem kendali fuzzy. Hasil dari penelitian ini berupa tingkat akurasi dari penerapan metode fuzzy pada pengendalian suhu dari kandang ayam.

Kata Kunci: Sistem Kendali, Fuzzy Logic, Labview, Controllino, Peternakan Ayam

ABSTRACT

In this era, the technology development is increasing rapidly. Especially in the field of control systems. One of the development is a controlling method known as fuzzy logic control. This method applies a simple system with reliable output. Control systems applied in various fields, including in livestock industry. In livestock industry, one of the largest end product is eggs. Eggs are a commodity that cannot be separated from everyday life. To get high quality eggs, laying hens in their cages must be kept in certain condition so they are relaxed and comfortable. One of the influencing factors is the temperature in the cage. High temperature in the chicken coop can make the chickens stressed out and uncomfortable. Based on this, a control system is made to regulate the level of temperature and air circulation in the chicken coop. The system uses temperature, humidity and wind speed sensors which control a fan motor speed. This system is built using Controllino and Labview as the main controls which implement a fuzzy control system. The results of this study are the level of accuracy of the application of the fuzzy method in controlling the temperature of the chicken coop.

Keywords: Control System, Fuzzy Logic, Labview, Controllino, Chicken Farm

1 PENDAHULUAN

Ayam merupakan komoditas yang dikonsumsi banyak masyarakat. Namun selain dagingnya yang dapat dikonsumsi, ayam memiliki telur yang dapat dikonsumsi. Telur didapatkan dari berbagai jenis ayam, namun terdapat ayam yang khusus dibudidayakan untuk menghasilkan telur yang berkualitas, disebut ayam petelur [1]. Di Indonesia ayam petelur telah dibudidayakan hingga mencapai tahap industri peternakan.

Salah satu contohnya adalah PT. Vibest Sukses Abadi (VSA) bertempat di Jonggol, yang merupakan industri yang fokus utamanya adalah memproduksi telur setiap harinya. Perusahaan peternakan ayam petelur ini, memiliki permasalahan pada ayamnya. Yakni tingkat stres ayam yang meningkat ketika suhu pada kandang sedang tinggi ataupun sirkulasi udara yang minim, seperti pada [2]. Hal ini menyebabkan ayam yang ditenak menjadi kurang produktif dan juga tidak dapat menghasilkan telur dengan kualitas yang baik. Sehingga kerugian yang dihasilkan terhitung tinggi dan berdampak buruk juga pada kesehatan ayam petelur, seperti yang di jelaskan pada [3] [4].

Dengan pesatnya perkembangan teknologi saat ini, banyak teknologi yang dimanfaatkan pada berbagai macam bidang industri. Sistem kendali merupakan metode yang banyak digunakan di industri hingga sekarang ini. Salah satu contohnya adalah sistem kendali logika *fuzzy* [5] - [9] Sistem kendali ini menawarkan kemudahan dalam implementasinya yang tidak perlu menggunakan perhitungan matematika yang rumit, melainkan dengan argumentasi samar. Sistem kendali logika *fuzzy* akan digunakan pada penelitian ini karena kemudahan dan hasil yang cukup akurat [10] [11] [12]. Dan sebagai perangkat lunaknya, digunakanlah Labview, yang merupakan perangkat lunak berupa antarmuka sekaligus pengolah data yang handal. Labview dapat dengan mudah digunakan, karena dalam memprogram aplikasi tersebut menggunakan blok diagram. Labview memiliki banyak fitur yang ditawarkan, salah satunya adalah fitur kendali *fuzzy logic*, sehingga sistem kendali logika *fuzzy* dapat dengan mudah di implementasikan [13] [14] [15]. Kemudian pengendali yang digunakan adalah *Controllino*. *Controllino* merupakan mikrokontroler *open-source*, sehingga pengaturan dan perancangan lebih lanjut dapat dilakukan dengan mudah. Lalu *Controllino* sendiri telah memenuhi standar pada industri, sehingga membuat mikrokendali ini layak digunakan pada industri yang memiliki lingkungan ekstrim. *Controllino* juga mudah digunakan dan memiliki banyak fitur, sehingga dalam pembangunan sistem menjadi lebih mudah [16]. Sistem akan menggunakan sensor suhu dan kelembapan serta sensor kecepatan angin sebagai masukannya. Kemudian untuk aktuator yang dikendalikan akan menggunakan motor kipas dengan *driver* motor sebagai pengatur kecepatan motor tersebut.

