

Penerapan *Fuzzy Logic Control* Untuk Sistem Pengaturan Kelembaban Udara Pada *Greenhouse*

Kharis Sugiarto¹, Supriatna Adhisuwignjo², Denda Dewatama³

¹Fakultas Teknik, Politeknik Ilmu Pelayaran Balikpapan, Indonesia

^{2,3}Fakultas Teknik, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

kharissugiarto7@gmail.com¹, supriatna@polinema.ac.id², denda.dewatama@polinema.ac.id³

Abstrak

Kelembaban udara pada *greenhouse* khususnya selada keriting merupakan hal yang penting. Hal ini penting karena menanam selada keriting dengan kelembaban kurang dapat menyebabkan kematian. Dengan adanya masalah ini diperlukan sistem kontrol kelembaban udara. Aplikasi dari *fuzzy logic control* diharapkan untuk memecahkan masalah regulasi kelembaban udara pada *greenhouse*. Sensor yang digunakan adalah sensor DHT11. *Fuzzy logic* yang diterapkan memiliki 25 aturan, yang diperoleh dari 5 fungsi keanggotaan *error* dan 5 fungsi keanggotaan *deltaerror*. Penelitian ini menggunakan sistem inferensi *fuzzy* dengan metode *mamdani* untuk kontrol kelembaban udara dalam *greenhouse*. Pada aplikasi kontrol *fuzzy* untuk mencapai *set-point* kelembaban dari 60% ke kondisi 79%, diperoleh nilai parameter *transient* yaitu waktu tunak (*ts*) 570 detik, waktu naik (*tr*) 485 detik, waktu tunda (*td*) 60 detik, *error steady state* yaitu 0,7% dan tanpa *overshoot*. Pada aplikasi kontrol *fuzzy* untuk mencapai *setpoint* dari kelembaban udara 60% RH menjadi 79% RH membutuhkan 600 detik.

Kata Kunci : DHT11, *Fuzzy Logic Controller*, *Greenhouse*, Kelembaban udara, Selada keriting

Abstract

Air humidity in greenhouse, especially the sativa L. lettuce is important. This is important because planting sativa L. lettuce with less humidity can cause death. Given these problems required humidity control system. Application of fuzzy logic control is expected to solve the problem of regulation of humidity in the greenhouse. The sensor used is a DHT11 sensor. Fuzzy logic rules are applied has 25, which is obtained from the membership functions 5 errors and 5 membership functions deltaerror. This study uses fuzzy inference system with mamdani method to control humidity in the greenhouse. On the application of fuzzy control to achieve setpoint of 60% RH to 79% RH humidity conditions, namely transient parameters obtained (ts) 570 seconds, (tr) 485 seconds, (td) 60 seconds, the steady state error 0.7% and without overshoot. On the application of fuzzy control to achieve setpoint requires 600 seconds.

Keywords : DHT11, *Fuzzy Logic Controller*, *Greenhouse*, Humidity, *sativa L. lettuce*

I. PENDAHULUAN

Pengaturan kelembaban udara pada *greenhouse* khususnya selada keriting merupakan hal yang penting. Hal ini menjadi penting disebabkan penanaman selada keriting dengan kelembaban udara yang kurang dapat mengakibatkan gangguan pada pertumbuhan serta dapat menyebabkan kematian. Dengan adanya masalah ini diperlukan sistem kontrol kelembaban udara. Untuk mendeteksi keadaan kelembaban udara pada *greenhouse* menggunakan sensor DHT11. Pada sistem kontrol kelembaban ini menggunakan *fuzzy logic controller*. *Fuzzy logic controller* mulai dikenalkan sekitar tahun 1960-an[1]. Konsep ini menjadi pilihan karena secara controller mudah dimengerti, metode *fuzzy logic* ini dapat bekerja pada situasi yang memiliki variasi parameter dan struktur dari *plant* dengan tingkat ketidak pastian

besar[2]. *Fuzzy logic control* banyak diterapkan dalam berbagai aplikasi[2]–[6]. *Fuzzy logic* ini memiliki beberapa pengembang metode diantaranya metode *mamdani* yang diperkenalkan oleh Ibrahim *mamdani*. Metode *mamdani* ini sering disebut dengan metode *min-max*[7]. Pada penelitian ini menggunakan inferensi *fuzzy* dengan metode *mamdani* untuk menyelesaikan masalah pengaturan kelembaban pada *green house*.

