



Sistem Monitoring *Smart Greenhouse* pada Lahan Terbatas Berbasis Internet of Things (IoT)

Uray Ristian^{#1}, Ikhwan Ruslianto^{#2}, Kartika Sari^{#3}

[#]Program Studi Rekayasa Sistem Komputer Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura

Jl. Prof. Dr.H.Hadari Nawawi, Pontianak, 78124

¹eristian@siskom.untan.ac.id

²ikhwanruslianto@siskom.untan.ac.id

³kartika.sari@siskom.untan.ac.id

Abstrak— Beberapa faktor lingkungan yang sangat berpengaruh pada proses pertumbuhan dan kesuburan tanaman adalah Faktor suhu, air, kelembapan tanah, kelembapan udara, dan cahaya. Pengembangan metode bercocok tanam cerdas semakin luas didukung dengan teknologi *Greenhouse* yang mana kondisi iklim bercocok tanam dapat direkayasa. Tidak menutup kemungkinan bahwa tanaman yang tidak cocok ditanam di Indonesia dapat di tanam didalam *Greenhouse*. Untuk itulah dikembangkan sebuah sistem “Rancang Bangun *Smart Greenhouse* berbasis IoT (Internet of Things)” berbasis agroteknologi. Sistem Monitoring *Smart Greenhouse* berhasil diimplementasikan dengan membaca kondisi Suhu, pH Tanah, Kelembaban Tanah dan Udara, dan data tersebut dikirimkan ke server untuk ditampilkan ke pengguna sistem. Data yang diperoleh dari *Smart Greenhouse* diolah menggunakan operator logika untuk mengendalikan perangkat-perangkat outputan didalam *Smart Greenhouse* yaitu Lampu, Kipas Masukan, Kipas Keluaran, *Mist Maker* dan Pompa Air. Sistem ini dapat memudahkan pengguna untuk memonitoring dan mengendalikan suhu, air, kelembapan tanah, kelembapan udara, dan cahaya didalam *Smart Greenhouse* yang sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Kata kunci— Smart Greenhouse, Sensor, Internet of Things, Monitoring Tanaman, agroteknologi

I. PENDAHULUAN

Greenhouse atau rumah kaca merupakan sebuah bangunan untuk membudidayakan tanaman dengan cara melakukan pengaturan beberapa variable tumbuh kembang dari tanaman tersebut [1][2]. *Greenhouse* berfungsi sebagai tempat perlindungan tanaman dari curah hujan yang berlebihan maupun cahaya matahari langsung. Selain itu, *Greenhouse* cocok digunakan sebagai tempat budidaya tanaman yang mana dapat mengisolasi kondisi tanaman dari hama maupun cuaca yang ekstrim [3]. Akan tetapi, terdapat kendala dimana pengguna *Greenhouse* tidak dapat memonitoring kondisi tanaman terus menerus dan pengguna harus berada di lokasi tersebut, sehingga, diperlukannya sebuah sistem untuk memonitoring kondisi didalam *Greenhouse* berbasis internet agar pengguna

dengan segera dapat memberikan perawatan (*treatments*) kepada tanaman.

Teknologi *Internet of Things* (IoT) adalah teknologi yang menggunakan internet sebagai media komunikasi data antara pengguna dengan kondisi/parameter nilai ukur dari suatu benda [4][5]. Biasanya, untuk mendapatkan data nilai ukur suatu benda, diperlukan perangkat sensor yang digunakan untuk membaca nilai ukur/data analog/digital dari suatu benda dan Minimum System sebagai pengolah data dan mengirimkan data tersebut ke internet [6]. Dengan menggunakan sensor, didapatkan data dari kondisi suatu *Greenhouse*, misalnya suhu dan kelembaban ruangan, kelembaban tanah, pH tanah dan kadar nutrisi pupuk pada air pada *Greenhouse*. Data-data ini selanjutnya dikirimkan oleh *Minimum System* menggunakan internet dan tersimpan kedalam database server. Kemudian data di server akan diakses oleh pengguna menggunakan perangkat mobile sehingga tanpa perlu ke *Greenhouse*, pengguna sudah mengetahui kondisi tanamannya didalam *Greenhouse*.

