

ANALISIS PENGGUNAAN SENSOR SUHU DAN KELEMBABAN UNTUK MONITORING LINGKUNGAN *GREENHOUSE* BERBASIS ARDUINO

Kurnia Paranita Kartika Riyanti¹⁾, Yogi Prastyo²⁾

^{1,2)} Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Teknologi Informasi dan Universitas Islam Balitar

^{1,2)} Jalan Majapahit No. 4, Kec. Sananwetan, Kota Blitar, Jawa Timur, Indonesia, kode pos: 66131
e-mail: kurnia.paranitha@gmail.com¹⁾, ypras708@gmail.com²⁾,

Abstrak : *Greenhouse* merupakan sebuah bangunan konstruksi yang berfungsi untuk memanipulasi kondisi lingkungan agar tercipta kondisi lingkungan yang dikehendaki. Hal ini berguna untuk mengoptimalkan pemeliharaan tanaman, pengkondisian lingkungan yang dilakukan pada *greenhouse* meliputi pengaturan suhu dan kelembaban udara, pengaturan suhu dan kelembaban tanah serta penyiraman yang baik. Permasalahan yang terjadi adalah kurang meratanya sebaran suhu dan kelembaban udara serta tanah di semua area *greenhouse* yang pada akhirnya akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman di area tersebut. Hal ini dapat diatasi dengan penambahan perangkat pintar pada *greenhouse* untuk menganalisis suhu dan kelembaban di dalam *greenhouse*. Analisis suhu dan kelembaban di dalam *greenhouse* bertujuan untuk memaksimalkan iklim mikro untuk pertumbuhan tanaman dengan cara mengukur kondisi suhu, kelembaban udara dan kelembaban tanah tanpa memanfaatkan alat otomatis pengatur suhu dan kelembaban lingkungan. Kemudian dilakukan analisis kondisi lingkungan dengan penambahan perangkat sensor dan menambahkan sprayer dan fan yang terhubung ke sensor pengukur suhu dan kelembaban tanah serta udara. Pada penelitian ini digunakan sensor suhu dan kelembaban udara DHT11, sensor kelembaban tanah YL 69. Sensor dihubungkan ke mikrokontroler Arduino UNO untuk melakukan perintah ke sprayer dan fan. Sebelum merancang sistem otomatis, dilakukan analisis terhadap jangkauan fan dan sprayer yang digunakan. Dari analisis yang dilakukan kemudian area *greenhouse* dibagi menjadi 8 lines pengukuran. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa dengan penggunaan alat otomatis pengatur suhu dan kelembaban udara dan tanah, maka sebaran suhu dan kelembaban menjadi lebih merata, iklim mikro yang dihasilkan dapat mendukung pertumbuhan tanaman. Sebelum otomatis persebaran iklim mikro *greenhouse* tidak merata pada setiap titik dan setiap waktu, sedangkan setelah otomatis persebaran menjadi rata. Optimasi dapat dilakukan lebih baik lagi apabila memperhatikan kebutuhan tanaman berdasarkan jenis tanaman yang dibudidayakan.

Kata Kunci— *Greenhouse*, sensor DHT 11, Sensor Kelembaban YL 69, Arduino UNO

Abstract : *Green House* is a construction building that functions to manipulate environmental conditions to create the desired environmental conditions in order to optimize plant maintenance, environmental conditioning carried out in the *greenhouse* includes temperature and humidity regulation, soil temperature and humidity regulation and good watering. The problem that occurs is the uneven distribution of air and soil temperature and humidity in all *greenhouse* areas which will ultimately affect plant growth in that area. This can be overcome by adding smart devices to the *greenhouse*. Analysis of temperature and humidity in the *greenhouse* aims to maximize the microclimate for plant growth. The analysis was carried out by measuring the conditions of temperature, air humidity and soil moisture without using automatic environmental temperature and humidity control devices. Then an analysis of environmental conditions is carried out by adding sensors and adding sprayers and fans connected to sensors measuring soil and air temperature and humidity. In this study used temperature and humidity sensors air DHT11, soil moisture sensor YL 69. The sensor is connected to the Arduino UNO microcontroller to carry out commands to the sprayer and fan. Before designing an automation system, an analysis is carried out on the range of fans and sprayers used. From the analysis carried out, the *greenhouse* area is divided into 8 measurement lines. Based on the research that has been done, it can be concluded that by using automatic temperature and humidity control devices for air and soil, the distribution of temperature and humidity becomes more pronounced, the resulting microclimate can support plant growth. Before the automation, the distribution of the *greenhouse* microclimate was not evenly distributed at every point and every time, whereas after the automation, the distribution became even. Optimization can be done even better if you pay attention to the needs of plants based on the type of plant being cultivated.

Keywords— *Greenhouse*, DHT 11 sensor, YL 69 Sensor, Arduino UNO

I. PENDAHULUAN

INDONESIA merupakan salah satu negara agraris, karena mayoritas penduduk Indonesia bekerja di sektor pertanian. Pertanian mempunyai peranan penting untuk memenuhi kebutuhan penduduk yang semakin hari semakin meningkat. Tetapi ketersediaan lahan yang terbatas dan tidak tersedianya produk pertanian sepanjang waktu membuat persediaan produk pertanian tidak dapat memenuhi kebutuhan penduduk. Selain itu, produk pertanian lokal memiliki kualitas dibawah standar industri pangan. Sehingga diperlukan impor produk pertanian untuk memenuhi kebutuhan penduduk. Berbagai teknologi modern dibidang pertanian dikembangkan untuk menunjang kebutuhan masyarakat yang semakin meningkat, salah satunya adalah teknologi *greenhouse* [1].

