

RANCANG BANGUN SMART MINI GREENHOUSE BERBASIS INTERNET OF THINGS**Anggy Yuandari^{1*}, Johan Wandi Wicaksono², Benediktus Dicky Ispatriyadi³ Robertus Kristian Candra Santosa,⁴ Reyner Setiawan⁵**^{1,2}Instruktur Program Studi Teknik Mekatronika, Politeknik ATMI Surakarta^{3,4,5} Program Studi Teknik Mekatronika, Politeknik ATMI Surakarta

Program Studi Teknik Mekatronika, Politeknik ATMI Surakarta

Jl. Mojo No. 1 Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145

*Email: anggy.yuandari@atmi.ac.id

Abstrak

Politeknik ATMI Surakarta membuat sebuah *Operation Plan* dengan nama “Merawat Bumi” yang bergerak dalam bidang agrikultur. Menanggapi *Operation Plan*, mahasiswa Mekatronika Tahun 2020 membuat *Smart Mini Greenhouse* yang merupakan sebuah purwarupa dari *Smart Greenhouse* yang menerapkan teknologi *Smart Farming*. *Smart Mini Greenhouse* menggunakan *Raspberry Pi 4 Model B* sebagai kontrol utama, *BME280* sebagai sensor kelembaban dan suhu ruang tanam, dan 3 in 1 *Soil Moisture* sebagai sensor kelembaban, suhu, dan *EC (Electrical Conductivity)* tanah. *Raspberry Pi 4 Model B* berfungsi untuk memproses pembacaan sensor, menampilkan hasil pembacaan pada *User Interface*, serta kontrol utama mekanis (*motor pompa, kipas, LED Growlight, dan Humidifier*). *User Interface* dibuat dengan menggunakan *Node Red* yang telah terinstall pada server *IBM Bluemix* sehingga dapat diakses dimana saja dan menggunakan perangkat yang terhubung dengan jaringan internet. *Smart Mini Greenhouse* yang telah diuji memiliki delay pembacaan sensor sebesar 1 second serta rata-rata persentase error pembacaan suhu ruang tanam sebesar 1,466% dan pembacaan kelembaban ruang tanam sebesar 4,964%. *Smart Mini Greenhouse* yang dibuat mampu mempertahankan kelembaban ruang tanam dengan persentase error rata-rata sebesar 0,342% akan tetapi belum bisa mempertahankan kelembaban tanah dengan persentase error rata-rata sebesar 24,029%.

Kata kunci: *Internet of Things, Node Red, Raspberry Pi, Smart Greenhouse*

1. PENDAHULUAN

Politeknik ATMI Surakarta bersama dengan program studi Mekatronika Tahun 2020 membuat sebuah *Operation Plan* yang bergerak dalam bidang agrikultur yaitu “Merawat Bumi”. Menanggapi *Operation Plan* tersebut, mahasiswa program studi Mekatronika membuat *Smart Mini Greenhouse* yang merupakan sebuah purwarupa *Smart Greenhouse*. Penggunaan *Smart Mini Greenhouse* memungkinkan *monitoring* tanaman secara nirkabel dan melakukan kontrol lingkungan.

Penelitian mengenai penggunaan *Raspberry Pi* untuk mengirimkan hasil pembacaan data menggunakan *Node Red* sudah pernah dilakukan diantaranya pada Jurnal “*Design and Prototype Development of Internet of Things for Greenhouse Monitoring System*” (Dewi Kania Widyawati, dkk, 2021). Jurnal mengenai kontrol lingkungan menggunakan sensor-sensor juga sudah pernah dilakukan diantaranya pada Jurnal “*Internet of Things Based Smart Greenhouse: Remote Monitoring and Automatic Control*” (Mohammad Woli Ullah, dkk, 2019) dimana pada jurnal tersebut menggunakan *Microcontroller ATMEGA328* sebagai kontrol utama. *Smart Mini Greenhouse* merupakan pengembangan dari kedua jurnal tersebut. Pengembangan yang dilakukan antara lain adalah penggabungan fitur *monitoring* secara nirkabel dengan pengontrolan lingkungan yang dapat dilakukan secara otomatis menggunakan kontrol utama yaitu *Raspberry Pi 4 Model B*.