Penelitian terkait pernah dilakukan dengan judul “*Active Plant Wall for Green Indoor Climate Based on Cloud and Internet of Things*” [7] yang membahas tentang pemantauan kondisi dan kontrol jarak jauh untuk pagar dari tanaman yang berada didalam ruangan, dalam penelitian ini dilakukan pengelolaan iklim untuk mengurangi konsentrasi partikel dan senyawa organik yang mudah menguap serta menstabilkan konsentrasi karbon dioksida di lingkungan dalam ruangan. Selanjutnya penelitian terkait berjudul “*An IoT-Based Traceability System for Greenhouse Seedling Crops*” [8]. Penelitian ini membuat rumah kaca berbasis IoT untuk pengecekan bibit tanaman pertanian, konsumsi air, dan kondisi iklim didalam rumah kaca. Kemudian telah dilakukan penelitian terkait berjudul *Home Security* menggunakan Arduino berbasis *Internet of Things* [9][10]. Pada penelitian ini dirancang sebuah sistem keamanan rumah dengan menggunakan gabungan dari mikrokontroler, android serta *magnetic door switch sensor* untuk menghasilkan pemberitahuan berupa suara,

SMS serta melakukan proses kirim data ke server saat pintu dalam kondisi terbuka ketika pengguna tidak berada dirumah.

Sistem IoT dapat diimplementasikan kedalam rancangan Smart Greenhouse mengacu dari beberapa penelitian sebelumnya. Dengan demikian, diangkatlah penelitian dengan judul Sistem Monitoring Smart Greenhouse pada Lahan Terbatas Berbasis Internet of Things (IoT). Dengan adanya sistem ini, pengguna diharapkan dapat melakukan monitor pada kondisi iklim yang ada didalam Smart Greenhouse. Hal ini dikarenakan dalam Smart Greenhouse, akan diambil beberapa parameter inputan untuk mengendalikan perangkat outputan, yaitu suhu, kelembaban udara, kelembaban tanah dan pH tanah. Masing-masing inputan mendapatkan nilai dari sensor yang dapat membaca kondisi dari inputan secara digital. Nilai-nilai data sensor inilah yang dijadikan sebagai patokan dalam mengendalikan perangkat outputan dengan memberikan batasan parameter pengukuran berupa nilai batas atas dan batas bawah. Hal inilah yang menjadi patokan treatment yang berbeda untuk setiap tanaman agar dapat tumbuh subur berdasarkan kondisi aktual lingkungan Greenhouse.

II. METODE PENELITIAN

A. Studi Pustaka

Pada tahap studi Pustaka, dilakukan dengan cara mencari berbagai sumber yang terkait dengan perangkat IoT seperti Minimum System ESP32, sensor, database firebase, aplikasi berbasis mobile melalui buku-buku, beberapa jurnal, paper, karya tulis ilmiah maupun literatur dari internet yang sesuai dengan topik penelitian.

B. Metode Pengumpulan Data

Hasil pembacaan sensor terhadap tanaman yang ada didalam *Smart Greenhouse* akan menjadi data pada penelitian ini. Adapun data yang dibaca adalah suhu, kelembaban tanah, udara, serta pH tanah. Data akan dikumpulkan setiap hari dengan interval waktu yang ditentukan dengan sistem waktu nyata (*realtime*).

C. Analisis Kebutuhan

1) *Smart Greenhouse*: Pembuatan Greenhouse pada penelitian ini bertujuan untuk melindungi tanaman dari berbagai macam gangguan cuaca seperti intensitas radiasi matahari yang tinggi, hujan, angin, dan serta melindungi tanaman dari serangan hama penyakit [11] [12]. Bentuk Greenhouse dapat dilihat pada Gambar 1.

2) *Kebutuhan Perangkat Keras*: Pada penelitian ini, ada dua kelompok perangkat keras yang digunakan, yaitu perangkat keras komputasi dan mobile sebagai berikut:

a) *Minimum System ESP32*: NodeMCU ESP32 merupakan sebuah sistem dengan kemampuan WiFi yang memungkinkan jangkauan fisik yang besar dan langsung ke internet melalui router Wi-Fi. Serta penggunaan

Bluetooth memungkinkan pengguna untuk terhubung dengan mudah ke telepon atau siaran energi rendah untuk deteksi [13].