Di dalam *greenhouse* petani dapat menanam suatu jenis tanaman holtikultura tanpa mempertimbangkan perubahan musim. *Greenhouse* adalah tempat yang tepat untuk memaksimalkan pertumbuhan tanaman pangan, tanaman buah dan tanaman holtikultura. Selain itu, dengan adanya *greenhouse* dapat mencegah hama dan penyakit yang sering menyerang tanaman. Hal ini sangat berbeda dengan keadaan tanaman yang berada di luar *greenhouse*. Tanaman yang dibudidaya tanpa perlindungan akan mudah terserang penyakit dan hama. Di Indonesia sendiri, *greenhouse* telah dikembangkan oleh berbagai kalangan seperti mahasiswa, peneliti, pengusaha dan praktisi bidang pertanian untuk berbagai tujuan. Beberapa tujuan penggunaan *greenhouse* adalah untuk penelitian percobaan budidaya, percobaan pemupukan, percobaan ketahanan hama maupun penyakit, percobaan kultur jaringan, percobaan persilangan atau pemuliaan, percobaan hidroponik dan percobaan penanaman tanaman diluar musim [2].

Penelitian-penelitian tentang *greenhouse* telah beberapa kali dilakukan, antara lain penelitian yang dilakukan oleh [3] pada tahun 2019 tentang pemanfaatan sensor suhu dan kelembaban untuk mengatur pertumbuhan tanaman pada *greenhouse* menghasilkan peningkatan hasil panen yang signifikan. Penelitian lain dilakukan [4] tentang pembuatan actuator untuk pengendali iklim mikro di *Greenhouse* untuk budidaya tanaman sawi juga terbukti menghasilkan peningkatan produksi panen sawi. Penelitian ketiga yang dijadikan rujukan adalah penelitian [5] tentang penggunaan teknologi multisensory dan teknologi WSN untuk pengaturan kondisi lingkungan mikro *Greenhouse*, dalam penelitian ini menunjukkan hasil kestabilan iklim mikro yang lebih baik dengan pemanfaatan teknologi WSN dan multisensory.

Di Universitas Islam Balitar juga telah dikembangkan *greenhouse* yang bertujuan untuk penelitian, edukasi petani serta untuk komersial. Dengan adanya *greenhouse* ini diharapkan penggunaannya untuk bercocok tanam sayur dan buah-buahan tidak bergantung pada musim. Akan tetapi, produk pangan yang dihasilkan tidak optimal, karena *greenhouse* yang dibangun di Universitas Islam Balitar belum menerapkan otomasi, dan pemberian air masih dilakukan dengan cara tradisional tanpa memperhatikan suhu tanah maupun udara. Pada penelitian ini, dilakukan pemasangan sensor suhu dan kelembaban serta dilakukan pemantauan secara berkala terkait efektivitas penggunaan sensor tersebut untuk menjaga kondisi lingkungan di dalam *greenhouse*. Pada penelitian ini juga dilakukan analisis kebutuhan jumlah dan peletakan sensor yang efektif agar dapat menjangkau pemantauan kondisi seluruh area *greenhouse*. Upaya menciptakan dan menstabilkan iklim mikro pada *greenhouse* ini adalah untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman sehingga didapatkan hasil yang maksimal.

Penelitian ini merupakan kelanjutan dari serangkaian pemanfaatan teknologi tepat guna dalam bentuk sistem kontrol otomatis yang dimanfaatkan pada bidang pertanian dengan memanfaatkan berbagai jenis sensor. Dengan penggunaan teknologi sensor dan pengontrolan otomatis diharapkan dapat membantu petani, dalam mengatur kondisi lingkungan didalam *greenhouse* sesuai dengan yang dibutuhkan tanaman. Dengan adanya alat otomatis pemantau kondisi lingkungan diharapkan dapat meningkatkan efisiensi kerja serta menambah volume hasil panen para petani.

II. TINJAUAN PUSTAKA

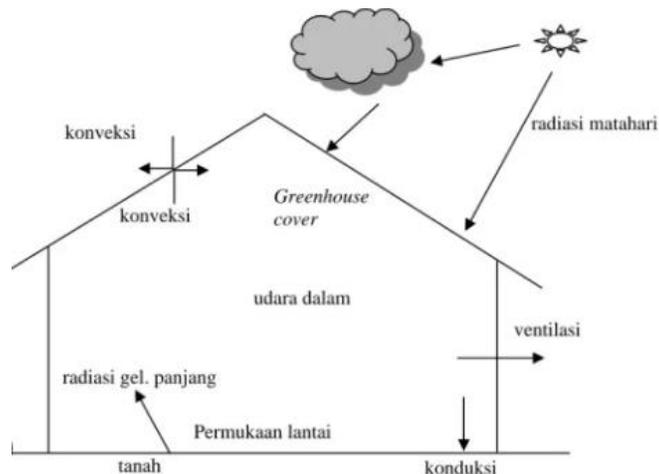
A. Suhu dan Tanaman

Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah faktor suhu. Produktivitas tanaman akan menurun jika tanaman ditanam di luar iklim sehingga lingkungan dijaga agar tetap berada pada kondisi optimum bagi budidaya tanaman. Dari berbagai jenis tanaman memiliki suhu optimum yang berbeda. Tanaman C4 membutuhkan suhu fotosintesis yang lebih tinggi dibandingkan dengan C3. Hal ini berhubungan dengan aktifitas enzim RuDP karboksilase (C3) dan PEP-karboksilase (C4) yang memiliki suhu optimum berbeda [6], menyatakan tumbuhan dapat tumbuh optimum pada suhu yang berbeda-beda sesuai varietasnya, serta tahap fisiologi perkembangannya.