2. METODOLOGI

Proses penelitian perlu dilakukan secara sistematis dan jelas agar penelitian dapat berjalan dengan lancar. Penelitian memerlukan beberapa hal diantaranya adalah metode

penelitian dan proses penelitian. Penjelasan mengenai bagian-bagian yang telah disebutkan adalah sebagai berikut:

2.1. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian jika dilihat dari jenis data dan analisisnya termasuk dalam metode kuantitatif. Proses penelitian menggunakan berbagai literasi mengenai lingkungan optimal untuk menumbuhkan suatu tanaman tertentu. Perangkat yang dibuat juga berdasar dari angka-angka yang didapat pada literatur-literatur tersebut mengenai lingkungan optimal untuk menumbuhkan tanaman. Proses analisisnya pun juga menggunakan metode kuantitatif dimana pembacaan sensor akan dibandingkan dengan sebuah alat ukur komersil untuk kemudian dihitung persentase *error*nya. Analisa pengontrolan lingkungan akan dibandingkan dengan literatur yang didapat untuk kemudian dihitung persentase *error*nya.

2.2. Proses Penelitian

Metode pengerjaan dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditunjukkan pada *flowchart* sebagai berikut:



Gambar 1. *Flowchart* Proses Penelitian

2.2.1. Pengambilan Data

Tahap awal dari pembuatan *Smart Mini Greenhouse*. Tahap Pengambilan Data akan mencari literasi-literasi mengenai *Smart Greenhouse* dan data-data lingkungan optimal bagi tanaman yang akan ditanam pada *Smart Mini Greenhouse*. Pengambilan data merupakan

tahapan yang vital dikarenakan data-data yang diambil nantinya akan dijadikan pembandingan pada tahap pengujian dan analisis.

2.2.2. Perencanaan Konsep

Tahap perencanaan konsep adalah tahap perancangan konsep *Smart Mini Greenhouse* berdasarkan data yang telah didapatkan. Tahap Perencanaan Konsep akan menentukan fitur-fitur *Smart Mini Greenhouse* dan tujuan akhir yang ingin dicapai pada penelitian. Perencanaan konsep berhubungan erat dengan penentuan komponen dimana komponen-komponen yang akan dipilih akan berdasarkan pada konsep yang dibuat.

2.2.3. Penentuan Komponen

Tahap penentuan komponen yang akan digunakan pada *Smart Mini Greenhouse*. Penentuan komponen dipikirkan dengan baik dan matang hingga sesuai dengan kebutuhan dalam *Smart Mini Greenhouse*. Komponen yang digunakan antara lain adalah *Raspberry Pi 4 Model B* sebagai kontrol utama, *BME280* sebagai sensor suhu dan kelembaban ruang tanam, *3 in 1 Soil Moisture Sensor* sebagai sensor suhu, kelembaban, dan *EC (Electrical Conductivity)* tanah, *7" LCD Waveshare* sebagai *LCD* untuk menampilkan *User Interface*, *Raspberry Pi Camera Module* untuk mengambil gambar ruang tanam, *LED Growlight* sebagai sumber cahaya bagi tanaman dalam *Smart Mini Greenhouse*.

2.2.4. Pembuatan Desain Mekanik dan UI

Pembuatan Desain Mekanik *Smart Mini Greenhouse* menggunakan software *Solidworks*. Pembuatan *User Interface* menggunakan *Node Red*. Pembuatan Desain Mekanik dirancang sedemikian rupa sehingga memenuhi semua fitur yang diinginkan dalam desain yang *compact*. Pembuatan *User Interface* juga dibuat dengan tampilan yang simpel dan mudah dipahami sehingga *User Friendly*.