Gambar. 1 Greenhouse konvensional

b) *Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11*: DHT11 merupakan sensor dengan *output* suhu dan kelembaban udara dalam bentuk data digital yang menggunakan teknik akuisisi sinyal digital eksklusif [14][15]. DHT11 berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembaban udara yang terdapat pada *Smart Greenhouse* agar tanaman mendapatkan sesuai dengan suhu dan kelembaban udara yang diperlukan. Bentuk sensor DHT11 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar. 2 Sensor DHT11

c) *Sensor Soil Moisture (Sensor Kelembaban Tanah)*: Sensor kelembaban tanah ini berfungsi untuk mendeteksi kelembaban tanah pada *Smart Greenhouse*. Sensor ini menggunakan bahan logam yang sangat sensitif terhadap muatan listrik dalam sebuah media khususnya tanah, serta berbentuk pisau. Sensor kelembaban tanah dapat dilihat pada Gambar.3.



Gambar. 3 Sensor kelembaban tanah

d) *Sensor pH Tanah*: Sensor pH tanah ini digunakan untuk mendeteksi tingkat alkali/kebasaan atau acid/keasaman tanah dengan skala pH 3.5-8 [8]. Pada penelitian ini sensor pH tanah digunakan untuk mendapatkan nilai pH tanah, untuk *monitoring* nilai pH tanah dari *Smart Greenhouse*. Sensor pH tanah yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar. 4 Sensor pH tanah

e) *Relay dan perangkat pendukung lainnya:* Modul relay digunakan untuk penghubung/pemutus arus beban yang cukup besar [16]. Bentuk modul relay dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar. 5 Modul relay

3) *Kebutuhan Perangkat Lunak:* Perangkat lunak yang dibutuhkan pada penelitian ini antara lain:

1. OS Windows 10 Pro 64-bit.
2. XAMPP v3.2.2 yang digunakan sebagai server lokal dan sebagai sistem manajemen database.
3. Firebase

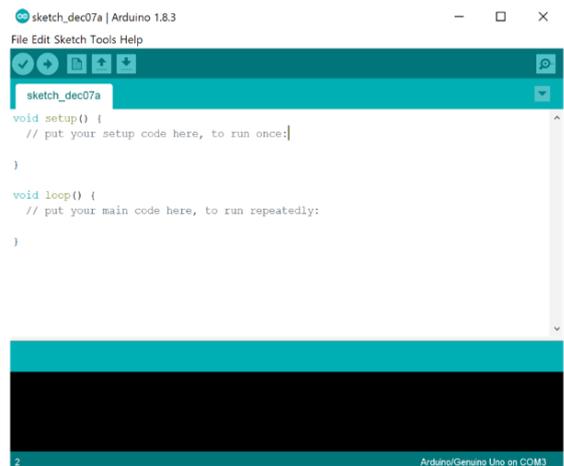
Google Firebase servis penyimpanan data berbasis sistem IoT dengan layanan back end - cloud [17]. Google Firebase membuat sejumlah produk untuk pengembangan aplikasi mobile ataupun web. Logo Google Firebase dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar. 6 Google Firebase

4. Arduino IDE (*Integrated Development Environment*)

Digunakan untuk mengembangkan aplikasi seperti mengcompile menjadi kode biner dan mengupload ke dalam memory microcontroller, pemrograman, [18] serta sebagai antarmuka pemrograman perangkat keras minimum system ESP32 (lihat Gambar 7).



Gambar. 7 Antarmuka Arduino IDE

5. *Visual Code Studio* digunakan sebagai aplikasi text editor pemrograman aplikasi berbasis mobile.

D. Pengujian Sistem

Pada tahapan ini, pengujian dilakukan dengan menggunakan koneksi internet. Sensor akan membaca data pada kondisi tanaman secara digital dan mengirimkan secara terus menerus data sensor setiap 10 menit ke database. Kemudian dilakukan analisa data perhari untuk dibuat rekapan datanya agar data di database tidak menumpuk.