B. Greenhouse

Greenhouse adalah sebuah bangunan yang dimanfaatkan untuk pertumbuhan tanaman karena terbuat dari bahan tembus cahaya. Bangunan *greenhouse* yang ideal adalah bangunan yang dapat memaksimalkan iklim mikro di dalamnya sehingga pertumbuhan tanaman dapat maksimal. Lihat pada Gambar 1 [7] yang menyatakan bahwa iklim mikro didalam *greenhouse* akan berbeda dengan lingkungan luar, disebabkan hal sebagai berikut:

- Didalam *greenhouse* terjadi pertukaran udara yang mempengaruhi keseimbangan massa dan energi serta temperatur di dalam *greenhouse*.
- Penutup *greenhouse* dapat merubah radiasi gelombang panjang menjadi radiasi gelombang pendek. Panjang gelombang dengan nilai yang berubah dapat membentuk pantulan radiasi sinar matahari oleh permukaan lantai dan bagian lainnya yang dapat mengakibatkan iklim mikro didalam *greenhouse* berubah [7].



Gambar 1. Arus Radiasi Matahari di dalam Greenhouse

C. Suhu dan kelembaban udara dalam Greenhouse

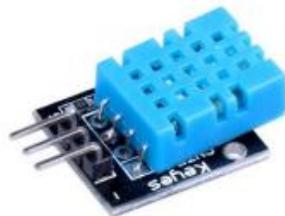
Tanaman sangat tergantung terhadap suhu karena berhubungan dengan pengendalian proses biologinya. Setiap hari suhu di dalam *greenhouse* dipertahankan pada batas persyaratan optimum pertumbuhan tanaman agar tanaman bisa tumbuh dengan baik. Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya pindah panas di dalam *greenhouse* adalah tingkat radiasi matahari, jumlah panas yang hilang melalui atap, dinding, ventilasi, bahan konstruksi, serta jumlah panas yang diserap melalui proses fotosintesis [7]. Tanaman tidak dapat tumbuh dengan baik dan rusak pada suhu ekstrim. Pada suhu sangat rendah, tanaman akan beku sedangkan pada suhu yang terlalu tinggi akan mengakibatkan koagulasi protein. Pertumbuhan tanaman yang terhenti pada suhu tinggi akibat dari terganggunya keseimbangan metabolik [8].

D. Suhu dan Kelembaban tanah dalam Greenhouse

Untuk pertumbuhan tanaman tanah harus pada kelembaban yang tidak terlalu rendah dan tidak terlalu tinggi. Apabila kelembaban terlalu tinggi akan mengurangi proses evapotranspirasi dan daya serap akar tanaman untuk mendapatkan hara, sedangkan jika terlalu rendah maka evapotranspirasi akan berjalan sangat cepat sehingga tidak diimbangi dengan pengadaaan air oleh akar dan menyebabkan tanaman menjadi layu [9]. Suhu tanah adalah hasil dari seluruh radiasi antara panjang gelombang dan aliran panas dalam tanah. Faktor-faktor yang mempengaruhi suhu tanah antara lain radiasi matahari, konduksi panas dari atmosfer, kondensasi, penguapan, vegetasi, keterhantaran dan difusivitas panas pada tanah, struktur, tekstur, dan kelembaban tanah [10].

E. Sensor DHT11

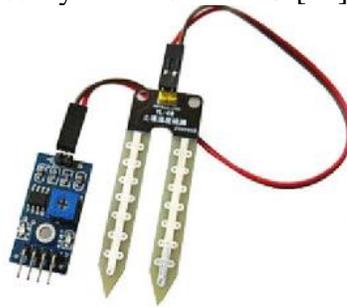
Sensor suhu adalah sensor yang dapat menduga suhu tanaman dan suhu tanah yang dapat mempengaruhi laju proses biokimia. Sensor DHT11 adalah sensor yang tersusun dari elemen polimer kapasitif (yang biasa digunakan untuk mengukur kelembapan), dan sensor suhu. Di dalam sensor ini terdapat memori kalibrasi yang berfungsi untuk menyimpan koefisien kalibrasi hasil pengukuran. Data yang dihasilkan dari sensor ini berupa *digital logic* yang dapat diakses secara serial. DHT11 adalah sensor suhu dan kelembapan yang memiliki kisaran pengukuran 20-90% RH. Sensor bekerja pada dua kabel (data dan SCK). Data yang didapatkan berupa data pengukuran suhu lingkungan. Jika sensor membaca suhu rendah maka tegangan *pull down* yang dialirkan menjadi lebih besar dan tegangannya semakin besar [11] seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Sensor DHT 11

F. Sensor Kelembaban Tanah YL 69

Sensor *soil moisture* adalah sensor yang digunakan untuk mengukur kelembaban pada tanah. Sensor ini bekerja pada rentang pengukuran 0-100% dengan akurasi sebesar $\pm 5\%$ RH. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip sensor kapasitif. Terdapat dua buah plat kapasitor dengan yang dipisah dengan dielektrik. Kelembaban tanah akan mengubah permitivitas dielektrik antar plat kapasitor yang sebanding dengan tegangan yang dihasilkan. Untuk bentuk sensornya lihat Gambar 3 [12].



