

Rancang Bangun Sistem Kendali Suhu dan Kelembapan Udara Ruang Pembibitan Tanaman Terung Ungu Berbasis Mikrokontroler

Ni Luh Gede Sri Yadnya Ningsih^{*}, Ahmad Qurthobi, & Indra Wahyudhin Fathona

Kelompok Keahlian Instrumentasi dan Kontrol

Jurusan Teknik Fisika, Universitas Telkom

Jl. Telekomunikasi no.1, Bandung 40257, Indonesia

^{*}sriyadnyan@student.telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pada penelitian ini dilakukan pengontrolan suhu dan kelembapan pada ruang pembibitan tanaman terung ungu. Suhu dan kelembapan udara pada ruang pembibitan sangat mempengaruhi pertumbuhan bibit. Suhu yang dibutuhkan pada pembibitan tanaman terung ungu adalah 25°C - 30°C sedangkan kelembapan diantara 80% - 90%. Apabila suhu dan kelembapan udara tidak sesuai dengan suhu dan kelembapan ideal, maka pertumbuhan bibit terung ungu akan terhambat. Untuk menjaga suhu dan kelembapan pada ruang pembibitan tanaman diperlukan adanya sistem kendali. Sistem kendali yang digunakan pada penelitian ini yaitu *fuzzy logic control* dengan tambahan metode histeresis. Sistem kendali tersebut akan diproses oleh mikrokontroler yang bekerja sebagai otak dari sistem. *Fuzzy logic* akan mengendalikan aktuatur yang berupa pompa air, pemanas, dan pendingin untuk menjaga nilai parameter agar sesuai dengan yang sudah ditentukan. Berdasarkan hasil pengujian, perancangan sistem kendali pada simulasi dan algoritma pemrograman memiliki kesalahan (error) yang minim. Error rata-rata pada sensor suhu udara adalah $0,18^{\circ}\text{C}$ dengan akurasi mencapai 99,30%. Error rata-rata sensor kelembapan udara adalah 1,24% dengan akurasi mencapai 98,26%. Penggunaan sistem kendali suhu dan kelembapan udara dapat meningkatkan pertumbuhan bibit terung sebesar 40,6%- 46,9%.

Kata Kunci: Sistem kendali suhu dan kelembapan udara, Terung ungu, Fuzzy Logic

1 Pendahuluan

Terung merupakan salah satu tanaman hortikultura yang digemari untuk di konsumsi oleh masyarakat Indonesia. Tanaman ini memiliki gizi yang cukup tinggi dan memiliki komposisi yang tepat sehingga bagus untuk dikonsumsi. Buah terung ungu memiliki kandungan vitamin A (4,8%), kandungan protein (34,8%), kandungan vitamin C (13,1%), air (81,6%), kadar abu (3,9%), karbohidrat (28,7%), kalsiumnya (75%) dan zat besi sebesar (12,5%). Sedangkan komposisi yang dikandung oleh tanaman terung biasa yaitu vitamin A (4,78), kadar abu (5,8%), karbohidrat (28,7%), %, kandungan vitamin C (12,8%), zat besi (6,8%) protein (34,8%), air (86,1%), dan kalsium (70,2%) [1].

Tanaman terung dapat dibudidayakan di dataran rendah sampai dataran tinggi sekitar 1.000 meter di atas permukaan laut. Selain unsur hara, suhu dan kelembapan juga akan berpengaruh dalam proses pembibitan serta budidaya tanaman terung. Tanaman terung akan tumbuh dan berkembang dengan baik apabila berada pada suhu dan kelembapan yang optimum. Suhu yang paling tepat untuk pembibitan tanaman terung adalah 25°C - 30°C dengan kelembapan udara antara 80% - 90% [2,3]. Apabila suhu terlalu rendah, maka pertumbuhan tanaman terung akan terhambat [4]. Demikian juga jika suhu terlalu tinggi, maka tanaman terung akan mengalami kekeringan dan mati. Untuk mengatasi permasalahan itu maka diperlukan suatu sistem yang dapat mengendalikan suhu dan kelembapan udara supaya bisa tetap berada pada *range* yang dibutuhkan tanaman.