Nilai-nilai data sensor inilah yang dijadikan sebagai patokan dalam mengendalikan perangkat outputan dengan memberikan batasan parameter pengukuran berupa nilai batas atas dan batas bawah. Hal inilah yang menjadi patokan treatment yang berbeda untuk setiap tanaman agar dapat tumbuh subur berdasarkan kondisi aktual lingkungan Greenhouse. Selanjutnya database akan menyimpan data yang dikirimkan secara realtime agar dapat diakses oleh aplikasi mobile. Kemudian aplikasi mobile harus bisa mengakses database yang berisikan data tanaman dan kondisi tanaman terkini.

E. Implementasi Sistem

Pada tahap implementasi sistem, hasil pengujian sistem akan di cek untuk menentukan layak atau tidaknya sistem yang telah dibuat agar dapat diimplementasikan pada sistem monitoring tanaman berbasis IoT. Kemudian aplikasi harus dapat menyajikan data kedalam bentuk antarmuka yang menarik dan mudah dipahami informasinya.

F. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di lingkungan Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura. Adapun lokasi rincinya berada di belakang gedung prodi Sistem Komputer FMIPA Universitas Tanjungpura.

G. Deskripsi Penelitian

Penelitian yang dilakukan ini adalah membangun suatu sistem *Smart Greenhouse* berbasis IoT (Internet of Things), yang mana sistem ini dapat melakukan manipulasi dan rekayasa iklim sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan tanaman agar bisa hidup dan tumbuh dengan subur di dalam *smart Greenhouse*. Adapun kondisi yang dimanipulasi dan dikendalikan adalah suhu, air, kelembapan tanah, kelembapan udara, dan cahaya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Bangunan *Smart Greenhouse* FMIPA Untan

Smart Greenhouse ini dibangun berdasarkan konsep dari *Greenhouse* pada umumnya, dimana didalamnya dapat ditanami berbagai tanaman dengan dinding bangunannya menggunakan kaca atau mika transparan cahaya. Yang membedakan antaran *Smart Greenhouse* dengan yang lainnya adalah sistem kerja yang ada didalam *Greenhouse* dapat dikendalikan secara otomatis ataupun manual.

Oleh karena itu, bentuk dari *Greenhouse* dimodifikasi juga agar peralatan penunjang *Smart Greenhouse* dapat diimplementasikan kedalam *Greenhouse*. Salah satu perangkat yang digunakan seperti kipas masuk dan keluar yang diletakkan didekat atap agar dapat mengalirkan sirkulasi udara didalam ruangan dengan baik. Adapun proses pembangunan *Smart Greenhouse* dapat dilihat pada Gambar 8 – Gambar 12.



Gambar. 10 Tahap Pengerjaan Atap Bangunan *Smart Greenhouse*



Gambar. 11 Tahap Akhir Bentuk Bangunan *Smart Greenhouse* FMIPA Untan



Gambar. 8 Tahap Pengerjaan Awal Pembangunan *Smart Greenhouse*



Gambar. 9 Tahap Pengerjaan Kerangka Bangunan *Smart Greenhouse*



Gambar. 12 Interior didalam *Smart Greenhouse*

Didalam *Smart Greenhouse* terdapat 2 area tanaman yaitu di di sisi kiri dan kanan *Smart Greenhouse* serta tangka air untuk kebutuhan pengairan area tanaman. Di setiap area tanam akan dialirkan air yang berasal dari tangki air menggunakan pompa air yang terhubung dengan pipa-pipa air di setiap area tanaman *Smart Greenhouse*.

Kemudian untuk menjaga kelembapan tanaman digunakan *Mist Maker* untuk meningkatkan kelembapan udara didalam ruangan dan Lampu untuk menghangatkan ruangan.

B. Implementasi Sistem Kendali IoT Smart Greenhouse

Pada implementasi sistem, terdapat beberapa parameter inputan untuk mengendalikan perangkat outputan, yaitu suhu, kelembaban udara, kelembaban tanah dan pH tanah. Masing-masing inputan mendapatkan nilai dari sensor yang dapat membaca kondisi dari inputan secara digital. Nilai-nilai dari sensor inilah yang dijadikan sebagai patokan dalam mengendalikan perangkat outputan dengan memberikan batasan parameter pengukuran. Untuk setiap jenis tanaman memiliki parameter nilai yang berbeda untuk setiap nilai inputan sensor. Hal inilah yang menjadi patokan *treatment* yang berbeda untuk setiap tanaman agar dapat tumbuh subur berdasarkan kondisi aktual lingkungan *Greenhouse*. Nilai parameter untuk setiap tanaman terhadap inputan sistem kendali dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL I
PARAMETER INPUTAN PADA JENIS TANAMAN DI SMART GREENHOUSE

