

Implementasi Sistem Pemantauan Untuk Pertumbuhan Tanaman Sayur Dengan Iot Berbasis Smart Greenbox

1st Kyanda Fardhan Samoedra
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung

kyandafrdhn@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Nyoman Bogi Aditya Karna
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung

aditya@telkomuniversity.ac.id

3rd Arif Indra Irawan
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung

arifirawan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Pada saat ini, beberapa orang di Indonesia sudah menggunakan teknologi dalam menyelesaikan pekerjaan maupun permasalahannya karena terkesan lebih praktis. Bercocok tanam merupakan salah satu hobi masyarakat Indonesia. Akan tetapi, mayoritas masyarakat di Indonesia khususnya perkotaan lebih banyak bekerja di luar rumah mulai dari pagi hingga sore. Hal ini menimbulkan permasalahan yaitu sulitnya memantau dan mengontrol tanaman yang mereka rawat di rumah. Tanaman sayur merupakan tanaman yang memang harus diperhatikan kelembaban tanah dan suhunya setiap saat. Dengan adanya *Internet of Things (IoT)* membuat permasalahan itu dapat diselesaikan. Sehingga, masyarakat bisa dengan mudah melakukan pemantauan dan mengontrol tanamannya kapan pun dan dimana pun. Pada penelitian kali ini, penulis mengimplementasikan sistem pemantauan dan pengontrolan dengan *smart greenbox* yang mempermudah masyarakat perkotaan dalam bercocok tanam di rumah dengan pemantauan jarak jauh. *Smart Greenbox* diisi oleh 2 pot tanaman sayuran. Sistem pada *smart greenbox* ini dirancang dengan menggunakan 3 mikrokontroler berupa ESP32 yang sudah dilengkapi dengan modul Wi-Fi sebagai alat komunikasi antar *board* mikrokontroler. Kedua pot dihubungkan dengan 2 sensor YL-69 yang sudah diintegrasikan menjadi 1 *board* untuk mengukur kelembaban tanah. Sedangkan, 2 sensor lainnya yaitu DHT-22 dan BH-1750 untuk mengukur suhu dan intensitas cahaya juga sudah diintegrasikan ke dalam *board* tadi.

Kata kunci— Internet of Things (IoT), Tanaman Sayur, ESP32, Sensor, Smart Greenbox

Abstract— Currently, Indonesian society is already using technology to solve their work and problem-related issues as it is deemed more practical. Farming is one of the hobbies of the Indonesian people. However, people in Indonesia, particularly in urban areas, mostly work outside the home from morning until evening. This causes a problem in monitoring and controlling the plants they take care of. Vegetable plants need to be observed for soil moisture and temperature. With the presence of the Internet of Things (IoT), this issue can be resolved. Thus, people can easily monitor and control their plants anytime and anywhere. In this research, the author implemented a monitoring and control system using a smart green box that facilitates urban dwellers in gardening at home with remote monitoring. The Smart Green box is filled with 2 vegetable plant pots. The system in this smart green box is designed using 3 microcontrollers in the form of ESP32 equipped with Wi-Fi modules as a communication tool between the microcontroller boards. Both pots are connected to 2 YL-69 sensors, which are integrated into 1 board to measure soil moisture. Meanwhile, the other 2 sensors, DHT-22 and BH-

1750, are integrated into the same board to measure temperature and light intensity.

Keyword— Internet of Things, Vegetable Plants, ESP32, Sensor, Smart Green box.

I. PENDAHULUAN

Tanaman sayur adalah salah satu tanaman jenis hortikultura yang menjadi bahan pangan untuk diolah ataupun dikonsumsi secara langsung. Menanam sayuran di rumah merupakan kegiatan yang cukup banyak digemari orang-orang yang tinggal di perkotaan. Hal ini terjadi karena banyak manfaat yang didapat dari menanam sayuran di rumah seperti mengurangi pengeluaran dan tidak perlu ke pasar untuk mendapatkan sayuran. Sayuran yang ditanam di rumah sendiri juga bisa dikategorikan sayuran yang sehat karena dirawat langsung. Di samping itu, menanam sayuran sendiri di rumah dapat menjadi usaha sampingan bagi orang-orang yang tinggal di perkotaan melihat harga komoditas di pasar meningkat setiap tahunnya yang disebabkan oleh banyak faktor [1].

Seiring berkembangnya peradaban di zaman sekarang, orang yang tinggal di perkotaan cenderung memiliki pekerjaan yang dikerjakan di luar rumah dari pagi hingga sore hari dan malam untuk istirahat. Namun, menanam sayuran yang mereka jalankan di rumah harus di rawat dan di perhatikan setiap waktu. Hal ini melatarbelakangi diperlukannya alat *monitoring* yang dapat diakses dimana saja dan kapan saja. Dengan adanya alat tersebut, orang yang bekerja di luar rumah tidak perlu khawatir dengan kondisi dan perawatan terhadap sayuran yang mereka tanam di rumah.

