

Realisasi Perangkat Iot Untuk Sistem Monitoring Media Tanam Berbasis *Smart Greenbox* Untuk Pertumbuhan Tanaman Cabai

Realization Of Iot Device For Smart Greenbox Based Plant Media Monitoring System For Chili Plant Growth

1st Ayyub Nasrah Atmadja
Universitas Telkom

Fakultas Teknik Elektro
Bandung, Indonesia
ayyubnasrahna@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Nyoman Bogi Aditya Karna
Universitas Telkom

Fakultas Teknik Elektro
Bandung, Indonesia
aditya@telkomuniversity.ac.id

3rd Sussi

Universitas Telkom
Fakultas Teknik Elektro
Bandung, Indonesia
sussiss@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Greenbox diisi oleh 3 pot tanaman cabai yang sudah melalui proses penyemaian. Sistem *smart greenbox* dirancang menggunakan 3 board mikrokontroler yang masing-masing board terhubung dengan LoRa SX-1278 sebagai modul komunikasi antar boardnya. *Board-1* menggunakan ESP 32 sebagai gateway utama sistem ke database. Lalu, *board-2* menggunakan Arduino Uno yang terintegrasi dengan beberapa sensor yaitu DHT-22, BH-1750, 3 buah sensor YL-69, dan 3 buah sensor pH Probe. Sedangkan, *board-3* pada sistem berfungsi untuk otomatisasi penyiraman dan pemupukan. Data yang sudah dibaca oleh sensor pada *board-2* akan dikirimkan menuju *board-1* untuk diteruskan menuju *firebase database* dan juga dikirim ke *board-3* untuk melaksanakan fungsi otomatisasi sesuai data yang dibaca. Berdasarkan hasil pengujian sistem perangkat, diketahui bahwa perangkat berjalan dengan optimal selama 24 jam dan dapat mengirimkan data menuju *firebase* per 5 menit. Proses transmit data dari board Arduino menuju *firebase* menunjukkan bahwa QoS pada sistem memiliki rata-rata nilai yang baik dengan masing-masing parameter yakni *delay*

sebesar 46 ms, *throughput* sebesar 2,3084 Mbps, dan *packet loss* sebesar 4,84%.

Kata kunci : *Internet of Things*, Cabai Rawit, Arduino Uno, LoRa SX-1278, DHT-22, BH-1750, YL-69, pH Probe, *Firestore*, *Smart Greenbox*.

Abstract

The *greenbox* is filled with 3 pots of chili plants that have gone through the seeding process. The *smart greenbox* system is designed using 3 microcontroller boards, each of which is connected to LoRa SX-1278 as a communication module between the boards. The first board uses ESP 32 as the system's main gateway to the database. Then, the second board uses Arduino Uno which is integrated with several sensors, namely DHT-22, BH-1750, 3 YL-69 sensors, and 3 pH probe sensors. Meanwhile, the 3rd board in the system functions to automate watering and fertilization. The data that has been read by the sensors on the 2nd board will be sent to the 1st board to be forwarded to the *firebase database* and sent to the 3rd board to carry out the automation function according to the read data. Based on the test results of the device system, it is known that the device runs optimally for 24 hours and can send data to the *firebase* every 5 minutes. The process of

transmitting data from the Arduino board to the firebase shows that the QoS on the system has a good average value with each parameter, namely delay of 46 ms, the throughput of 2,3084 Mbps, and packet loss of 4,84%.