No.	Nama Tanaman	PS (°C)	PK (%)	KT (%)	PH
1.	Sawi	22–33	80–90	60–88	5,5–6,5
2.	Cabai	24–28	60–85	70–80	5,5–6,8
3.	Tomat	24–28	70–80	60–80	5–6

Keterangan :

PS = Parameter Suhu (°C)

PK = Parameter Kelembaban Udara (%)

KT = Kelembaban Tanah (%)

PH = pH Tanah

Berdasarkan data-data Tabel 1, maka perangkat-perangkat outputan dapat dikendalikan berdasarkan rancangan logika parameter inputan terhadap kendali outputan perangkat *Smart Greenhouse*. Tujuan dari pembatasan kondisi parameter adalah agar tanaman mendapatkan kondisi yang optimal untuk tumbuh kembangnya sehingga dapat menghasilkan kualitas tanaman yang baik dan unggul jika dibandingkan dengan penanaman tanpa menggunakan sistem.

Semua data pembacaan sensor nantinya dikirimkan ke NodeMCU ESP32 dan diteruskan ke server menggunakan jaringan internet. Kemudian, server akan mengolah data yang diterima berdasarkan parameter yang ditentukan. Setelah selesai mengolah data, server akan mengirimkan perintah ke NodeMCU ESP32 untuk mengendalikan perangkat outputan agar bekerja sesuai dengan kebutuhan kondisi tanaman di *Smart Greenhouse*. Hal ini dilakukan berulang kali dengan interval setiap 10 menit. Hal ini bertujuan agar tidak memberatkan kerja dari pengiriman data internet dan kerja server. Selain itu, data pada tanaman tidak akan berubah secara signifikan dengan rentang waktu yang singkat. Hal-hal inilah yang menjadi alasan untuk pengambilan data dilakukan setiap interval 10 menit. Adapun perangkat NodeMCU ESP32 yang mengendalikan outputan menggunakan Relay dapat dilihat pada Gambar 6. Selanjutnya beberapa perangkat inputan yang terpasang pada NodeMCU ESP32 dapat

dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8. Beberapa perangkat outputan yang dikendalikan berdasarkan nilai inputan dapat dilihat pada Gambar 13 – Gambar 16.



Gambar. 13 Perangkat NodeMCU ESP32 Kendali Outputan *Smart Greenhouse*



Gambar. 14 Sensor Kelembaban Tanah, Udara dan Suhu di Media Tanah Tanaman *Smart Greenhouse*



Gambar. 15 Sensor pH di Media Tanah Tanaman *Smart Greenhouse*



Gambar. 16 Kendali Kelembaban Udara Tanaman Menggunakan Mist Maker pada *Smart Greenhouse*



Gambar. 17 Kendali Kipas Masuk dan Keluar pada *Smart Greenhouse*



Gambar. 18(a) Kendali Pompa Air pada *Smart Greenhouse*



Gambar. 18(b) Sistem Penyiraman Tanaman pada *Smart Greenhouse*

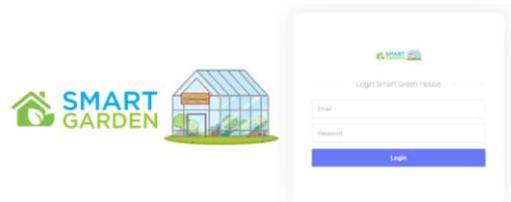


Gambar. 19 Kendali Lampu Ruangan pada *Smart Greenhouse*

C. Implementasi Antarmuka Aplikasi *Smart Greenhouse*

Pada tahapan implementasi antarmuka, terlebih dahulu dibuat tampilan Halaman Login untuk membatasi hak

akses pengguna sehingga hanya akun pengguna saja yang dapat membuka sistem kendali didalam aplikasi. Halaman Login akan mengarahkan pengguna sesuai dengan database *Smart Greenhouse* yang dimiliki pengguna. Tampilan Halaman Login dapat dilihat pada Gambar 20 dan Gambar 21.