Smart Greenbox salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan *monitoring* tanaman seperti yang dibutuhkan orang-orang perkotaan. *Greenbox* merupakan media tanam yang didesain agar efisien mulai dari luas lahan, penyiraman, dan kebutuhan lainnya. Media tanam ini dilengkapi dengan perangkat 2 yang tersambung dengan internet. *Internet of Things (IoT)* adalah suatu sistem otomasi terhadap beberapa alat seperti media sensor, *wireless network* sensor, serta *smart object* lainnya yang memudahkan manusia berinteraksi langsung dengan peralatan-peralatan yang terhubung dengan internet [2]. Perangkat berbasis IoT ini memiliki beberapa parameter utama yang digunakan dalam menanam sayuran perlu disesuaikan mulai dari kelembaban tanah, kelembaban udara, suhu, dan intensitas

cahaya.

Pada penelitian kali ini, penulis merancang *greenbox* dengan isi 2 pot tanaman sayur yang berbeda-beda. Pada *smart greenbox* diberikan perangkat IoT berupa ESP32 yang sudah terkonfigurasi dengan setiap sensor serta terkoneksi internet. Adapun sensor yang digunakan untuk *monitoring* tanaman adalah 2 sensor kelembaban tanah (YL-69) yang terletak di setiap pot dalam *greenbox*, 1 sensor kelembaban udara dan suhu (DHT-22) serta sensor intensitas cahaya (BH-1750) yang digabung menjadi satu ESP32 di sisi *smart greenbox*. Setelah itu, data yang didapat dari sensor akan diteruskan ke web server untuk memberi informasi mengenai kondisi tanaman pada *smart greenbox*.

II. KAJIAN TEORI

A. Internet of Things (IoT)

Internet of Things atau IoT merupakan teknologi berupa beberapa *device* dengan kemampuan yaitu bisa saling terhubung dan bertukar data melalui jaringan internet. Teknologi ini memiliki sebuah kerja sama, komunikasi, serta pengendalian berbagai perangkat keras dan data melalui jaringan internet [3]. IoT dapat dimanfaatkan dengan mengendalikan peralatan elektronik yang dapat dijalankan dari jarak jauh melalui jaringan yang memadai [4].

B. Tanaman Sayur

Tanaman sayur merupakan komoditas hortikultura yang saat ini sedang berkembang pesat dari jumlah penjualan maupun mutunya. Dengan nilai jual yang tinggi membuat tanaman ini dapat menjadi sumber pendapatan masyarakat. Hal ini juga terjadi karena tanaman sayur memiliki keunggulan mulai dari keragaman jenis, ketersediaan sumber daya lahan, dan teknologi [5].



GAMBAR 1
Tanaman Sayur

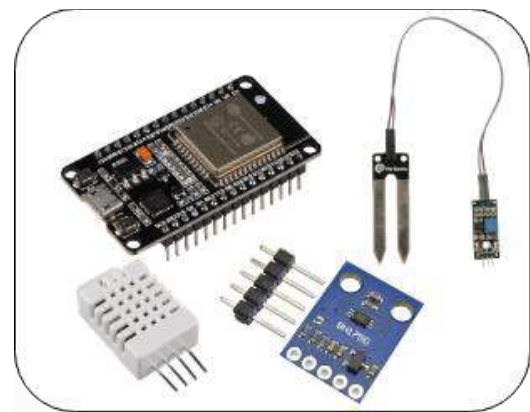
C. Variabel Pertumbuhan Tanaman Sayur

Variabel–variabel yang harus diperhatikan pada masa pertumbuhannya yaitu suhu, intensitas cahaya, dan kelembaban tanah. Pertama, kelembaban udara dan suhu. Pertumbuhan tanaman–tanaman sayur akan optimal pada suhu dengan kisaran 25 °C - 28 °C dan kelembaban udara kisaran 65% - 78% [6]. Intensitas cahaya juga merupakan salah satu hal yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Tanaman sayur sendiri membutuhkan intensitas cahaya sekitar 14 – 16 jam per hari. Sedangkan pada daerah tropis, penyinaran matahari hanya mencapai 12 jam [7]. Untuk kelembaban tanah sendiri memiliki standar 50% - 95.5%.. Pada budidaya tanaman sayur membutuhkan air yang bisa dikatakan cukup banyak. Maka dari itu, kelembaban tanah ini

bisa dibilang sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman sayur [8].

D. Hardware

Hardware atau perangkat keras merupakan komponen komputer yang berfungsi untuk melakukan *input*, proses, dan *output* dalam sistem *monitoring* pada *smart greenbox*. Pada penelitian ini, penulis menggunakan beberapa *hardware* yang diantaranya adalah ESP32 merupakan sebuah *board prototyping* yang sudah dilengkapi dengan Wi-Fi mode ganda 2.4 GHz dan koneksi nirkabel BT. Modul ESP32 sendiri sudah bisa mengintegrasikan ROM 128 kB, SRAM 416 kB dan *flash memory* 64 MB, semuanya terhubung langsung dalam satu *board* [9]. Selain mikrokontroler kami juga menggunakan beberapa sensor seperti, DHT-22 yaitu sensor kelembaban udara dan suhu yang menghasilkan *output* berupa sinyal digital yang perhitungannya dilakukan oleh MCU 8-bit [10]. Selanjutnya, BH-1750 sebagai sensor cahaya *Ambient Digital* yang memiliki *output* sinyal digital. Sensor ini sangat mudah disambungkan ke mikrokontroler karena adanya komunikasi I2C *protocol* [11]. Terakhir, ada sensor YL-69 yang berfungsi untuk mendeteksi kelembaban tanah dalam bentuk nilai resistansi [12].