Pada penelitian yang dilakukan oleh [12], penelitian bertujuan untuk mendefinisikan apakah ayam ideal atau tidak, dilihat dari umur dan suhu dari ayam yang terukur. Sistem dilakukan menggunakan sistem *fuzzy* dengan metode Sugeno, seperti halnya pada [17] - [20]. Pada bagian nilai masukan digunakan sensor LM35 serta untuk keluaran berupa *statement* yang mendefinisikan ayam apakah ideal atau tidak sesuai dengan umur ayam yang di pantau. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa sistem *fuzzy* metode sugeno bekerja dengan baik dan tingkat akurasi antara simulasi dengan realisasi sebesar 90% [12].

Pada penelitian yang dilakukan oleh [10], penelitian bertujuan untuk mengatur suhu dan kelembapan anak ayam agar didapatkan anak ayam yang memiliki suhu tubuh optimal, sehingga ketika dewasa ayam memiliki kualitas yang baik. Penelitian dilakukan menggunakan sensor suhu dan kelembapan SHT11, serta pengendali berupa Arduino UNO. Sistem juga dilengkapi konveyor berjalan, untuk memudahkan dalam pembersihan kotoran. Metode pengendalian yang dilakukan menggunakan logika *fuzzy*. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan penggunaan metode logika *fuzzy* yang diterapkan pada sistem kendali suhu dan kelembapan pada masa *brooding* dapat berjalan dengan baik, dengan tingkat suhu yang dapat dipertahankan berkisar 35-37°C dan dengan kelembapan yang secara terus menerus bersilasi dengan kelembapan terendah adalah sekitar 60% dan kelembapan tertinggi yang dapat dicapai adalah 64%, sehingga hal ini sesuai dengan keadaan suhu dan kelembapan yang dibutuhkan oleh DOC ayam broiler. Selain itu sistem kendali suhu dan kelembapan ini akan berjalan dengan maksimal apabila ventilasi 1, ventilasi 2, dan tutup pada kandang selalu dalam keadaan tertutup. Pada masa *after brooding*, sistem pengendali suhu dan kelembapan akan dapat berfungsi dengan baik jika tidak diberikan gangguan, karena jika diberikan gangguan kelembapan akan terganggu menjadi 55%, sedangkan suhu masih terjaga sesuai dengan suhu yang diinginkan [10].

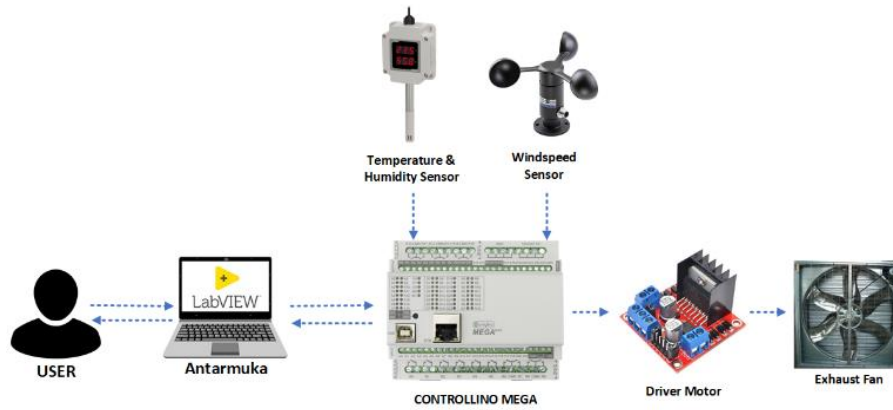
Pada penelitian yang dilakukan oleh [11], penelitian bertujuan untuk suhu ideal pada kandang ayam broiler dengan menggunakan sistem kendali logika *fuzzy* dengan metode Tsukamoto. Penelitian dilakukan dengan menggunakan aplikasi yang dibuat menggunakan perangkat lunak C++. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa aplikasi penerapan *fuzzy logic* Tsukamoto untuk penentuan suhu ideal kandang ayam broiler telah berhasil dibangun dalam bentuk simulasi perangkat lunak C++. [11].

Dari latar belakang tersebut, maka dibuatlah makalah ini, yang bertujuan untuk membantu pengelolaan kenyamanan dan tingkat stres dari ayam petelur. Alat ini memiliki fungsi mengendalikan suhu kandang ayam agar tetap pada suhu yang normal sehingga dapat mengurangi tingkat stress pada ayam dan dapat meningkatkan kualitas produksi telur.