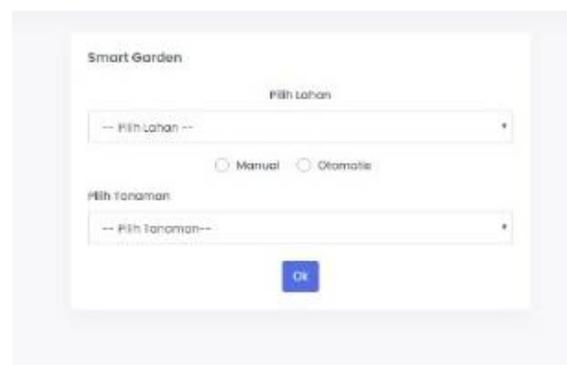


Gambar.20 Tampilan Halaman Login pada *Web Browser*

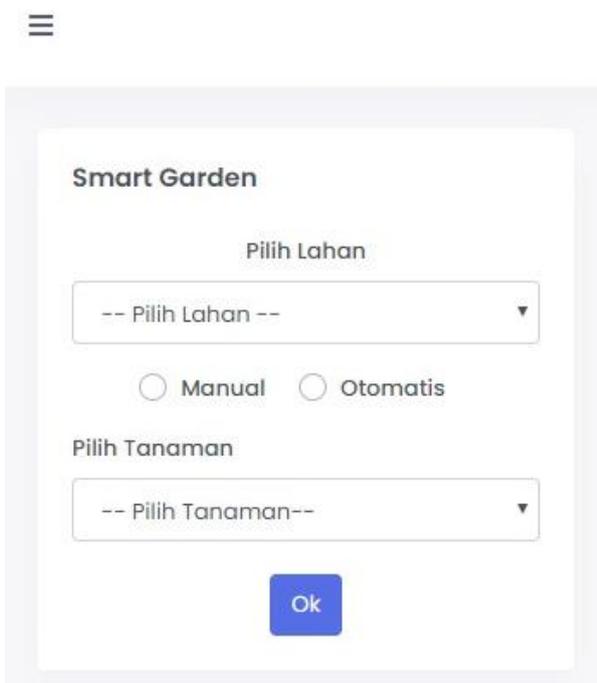


Gambar.21 Tampilan Halaman Login pada Perangkat Mobile

Jika sudah berhasil Login, pengguna akan diarahkan ke Halaman Beranda yang menampilkan kontrol dari Sistem Kendali *Smart Greenhouse* yang berada didalam *Sistem Smart Garden*. Pada fitur ini, terdapat 2 mode kendali yaitu otomatis dan manual. Gambar 22. Sedangkan Gambar 23. Merupakan Tampilan kendali pada Halaman Beranda



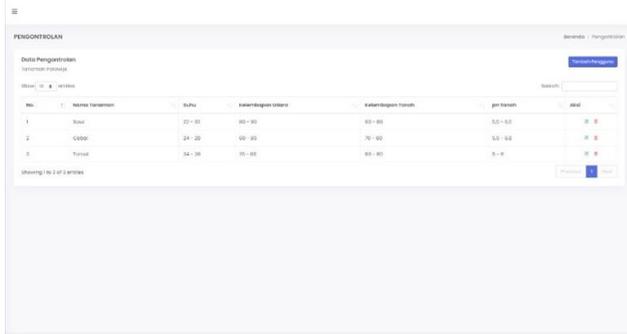
Gambar. 22 Tampilan Halaman Beranda Kendali Sistem pada *Web Browser*



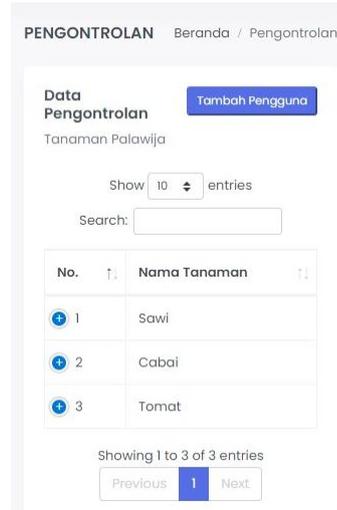
Gambar. 23 Tampilan Halaman Beranda Kendali Sistem pada Perangkat Mobile

Pada Halaman Beranda, jika memilih fitur otomatis, maka pengguna diharuskan memilih Tanaman agar konfigurasi kendali NodeMCU ESP32 sesuai dengan tabel parameter tanaman. Nantinya semua perangkat outputan akan bekerja/dikendalikan sesuai dengan kondisi logika yang dibuat didalam server. Sedangkan jika memilih fitur manual, maka pengguna dapat mengendalikan (hidup/mati) perangkat outputan tanpa harus memperhatikan nilai parameter.