GAMBAR 2
Hardware

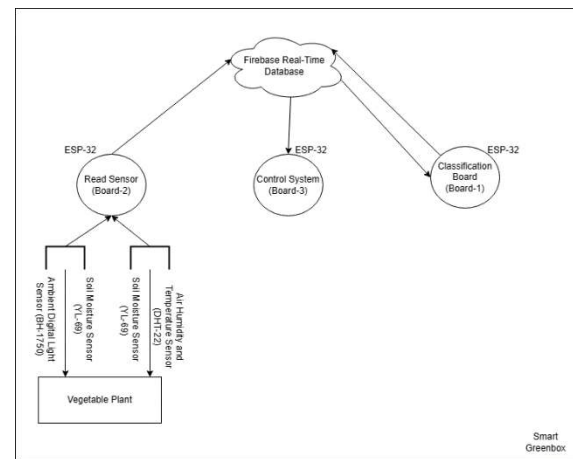
E. Software

Software merupakan perangkat lunak dengan beberapa perintah yang dilakukan oleh komputer. Perangkat lunak ini berisikan data–data yang di program dengan fungsi–fungsi tertentu. Penelitian kali ini, hanya menggunakan beberapa *software* seperti Arduino IDE yang merupakan suatu wadah atau lingkup yang terintegrasi untuk pengembangan. Selanjutnya, ada Firebase atau layanan BaaS (*Backend as a Service*) untuk mempercepat pekerjaan bagi para developer. Pada *software* ini data disimpan dan dieksekusi dalam bentuk JSON dan dikoordinasikan secara *real time* ke setiap *user* yang sedang terkoneksi [13]. Pada penelitian ini juga menggunakan wireshark untuk menganalisis protokol jaringan yang lengkap. Program ini merekam setiap paket yang lewat dan juga memungkinkan untuk *user* memilih dan menampilkan data [14]. Untuk konfigurasi waktu dan melihat keadaan waktu yang *real time* penulis menggunakan NTP Server. *Software* ini juga dapat merancang waktu yang terdiri dari *sevent segment display* yang terdapat pada NTP server [15]. Terakhir, ada Google *sheet* yang merupakan produk Google yang dapat menghasilkan dokumen dan mengelola dokumen pengguna layaknya Microsoft Excel. Dan dokumen

yang diakses di Google sheet ini dapat dikerjakan bersama pengguna lainnya [16].



GAMBAR 3 Software



GAMBAR 4 Desain Sistem

Gambar diatas menjelaskan alur dari fungsi setiap perangkat yang digunakan pada smart greenbox. Sistem monitoring sendiri dilengkapi perangkat berupa 3 board ESP32 yang sudah terintegrasi. Berikut adalah fungsi dari masing-masing board yaitu:

1. Board-1: sebagai board yang melakukan proses klasifikasi berdasarkan nilai sensor dan melakukan komunikasi dengan firebase real time database dua arah.
 2. Board-2: sebagai board yang membaca nilai sensor yang terhubung ke tanaman dan mengirim nilai sensor ke firebase real time database satu arah.
 3. Board-3: sebagai board yang melakukan kontrol penyiraman baik otomatis atau manual berdasarkan perintah dari web yang diambil dari firebase real time database.
- Board-2 sebagai perangkat monitoring terhubung dengan beberapa sensor sebagai berikut: 2 sensor YL-69 yang ditancapkan di setiap pot berfungsi untuk mengukur kelembaban tanah, sensor DHT-22 untuk mengukur suhu, dan sensor BH-1750 untuk mengukur intensitas cahaya. Data yang didapat board-2 dari setiap sensor langsung dikirimkan menuju firebase real time database, sedangkan board-3 akan melaksanakan perintah dari board-1 yang sudah mengelola data sesuai dengan keadaan kelembaban tanah. Jika data yang didapatkan board-2 yaitu nilai kelembaban $\leq 50\%$ maka akan dilakukan penyiraman.

F. QoS (Quality of Service)

QoS merupakan metode yang digunakan dalam mengukur kemampuan sebuah jaringan dengan tujuan memberikan layanan internet yang lebih terencana sehingga kebutuhan suatu layanan terpenuhi. QoS yang akan diuji pada penelitian ini meliputi delay, throughput, dan packet loss [17].

1. Delay

Delay merupakan waktu tunda saat terjadinya transmisi paket ke tujuan. Delay ini diperoleh dari selisih waktu kirim antara satu paket dengan paket lainnya [17]. Untuk mengetahui kualitas delay, dapat dihitung melalui persamaan berikut.

$$Delay\ rata - rata = \frac{Total\ delay}{Total\ paket\ yang\ diterima}$$

2. Throughput

Throughput merupakan kecepatan data yang diterima oleh suatu board dalam selang waktu pengamatan. QoS ini dapat melakukan transfer data dengan ukuran yang ditentukan [17]. Berikut cara menghitungnya.

$$Throughput = \frac{Jumlah\ data\ yang\ diterima}{Waktu\ pengiriman\ data}$$

3. Packet Loss

Packet Loss adalah parameter yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang. Hal ini biasa terjadi karena terjadi overload dalam jaringan yang digunakan, redaman dari lingkup sekitar, dan lainnya [17]. Output dari packet loss berupa persentase yang dapat dihitung sebagai berikut.