II. METODOLOGI

2.1. *Greenhouse*

Greenhouse merupakan sebuah bangunan yang dibuat untuk pelindung berbagai bentuk media tanam dan tanaman[8]. Pada dewasa ini *greenhouse* bukan hal yang istimewa akan tetapi hal yang bisa dibuat oleh setiap pengembang pertanian. *Greenhouse* bisa

dibuat dari berbagai bentuk bahan baik dari kayu, aluminium, sampai besi. *Greenhouse* bukan lagi bangunan yang dibentuk dari kaca, akan tetapi banyak jenis yang intinya bahan tersebut dapat digunakan untuk melindungi dari gelombang *ultraviolet* yang berlebih. Penelitian ini menggunakan bahan plastik untuk membentuk *greenhouse*.

Greenhouse sendiri dipengaruhi beberapa faktor yang rentan dan harus dijaga diantaranya suhu ruang, intensitas cahaya, serta kelembaban udara. Pada penelitian ini membahas sistem kontrol kelembaban udara dalam *greenhouse*[9].

2.2. Selada Keriting

Selada keriting ialah sayuran semusim yang banyak di budidayakan oleh masyarakat. Selada keriting memiliki daun yang tersusun tidak beraturan dan batang pendek tertutup oleh daun, seperti ditunjukkan dalam gambar 1. Selada tumbuh dengan baik pada kisaran kelembaban 76%-80% RH[10]. Pada penelitian menggunakan sampel kelembaban ke-31 dengan setpoint dari kelembaban 60% RH menjadi 79% RH.



Gambar 1 Selada Keriting

2.3. Sensor Kelembaban Udara

Sensor kelembaban udara yang digunakan pada sistem kontrol ini adalah DHT11, seperti ditunjukkan pada gambar 2. *Sensor* kelembaban udara DHT11 merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk mendeteksi kelembaban udara serta suhu dan mengubah pembacaan *sensor* menjadi sinyal digital. *Sensor* DHT11 memiliki fitur kalibrasi yang cukup akurat dari sensor kelembaban yang lain. Untuk tegangan *input* membutuhkan 5 volt dc, temperatur yang dapat dibaca 0 sampai dengan 50 derajat celsius dengan kesalahan *plus minus* 2 derajat celsius, untuk pembacaan kelembaban sensor ini mampu membaca dari 20 sampai dengan 90% RH dengan kesalahan *plus minus* 5% RH *error*[11].



Gambar 2 Sensor kelembaban udara DHT11

2.4. Fuzzy Logic

Sebelum adanya teori *fuzzy logic*, dikenal sebuah *Crisp logic* yang memiliki nilai salah atau benar secara tegas. Sedang *fuzzy logic* merupakan sebuah logika yang memiliki nilai ketidak pastian antar salah dan benar. *Fuzzy logic* sendiri dikemukakan pada tahun 1960 oleh Lotfi Zadeh. Dalam teori *fuzzy* suatu nilai bisa bernilai salah atau benar dalam waktu yang bersamaan, adapun besar kesalahan dan kebenaran tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya[1].

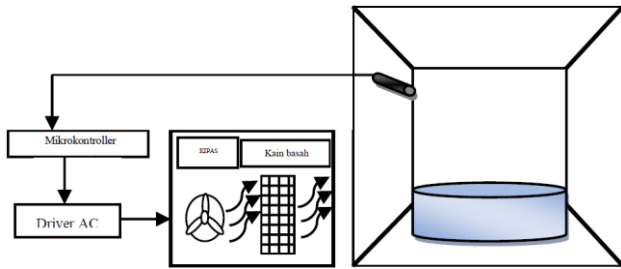
Metode mamdani diperkenalkan oleh Ebrahim mamdani (1975). Metode mamdani sering disebut dengan metode min-max. Menurut metode mamdani untuk mendapatkan output, diperlukan empat tahap:

- 1) Tahap pertama menentukan himpunan *fuzzy*. Pada langkah pertama proses *fuzzifikasi* yaitu menentukan *variable fuzzy* dan himpunan *fuzzy*. Selanjutnya menentukan *degree of match* antara data masukan *fuzzy* dan himpunan *fuzzy*-nya[12].
- 2) Tahap kedua fungsi *implikasi*. Pada metode mamdani fungsi implikasi yang digunakan yaitu min. Hasil implikasi dari setiap aturan kemudian digabungkan untuk memperoleh *infrensi fuzzy*-nya[13].
- 3) Tahap ketiga membentuk Komposisi aturan. Saat sistem terdiri dari beberapa aturan, maka *infrensi* diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Adapun metode yang digunakan *infrensi* sistem *fuzzy*, *fuzzy*, yaitu: *max*, *additive* dan *probabilistic OR*[12].
- 4) Tahapan keempat adalah *defuzzy*. Input proses *defuzzifikasi* adalah himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan *fuzzy*, sedang output yang diperoleh merupakan bilangan pada *domain* himpunan *fuzzy*[12].