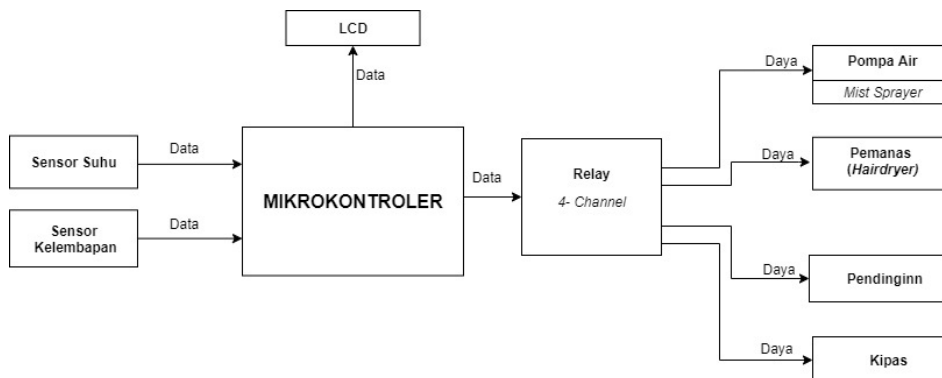
Terdapat banyak sistem kendali yang dapat digunakan untuk mengontrol suhu dan kelembapan udara. Tetapi setiap sistem kendali memiliki beberapa kelemahan dan kelebihan masing-masing. Sistem kendali yang digunakan untuk mengontrol suhu dan kelembapan udara pada penelitian ini yaitu *fuzzy logic controller*. Logika *fuzzy* memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan jenis sistem kontrol lain, diantaranya kemampuannya dalam proses penalaran secara bahasa (*linguistic reasoning*) sehingga dalam perancangannya tidak membutuhkan permodelan matematika yang rumit dari objek yang dikendalikan[5]. Selain itu kelebihan menggunakan sistem kendali ini yaitu input dari sistem bisa lebih dari satu input.

Alat yang dirancang berupa *greenhouse* mini yang dilengkapi dengan sistem kendali suhu dan kelembapan udara otomatis berbasis mikrokontroler. Terung ungu merupakan jenis tanaman yang dijadikan objek penelitian. Penelitian ini bertujuan guna menjaga nilai suhu dan kelembapan udara pada ruang pembibitan (*greenhouse* mini). Alasan utama penulis melakukan penelitian ini yaitu diharapkan dapat meningkatkan jumlah produksi tanaman terung dengan cara mengoptimasi tanaman terung ini pada masa pembibitan sehingga dapat menghasilkan bibit yang sehat.

2 Pembahasan

2.1 Desain Sistem

Diagram blok sistem pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Keseluruhan

Pada Gambar 1 dijelaskan mengenai diagram blok sistem dan diagram blok sistem kendali sebagai fokus sistematika cara kerja dari perancangan sistem kendali suhu dan kelembapan udara pada ruang pembibitan tanaman terung ungu. *Input* yang akan di proses oleh sistem adalah nilai yang didapat dari pembacaan sensor suhu dan kelembapan udara yang telah terintegrasi dengan sistem. Selanjutnya sistem akan melakukan kalkulasi dengan algoritma yang sudah diprogramkan dengan bantuan logika *fuzzy* dan metode histeresis sebagai metode kendalinya. Sistem yang dirancang pada penelitian ini bekerja untuk menjaga nilai suhu minimal 25 °C dan maksimal pada 30 °C serta kelembapan udara pada interval 80% - 90%.

2.2 Desain Sistem Kendali

2.2.1 .Perancangan Simulasi *Fuzzy Logic*.

Pada dasarnya terdapat tiga proses utama dalam merancang *Fuzzy Logic Controller*, yaitu [6, 7]:

1. Fuzzyfikasi
2. Inferensi fuzzy
3. Defuzzyfikasi

Pengolahan utama *Fuzzy Logic Controller* terjadi pada proses inferensi *fuzzy* dimana masukan pada proses tersebut adalah nilai tegas yang telah dikonversi melalui proses fuzzyfikasi dan juga rules yang sudah dibuat. Pada proses akhir defuzzyfikasi mengembalikan nilai hasil dari proses inferensi *fuzzy* kembali menjadi nilai tegas.