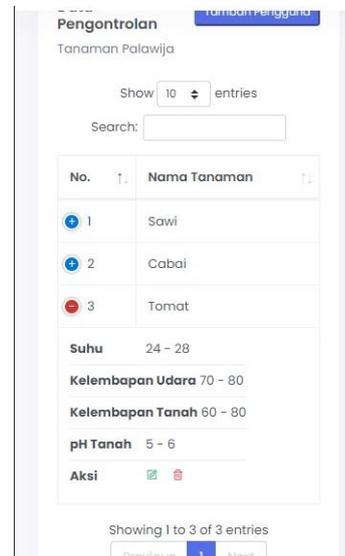
Pada sistem ini, untuk menginputkan nilai-nilai parameter pengukuran kedalam sistem dapat menggunakan Halaman Pengontrolan. Pada halaman ini, data parameter setiap kondisi tanaman dimasukkan batas atas dan batas bawahnya. Data dari halaman ini akan dikirimkan ke database dan dibandingkan dengan data inputan dari NodeMCU ESP32. Adapun tampilan parameter data inputan tanaman dapat dilihat pada Gambar 24 – Gambar 26.



Gambar. 24 Tampilan Parameter Inputan Setiap Tanaman pada Web Browser



Gambar. 25 Tampilan Parameter Inputan Setiap Tanaman pada Perangkat Mobile



Gambar. 26 Tampilan Rincian Parameter Inputan Setiap Tanaman pada Perangkat Mobile

D. Pembahasan

Penelitian ini dilakukan pengembangan sistem kendali otomatis untuk kendali iklim yang ada didalam *Greenhouse* sebagai salah satu inovasi era Revolusi Industri 4.0 dimana perangkat-perangkat yang terhubung ke internet dapat mengirimkan data dan bekerja sesuai dengan perintah yang diberikan. Dengan menerapkan konsep IoT, maka *Smart Greenhouse* dapat diimplementasikan dengan pembacaan sensor Kelembapan Udara, Kelembapan Tanah, Suhu dan pH yang diletakkan di media tanah tanaman. Data yang diperoleh dari sensor-sensor disimpan kedalam database server dan ditampilkan kedalam antarmuka aplikasi *Smart Greenhouse*. Data-data tersebut diolah untuk memberikan perintah kepada alat-alat yang terpasang di *Smart Greenhouse*. Alat-alat tersebut akan bekerja sesuai dengan parameter yang ditetapkan oleh pengguna dari sisi

monitoring antarmuka aplikasi *Smart Greenhouse*. Alat-alat yang dikendalikan diantaranya Lampu, Kipas Masuk, Kipas Keluar, Mist Maker dan Pompa Air.

Kendala yang dihadapi yaitu pemilihan dan instalasi perangkat-perangkat yang cocok diterapkan kedalam sistem kendali Aplikasi Smart Greenhouse. Oleh karena itu dibutuhkan waktu untuk melakukan riset terkait perangkat-perangkat pendukung IoT di *Smart Greenhouse*. Pemilihan database juga menjadi poin utama dalam sistem ini dimana semua data akan tersimpan kedalam database secara real-time. Database yang memiliki respon yang cepat seperti Firebase menjadi pilihan dimana sistem ini harus mengirimkan data terus menerus sesuai dengan interval waktu yang ditentukan. Database juga harus 24 jam standby dan mudah diolah kedalam tampilan aplikasi monitoring Smart Greenhouse. Sistem ini juga bekerja berdasarkan koneksi internet yang stabil dibandingkan koneksi internet yang cepat. Oleh karena itu pemilihan ISP (*Internet Service Provider*) juga menjadi patokan dalam lancarnya kerja sistem *Smart Greenhouse* ini.