2.5. Konfigurasi Sistem

Secara umum sistem pengaturan kelembaban udara dalam *greenhouse* terdiri dari beberapa bagian yang saling berhubungan. Adapun blok *diagram*

secara umum sistem pengaturan kelembaban udara dalam *greenhouse* dapat ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Blok Diagram kontrol kelembaban udara

2.6. Menentukan Variabel Input dan Output

Dalam pembentukan kontrol *fuzzy* langkah awal yang harus dilakukan adalah menentukan *variable input* dan *variable output*. Pada sistem kontrol *Variable input* yang digunakan yaitu kelembaban udara dalam *greenhouse* dan *variable output* berupa kipas angin (*fan AC*).

2.7. Membentuk Himpunan Fuzzy

Himpunan *fuzzy* merupakan keadaan tertentu dalam suatu *variable fuzzy*. *Variable* linguistik yang digunakan adalah sebagai berikut,

1) Variable Input

Semua *variable input* membentuk himpunan *fuzzy* dan semesta pembicaraan sebagai berikut,

- *Variable input* kelembaban udara = {Negatif Besar, Negatif Kecil, Zero, Positif Kecil, dan Positif Besar}.

2) Variable Output

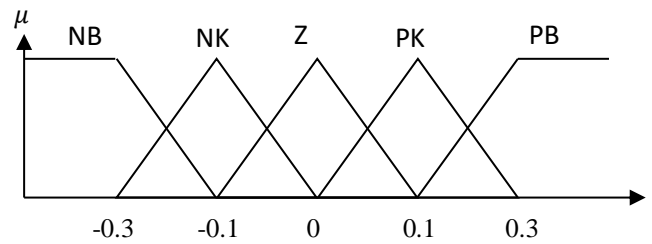
Semua *variable output* membentuk himpunan *fuzzy* dan semesta pembicaraan sebagai berikut,

- *Variable output* kipas angin = {Zero, Low, Medium, High, dan Very High}.

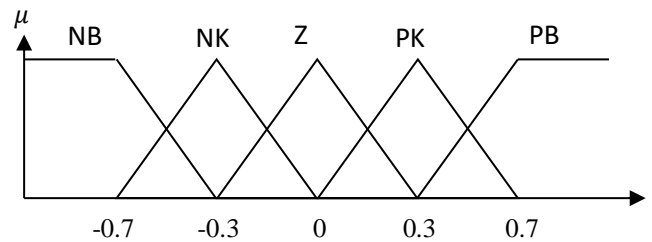
2.8. Membentuk Fungsi Keanggotaan Input Fuzzy

Fungsi keanggotaan masukan yang terbentuk dari *error* dan *deltaerror* terdiri atas lima label (NB), (NK), (Z), (PK), dan (PB). *Error* adalah nilai *setpoint* dikurangi dengan nilai yang diinginkan, sedangkan *deltaerror* diperoleh dari nilai *error* sekarang dikurangi nilai *error* sebelumnya. Data masukan dari fungsi keanggotaan didapat dari nilai keluaran sensor. Dalam penelitian fungsi keanggotaan masukan *error* dan masukan *deltaerror* diambil dari sampel ke-31. Fungsi keanggotaan *error* yang dimaksud adalah

seperti ditunjukkan Gambar 4 dan fungsi keanggotaan *deltaerror* ditunjukkan Gambar 5.



Gambar 4 Fungsi keanggotaan masukan error saat *setpoint* < 70%



Gambar 5 Fungsi keanggotaan masukan *deltaerror* saat *setpoint* < 70%

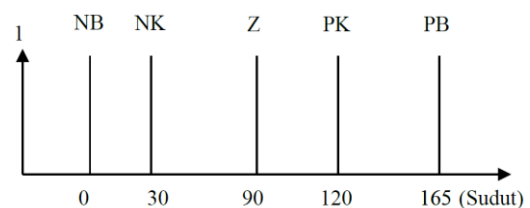
2.9. Membentuk Fungsi Keanggotaan Output Fuzzy