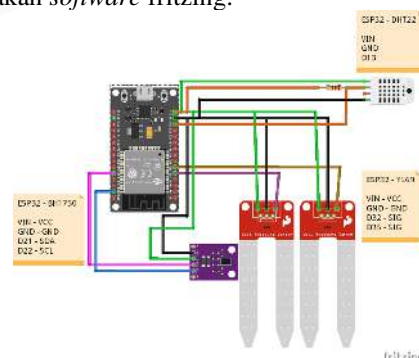
$$Packet\ loss = \frac{(Paket\ data\ dikirim - paket\ data\ diterima)}{paket\ data\ yang\ dikirim} \times 100\%$$

III. METODE

A. Desain Sistem

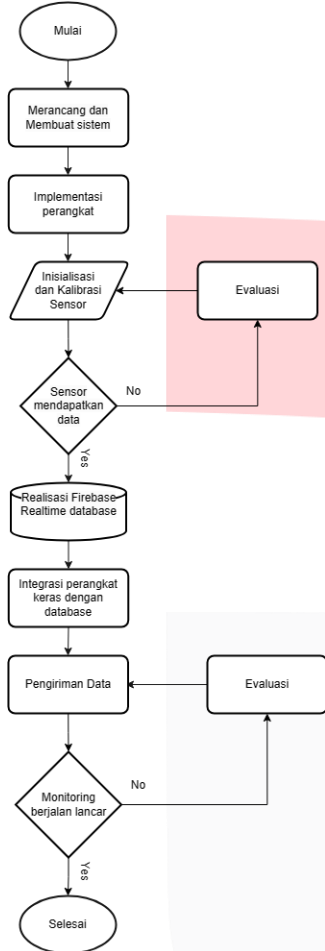
B. Perancangan Perangkat

Pada penelitian kali ini diperlukan beberapa sensor dan board berupa ESP32. Untuk desain board penulis menggunakan software fritzing.



GAMBAR 5 Desain Board

Sistem dari perangkat ini terdiri dari *board* yang terintegrasi untuk *monitoring* keadaan tanaman pada *smart greenbox*. Selanjutnya, implementasi perangkat dilakukan serta pengaturan sensor untuk memastikan sensor berjalan sesuai fungsinya. Jika sensor tidak berjalan sesuai fungsi, maka dilakukan evaluasi kembali. Data akan dikirim ke firebase *real time database* sehingga *monitoring* bisa dikatakan berjalan lancar.