2.2.5. Pembelian Komponen

Pembelian komponen dilakukan dalam 3 tahap. Tahap pertama, komponen-komponen yang dibeli adalah komponen yang penting seperti *Raspberry Pi 4 Model B*, *BME280*, dan *3 in 1 Soil Moisture* dengan pertimbangan perlunya waktu untuk memprogram komponen-komponen tersebut. Pembelian komponen dilakukan secara online.

2.2.6. Pemrograman

Pemrograman sensor-sensor yang digunakan, *User Interface*, dan fitur-fitur lain pada *Smart Mini Greenhouse*. Bahasa pemrograman yang digunakan antara lain adalah Bahasa *Python* dan *Node.js*. Bahasa *Python* digunakan untuk memprogram *User Interface* serta pembacaan sensor yang digunakan. Bahasa *Node.js* digunakan untuk memprogram *User Interface* pada *Node Red*.

2.2.7. Assembly

Proses *Assembly* dilakukan setelah pemrograman dan pembelian semua komponen telah dilakukan. *Assembly* yang dilakukan antara lain adalah *Assembly* antara bagian mekanik dengan bagian elektrik sehingga *Smart Mini Greenhouse* dapat berfungsi sesuai tujuan awal yang telah ditetapkan.

2.2.8. Trial dan Troubleshooting

Trial dan *Troubleshooting* dapat dilakukan setelah *Assembly* setelah selesai dilakukan. Tahap *Trial* dan *Troubleshooting* bertujuan untuk mencoba *Smart Mini Greenhouse* dan melihat apakah perangkat sudah berjalan seperti tujuan yang telah ditetapkan. Jika masih terdapat *error* maka dilakukan proses *troubleshooting*.

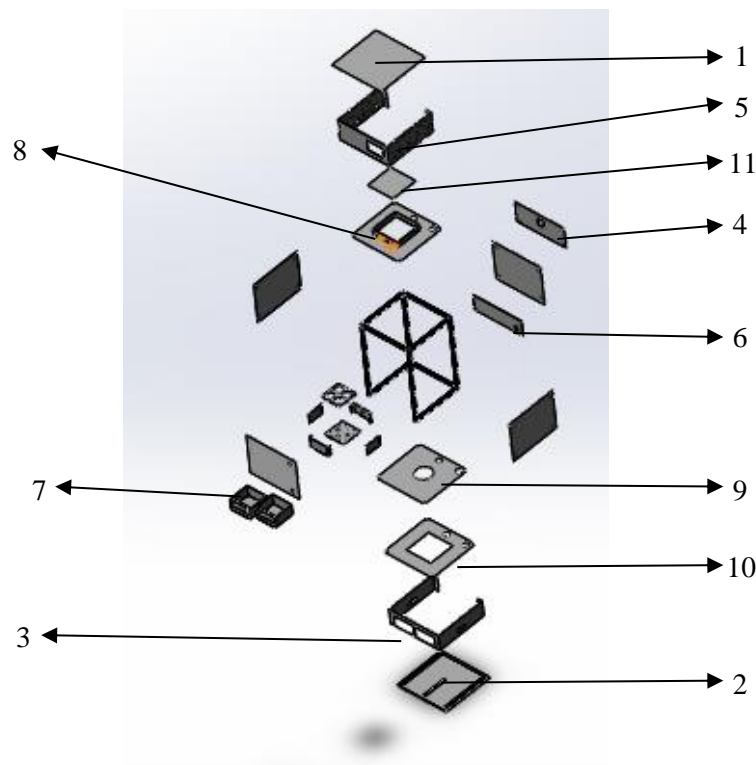
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian Hasil dan Pembahasan akan membahas mengenai hasil penelitian yang telah dilakukan. Hasil yang didapat akan dibagi menjadi beberapa bagian diantaranya adalah Bagian Mekanik, Bagian Elektrik, Kriteria Penilaian, dan Pengujian & Analisis. Penjelasan bagian-bagian tersebut adalah sebagai berikut:

3.1. Bagian Mekanik

Bagian Mekanik akan membahas mengenai bagian mekanik dari *Smart Mini Greenhouse* yang telah dibuat. Terutama membahas mengenai bagian-bagian dari *Smart Mini Greenhouse*. Bagian-bagian mekanik yang dibuat antara lain adalah sebagai berikut:

1. Atas Penutup
2. Alas Bawah
3. Bawah
4. Atas Tutup
5. Atas
6. Bawah Penutup
7. Tampungan Air
8. Tatakan Lampu
9. Tatakan Pot dengan Tampungan Air
10. Tatakan Pot
11. *Mounting Plate*



Gambar 2. Bagian Mekanik *Smart Mini Greenhouse*

3.2. Bagian Elektrik

Bagian Elektrik akan membahas mengenai bagian elektrik dari *Smart Mini Greenhouse*. Terutama membahas mengenai *wiring* dan PCB SMG05. Pembuatan PCB menggunakan *software Sprint Layout*. Tujuan pembuatan PCB adalah untuk mengurangi *wiring* serta agar dapat mencapai sistem *plug and play* yang diinginkan. PCB menghubungkan *Raspberry Pi 4 Model B* dengan *BME280*, *3 in 1 Soil Moisture*, *Relay Module*, dan *LCD Waveshare*.

3.3. Program

Bagian Program membahas mengenai program yang digunakan pada *Smart Mini Greenhouse*. Bahasa pemrograman yang digunakan antara lain adalah Python dan Node.js. Pemrograman Python digunakan untuk memprogram sensor *BME280* dan 3 in 1 *Soil Moisture*. Pemrograman Node.js digunakan untuk memprogram *User Interface* melalui *software* Node Red.

3.4. Kriteria Penilaian

Bagian Kriteria Penilaian akan membahas mengenai kriteria penilaian dari hasil pengujian dan analisis pada *Smart Mini Greenhouse*. Kriteria penilaian akan menjadi tolak ukur bagi data yang telah didapat dari *Smart Mini Greenhouse* apakah perangkat bekerja sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. Kriteria penilaian tersebut mencakup data literatur mengenai lingkungan optimal bagi tanaman yang akan ditanam. Data literatur yang didapat antara lain adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel Kriteria Penilaian Cabai

Cabai	
Suhu Tanah (°C)	24-28
Suhu Ruang (°C)	25-27
Kelembaban Tanah (%)	50
Kelembaban Ruang (%)	50-70
EC (microsiemens)	1,6-1,8
Lama Pencahayaan (Jam)	10

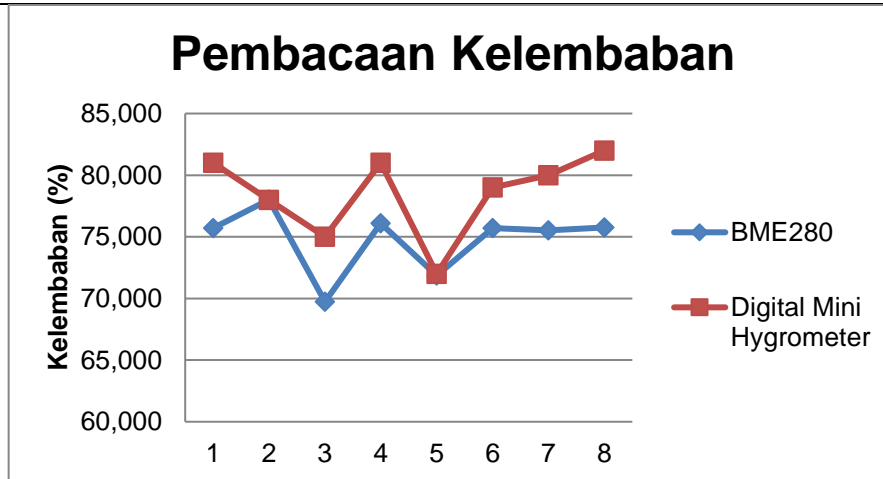
Pengujian dan analisis akan dikatakan berhasil apabila *Smart Mini Greenhouse* dapat mempertahankan kondisi lingkungan sesuai Tabel Kriteria Penilaian Cabai (Tabel 1). Pengujian dan analisis dikatakan tidak berhasil apabila *Smart Mini Greenhouse* gagal mempertahankan kondisi lingkungan sesuai Tabel Kriteria Penilaian Cabai (Tabel 1).