Gambar 3. Sensor YL 69

G. Mikrokontroler Arduino

Mikrokontroler merupakan kontroler dengan teknologi mikroprosesor dan mikrokomputer untuk memenuhi kebutuhan pasar pada teknologi terbaru. Sebagai teknologi baru, yaitu teknologi semikonduktor dengan kandungan transistor yang lebih banyak namun hanya membutuhkan ruang yang kecil serta dapat diproduksi secara massal membuat harganya menjadi lebih murah. Mikrokontroler merupakan komponen

elektronika yang merupakan gabungan dari berbagai piranti tambahan didalam mikrokomputer menjadi satu chip IC [12], lihat Gambar 4.



Gambar 4. Mikrokontroler Arduino

III. METODE PENELITIAN

A. Metode Pengembangan Penelitian

Prosedur pengembangan dilakukan peneliti dengan mengikuti tahapan pengembangan RnD (*Research and Development*) untuk mengetahui efektivitas penggunaan sensor suhu dan kelembaban untuk monitoring kondisi lingkungan *Greenhouse* Universitas Islam Balitar. Siklus RnD secara ringkas terdiri dari mempelajari temuan penelitian yang berkaitan dengan produk yang akan dikembangkan, mengembangkan produk, melakukan pengujian, dan merevisinya untuk memperbaiki kekurangan yang ditemukan. Alur penelitian dilakukan dengan mengikuti model Borg dan Hall (1989:775) seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 5. Metode Pengembangan Penelitian

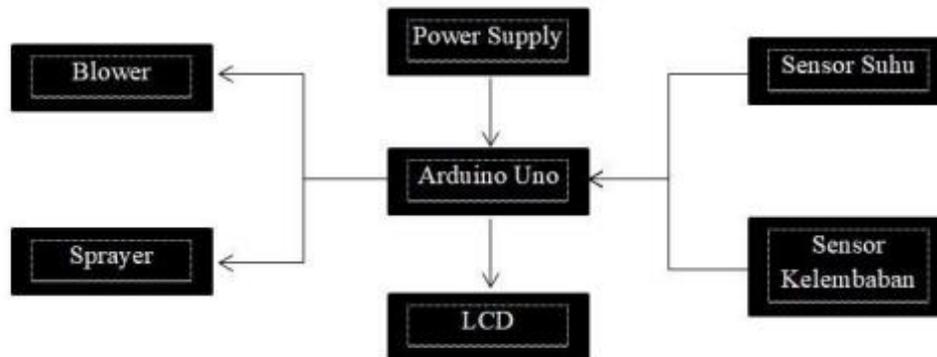
Pada studi literatur bertujuan untuk menemukan konsep-konsep atau landasan-landasan teoritis yang memperkuat suatu produk. Pada tahap ini dipelajari berbagai teori terkait dengan penelitian diantaranya mengenai parameter lingkungan *greenhouse*, karakteristik tanaman pada daerah tropis, kesesuaian sensor dan aktuator dalam memonitoring kondisi lingkungan *greenhouse* serta gambaran penerapan pada sistem. Selain itu juga, dilakukan studi lapangan atau dengan kata lain disebut sebagai pengukuran kebutuhan dan penelitian dalam skala kecil dengan interview kepada pengelola *greenhouse* Universitas Islam Balitar.

Berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan, penelitian ini direncanakan dapat menghasilkan telaah efektivitas kerja sensor suhu dan kelembaban untuk memonitor kondisi lingkungan *greenhouse* secara berkala. Alat ditargetkan penggunaannya untuk *greenhouse* Universitas Islam Balitar. Alat direncanakan dikembangkan dengan *framework open source* arduino untuk kendali utama yang dihubungkan dengan sistem sensor *DHT 11* untuk pembacaan suhu dan kelembaban udara dalam *greenhouse*. Sistem yang sudah terintegrasi dengan arduino selanjutnya dihubungkan ke *output* berupa aktuator kontrol.

Pengembangan produk awal merupakan *draft* kasar dari alat yang akan dibuat. *Draft* atau produk awal dikembangkan peneliti dan diuji coba terbatas. Pada tahap ini akan dikembangkan dahulu alat otomatis yang berfokus pada proses monitoring suhu dan kelembaban lingkungan *greenhouse*. Sistem selanjutnya dikembangkan lagi dengan memasang peralatan pada *greenhouse* selama waktu tertentu. Pada tahap ini diamati dan analisis efektivitas penggunaan sensor suhu dan kelembaban tersebut.