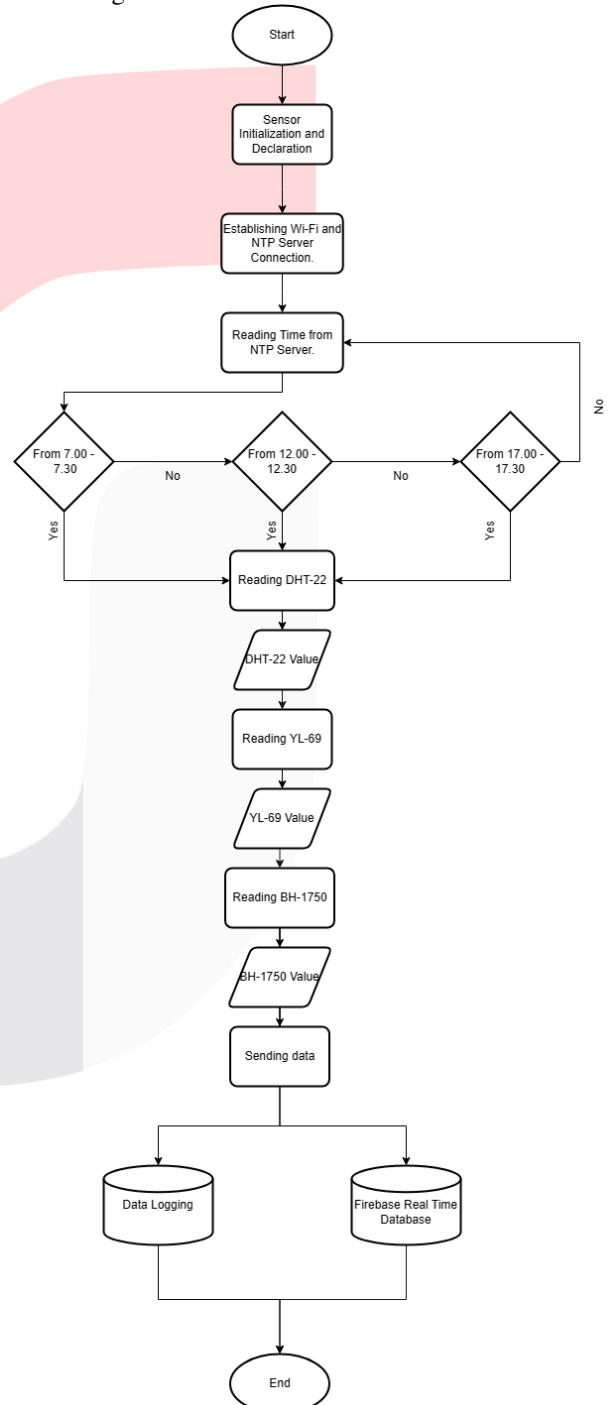
GAMBAR 6 Diagram Alir Kerja Sistem

C. Implementasi Sistem



GAMBAR 7 Realisasi Smart Greenbox

Penelitian kali ini menggunakan *smart greenbox* yang berukuran 39,8 cm x 25,4 cm x 28 cm dilengkapi perangkat otomatis penyiraman seperti yang terlihat di gambar, *smart greenbox* diisi dengan 2 buah pot. Masing-masing pot diberi sensor YL-69 untuk mengukur kelembaban tanah. Untuk kelembaban udara dan intensitas cahaya akan diukur oleh sensor DHT-22 dan BH-1750 yang diintegrasikan dengan ESP32 yang diletakkan di samping *smart greenbox*. Setelah semua sensor mendapatkan data berupa nilai, nilai tersebut akan dikirim ke firebase *real time database* untuk diteruskan ke sistem otomatis. Adapun untuk sistem kerja *monitoring smart greenbox* bisa dilihat pada diagram alir keseluruhan sistem sebagai berikut.

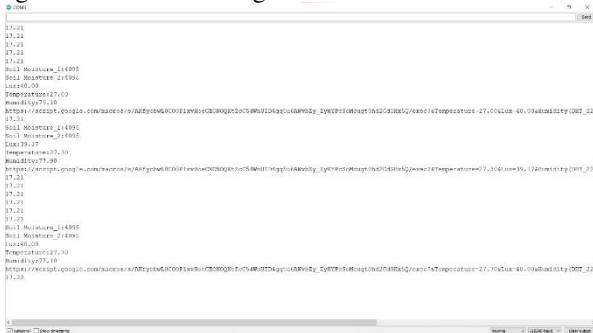


GAMBAR 8 Diagram Alir Keseluruhan Sistem

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Perangkat Keras

Pada penelitian ini, pengujian terhadap perangkat keras diawali dengan kalibrasi pada setiap sensor untuk menyesuaikan hasil dari sensor yang keluar sesuai dengan parameter yang dibutuhkan. Pengaturan sensor dapat dikatakan berhasil ketika sensor menghasilkan nilai sesuai dengan nilai parameter yang ada. Setelah dilakukan kalibrasi sensor, implementasi keseluruhan sistem *monitoring* dilakukan untuk mendapatkan data. Kemudian, coding akan memberi perintah untuk sistem berjalan sesuai dengan fungsi masing-masing komponen. Hal ini berguna untuk memastikan kondisi dari setiap komponen berjalan sebagaimana fungsinya dengan baik. Adapun hasil pengujian yang telah dilakukan sebagai berikut



GAMBAR 9 Hasil Pengujian Perangkat Keras

Dapat dilihat dari hasil yang didapat dari pengujian perangkat keras adalah semua perangkat berjalan dengan baik mulai dari membaca data dari sensor dan mengirimnya ke firebase *real time database*.

B. Pengujian Sistem Monitoring

Selama 7 hari dari tanggal 20 Januari 2023 sampai 27 Januari 2023 penulis melakukan simulasi. Prosesnya dimulai dari sensor yang membaca data lalu dikirim menuju firebase *real time database* untuk diklasifikasi dan diteruskan ke sistem otomatis. Pengambilan data ini dilakukan 3 kali dalam sehari tepatnya setiap jam 7, jam 12, dan jam 17 selama masa pertumbuhan kecambah. Tujuan dilakukannya pengujian ini untuk mengetahui kondisi kelembaban tanah, suhu, dan intensitas cahaya pada *smart greenbox* yang memiliki keluaran berupa nilai analog yang akan dikirim ke firebase *realtime database*. Setelah itu, data yang berupa nilai akan dihimpun pada *spreadsheet* data logging. Berikut adalah hasilnya

TABEL 1 Tabel Sensed Data (1)

jam 7:00 - 7:30											
No	Date	Time	Temperature	Lux	Air Humidity	Soil Moisture_1	Soil Moisture_2	Measuring Instrument_1	Measuring Instrument_2	Average Error	
1	09/02/2023	7:01:30	28.7	44.17	77.3	50.94	49.57	49	49	1.94	1.255
2	09/02/2023	7:01:38	28.6	42.5	77.5	50.74	50.79	47	49	3.74	2.705
3	09/02/2023	7:01:48	28.6	43.33	74.8	51.4	51.38	50	52	1.4	1.01
4	09/02/2023	7:01:59	28.6	49	73	51.16	50.92	50	50	1.16	0.92

TABEL 2 Tabel Sensed Data (2)

jam 12:00 - 12:30											
No	Date	Time	Temperature	Lux	Air Humidity	Soil Moisture_1	Soil Moisture_2	Measuring Instrument_1	Measuring Instrument_2	Average Error	
1	09/02/2023	12:00:00	29.6	21.67	67.9	59.51	59.32	59	57	0.51	2.32
2	09/02/2023	12:00:15	29.6	22.5	66.8	59.24	59.68	59	57	0.24	2.68
3	09/02/2023	12:00:25	29.6	22.5	64.3	59.41	59.68	58	57	1.41	2.68
4	09/02/2023	12:00:35	29.6	22.5	63.5	59.76	59.71	59	59	0.76	0.71