3.5. Pengujian dan Analisis

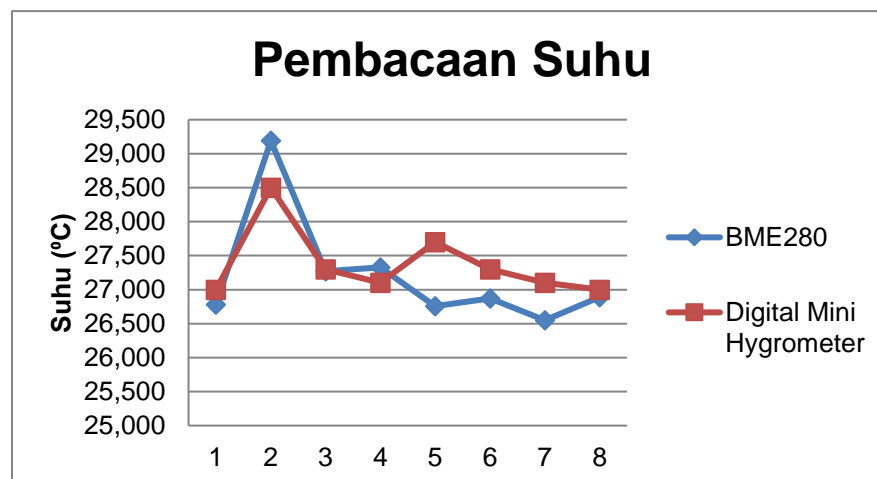
Bagian Pengujian dan Analisis membahas mengenai pengujian dan analisis sistem *Smart Mini Greenhouse*. Aspek yang akan diuji antara lain adalah kalibrasi sensor, *User Interface*, dan kemampuan perangkat untuk membuat lingkungan optimal bagi tanaman yang ditanam.

3.5.1. Kalibrasi Sensor *BME280*

Membahas mengenai keakuratan pembacaan sensor *BME280*. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan sensor *BME280* dengan alat ukur yang telah dijual secara komersil yaitu *Digital Mini Hygrometer*.



Gambar 3. Grafik Pembacaan Kelembaban Ruang Tanam



Gambar 4. Grafik Pembacaan Suhu Ruang Tanam

Pengujian pembacaan kelembaban ruang tanam menunjukkan persentase *error* rata-rata sebesar 4,964%. Persentase *error* terbesar adalah sebesar 8,244% dan persentase *error* terkecil adalah sebesar 0,013%. Persentase *error* yang besar disebabkan oleh perbedaan posisi *BME280* dengan *Digital Mini Hygrometer*. Posisi *Digital Mini Hygrometer* berada didekat *Humidifier* sehingga pembacaan kelembaban pada *Digital Mini Hygrometer* lebih besar dibandingkan *BME280* yang terletak di langit-langit ruang tanam dan jauh dari *Humidifier*.

Pengujian pembacaan suhu ruang tanam menunjukkan persentase *error* rata-rata sebesar 1,446%. Persentase *error* terbesar adalah sebesar 3,513% dan persentase *error* terkecil adalah sebesar 0,110%. Persentase *error* pada pembacaan suhu ruang tanam lebih kecil dibandingkan dengan persentase *error* pada pembacaan kelembaban ruang tanam dikarenakan suhu dalam satu ruangan sama dan tidak terpengaruh posisi dari sensor.