B. Blok Diagram Sistem

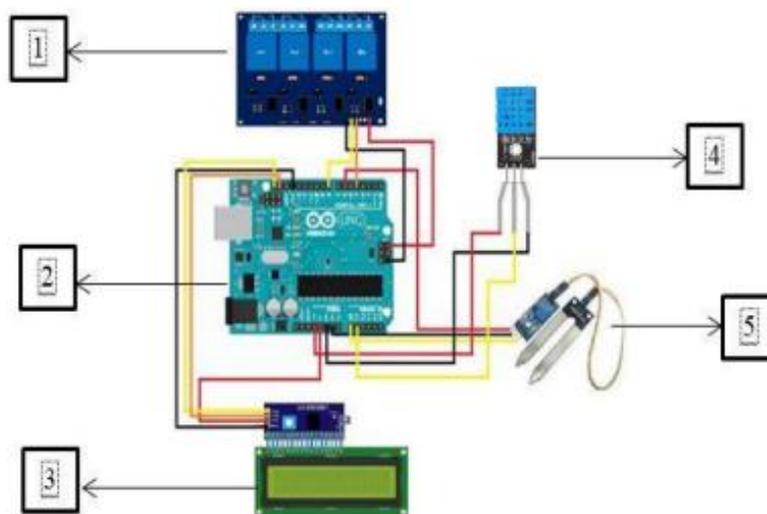
Blok diagram pada Gambar 6 menggambarkan sistem yang akan dibuat, sistem terdiri dari 2 sensor yaitu DHT 11 untuk melakukan pembacaan suhu dan kelembaban udara dan sensor kelembaban tanah YL 69 untuk membaca kondisi kelembaban tanah. Sistem juga terhubung dengan aktuator berupa *sprayer* dan *blower* untuk menjaga kondisi lingkungan mikro tetap stabil. Blower berfungsi untuk mendinginkan atau mengurangi besar suhu di lingkungan, sedangkan *sprayer* berfungsi untuk meningkatkan kelembaban tanah dengan cara memberikan penyiraman di tanah.



Gambar 6. Blok Diagram Sistem

C. Gambar Rangkaian Sistem

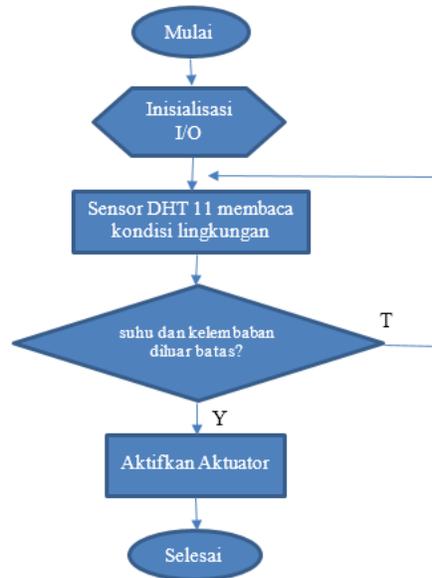
Pada Gambar 7 merupakan sistem yang terdapat sensor DHT 11 yang berfungsi membaca kondisi suhu dan kelembaban udara yang terdiri dari 3 pin yaitu VCC, *ground* dan data. Selain itu terdapat pula sensor kelembaban tanah yang berfungsi membaca kondisi tanah kering hingga lembab. Semua sensor dihubungkan ke mikrokontroler arduino dan akan memproses data pembacaan kondisi suhu. Selanjutnya hasil pembacaan akan disesuaikan dengan kondisi real melalui pengukuran dengan termometer ruang. Apabila sudah dapat bekerja dengan baik, maka dilanjutkan dengan pemasangan aktuator berupa blower dan pompa air untuk penyesuaian suhu dan pengairan tanah pada area *greenhouse*.



Gambar 7. Rangkaian Sistem

D. Flowchart Sistem

Proses jalannya sistem sesuai dengan Gambar 8 yaitu diawali dari inialisasi peralatan termasuk sensor-sensor dan mikrokontroler ketika telah terhubung dengan sumber daya. Selanjutnya, sensor melakukan pembacaan kondisi suhu dan kelembaban udara di area *greenhouse* secara berkala. Apabila terdapat kondisi yang tidak normal, suhu diatas 30°C dan kelembaban dibawah 70% maka aktuator akan diaktifkan. Aktuator yang digunakan dalam penelitian ini adalah *blower* dan *sprayer*. *Blower* akan diaktifkan jika pembacaan suhu diatas 30°C dan akan dihentikan jika suhu sudah dalam batas normal yakni maksimal 30°C. Sedangkan *sprayer* akan diaktifkan jika kondisi kelembaban udara kurang dari 70% dan akan dihentikan jika kelembaban minimal 70%. Jika kondisi masih normal, maka yang dilaporkan hanya nilai suhu dan kelembaban saja, hasil laporan ditampilkan dalam LCD.



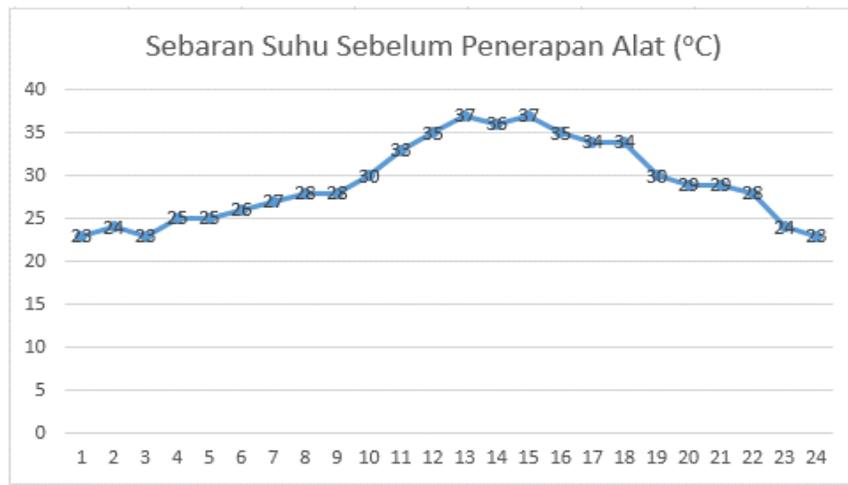
Gambar 8. Flowchart Sistem

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis suhu dan kelembaban didalam *greenhouse* sebelum penerapan alat