TABEL 3 Tabel Sensed Data (3)

jam 17:00 - 17:30											
No	Date	Time	Temperature	Lux	Air Humidity	Soil Moisture_1	Soil Moisture_2	Measuring Instrument_1	Measuring Instrument_2	Average Error	
1	09/02/2023	17:29:33	29.7	19.17	69.2	60.95	63.66	66	64	5.05	0.34
2	09/02/2023	17:29:48	29.8	19.17	70.7	61.17	63.64	64	63	2.83	0.64
3	09/02/2023	17:29:54	29.7	19.17	67.9	60.9	63.93	62	61	1.1	2.93
4	09/02/2023	17:30:05	29.8	20	65.1	61.17	63.52	62	60	0.83	3.52

Terlihat sesuai dengan tabel *sensed data* diatas bahwa hasil dari sensor DHT-22 yaitu suhu maksimal dari *smart*

greenbox adalah 29.8 Celsius dan nilai minimum dengan nilai 28.6 Celsius. Untuk kelembaban udara maksimal adalah 77.5 dan kelembaban udara minimum 62.5. Tabel juga menampilkan nilai intensitas cahaya yang maksimum diangka 45 Lux dan minimum 19.17 Lux yaitu pada saat keadaan sore menuju malam dan hanya terpapar lampu ruangan. Sedangkan untuk kelembaban tanah, perangkat dapat dijalankan dengan optimal sesuai waktu yang sudah diatur selama 7 hari dengan pengambilan data yang berupa nilai analog. Sehingga, mesti dikonversi ke persentase. Adapun rumus sebagai berikut.

a = Nilai Kelembaban Tanah

aa = Nilai Analog/4095

$$a = (100 - (aa * 100)) \tag{1}$$

Sehingga, hasil yang didapat dari percobaan pengukuran dengan menggunakan alat ukur kelembaban tanah sebagai berikut [18].

Tidak Optimal: *Soil Moisture* ≤ 50%

Optimal: 50% ≤ *Soil Moisture* ≤ 95.5%

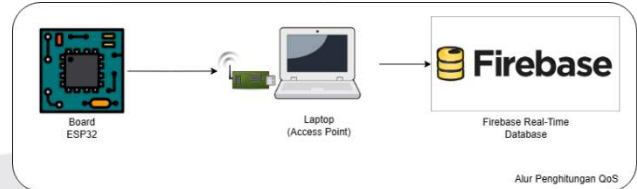
Untuk menghitung eror dapat digunakan rumus:

$$|Error(\%)| = Soil\ Moisture\ X(\%) - Measuring\ Instrument\ X(\%) \tag{2}$$

Setelah mendapatkan data, hasil data dikirim ke firebase *real time database*. Selanjutnya *board* klasifikasi akan melakukan klasifikasi data yang didapat dari sensor dengan data yang sudah ada dengan standarisasi kelembaban tanah yaitu saat kondisi tidak optimal dengan nilai ≤ 50% maka *board* klasifikasi akan melakukan perintah penyiraman kepada sistem otomatis.

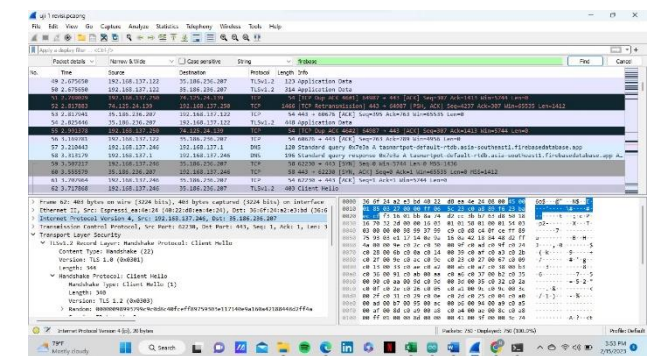
C. Pengujian QoS

Pengujian yang bertujuan untuk mengetahui kualitas dari jaringan pada saat pengiriman data dari sensor ke firebase *real time database*. Parameter yang diuji pada penelitian ini adalah *throughput*, *packet loss*, dan *delay*. Dalam pengujian QoS ada beberapa alur yang harus diikuti seperti gambar berikut ini.



GAMBAR 10 Alur Mekanisme QoS

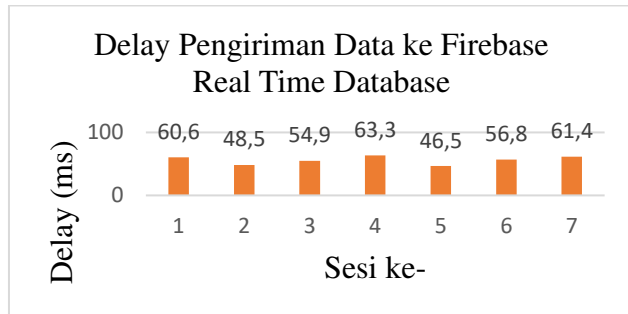
Pada saat melakukan penghitungan QoS. Penulis mendapatkan alamat ip dari firebase yang dimana sebagai tujuan dikirimnya data dari *board*. Adapun cara mendapatkan ip firebase sebagai berikut.