Fungsi keanggotaan keluaran yang terdiri atas lima label yang diubah dari *variable* linguistik kedalam *variable crisp*. *Variable output* yang dimaksudkan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Fungsi keanggotaan sistem

Sudut Picu Phasa	Label Output	Label konversi Output
0	Very High	Negatif Besar
30	High	Negatif Kecil
90	Medium	Zero
120	Low	Positif Kecil
165	Very High	Positif Besar

Fungsi keanggotaan untuk kipas dengan *sudut* penyalan 0 sampai 165 derajat. Fungsi keanggotaan *output* dinyatakan Negatif Besar (NB), Negatif Kecil (NK), Zero (Z), Positif Kecil (PK), dan Positif Besar (PB) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Fungsi keanggotaan output sudut phasa

Berdasarkan proses konversi ke program mikrokontroler adapun nilai untuk membentuk sudut penyalan kipas kedalam fungsi waktu seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Fungsi keanggotaan dalam fungsi waktu

Label Output	Sudut Picu Phasa	Konversi Dalam Fungsi Waktu (ms)
Negatif Besar	0	0
Negatif Kecil	30	1.6
Zero	90	5
Positif Kecil	120	6
Positif Besar	165	9

2.10. Membentuk Aturan-Aturan Fuzzy

Aturan *fuzzy* digunakan sebagai penentu keluaran dari fuzzifikasi yang akan diolah dalam proses defuzzifikasi, dengan jumlah aturan 25 macam. Aturan tersebut terbentuk dari lima fungsi keanggotaan *error* dan lima fungsi keanggotaan *deltaerror*. Aturan-aturan *fuzzy* yang terbentuk adalah seperti ditunjukkan Tabel 3.

Tabel 3 Aturan-aturan Fuzzy

e \ de	NB	NK	Z	PK	PB
NB	NB	NB	NB	NK	Z
NK	NB	NK	NK	Z	PB
Z	NB	NK	Z	PK	PB
PK	NB	Z	PK	PB	PB
PB	Z	PK	PB	PB	PB

2.11. Metode Infrensi Min-Max

Infrensi *min-max* diperoleh dari perbandingan antara nilai derajat keanggotaan *error* dan *deltaerror*. Selanjutnya, hasil dari perbandingan diambil nilai *min* dari derajat anggota keduanya. Perhitungan infrensi *min-max* pada sistem:

$$Error(t) = SP(t) - PV(t) \quad (1)$$

$$DeltaError(t) = Error(t) - Error(t-1) \quad (2)$$

Keterangan :

- $Error(t)$: kesalahan pada detik(t)
- $Error(t-1)$: kesalahan sebelum detik($t-1$)
- $SP(t)$: Nilai yang ingin dicapai
- $PV(t)$:Nilai sekarang
- $DeltaError$: simpangan antara *error* pada detik(t) dan ($t-1$)

Infrensi *Min-Max* saat sample ke-31 yaitu,

$$Error(t) = SP(t) - PV(t)$$

$$Error(30) = SP(30) - PV(30)$$

$$= 77 - 76.7$$

$$= 0.3$$

$$Error(t) = SP(t) - PV(t)$$

$$Error(31) = SP(31) - PV(31)$$

$$= 78 - 77.9$$

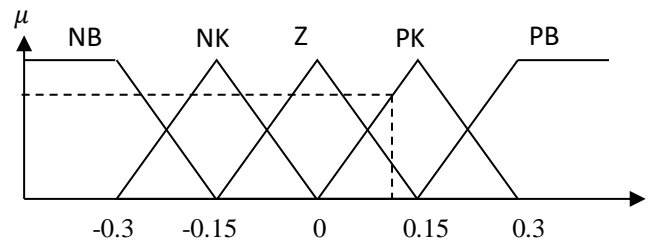
$$= 0.1$$

$$DeltaError(t) = Error(t) - Error(t-1)$$

$$DeltaError(31) = Error(31) - Error(30)$$

$$= 0.1 - 0.3$$

$$= -0.2$$

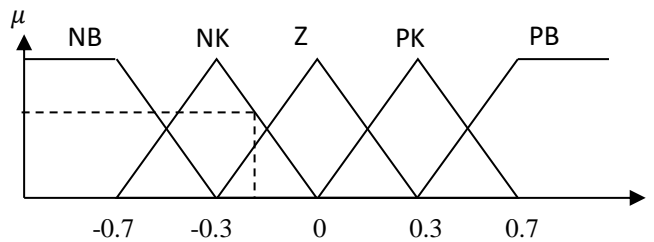


Gambar 7 Infrensi *Min-Max* saat sample ke-31

Nilai derajat keanggotaan *Error* :