Pada pengamatan kondisi suhu dan kelembaban udara di dalam *greenhouse* sebelum diterapkan alat pengontrol suhu diperoleh hasil yang fluktuatif. Suhu udara didalam *greenhouse* mengalami perubahan secara signifikan pada jam 10.00 sampai 18.00. Distribusi suhu yang terjadi didalam *greenhouse* kurang merata, perbedaan suhu terjadi pada sisi *greenhouse* yang bersebelahan dengan *greenhouse* lain karena di sebelah selatan *greenhouse* yang diamati terdapat bangunan *greenhouse* lain. Selain itu, perbedaan suhu juga disebabkan oleh bahan material pembuat *greenhouse*. Seperti diketahui bahwa perpindahan panas pada *greenhouse* terjadi pada atap, material yang ada pada *greenhouse*, dan perpindahan panas yang terjadi dengan tanah. Pada area *greenhouse* yang berdekatan dengan area lain akan memperoleh panas yang lebih tinggi dengan sirkulasi udara yang lebih kecil.

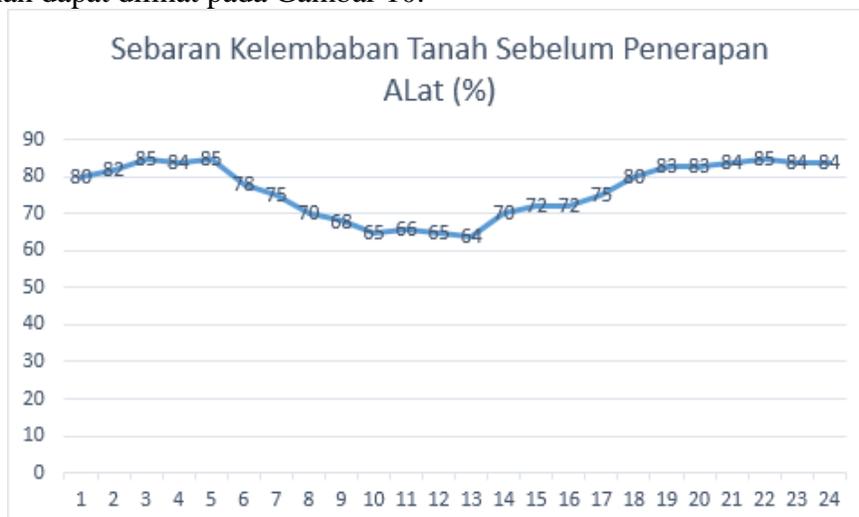
Dari data yang diperoleh, suhu yang terjadi pada jam 19.00 sampai dengan jam 05.00 cukup stabil pada rentang suhu 23°-25° C, suhu ini baik untuk beberapa tanaman seperti tomat, mentimun, sawi, dan sejenisnya. Sedangkan pada rentang pukul 06.00 hingga pukul 09.00 suhu berada di kisaran 26°-28° C Di dalam *greenhouse* belum terjadi pemerataan suhu yang baik karena *greenhouse* yang dibuat dimungkinkan kurang sesuai dengan standar, sirkulasi yang ada pada *greenhouse* sangat kecil sehingga mengakibatkan suhu yang panas pada saat matahari terbit dan suhu yang rendah pada saat matahari terbenam. Setelah dilakukan regresi terhadap data, diperoleh bahwa pada jam 21.00 sampai jam 05.00 data lebih stabil dan persebaran data lebih merata. Untuk hasil grafik sebaran suhu dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Sebaran Suhu Sepanjang Hari

Hubungan suhu dan kelembaban adalah berbanding terbalik, dimana saat suhu tinggi maka kelembaban udara rendah, karena kelembaban udara merupakan kandungan air yang terdapat didalam udara, nilai kandungan air akan semakin sedikit jika suhu naik. Pada data yang telah diperoleh, kelembaban stabil pada 22.00 sampai jam 06.00 dikarenakan tidak ada panas yang terjadi, dan suhu udara yang rendah yang mengakibatkan terjadinya embun.