GAMBAR 11 Cara Mendapatkan Alamat IP Tujuan

1. Pengujian Delay

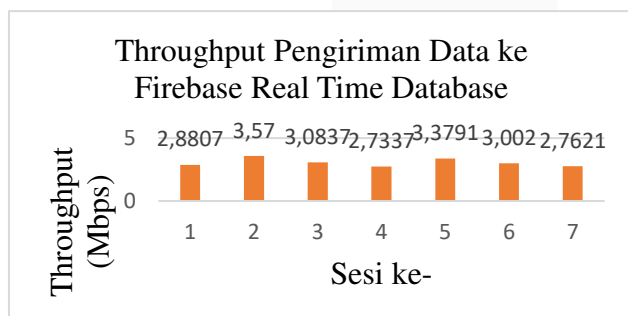
Hasil pengujian *delay* yang penulis lakukan mendapatkan nilai rata-rata 56 ms dengan nilai maksimum sebesar 63.3 ms pada hari ke-4 dan nilai minimum sebesar 46.5 ms pada hari ke-5. Sesuai dengan standarisasi menurut ITU-T Rec. G.1010, *delay* pada jaringan sangat baik karena <150 ms.



GAMBAR 12 Hasil Pengujian Delay

2. Pengujian Throughput

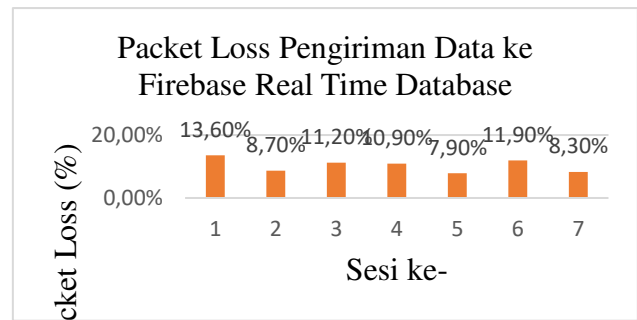
Merujuk pada gambar 4.5 yang merupakan hasil pengujian *throughput* yang telah diukur menggunakan *software* wireshark mendapatkan hasil rata-rata *throughput* sebesar 3.0587 Mbps. Dan untuk nilai tertinggi didapat pada hari ke-2 sebesar 3.57 Mbps dan nilai terkecil pada hari ke-4 sebesar 2.7337 Mbps. Sesuai dengan standarisasi untuk *throughput* menurut TIPHON, *throughput* pada jaringan tergolong sangat baik karena nilai > 2.1 Mbps.



GAMBAR 13 Hasil Pengujian Throughput

3. Pengujian Packet Loss

Sesuai dengan hasil pengujian yang didapat pada gambar diatas, *packet loss* memiliki nilai rata-rata sebesar 10.35%. Untuk nilai tertinggi didapat sebesar 13.6% pada hari ke-1, sedangkan nilai terkecil didapat pada hari ke-5 sebesar 7.9%. Hal ini membuat *packet loss* pada jaringan ini tergolong baik karena diantara 5-15%.



GAMBAR 14 Hasil Pengujian Packet Loss

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Setelah mengimplementasikan keseluruhan sistem penulis mendapatkan kesimpulan bahwa sistem *monitoring* yang dijalankan pada *smart greenbox* terhadap pertumbuhan tanaman sayur berjalan dengan sangat optimal sesuai dengan waktu yang sudah ditentukan. Untuk pengiriman data ke *firebase real time database* berhasil serta data dapat ditampilkan. Keadaan ruangan juga dapat menjadi faktor yang mempengaruhi hasil pengujian *monitoring* pada suhu, kelembaban udara, dan cahaya. Hasil data yang didapat sensor berhasil diteruskan ke sistem otomasi sehingga kelembaban tanah dapat selalu dipantau dan terjaga dengan kondisi yang normal. Dan juga perangkat sistem *monitoring* berhasil mendapatkan hasil yang *real time* dengan menggunakan NTP Server. Untuk hasil pengujian QoS terhadap pengiriman data menuju *firebase real time database* memiliki nilai *throughput* sebesar 3.0587 Mbps, *delay* sebesar 56 ms, dan *packet loss* sebesar 10.35% yang tergolong sangat baik.

B. Saran

Adapun saran untuk dikembangkan pada penelitian selanjutnya meninjau dari sistem yang telah di implementasikan terdapat beberapa kekurangan adalah sebagai berikut. Pertama, Menambahkan ventilasi buka tutup diatas *smart greenbox* guna membantu tanaman untuk tumbuh lebih baik mulai dari benih. Hal ini dikarenakan pada saat proses dari benih menjadi kecambah tanaman tidak boleh terkena sinar matahari. Menambahkan *output* berupa solusi dari hasil *monitoring* terhadap suhu, kelembaban udara, dan intensitas cahaya. Contohnya dengan lampu sinar UV untuk membantu pertumbuhan tanaman pada saat sore hingga malam hari karena tidak terpapar sinar matahari. Melakukan pengambilan data mulai dari jauh hari agar mendapatkan hasil yang banyak dan akurat sehingga dapat dibandingkan untuk kebaikan pertumbuhan tanaman sayur. Untuk pengukuran kelembaban tanah dilakukan dengan *soil moisture* meter yang sudah digital sehingga mempermudah dalam mendapatkan data dalam bentuk persentase.