$$Error = 0.8 [PK]$$

$$Error = 0.3 [Z]$$



Gambar 8 Infrensi *Min-Max* saat sample ke-31

Nilai derajat keanggotaan *DeltaError* :

$$DeltaError = 0.6 [NK]$$

$$DeltaError = 0.4 [Z]$$

Hasil :

$$Error1=0.8[PK] \rightarrow DeltaError1=0.6[NK]=0.6[Z]$$

$$Error1=0.8[PK] \rightarrow DeltaError2=0.4[Z]=0.4[PK]$$

$$Error2=0.3[Z] \rightarrow DeltaError1=0.6[NK]=0.3[NK]$$

$$Error2=0.3[Z] \rightarrow DeltaError2=0.4[Z]=0.3[Z]$$

2.12. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses untuk mengubah keluaran *fuzzy* menjadi keluaran *crisp*. Hasil defuzzifikasi inilah yang digunakan untuk mengatur besarnya sudut phasa. Metode defuzzifikasi yang digunakan adalah COA (*Center of Area*). Berdasarkan sampel ke-31 maka keluaran yang

didapat sebagai berikut,

$$U = \frac{\sum_{i=1}^n w_i u_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (3)$$

$$U = \frac{0.6 \times Z + 0.4 \times PK + 0.3 \times NK}{0.6 + 0.4 + 0.3}$$

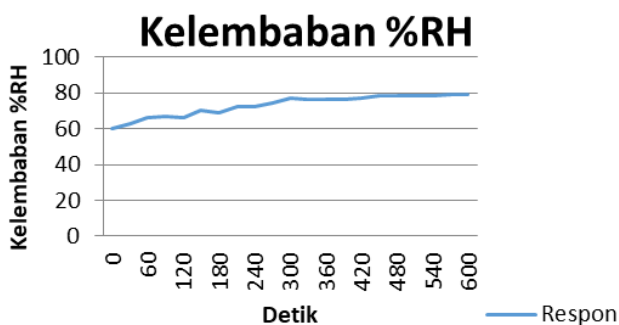
$$U = \frac{0.6 \times (0) + 0.4 \times (120) + 0.3 \times (30)}{0.6 + 0.4 + 0.3}$$

$$U = 43.84$$

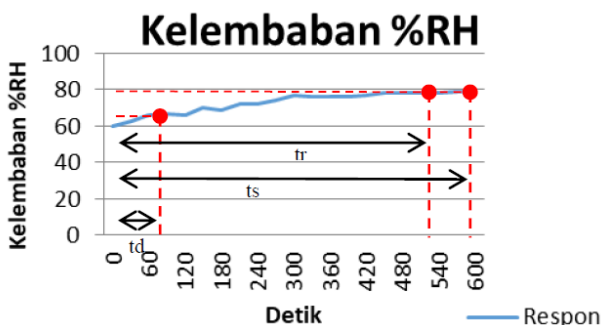
Dari hasil diatas merupakan perhitungan matematis dari sistem logika *fuzzy*. Dimana saat sampel ke-31 output yang dihasilkan 43.84. Hasil sampel ke-31 terletak diantara Negatif Besar dan Zero. Seperti yang ditunjukkan gambar 8. Dalam program hasil sampel ke-31 akan dibulatkan menjadi *integer*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini merupakan sampel ke-31 dengan setpoint dari kelembaban udara 60% RH menjadi 79% RH. Penelitian pada sampel ke-31 ini dilakukan dengan pemantauan secara berkala setiap 30 detik. Hasil respon kelembaban terhadap waktu dari sampel ke-31 ditampilkan dalam grafik seperti ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 9 Grafik Hasil respon dari pengaturan suhu dari 60% RH ke 79% RH terhadap waktu



Gambar 10 Grafik Hasil respon pengujian kendali kelembaban terhadap waktu

Berdasarkan Gambar 12 maka, nilai-nilai *parameter transient* yang didapat seperti *td* (waktu tunda) merupakan keterlambatan respon, nilai *tr*

(waktu naik) merupakan nilai perpotongan respon terhadap sumbu kesetabilan pertama, nilai *ts* (waktu tunak) merupakan waktu yang menyatakan respon telah masuk 5%, 2% atau 0.5 % dari keadaan setabil, nilai maksimum *overshoot* dan nilai *error steady state*. Nilai-nilai yang dimaksud adalah seperti ditunjukkan dalam Tabel 4.