2. BAHAN DAN METODA

2.1 Gambaran Umum Sistem

Gambaran umum sistem pengendalian kecepatan angin sebagai sistem pengendalian suhu pada peternakan ayam di PT. Vibest Sukses Abadi menggunakan *Controllino* berbasis Labview dan sensor *wind speed* 0-30 rpm dan untuk temperatur sensor menggunakan sensor THD_DD1. Gambar 1 menunjukkan gambaran umum sistem yang telah dibangun.



Gambar 1. Gambaran umum sistem

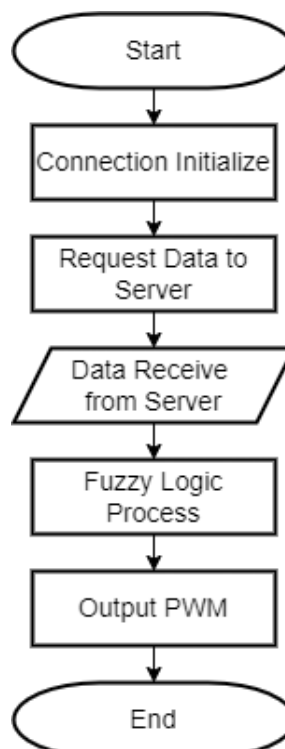
2.2 Perancangan Sistem

Perancangan pada sistem ini dibagi atas 3 bagian utama yaitu :

1. Perancangan sistem *fuzzy*
2. Perancangan sistem mikrokontroler
3. Perancangan *hardware*

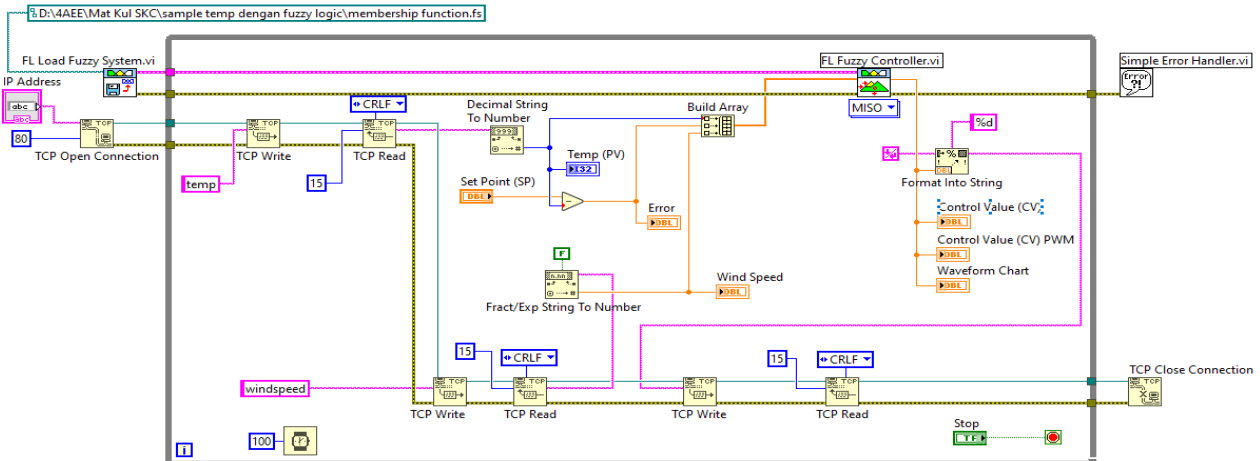
2.2.1 Perancangan Sistem *Fuzzy*

Perancangan sistem *Fuzzy* pada penelitian ini dapat dilihat dari pada Gambar 2.



Gambar 2. Blok diagram *fuzzy*

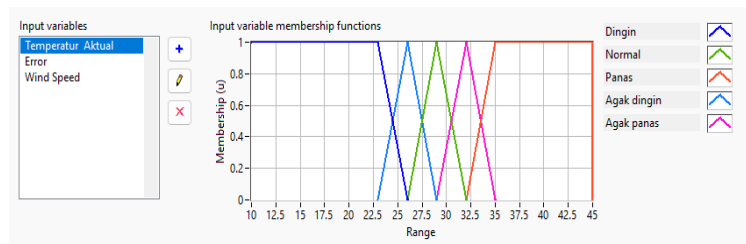
Untuk rangkaian blok diagram *fuzzy* pada penelitian ini dapat di lihat pada Gambar 3.