Pada *greenhouse* dilakukan pengambilan data penyiraman tanaman yang dilakukan secara manual pada jam tertentu. Penyiraman tanaman dilakukan pada jam 07.00 dan jam 16.00. Suhu dan kelembaban tanah dipengaruhi oleh banyaknya penyiraman air yang terjadi pada *greenhouse* dan besarnya radiasi matahari yang diterima oleh permukaan tanah. kelembaban tanah terendah pada *greenhouse* terjadi pada jam 13.00 hingga 15.00. Sedangkan penurunan mulai terjadi pada pukul 09.00 sampai pukul 13.00. Suhu dan kelembaban tanah merupakan parameter yang harus dikendalikan juga didalam *greenhouse*. Dalam pengambilan data kelembaban tanah, sensor terlebih dahulu di kalibrasi untuk memperkecil *error* yang didapat ketika pengambilan data. Kelembaban tanah pada titik tertentu di dalam *greenhouse* mengalami perubahan yang tidak begitu signifikan selama pengambilan data 24 jam. Secara umum nilai kelembaban cenderung stabil pada pukul 16.00 hingga 19.00 dan cenderung mengalami kenaikan diatas pukul 20.00. untuk hasil grafik dari kelembaban tanah dapat dilihat pada Gambar 10.

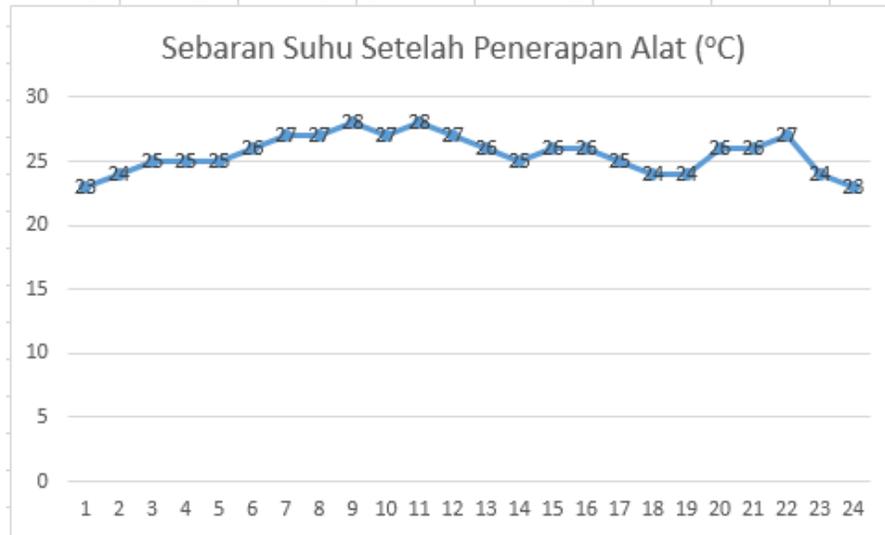


Gambar 10. Grafik SebaranKelembaban Tanah Sepanjang Hari

B. Analisis suhu dan kelembaban udara didalam *greenhouse* setelah penerapan alat

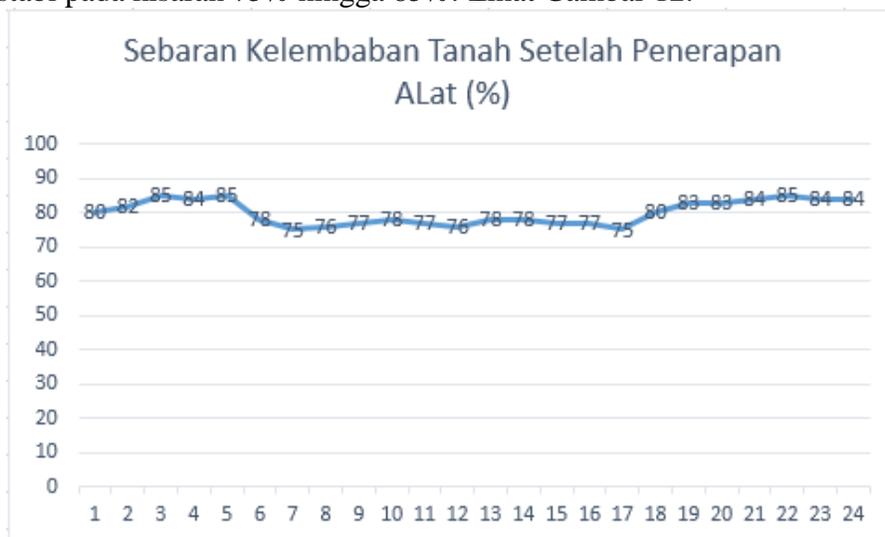
Sebelum dilakukan pengambilan data suhu dan kelembaban udara dengan menggunakan sensor DHT 11, dilakukan pengujian kestabilan sensor dengan melakukan pengukuran suhu dan kelembaban selama beberapa

menit. Dari hasil penerapan alat berhasil menurunkan suhu udara pada jam 13.00 sampai jam 15.00. Dari grafik yang diperoleh pada otomasi berhasil mengoptimalkan persebaran suhu pada rentang 24°C hingga 29 °C. Nilai Suhu udara yang cenderung stabil adalah pada jam 07.00 sampai jam 09:00 dan 19.00-05.00. Akan tetapi jika dibandingkan dengan persebaran suhu udara sebelum otomasi, maka hasil persebararan suhu udara setelah otomasi lebih stabil dan berada pada rentang yang diharapkan yaitu 24°C hingga 29 °C. Data yang diperoleh setelah otomasi menunjukkan bahwa pada pukul 21.00 sampai pukul 07.00 suhu rata-ratanya adalah 24°C hal ini karena sistem hanya dapat menurunkan suhu udara, akan tetapi tidak dapat menaikkan suhu udara. Suhu udara dapat naik jika terdapat pemanas. Lihat gambar 11.