3.5.2. User Interface

Membahas mengenai pengujian kestabilan *User Interface*. Aspek-aspek yang akan diuji antara lain adalah *delay control*. Pengujian *delay control* dilakukan dengan cara menekan switch pada *User Interface* dan kemudian menghitung waktu yang dibutuhkan hingga perangkat mekanis yang dinyalakan aktif.

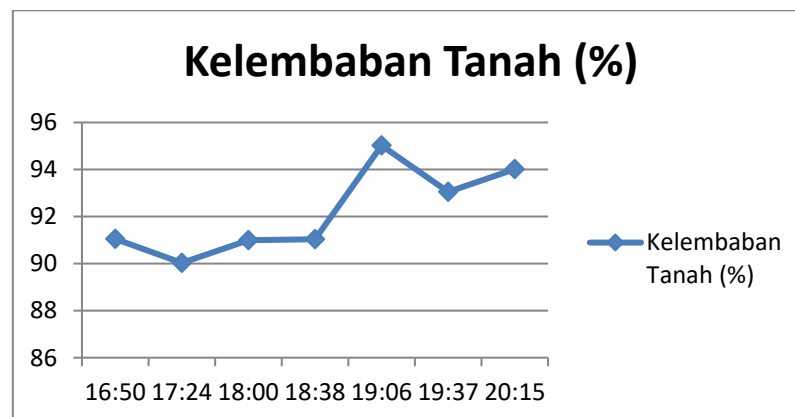
Tabel 2. Tabel *Delay Control*

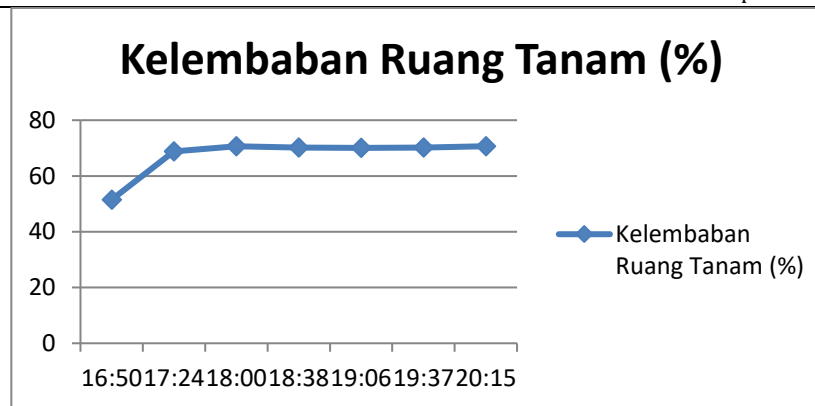
No	<i>Delay</i> (second)
1	2.12
2	1.22
3	1.24
4	1.05
5	2.22
6	1.32
7	1.05
8	1.14
9	3.13
10	1.07

Pengujian *delay control* menunjukkan rata-rata *delay control* adalah sebesar 1,556 *seconds*. *Delay control* terbesar adalah sebesar 3,130 *seconds* dan *delay control* terkecil adalah sebesar 1,05%. Jaringan internet pada pengujian sangat berpengaruh pada *delay* yang ada. Semakin baik jaringan internet yang digunakan maka *delay* akan semakin kecil dan begitu pula sebaliknya. *Server Bluemix* juga perlu diperhatikan karena kecepatan server mempengaruhi *delay control*.

3.5.3. Pembuatan Lingkungan Terkontrol

Pengujian pembuatan lingkungan terkontrol menguji mengenai kemampuan *Smart Mini Greenhouse* dalam mempertahankan lingkungan optimal bagi tanaman yang ditanam dalam *Smart Mini Greenhouse*. Aspek yang akan diuji adalah kelembaban ruang tanam dan kelembaban tanah. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan *Smart Mini Greenhouse* dengan data dari literatur yang telah didapatkan.