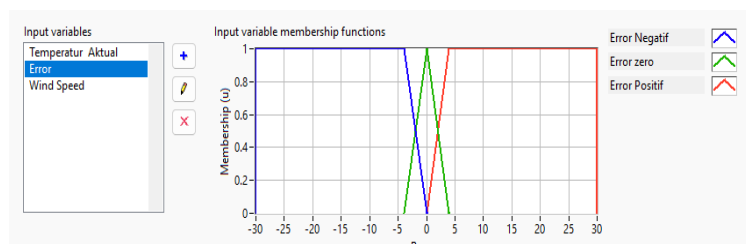
Gambar 3. Blok diagram rancangan fuzzy

Pada penelitian yang di oleh [21], penggunaan protokol *ethernet* lebih fleksibel di aplikasikan. Pada desain skema rangkaian pada penelitian ini prokotel komunikasi antara mikrokontroler *Controllino* dengan *fuzzy* menggunakan protokol *ethernet* melalui port *ethernet* [21].

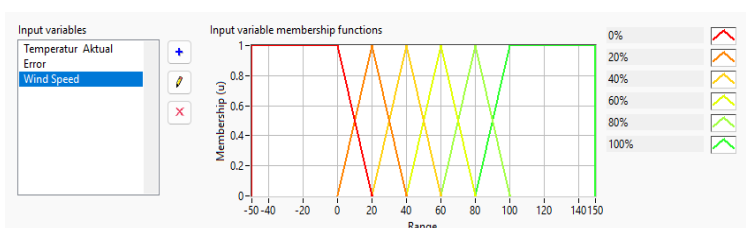
Desain *membership function fuzzy* yang digunakan dalam desain sistem *fuzzy* pada penelitian ini menggunakan metoda Sugeno. Berikut grafik dari *membership function* yang dibutuhkan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4, 5 dan 6 masing-masing terdiri dari *membership function temperature*, *membership function wind speed*, dan *membership function error*.



Gambar 4. Membership function temp

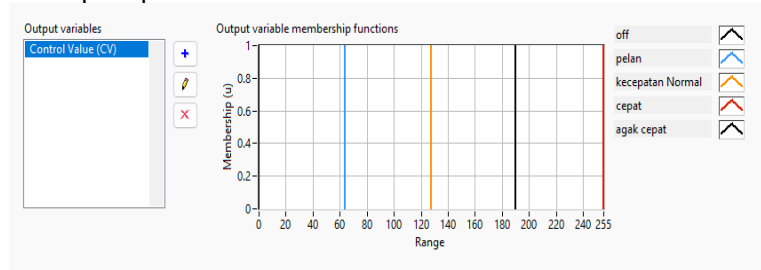


Gambar 5. Membership function error



Gambar 6. Membership function error

Sedangkan untuk desain *output variable* pada desain *fuzzy* juga menggunakan desain Sugeno. *Membership function* keluaran *output* pada *Pulse Width Modulation* dapat dijelaskan pada *membership control value* pada *output variable* seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Membership function variable output.

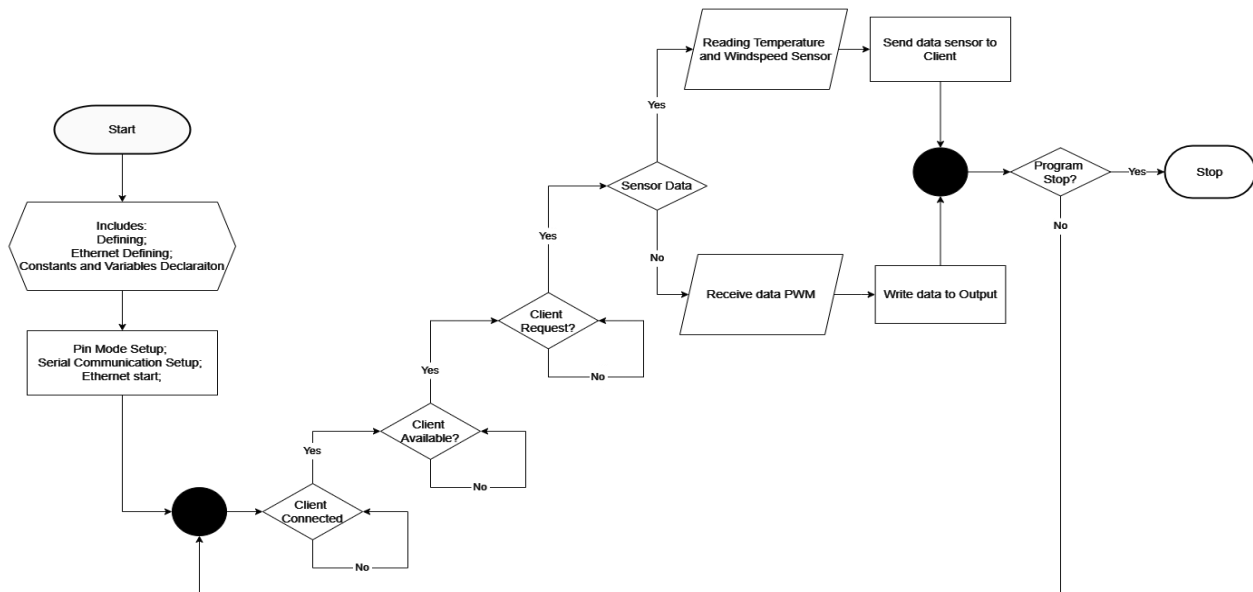
Desain *fuzzy* selanjutnya adalah menentukan *rules* untuk menetapkan kerja dari membership function yang sudah ada. Dari *variable input* dan *output* pada *membership function fuzzy* desain *rule* yang diterapkan pada sistem alat pengontrolan suhu dan *wind speed* ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rules fuzzy