2.2.2. Perancangan Metode Histeresis

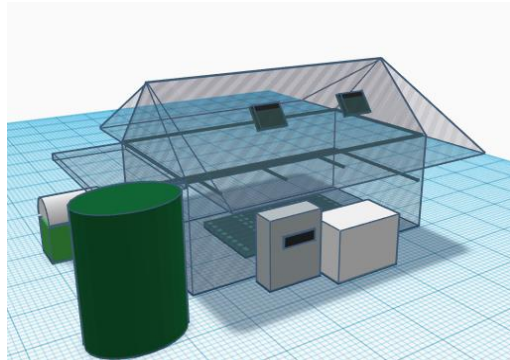
Histeresis merupakan keterikatan sebuah sistem, tidak hanya pada keadaannya saat ini, tetapi juga pada keadaannya pada sebelumnya. Keterikatan ini muncul karena sistem tersebut dapat berada kondisi internal yang lebih dari satu. Untuk memproyeksikan perubahan berikutnya, baik kondisi internal maupun kondisi sebelumnya harus diketahui [6, 8]. Adapun batas-batas Histeresis yang digunakan pada sistem ini terdapat pada tabel 1:

Tabel 1. Limit Bawah dan Limit Atas Histeresis

Aktuator	Limit Bawah	Limit Atas
Pompa	80%	85,5%
Fan	90%	88%
Heater	25 °C	28 °C
Cooler	30 °C	26 °C

2.3 Desain Mekanik

Gambar 2 menunjukkan Realisasi alat yang telah dibuat untuk penelitian ini.



Gambar 2. Desain Mekanik

Berdasarkan Gambar 2, sistem yang dibuat pada penelitian ini berada pada media tanam *greenhouse* mini dengan ukuran panjang 1 meter, lebar 0.5 meter, dan tinggi 0.7 meter. Alat ukur yang digunakan berupa sensor suhu dan kelembapan yang terletak di dalam *greenhouse* serta pengendali berada di samping *greenhouse* tersebut. Di dalam kotak pengendali sudah terhubung dengan mikrokontroler Arduino Mega2560. Arduino Mega 2560 berhubungan dengan aktuator yang akan aktif saat suhu dan kelembapan udara di dalam *greenhouse* (media tanam) tidak berada pada suhu dan kelembapan udara yang ideal. Aktuator yang digunakan pada sistem ini yaitu pompa air, pemanas, pendingin, dan kipas DC mini. Adapun keadaan aktuator yang dirancang dalam penelitian ini tertera pada tabel 2:

Tabel 2. Keadaan aktuator pada masing-masing kondisi lingkungan

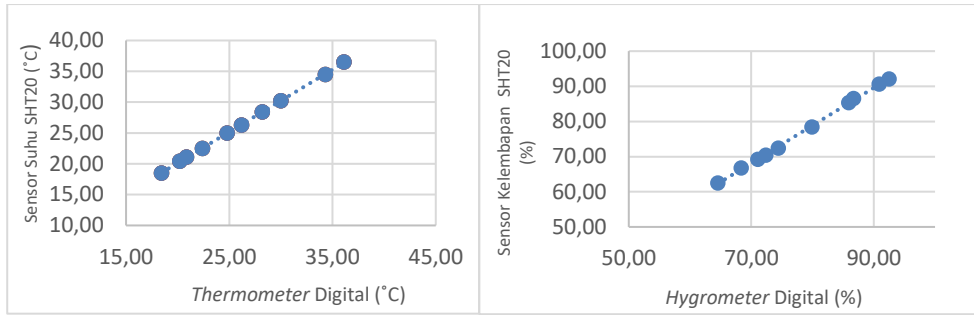
No	Aktuator	Fuzzy On	Fuzzy Off (Setpoint)	Histeresis On	Histeresis Off
1	Pemanas	25 °C	27 °C	27,1 °C	28 °C
2	Pendingin	30 °C	27 °C	26,9 °C	26 °C
3	Pompa	80%	85%	85,1%	85,5%
4	Fan	-	-	90%	88%

3 Hasil Pengujian dan Pembahasan

3.1 Pengujian Sensor

Pengujian sensor bertujuan untuk mengecek dan mengatur akurasi dari sensor suhu dan sensor kelembapan udara SHT20. Pada pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan sensor dengan menggunakan nilai *thermometer* dan *hygrometer* digital (UT333). Kemudian memperbaiki kesalahan (*error*) yang ada dengan melakukan *adjustment* pada *software*.

Pengujian akurasi dan kalibrasi sensor diawali dengan mengaktifkan sensor dengan menggunakan Arduino Mega 2560. Setelah itu mencatat nilai yang dibaca oleh sensor bersamaan dengan mencatat nilai yang terbaca pada UT333. Pengujian sensor dilakukan di dalam ruangan dengan ukuran ruangan 4 m x 3 m. Ruangan tersebut dilengkapi dengan *air conditioner* (AC) untuk mengatur kondisi lingkungan sebagai acuan dalam pengambilan data. Sensor SHT20 diletakan di sebelah UT333 (jarak 0,05) supaya tidak terjadi perbedaan kondisi lingkungan yang jauh. Pada saat melakukan pengujian, suhu udara diatur dalam ruangan tersebut untuk mendapatkan nilai yang berbeda-beda.