Gambar 11. Grafik Sebaran Suhu Setelah Penerapan Alat

Dari hasil data kelembaban tanah setelah penerapan alat, didapatkan bahwa data stabil pada 24 jam pemakaian alat. Kelembaban tanah mulai mengalami penurunan pada pukul 11.00 dan mulai stabil pada jam 18.00. Akan tetapi pada area yang bersebelahan dengan *greenhouse* yang lain, kondisi kelembaban tidak dapat mencapai nilai yang diinginkan dan nilai persebarannya tidak sama dengan area yang lain. Jika dibandingkan dengan kelembaban tanah sebelum otomasi, maka sangat berbeda jauh. Data setelah otomasi berhasil membuat kelembaban lebih merata daripada sebelumnya. Pasca penggunaan alat, nilai kelembaban tanah dapat dijaga stabil pada kisaran 75% hingga 85%. Lihat Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Sebaran Kelembaban Tanah Setelah Penerapan Alat

Berdasarkan hasil pengukuran data menggunakan alat, dapat diketahui bahwa nilai suhu stabil dan merata selama satu hari. Hal ini sangat berbeda dengan hasil data yang diperoleh sebelum dilakukan otomasi. Suhu

tanah yang didapat setelah otomasi sesuai dengan suhu tanah yang diharapkan yaitu pada range 24-29 °C dan kelembaban tanah sesuai dengan yang dibutuhkan tanaman yaitu kisaran 75%-85%. Selain suhu tanahnya yang sesuai dengan suhu tanah yang diharapkan, distribusi yang didapatkan setiap jam dalam satu hari juga merata. Sehingga dapat disimpulkan berdasarkan data yang telah diperoleh setelah penerapan alat, didapatkan bahwa kelembaban tanah relative stabil sepanjang hari. Hal ini berbeda dengan data yang diperoleh sebelum otomasi yang mengalami perubahan terus menerus selama pengambilan data. Pasca penerapan alat suhu dan kelembaban dapat diatur sesuai dengan yang dibutuhkan oleh tanaman.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada monitoring suhu dan kelembaban mikro lingkungan *greenhouse* sebelum dikontrol dengan alat diperoleh hasil sebaran yang fluktuatif, terutama pada area yang dekat dengan *greenhouse* yang lain cenderung tidak stabil.
2. Setelah dilakukan monitoring secara berkala dengan menggunakan alat, sebaran suhu dan kelembaban tanah lebih terkontrol sesuai kondisi yang dibutuhkan tanaman. Suhu dapat dikontrol sesuai kebutuhan tanaman yaitu 24°-29 °C, sedangkan kelembaban terjaga stabil pada kisaran 75%-85%.
3. Optimasi yang dilakukan pada iklim mikro *greenhouse* dapat digunakan untuk mendorong pertumbuhan tanaman yang lebih baik

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Islam Balitar yang memberikan pendanaan pada penelitian kolaborasi dosen dan mahasiswa pada tahun pendanaan 2022

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. Melo, "Komputerisasi Smart Greenhouse untuk Budidaya Tanaman Bunga Krisan," p. 18, 2012.
- [2] M. Munir, "Rancangan smart greenhouse dengan teknologi mobile untuk efisiensi tenaga, biaya, dan waktu dalam pengelolaan tanaman," UNS Surakarta, Surakarta, 2016.
- [3] P. Al-Humairi, "A Smart Automated Greenhouse: Soil Moisture, Temperature Monitoring and Automatic Water Supply System (Peaty, Loam and Silty)," in *IEEE Conference on Sustainable Utilization and Development in Engineering and Technologies*, 2019.
- [4] P. Telaumbanua, "Rancang bangun aktuator pengendali iklim mikro di dalam greenhouse untuk pertumbuhan tanaman sawi," UNG, Gorontalo, 2014.
- [5] Q. Gupta, "Multi-sensor integrated system for wireless monitoring of greenhouse environment," in *IEEE Sensors Application Simposium (SAS)*, 2018.
- [6] Diansari, "Pengaturan suhu, kelembaban, waktu pemberian nutrisi dan waktu pembuangan air untuk pola cocok tanam hidroponik berbasis mikrokontroler AVR ATmega 8535," 2008.
- [7] A. Sari, "Analisis Distribusi Suhu dalam Bangunan Greenhouse Tunnel Berventilasi Ganda," Binus, Bogor, 2008.
- [8] Inayah, "Analisis Lingkungan Dalam Bangunan Greenhouse Tipe Tunnel yang Telah Dimodifikasi di PT. Alam Indah Bunga Nusantara, Cipanas, Cianjur," Cianjur, 2007.
- [9] W. Ambarwati, "Design and Prototype Development of Internet of Things for Greenhouse Monitoring System," in *International Seminar on Research of Informaton Technology and Intelligent System*, 2020.
- [10] B. & Calvin, "Indoor Plants," New York, 1987.

- [11] Y. A. Amelia, "Perancangan sistem monitoring suhu, kelembaban dan titik embun udara secara realtime menggunakan mikrokontroler arduino dengan logika fuzzy yang dapat diakses melalui internet.," 2013.
- [12] I. Wijaya, "Auto Tuning PID berbasis metode Ziegles-Nichlos menggunakan Mikrokontroler AT89552 pada Pengendali Suhu," 2010.
- [13] L. Hui, "Greenhouse CFD Simulation for Searching the Sensor Optimal Placemnet.," 2002.