REFERENSI

[1] E. Katipana¹, W. B. Parera², dan N. F. Wenno², "FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI HARGA JUAL SAYURAN DAUN DI PASAR RUMAHTIGA KECAMATAN TELUK AMBON KOTA AMBON FACTORS AFFECTING THE SELLING PRICE OF LEAF VEGETABLES IN THE RUMAHTIGA MARKET DISTRICTS OF AMBON BAY AMBON CITY," 2016.

- [2] G. H. Cahyono, "INTERNET OF THINGS (SEJARAH, TEKNOLOGI DAN PENERAPANNYA)," *FORUM TEKNOLOGI*, vol. 6, no. 3, hlm. 35–36, Des 2016.
- [3] K. Yahya Nashrullah, M. Bhanu Setyawan, dan A. C. Fajaryanto, "JURNAL ILMIAH MAHASISWA UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO (KOMPUTEK) RANCANG BANGUN IoT SMART FISH FARM DENGAN KENDALI RASPBERRY PI DAN WEBCAM," 2019.
- [4] Y. Efendi, "INTERNET OF THINGS (IOT) SISTEM PENGENDALIAN LAMPU MENGGUNAKAN RASPBERRY PI BERBASIS MOBILE," *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, vol. 4, no. 1, 2018, [Daring]. Tersedia pada: <http://ejournal.fikom-unasman.ac.id>
- [5] S. Susilawati, *MENGENAL TANAMAN SAYURAN (Prospek dan Pengelompokan)*. Palembang: UPT. Penerbit dan Percetakan Universitas Sriwijaya, 2017.
- [6] M. Vira Sariayu, H. Priyatman, B. Wibowo Sanjaya, P. Studi Teknik Elektro, dan J. Teknik Elektro, "PENGENDALI SUHU DAN KELEMBABAN PADA TANAMAN SELADA (*Lactuca sativa* L) DENGAN SISTEM AEROPONIK BERBASIS ARDUINO UNO R3."
- [7] H. Muslima, "Pengaruh Penambahan Intensitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Selada (*Lactuca Sativa* L.) Menggunakan Media Tanam Tanah Dan Hidroponik Rakit Apung," Universitas Brawijaya, Malang, 2022.
- [8] M. K. Novan dan G. Setyawan, "Rancang Bangun Sistem Pengontrol Kelembaban Tanah Pertanian Sayur Pakcoy dan Sawi," *Jurnal Otomasi, Kontrol & Instrumentasi*, vol. 13, hlm. 101–102, Feb 2021.
- [9] A. Prafanto, E. Budiman, P. P. Widagdo, G. Mahendra Putra, R. Wardhana, dan U. Mulawarman, "PENDETEKSI KEHADIRAN MENGGUNAKAN ESP32 UNTUK SISTEM PENGUNCI PINTU OTOMATIS," *Jurnal Teknologi Terapan* |, vol. 7, no. 1, 2021.
- [10] A. D. Hendra Saptadi Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom Purwokerto Jl I Panjaitan No, "Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22 Studi Komparatif pada Platform ATMEL AVR dan Arduino," 2014.
- [11] Y. Azizah Kudadiri dan F. Priyulida, "RANCANG BANGUN SENSOR BH1750 BERBASIS MIKROKONTROLLER SEBAGAI FOTOTERAPI PADA PENDERITA HIPERBILIRUBIN/BAYI KUNING."
- [12] S. Yaakub dan R. Meilano, "ELTI Jurnal Elektronika, Listrik dan Teknologi Informasi Terapan Potensi Sensor Kelembaban Tanah YL-69 Sebagai Pemonitor Tingkat Kelembaban Media Tanam Palawija," 2019. [Daring]. Tersedia pada: <https://ojs.politeknijkambi.ac.id/elti>
- [13] U. Kristen dan S. Wacana, "Penerapan Firebase Realtime Database Pada Prototype Aplikasi Pemesanan Makanan Berbasis Android," 2018, doi: 10.28932/jutisi.v4i3.870.
- [14] D. Susianto dan A. Rachmawati, "IMPLEMENTASI DAN ANALISIS JARINGAN MENGGUNAKAN WIRESHARK, CAIN AND ABELS, NETWORK MINNER (Studi Kasus: AMIK Dian Cipta Cendikia)," *Jurnal Cendikia*, vol. XVI, hlm. 1–2, Okt 2018.
- [15] R. P. Pratama, "Aplikasi Jam NTP pada Mini Webserver untuk Kendali Jam Digital POLTEKOM," 2016.
- [16] M. Fariz dkk., "PENGUNAAN GOOGLE SHEET DAN APPSHEET DALAM PROSES MEMBANGUNKAN APP PENGIRAAN MARKAH PENILAIAN KERJA KURSUS."
- [17] A. Surahman, F. Trias Pontia,) Jurusan, dan T. Elektro, "ANALISIS QUALITY OF SERVICE (QOS) VIDEO CONFERENCE PADA JARINGAN INTERNET DENGAN MENGGUNAKAN AKSES WIMAX (WORLD WIDE INTEROPERABILITY FOR MICROWAVE ACCESS)."
- [18] Yudhi dan Y. Darta, "MONITORING SUHU KELEMBABAN PADA TANAMAN SAYUR BERBASIS ARDUINO," hlm. 1–3, Okt 2018.