**Gambar 5.** Grafik Pembacaan Kelembaban Tanah Aktual



Gambar 6. Grafik Pembacaan Kelembaban Ruang Tanam Aktual

Pengujian Kontrol Lingkungan Kelembaban Tanah menunjukkan persentase *error* rata-rata sebesar 24,029%. Persentase *error* terbesar 26,331% dan persentase *error* terkecil adalah 22,248%. Persentase *error* yang besar disebabkan oleh pembacaan sensor yang *delay* 1 *second* dan kalibrasi sensor yang kurang baik. Pengujian Kontrol Kelembaban Tanah membuktikan bahwa *Smart Mini Greenhouse* masih belum mampu mempertahankan kelembaban tanah optimal bagi tanaman.

Pengujian Kontrol Kelembaban Ruang Tanam menunjukkan persentase *error* rata-rata sebesar 0,342%. Persentase *error* terbesar 0,940% dan persentase *error* terkecil adalah 0%. Pengujian Kontrol Kelembaban Ruang Tanam membuktikan bahwa *Smart Mini Greenhouse* mampu mempertahankan kelembaban ruang tanam yang optimal bagi tanaman.

4. KESIMPULAN

Persentase *error* pembacaan suhu ruang tanam adalah sebesar 1,466% dan 4,964%, sehingga dapat dikatakan pembacaan *BME280* telah mendekati pembacaan alat ukur yang telah dijual secara komersil. Persentase *error* pembacaan kelembaban tanah adalah sebesar 3,650%, sehingga dapat dikatakan pembacaan *3 in 1 Soil Moisture* telah mendekati pembacaan alat ukur yang dijual secara komersil. *User Interface* yang telah diuji juga responsif dengan *delay* rata-rata sebesar 1,556 *second*. *Smart Mini Greenhouse* juga sudah dapat mempertahankan kelembaban ruang tanam yang optimal dengan persentase *error* rata-rata sebesar 0,342%. *Smart Mini Greenhouse* masih belum bisa mempertahankan kelembaban tanah optimal bagi tanaman yang ditanam dalam *Smart Mini Greenhouse* dikarenakan persentase *error* rata-rata yang besar yaitu 24,029%.

DAFTAR PUSTAKA

- Widyawati, Dewi Kania, Ambarwari, Agus, Wahyudi, Anung. (2021). "Design and Prototype of Internet of Things for Greenhouse Monitoring System". DOI: 10.1109/ISRITI51436.2020.9315487.
- Ullah, Mohammad W., Mortuza, Mohammad G., Kabir, Md H., Ahmed, Zia U., Septa, Sovan Kumar D., Hossain, Syed Mohammad D. (2019). "Internet of Things Based Smart Greenhouse: Remote Monitoring and Automatic Control". International Conference on Energy, Ecology, and Environment, 2-4.
- Poyen, Faruk Bin. (2019). "Raspberry Pi and its Use in IoT Applications". Annual Technical Volume of Computer Engineering Division Board: Theme: Role of IoT in Make in India, 44-47.
- Kaur, Chamandeep. (2020). "The Cloud Computing and Internet of Things (IoT)". International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology, 20-22.

- Haryadi, R., Saputra, D., Wijayanti, F., Yusofa, Desma A., Ferlis, Nadia N., Alizkan, U., Priane, Widia T. (2017). "Pengaruh Cahaya Lampu 15 Watt Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pandan (*Pandanus Amaryllifolius*)". GRAVITY, 3.2, 103-104.
- Espressif Systems Inc. (2013). "ESPRESSIF SMART CONNECTIVITY PLATFORM: ESP8266". The Wi-Fi Alliance Member Logo, 5-6.
- Sari, Lany Novita. (2018). "IMPLEMENTASI MESSAGE QUEUE TELEMETRY TRANSPORT (MQTT) SEBAGAI PENGANTAR PESAN PADA INTERNET OF THING (IoT) DENGAN MOSQUITTO BROKER". Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia
- Agung. (2019, 28 November). Menumbuhkan Minat Generasi Muda Berwirausaha Pertanian. Diakses 13 Oktober 2020, dari <https://ugm.ac.id/id/berita/18792-menumbuhkan-minat-generasi-muda-berwirausaha-pertanian>