IV. KESIMPULAN

1. Sistem Monitoring *Smart Greenhouse* berhasil diimplementasikan dengan membaca kondisi Kelembaban Tanah, Kelembaban Udara, Suhu dan pH Tanah dan data tersebut dikirimkan ke server untuk ditampilkan ke pengguna sistem.
2. Data yang diperoleh dari *Smart Greenhouse* diolah menggunakan operator logika untuk mengendalikan perangkat-perangkat outputan didalam Smart Greenhouse.
3. Kondisi didalam *Smart Greenhouse* dapat dimonitoring menggunakan *Web Browser* pada PC ataupun perangkat mobile lainnya dengan menggunakan akses internet.

REFERENSI

- [1] T. K. Hariadi, "Sistem Pengendali Suhu, Kelembaban, dan Cahaya dalam Rumah Kaca," *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, pp. 82-93, 2007.
- [2] Dyah Nikmah Rizkiani, A. S. A. M. "Greenhouse Sebagai Wadah Penelitian Hortikultura pada Balai Penelitian Dan Pengembangan Tanaman Pangan Di Pemalang," *Jurnal ilmiah mahasiswa Arsitektur*, vol. 3, no. 2, p. 10, 2020.
- [3] Herdiana, B. & S. I. F. "Implementation of telecontrol of solar home system based on Arduino via smartphone," *Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018, August.
- [4] Zanella, A., N. Bui, A. Castellani, L. Vangelista and M. Zorzi, "Internet of Things for Smart Cities," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 22-32, 2014.
- [5] G.R.Mende, M. S. "A wifi based smart wireless sensor network for monitoring an agriculture environment," *IEEE international instrumentation and measurement technology conference proleddings*, 2012.
- [6] K. Sari and M. Riassetiawan, "The implementation of timestamp, bitmap and rake algorithm on data compression and data transmission from iot to cloud," *IEEE*, 2018.
- [7] Liu, Y., K. A. Hassan, M. Karlsson, O. Weister and S. Gong, "Active Plant Wall for Green Indoor Climate Based on Cloud and Internet of Things," *IEEE Access*, vol. 6, no. 1, pp. 33631-33644, 2018.
- [8] González-Amarillo, C.A., J. C. Corrales-Muñoz, M. Á. Mendoza-Moreno, A. m. G. Amarillo, A. F. Hussein, N. Arunkumar and G. Ramirez-González, "An IoT-Based Traceability System for Greenhouse Seedling Crops," *IEEE Access*, vol. 6, no. 1, pp. 67528-67535, 2018.
- [9] Manish M. G. T. D. C. a. A. A., "Greenhouse Monitor and Control Using Wireless System Network,," *VSRD-IJEECE*, Vol. 2 (6), pp. 337-345, , 2012.
- [10] Rozi, F. H. Amnur, F. Fitriani and P. Primawati, "Home Security menggunakan Arduino berbasis Internet Of Things," *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi*, vol. 18, no. 2, pp. 17-24, 2018.
- [11] Ammada Abbas, R. S. B. J. "Rancang Bangun Smart Greenhouse Sebagai Tempat Budidaya Tanaman Menggunakan Solar Cell Sebagai Sumber Listrik H," *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV)*, 2015
- [12] Telaumbanua, M. "Rancang Bangun Aktuator Pengendali Iklim Mikro di Dalam Green House Untuk Pertumbuhan Tanaman Sawi," *Agritech Vol.34*, 213-222., 2014.
- [13] Datasheet, "ESP-32 WROM-32 Datasheet v2.9, Ekspressif Systems," 2019.
- [14] Datasheet, "DTH11 Humidity 7 Temperature Sensor," UK: D-Robotics, 2010.
- [15] Roby Friadi J. J., "Sistem Kontrol Intensitas Cahaya, Suhu dan Kelembaban Udara Pada Greenhouse Berbasis Raspberry PI," *Journal of Technopreneurship and Information System (JTIS)*, 2019.
- [16] Zakaria, "Prototype Sistem Monitoring Masa Sewa Kamar Kos berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Coding Sistem Komputer Universitas Tanjungpura* , p. 37, 2015
- [17] Google, "Firebase," 2012. [Online]. Available: <https://firebase.google.com/products/>. [Accessed 28 4 2020].
- [18] Arduino, "Arduino," 2020. [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/>. [Accessed 28 4 2020].