Tabel 4 Nilai-nilai parameter *transient*

No	<i>parameter transient</i>	Nilai hasil pengujian
1	<i>td</i>	60 detik
2	<i>tr</i>	485 detik
3	<i>ts</i>	570 detik
4	<i>MAX-overshoot</i>	0%
5	<i>Error steady state</i>	0.7%

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penerapan, pengujian dan analisis pada sistem pengaturan kelembaban udara pada *greenhouse* menggunakan *fuzzy logic controller*, dapat disimpulkan bahwa pada penerapan pengendalian kelembaban udara menggunakan *fuzzy* untuk mencapai *setpoint* dari kelembaban udara 60% RH menjadi 79% RH, dengan *parameter transient* yaitu waktu tunak sebesar 570 detik, waktu naik sebesar 485 detik, waktu tunda sebesar 60 detik, *error steady state* sebesar 0.7% dan tanpa *overshoot*. Pada penerapan *fuzzy logic controller* untuk mencapai *setpoint* dari kelembaban udara 60% RH menjadi 79% RH membutuhkan 600 detik.

REFERENSI

- [1] Dynes Rizky Navianti, I Gusti Ngurah Ray, Farida Agustini W, "Penerapan Fuzzy Inference System Pada Prediksi Curah Hujan di Surabaya Utara," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. I, no. 1, p. I, 2012.
- [2] D. N. Meivita, M. Rivai, and A. N. Irfansyah, "Development of an electrostatic air filtration system using fuzzy logic control," *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol.*, vol. 8, no. 4, pp. 1284–1289, 2018
- [3] M. D. L. Radimas Putra, M. Rivai, and A. N. Irfansyah, "Unmanned Surface Vehicle Navigation Based on Gas Sensors and Fuzzy Logic Control to Localize Gas Source," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1201, no. 1, 2019

-
- [4] S. Hadi, M. Rivai, and D. Purwanto, "Leader-Follower Formation System of Multi-Mobile Robots for Gas Source Searching," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1201, no. 1, 2019
- [5] B. R. P. D. Palevi, M. Rivai, and D. Purwanto, "Fuzzy Logic-Based Wet Scrubber to Control Air Pollutant," *Proc. - 2019 Int. Semin. Intell. Technol. Its Appl. ISITIA 2019*, no. January 2020, pp. 74–79, 2019
- [6] K. Sugiarto, M. Rivai, and A. N. Irfansyah, "Control of livestock waste odors using gas sensors and fuzzy logic," *Proc. 2019 Int. Conf. Inf. Commun. Technol. Syst. ICTS 2019*, no. July, pp. 81–86, 2019
- [7] P. Tarigan, "Sistem Pengendali Pendingin Ruang Menggunakan Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535," *Informasi dan Teknologi Ilmiah (INTI)*, vol. 1, no. 1. pp. 86–92, 2013.
- [8] H. Abbas, R. Syam, and B. Jaelani, "Rancang Bangun Greenhouse Sebagai Tempat Budidaya Tanaman Menggunakan Solar Cell Sebagai Sumber Listrik," *Proceeding Semin. Nas. Tah. Tek. Mesin*, no. Snttm Xiv, pp. 7–8, 2015.
- [9] R. Kurniawan, W. Kurniawan, and R. Maulana, "Prototype Rancang Bangun Sistem Cerdas Pengatur Otomasi Suhu , Kelembaban , dan Sirkulasi Udara Pada Greenhouse Menggunakan Metode Fuzzy logic," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 8, pp. 7981–7989, 2019.
- [10] E. Dian, F. Prasmatiwati, and A. Suryani, "Efisiensi produksi dan analisis risiko budidaya selada keriting hijau dan selada," *JIA*, vol. 5, no. 3, pp. 242–249, 2017.
- [11] Y. A. Kurnia Utama, "Perbandingan Kualitas Antar Sensor Suhu dengan Menggunakan Arduino Pro Mini," *e-NARODROID*, vol. 2, no. 2, 2016
- [12] M. Rivai, Rendyansyah, and D. Purwanto, "Implementation of fuzzy logic control in robot arm for searching location of gas leak," *2015 Int. Semin. Intell. Technol. Its Appl. ISITIA 2015 - Proceeding*, no. December 2016, pp. 69–74, 2015
- [13] F. Matondang, R. Kusumawati, and Z. Abidin, "Fuzzy Logic Metode Mamdani Untuk Membantu Diagnosa Dini Autism Spectrum Disorder," *Matics*, 2012