Table Fuzzy		Temperatur Aktual				
		Dingin	Agak Dingin	Normal	Agak Panas	Panas
Error	Negatif	Pelan	Pelan	Normal	Agak kencang	Kencang
	Zero	Pelan	Pelan	Normal	Normal	Kencang
	Positif	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
Wind Speed	0%	Pelan	Normal	Normal	Kencang	Kencang
	20%	Pelan	Pelan	Normal	Agak Kencang	Kencang
	40%	OFF	Pelan	Pelan	Agak Kencang	Agak Kencang
	60%	OFF	OFF	Pelan	Normal	Agak Kencang
	80%	OFF	OFF	OFF	Normal	Normal
	100%	OFF	OFF	OFF	Normal	Pelan

2.2.2 Perancangan Sistem Mikrokontroler *Controllino*

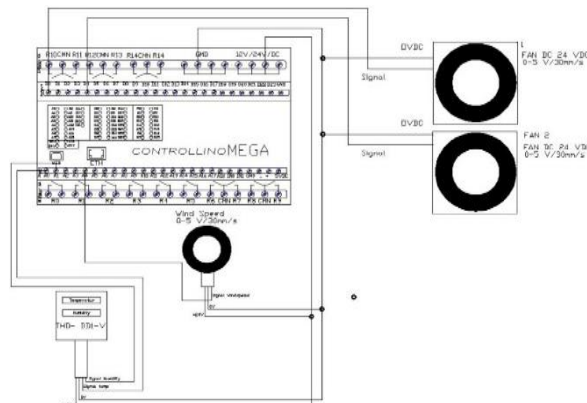
Perancangan sistem mikrokontroler *Controllino* pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Blok diagram mikrokontroler *Controllino*

2.2.3 Perancangan *Hardware*

Rangkaian desain *hardware* perancangan sistem ini dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Perancangan *hardware*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

Hasil perancangan *hardware* sistem pengendalian kecepatan angin sebagai sistem kendali suhu pada perternakan ayam di PT. Vibest Sukses Abadi Jonggol menggunakan *Controllino* berbasis *Labview* dapat di lihat pada gambar berikut :

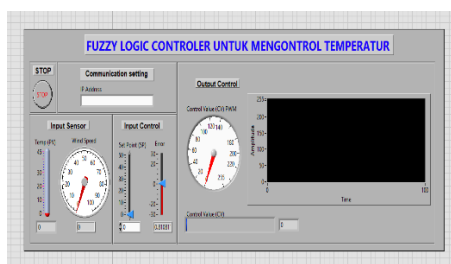


Gambar 10. Hasil rancangan *hardware*

Dan untuk hasil perancangan *software*-nya dapat dibagi dua, yang terdiri dari dua program kontrol yaitu program *fuzzy* dan pemrograman *mikrokontroler*.

3.1.1 Program *fuzzy*

Program *fuzzy* yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Program *fuzzy* *Labview*

3.1.2 Pemrograman Mikrokontroler *Controllino*

Hasil perancangan mikrokontroler *Controllino* dapat dibagi atas beberapa bagian program yakni *library*, *define pin*, *ethernet hardware address*, *define variable*, *pin mode/serial setup/server start*, program pembacaan *string* dari *server client*, program *send* nilai PWM ke *client*, program pembacaan sensor/pengolahan dan program konversi nilai. Dari program yang telah dibuat, maka dilakukan pengujian nilai PWM terhadap kecepatan angin dengan temperatur yang bervariasi. Berikut ini Tabel 2, 3, 5 dan 6 menunjukkan nilai hasil pengujian.