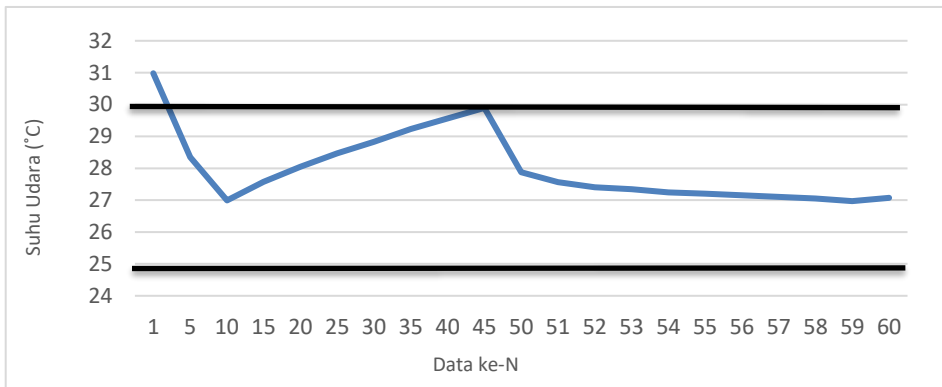


Gambar 3. Grafik Kalibrasi Sensor Kelembapan Udara SHT20

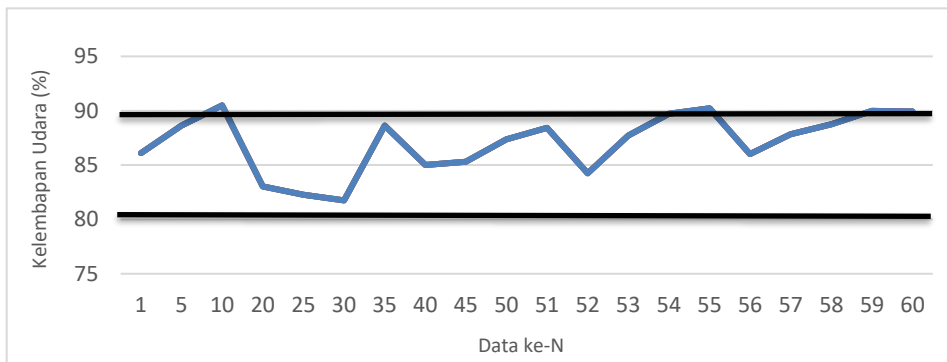
Gambar 3 menunjukkan grafik linieritas hasil pembacaan sensor SHT20 terhadap *thermometer digital*. Hasil pembacaan suhu dari sensor SHT20 memiliki error rata-rata sebesar 0,7% dan akurasi sebesar 99,30%. Hasil pembacaan kelembapan udara dari sensor SHT20 memiliki *error* rata-rata sebesar 1,74% dan akurasi sebesar 98,26%. Maka dari itu, sensor SHT20 layak digunakan pada sistem ini karena memiliki akurasi tinggi.

3.2 Pengujian Sistem Kendali dan *Monitoring*

Pengujian sistem kendali bertujuan untuk mengamati hasil dari sistem apakah sudah sesuai dengan tujuan. Pengujian ini juga bertujuan untuk *monitoring* sistem kendali selama masa pembibitan. Pada penelitian ini berhasil didesain sistem kendali *fuzzy logic* untuk mengatur *output* lama aktuator pompa dengan nilai error sistem kendali adalah 2,1%. Aktuator pemanas memiliki nilai *error* sistem kendali 0,001% serta aktuator pendingin memiliki nilai *error* sebesar 0,068%



Gambar 4. Pengujian Seluruh Sistem (Suhu Udara)



Gambar 5. Pengujian Seluruh Sistem (Kelembapan Udara)

Berdasarkan gambar 4 dan gambar 5 dapat dilihat hasil pengujian sistem secara keseluruhan. Sistem yang di desain untuk penelitian ini dapat dikatakan berhasil. Sistem kendali dapat mengendalikan suhu dan kelembapan udara untuk tetap berada pada *range* ideal yang dibutuhkan tanaman. Sistem kendali *fuzzy logic* memiliki nilai error yang minim dan metode histeresis dapat berjalan sesuai dengan parameter yang diinginkan.