Tabel 2. Pengujian nilai pwm vs *wind speed* dengan suhu aktual 26-31° celcius

No	Nilai <i>Wind Speed</i>	PWM Motor (maks 255)	Hasil Uji
1	0 rpm	180	Putaran motor normal sesuai yang diinginkan
2	6 rpm	180	Putaran motor normal sesuai yang diinginkan
3	12 rpm	120	Putaran motor pelan sesuai yang diinginkan
4	18 rpm	120	Putaran motor pelan sesuai yang diinginkan
5	24 rpm	0-60	Putaran motor <i>off</i> /tidak bergerak pelan sesuai yang diinginkan
6	30 rpm	0-60	Putaran motor <i>off</i> /tidak bergerak pelan sesuai yang diinginkan

Tabel 3. Pengujian nilai pwm vs *wind speed* dengan suhu aktual 23-29 °celcius

No	Nilai <i>Wind Speed</i>	PWM Motor (maks 255)	Hasil Uji
1	0 rpm	120	Putaran motor pelan sesuai yang diinginkan
2	6 rpm	120	Putaran motor pelan sesuai yang diinginkan
3	12 rpm	0-60	Putaran motor <i>off</i> /tidak bergerak pelan sesuai yang diinginkan
4	18 rpm	0-60	Putaran motor <i>off</i> /tidak bergerak pelan sesuai yang diinginkan
5	24 rpm	0-60	Putaran motor <i>off</i> /tidak bergerak pelan sesuai yang diinginkan
6	30 rpm	0-60	Putaran motor <i>off</i> /tidak bergerak pelan sesuai yang diinginkan

Tabel 4. Pengujian nilai pwm vs *wind speed* dengan suhu aktual 29-35 °celcius

No	Nilai <i>Wind Speed</i>	PWM Motor (maks 255)	Hasil Uji
1	0 rpm	225	Putaran motor agak kencang sesuai yang diinginkan
2	6 rpm	225	Putaran motor agak kencang sesuai yang diinginkan
3	12 rpm	120	Putaran motor pelan sesuai yang diinginkan
4	18 rpm	120	Putaran motor pelan sesuai yang diinginkan
5	24 rpm	120	Putaran motor pelan sesuai yang diinginkan
6	30 rpm	120	Putaran motor pelan sesuai yang diinginkan

Tabel 5. Pengujian nilai pwm vs *wind speed* dengan suhu aktual ≤ 23 °celcius

No	Nilai <i>Wind Speed</i>	PWM Motor (maks 255)	Hasil Uji
1	0 rpm	120	Putaran motor pelan sesuai yang diinginkan
2	6 rpm	120	Putaran motor pelan sesuai yang diinginkan
3	12 rpm	0-60	Putaran motor <i>off</i> /tidak bergerak pelan sesuai yang diinginkan
4	18 rpm	0-60	Putaran motor <i>off</i> /tidak bergerak pelan sesuai yang diinginkan
5	24 rpm	0-60	Putaran motor <i>off</i> /tidak bergerak pelan sesuai yang diinginkan
6	30 rpm	0-60	Putaran motor <i>off</i> /tidak bergerak pelan sesuai yang diinginkan

Tabel 6. Pengujian nilai pwm vs *wind speed* dengan suhu aktual ≥ 35 °celcius

No	Nilai <i>Wind Speed</i>	PWM Motor (maks 255)	Hasil Uji
1	0 rpm	225	Putaran motor kencang sesuai yang diinginkan
2	6 rpm	225	Putaran motor kencang sesuai yang diinginkan
3	12 rpm	225	Putaran motor agak kencang sesuai yang diinginkan
4	18 rpm	225	Putaran motor agak kencang sesuai yang diinginkan
5	24 rpm	180	Putaran motor normal sesuai yang diinginkan
6	30 rpm	120	Putaran motor pelan sesuai yang diinginkan

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisa dapat diambil beberapa kesimpulan. Dalam melakukan integrasi *Controllino* dengan *LabView*, inialisasi data protokol *ethernet* antara server dan klien harus didefinisikan terlebih dahulu pada program mikrokontroler *Controllino*. Komunikasi antara *LabView* dan mikrokontroler *Controllino* menggunakan *ethernet* menghasilkan data yang stabil. Respons antara mikrokontroler *Controllino* dan *LabView* sangat responsif serta transfer data tidak menimbulkan *delay*. Pengontrolan kecepatan angin dengan menggunakan sensor *wind speed* dengan spesifikasi 30 rpm sangat responsif dan data yang dikirim ke mikrokontroler *Controllino* tidak mengalami *delay*.