3.3 Perbandingan Hasil Tanaman

Pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan hasil pembibitan dari tiga perlakuan yang berbeda terhadap ruang yang akan digunakan untuk pembibitan. Perlakuan pertama yaitu pembibitan yang dilakukan pada ruang yang telah dikontrol suhu dan kelembapan udaranya. Perlakuan kedua yaitu pembibitan dilakukan pada *greenhouse* tanpa sistem, dan perlakuan terakhir yaitu pembibitan dilakukan secara manual di ruang terbuka. Adapun hasil pembibitan yang didapatkan berdasarkan masing-masing perlakuan kondisi ruang pembibitan. Untuk menentukan hasil dari variasi tinggi tanaman dan jumlah daun yang tumbuh pada bibit dilakukannya berdasarkan uji *Sample T Test*. H_0 yaitu hipotesis dimana dengan menggunakan sistem kendali dapat meningkatkan hasil pembibitan tanaman, sedangkan hipotesis H_a yaitu sistem kendali tidak memiliki peran yang penting dalam pembibitan tanaman.

3.3.1. Perbandingan Hasil Tanaman berdasarkan Jumlah Bibit yang Tumbuh

Tabel 3. Perbandingan hasil tanaman berdasarkan jumlah bibit yang tumbuh

Nama	Jumlah bibit yang ditanam	Jumlah bibit yang tumbuh	Rasio pertumbuhan
<i>Greenhouse</i> dengan sistem	128	96	0,75
<i>Greenhouse</i> tanpa sistem	128	57	0,45
Tanpa <i>greenhouse</i>	128	51	0,4

Berdasarkan tabel 3 dari 128 bibit yang ditanam, didapatkan rasio pertumbuhan untuk jumlah bibit yang hidup yang pembibitannya pada *greenhouse* yang diberi sistem sebesar 0,75. Artinya persentase perbandingan antara jumlah bibit yang tumbuh dengan yang tidak tumbuh adalah 75%. Jumlah bibit terung ungu yang pembibitannya dilakukan di dalam *greenhouse* yang tidak diberi sistem memiliki rasio pertumbuhan sebesar 0,45. Sedangkan untuk bibit yang pembibitannya dilakukan di ruang terbuka memiliki rasio pertumbuhan 0,4. Hal ini menunjukkan bahwa dengan diberikannya sistem kendali suhu dan kelembapan pada ruang pembibitan dapat meningkatkan produksi bibit terung sebesar 40,6% - 46,9%

3.3.2. Perbandingan Hasil Tanaman berdasarkan Tinggi Bibit

Perbandingan hasil tanaman yang pembibitannya dilakukan pada ruang yang berbeda berdasarkan tinggi bibit dapat dilihat berdasarkan uji sampel T test. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Tanaman berdasarkan Tinggi Tanaman

Ruang Pembibitan	Rata-rata (cm)		Hasil Signifikan Uji Beda (T)	
	Ruang Pembibitan dengan Sistem	Ruang Pembibitan tanpa Sistem	T stat	T kritis
Dengan <i>greenhouse</i>	4,71	4,28	-2,2885	1,97928
Tanpa <i>greenhouse</i>	4,71	3,99	-3,6844	1,982597

Tabel 4 menunjukkan hasil analisis uji rata-rata bibit terung ungu yang dilakukan pada ruang pembibitan menggunakan sistem kendali dan tidak. Berdasarkan tabel tersebut, dapat dilihat hasil uji terung ungu yang pembibitannya dilakukan menggunakan sistem kendali dengan yang tidak menggunakan sistem kendali (pada *greenhouse* maupun di ruang terbuka) memperoleh nilai T kritis > T Stat, maka dari itu H_0 diterima dan H_a ditolak. Berdasarkan uji tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan sistem kendali dapat mempercepat pertumbuhan tinggi pada pembibitan terung ungu

3.3.3. Perbandingan Hasil Tanaman berdasarkan Jumlah Daun pada Bibit

Perbandingan hasil tanaman yang pembibitannya dilakukan pada ruang yang berbeda berdasarkan jumlah daun dapat dilihat berdasarkan uji sampel T test. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Hasil Tanaman berdasarkan Jumlah Daun

Ruang Pembibitan	Rata-rata (lembar)		Hasil Signifikan Uji Beda (T)	
	Ruang Pembibitan dengan Sistem	Ruang Pembibitan tanpa Sistem	T stat	T kritis
Dengan <i>greenhouse</i>	3,19	3,56	3,432621	1,975905
Tanpa <i>greenhouse</i>	3,19	3,06	-1,10534	1,97646

Tabel 5 menunjukkan hasil analisis uji rata-rata jumlah daun pada bibit terung ungu yang dilakukan pada ruang pembibitan menggunakan sistem kendali dan tidak. Berdasarkan tabel tersebut, hasil dari pembibitan yang dilakukan menggunakan sistem kendali dengan pembibitan yang dilakukan pada *greenhouse* tanpa sistem kendali memperoleh nilai T kritis < T Stat, maka dari itu Ho ditolak dan Ha diterima. Tetapi pada uji yang dilakukan pada pembibitan yang menggunakan sistem kendali dengan pembibitan yang dilakukan secara manual memperoleh nilai T kritis > T stat, maka dari itu Ho diterima dan Ha ditolak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan sistem kendali suhu dan kelembapan udara tidak berbeda nyata terhadap rata-rata jumlah daun. Hal ini disebabkan karena dari ketiga penelitian yang dilakukan jumlah bibit yang tumbuh tidak sama merata sehingga menyebabkan perebutan kadar sirkulasi CO₂ dan intensitas cahaya matahari

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan sistem kendali *fuzzy logic* yang dibantu dengan metode histeresis dapat menjaga nilai suhu dan kelembapan udara pada rentang suhu udara 25 °C - 30 °C dengan kelembapan udara diantara 80% - 90%. Kalibrasi sensor suhu dan kelembapan udara SHT20 memiliki error sebesar pada suhu udara = 0,70 % dan kelembapan udara = 1,74 %. Maka dari itu, sensor SHT20 layak digunakan pada sistem ini. Sensor ini memiliki akurasi yang bagus, dengan nilai akurasi suhu udara = 99,30% dan kelembapan udara = 98,26%. Pada penelitian ini berhasil untuk mendesain sistem kendali *fuzzy logic* untuk mengatur *output* lama *relay* aktif dengan *input* suhu dan kelembapan udara. Persentase error pada sistem kendali dengan aktuator pompa yaitu 2,1%, pada aktuator pemanas yaitu 0,001% dan pada aktuator pendingin yaitu 0,068%. Rasio pertumbuhan bibit pada *greenhouse* dengan menggunakan sistem memiliki nilai 0,75 sedangkan pada *greenhouse* tanpa sistem yaitu 0,45 dan pada ruang terbuka memiliki rasio pertumbuhan sebesar 0,4. Hal ini menunjukkan bahwa dengan diberikannya sistem kendali suhu dan kelembapan pada ruang pembibitan ini dapat meningkatkan produksi bibit terung sebesar 40,6% - 46,9%.

5 Referensi

- [1] R. Rukmana, Bertanam Terung, Yogyakarta: Kanisius, 1994
- [2] E. Budiman, Budidaya Terung, Bandung: CV. Wahana Iptek, 2008.
- [3] E. Mustamir, "Respon Tanaman Terung Terhadap Pemberian Amelioran pada Tanah Gambut", AGROISTA Jurnal Agroteknologi, pp. 18-25, 2019.
- [4] Hayonto, Bertanam Terung dalam pot, Yogyakarta: Kanisius, 2009
- [5] P. Reni, W. Waris, dan Salengke, "Rancang Bangun Sistem Kendali Kecepatan Putaran Motor Dc Berbasis Logika Fuzzy Untuk Mesin Pengaduk Hasil Pertanian (Studi Kasus Pengadukan Biji Kedelai)", Jurnal AgriTechno, vol. 11 (1), p.44, 2019
- [6] D. Setiawan, "Sistem Kendali Suhu dan Kelembapan Udara pada Pembibitan Tanaman Teh di PPTK (Pusat Penelitian Teh dan Kina) Gambung Jawa Barat", eProceedings of Engineering , Vol 7, p. 218, 2020.
- [7] Sudrajat, "Dasar-Dasar Fuzzy Logic," Media Start, vol. 1, p. 1, 2012.
- [8] Setiawan Iwan, Perancangan Software System Berbasis FSM, Edisi 1, Semarang: Universitas Diponegoro, 2006
- [9] Morris Allan S, Measurement & Instrumentation Principles, Edisi 2, Inggris: Oxford. 2001
- [10] S. Sukandar, P. Deitje S, dan R. Ali, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Temperatur dan Kelembapan Ruangan dengan Android", Industrial Research Workshop and Nation Seminar, vol. 9, 2018.