Data pembacaan temperatur aktual menggunakan sensor THP DD juga cukup andal, dan data yang dikirim ke mikrokontroler *Controllino* tidak mengalami *delay*. Pembacaan sensor ini harus dibuat dengan persamaan linier sehingga dapat terbaca pada mikrokontroler *Controllino*. Rule *fuzzy* yang didesain sudah sesuai dengan skema yang diinginkan oleh plant ayam, di mana temperatur yang diinginkan sesuai dengan aliran udara yang didesain. Hasil perancangan *hardware* sistem pengendalian kecepatan angin sebagai sistem kendali suhu pada peternakan ayam di PT. Vibest Sukses Abadi Jonggol menggunakan *Controllino* berbasis *LabView* ini masih perlu dikembangkan untuk ditambahkan dengan parameter kelembapan (*humidity*) dan juga masih dapat dikembangkan dengan fitur *IoT* sehingga pengontrolan dapat lebih fleksibel.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Perancangan *hardware* sistem pengendalian kecepatan angin sebagai sistem kendali suhu pada peternakan ayam di PT. Vibest Sukses Abadi Jonggol menggunakan *Controllino* berbasis *Labview* ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak yang sudah mendukung, terutama manajemen PT. Vibest Sukses Abadi, tempat penelitian ini dikerjakan. Penulis pertama juga mengucapkan terima kasih kepada Surniahyati, yang selalu menjadi pendorong utama kemajuan diri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Oriesta, A. Harmayanda, D. Rosyidi, and O. Sjojfan. (2016). *Evaluasi Kualitas Telur Dari Hasil Pemberian Beberapa Jenis Pakan Komersial Ayam Petelur*, J-PAL, vol. 7, no. 1, 2016. <https://jpal.ub.ac.id/index.php/jpal/article/view/213>
- [2] C. G. N. Putra, R. Maulana, H. Fitriyah. (2018). *Otomasi kandang dalam rangka meminimalisir heat stress pada ayam broiler dengan metode Naive Bayes*. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. Vol. 2, No. 1, hlm. 387-394, 2018. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/831>
- [3] I. M. S. Yasa, I. K. Darminta, I. K. Ta. (2019). *Kontrol heat stress index ruangan ayam broiler pada periode brooding secara otomatis berbasis Arduino-Uno*. Jurnal Poli-Teknologi. scholar.archive.org; 2019. <http://dx.doi.org/10.32722/pt.v18i2.1433>
- [4] E. Wiedosari, S. Wahyuwardani. (2015). *Studi kasus penyakit ayam pedaging di Kabupaten Sukabumi dan Bogor*. Jurnal Kedokteran Hewan, Vol. 9, No. 1, 2015. <https://doi.org/10.21157/j.ked.hewan.v9i1.2777>
- [5] A. P. Junfithrana, I. H. Kusumah, A. Suryana, Edwinanto, M. Artiyasa, A. D. Wibowo. (2019). *Identifikasi Gas terlarut Minyak Transformator dengan Menggunakan Logika Fuzzy Menggunakan Metode TDCG untuk Menentukan Kondisi Transformator 150 KV*, Fidelity, vol. 1, no. 1, pp. 11-15, 2019. <https://doi.org/10.52005/fidelity.v1i1.122>
- [6] A. A. Sri Hardini, I. N. S. Wijaya, and D. A. Setyono. (2022). *Penilaian Tingkat Keberlanjutan Ekonomi Kampung Industri Di Kota Malang Dengan Pendekatan Logika Fuzzy*, Jurnal Tata Kota dan Daerah (TAKODA), vol. 14, no. 1, pp. 9–20, Aug. 2022. <https://doi.org/10.21776/ub.takoda.2022.014.01.2>
- [7] D. E. H. Purnomo, Y. A. Sunardiansyah, A. N. Fariza. (2020). *Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto dalam Membantu Perencanaan Persediaan Bahan Baku Kayu pada Industri Furnitur*. Industry Xplore, Vol 5 No 2, 2020. <https://doi.org/10.36805/teknikindustri.v5i2.1125>
- [8] I. H. Lahay, H. Hasanuddin, J. D. Giu, M. G. Bawole. (2023). *Penentuan Grade Kopra Dengan Penerapan Metode Logika Fuzzy*. Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering, Vol 5, No 1, 2023. <https://doi.org/10.37905/jjee.v5i1.17073>
- [9] T. U. Azmi, H. Haryanto, T. Sutojo. (2018). *Prediksi Jumlah Produksi Jenang di PT Menara Jenang Kudus Menggunakan Metode Logika Fuzzy Tsukamoto*. Sisfotenika, Vol 8, No 1, 2018. <http://dx.doi.org/10.30700/jst.v8i1.176>
- [10] A. A. Pratama, A. Rusdinar, and B. Setiadi. (2015). *Perancangan Dan Realisasi Prototype Sistem Kontrol Otomatis Untuk Kandang Anak Ayam Menggunakan Metode Logika Fuzzy (Pemberi Pakan, Conveyor Berjalan, Kendali Suhu Dan Kelembaban)*. Universitas Telkom, Skripsi, 2015. <https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id/pustaka/100425/perancangan-dan-realisasi-prototype-sistem-kontrol-otomatis-untuk-kandang-anak-ayam-menggunakan-metode-logika-fuzzy-pemberi-pakan-conveyor-berjalan-kendali-suhu-dan-kelembaban-.html>
- [11] A. F. Tasidjawa, I. P. Saputro, and T. Ch. Suwanto. (2018). *Penerapan Fuzzy Logic Tsukamoto Untuk Penentuan Suhu Ideal Pada Kandang Ayam Boiler*, Jurnal REALTECH, vol. 14, no. 1, pp. 42–48, Apr. 2018. <https://repo.unikadelasalle.ac.id/335/>
- [12] D. Y. Darmawi, G. W. Nurcahyo, and S. Sumijan. (2020). *Fuzzy Sistem Fuzzy Menggunakan Metode Sugeno Dalam Akurasi Penentuan Suhu Kandang Ayam Pedaging*, Jurnal Informasi dan Teknologi, Sep. 2020, doi: <https://doi.org/10.37034/jidt.v3i2.95>
- [13] D. Somwanshi, M. Bundele, G. Kumar, G. Parashar. (2019). *Comparison of fuzzy-PID and PID controller for speed control of DC motor using LabVIEW*. Procedia Computer Science, Vol 152, Pages 252-260, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.05.019>
- [14] A. Rai, D. K. Das and M. M. Lotha. (2019). *LabVIEW Platform based Real-time Speed Control of a DC Servo Motor With Fuzzy-PI Controller*, 2019 International Conference on Electrical, Electronics and Computer Engineering (UPCON), Aligarh, India, 2019, pp. 1-4, doi: <https://doi.org/10.1109/UPCON47278.2019.8980036>.
- [15] J. Buele, J. Espinoza, M. Pilatasig, F. Silva, A. Chuquitarco, J. Tigse, J. Espinosa, L. Guerrero. (2018). *Interactive System for Monitoring and Control of a Flow Station Using LabVIEW*. In: Rocha, Á., Guarda, T. (eds) Proceedings of the International Conference on Information Technology & Systems (ICITS 2018). ICITS 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 721. Springer, Cham. 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73450-7_55.

- [16] Controllino. "Controllino Mega – Controllino." <https://www.controllino.com/product/controllino-mega/> (accessed Feb. 03, 2022).
- [17] I. Larasati, N. Y. D. Setyaningsih, M. Iqbal, *Sistem Kendali Suhu Penetas Telur Ayam Berbasis Java dan Fuzzy Logic Control*. Simetris: Jurnal Teknik Industri, Mesin Elektro dan Ilmu Komputer, Vol 10, No 1, 2019. <https://doi.org/10.24176/simet.v10i1.2826>
- [18] A. A. Kasim, R. Maulana, G. E. Setyawan. *Implementasi Otomasi Kandang dalam Rangka Meminimalisir Heat Stress pada Ayam Broiler dengan Metode Fuzzy Sugeno*. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Vol. 3, No. 2, hlm. 1403-1410, 2019. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/4388>
- [19] R. E. Juwita, A. Selao, A. *Menentukan Volume Produksi Ayam Dengan Memilih Pakan Ayam Menggunakan Metode Sugeno*. Jurnal Sintaks Logika, Vol 2, No 3, 2022. <https://doi.org/10.31850/jsilog.v2i3.1849>
- [20] D. Kurnia, J. Hendrawan. (2018). *Perancangan Dan Penerapan Sistem Pengering Ikan Otomatis Menggunakan Logika Fuzzy Pada Mikrokontroler Atmega32a*. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Informasi (SENSASI), 2018. <https://ijcoreit.org/index.php/coreit/article/view/73>
- [21] K. I. Ghozzali, Kurniawan, Taufiqurrahman, Taufik, W. T. Sesulihatien, Wahyu, R. T. Widodo, Rusminto. (2011). *Perancangan Komunikasi Data Terintegrasi Pada Programmable Logic Controller Via Contoller Link Network Dan Ethernet Device*, Surabaya, 2011. <http://repo.pens.ac.id/id/eprint/1319>