Keywords : *Internet of Things, Chili, Arduino Uno, LoRa SX-1278, DHT-22, BH-1750, YL-69, pH Probe, Firebase, Smart Greenbox.*



I. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara agraris yang sebagian besar penduduknya bermata pencaharian di sektor pertanian. Usaha dalam sektor pertanian akan selalu berjalan selama manusia masih memerlukan makanan untuk mempertahankan hidup dan manusia masih memerlukan hasil pertanian sebagai bahan baku dalam industrinya [1]. Pertanian sendiri memiliki beberapa subsektor. Salah satunya adalah subsektor hortikultura. Cabai adalah tanaman hortikultura dengan nilai produksi yang sangat tinggi. Dihimpun dari laman web Kementerian Pertanian Republik Indonesia, pada tahun 2020 produksi komoditas cabai mencapai 2.772.594 ton. Jumlah produksi tersebut merupakan jumlah produksi tertinggi dibandingkan jenis tanaman hortikultura lainnya [2]. Mengutip dari hasil laporan badan pengkajian dan pengembangan perdagangan, harga cabai secara nasional tidak stabil, terhitung dari periode November 2019 sampai November 2020 lonjakan harga cabai tergolong tinggi sebesar 20,70% dengan harga tertinggi mencapai 46.077,-/kg [3]. Faktor utama ketidak stabilan harga cabai adalah rendahnya produksi dikarenakan musim kemarau dengan curah hujan yang rendah. Pada lahan yang kering, petani enggan menanam cabai karena beresiko gagal panen sedangkan biaya produksi tinggi [4]. Hal tersebut membuktikan bahwa cabai merupakan salah satu komoditas hortikultur yang dibutuhkan masyarakat baik untuk kebutuhan pangan rumah tangga maupun bahan baku industri makanan. Tingginya kebutuhan cabai yang berbanding terbalik dengan ketersediaan dipasar membuat cabai seringkali melonjak naik [5].

Konsumsi cabai di Indonesia berpotensi meningkat tiap tahunnya. Lebih dari 57% produksi cabai digunakan untuk konsumsi langsung rumah tangga, 27% untuk bahan baku olahan industri pangan, 15% tercecer dan sisanya digunakan untuk benih dengan presentase yang kecil [6]. Tantangan utama dalam budidaya tanaman cabai adalah penyakit yang dapat menyebabkan kerugian hasil produksi. Penyakit yang umum menyerang tanaman cabai adalah penyakit kuning yang disebabkan oleh curah hujan yang tinggi. Penyakit ini mampu menghanacurkan hasil produksi sebesar 20% - 90% [6]. Hal itulah yang melatar belakangi lahirnya menanam cabai menggunakan *greenbox* sebagai upaya memenuhi kemandirian pangan maupun

kebutuhan estetika sektor rumah tangga. *Greenbox* adalah media tanam yang mengadaptasi *greenhouse* dengan memodifikasi ukurannya. *Greenbox* memiliki ukuran yang relative kecil disesuaikan dengan luas lahan dan kebutuhan tanaman yang lebih sedikit. Pada tugas akhir ini menggunakan *greenbox* dengan ukuran 90 cm x 30 cm x 40 cm yang terbuat dari mika setebal 5 mm sebagai wadah menanam dirumah yang tahan akan angin, hujan, hama, dan lain-lain.

Demi memenuhi kebutuhan pertumbuhan tanaman cabai yang ideal, *greenbox* dimodifikasi dengan ditambahkan perangkat berbasis Internet of Things. Internet of Things (IoT) adalah struktur dimana objek, orang disediakan dengan identitas eksklusif dan kemampuan untuk pindah data melalui jaringan tanpa memerlukan dua arah antara manusia ke manusia yaitu sumber ke tujuan atau interaksi manusia ke komputer [7]. Dengan adanya perangkat berbasis IoT pada *greenbox* ini, memungkinkan *monitoring* dari jarak jauh pada pertumbuhan tanaman secara realtime. *Monitoring* disesuaikan dengan beberapa parameter utama yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman cabai, yaitu kelembaban udara, intensitas cahaya, kelembaban tanah, dan kadar pH pada tanah.

Tugas akhir ini mengembangkan penelitian terdahulu yang dilaksanakan oleh Hasnah Faradina (2020) dengan judul "Purwarupa Sistem Otomasi pada *Smartfarm* Berbasis *Internet of Things*". Tugas akhir ini dirancang dengan *greenbox* yang diisi 3 pot tanaman cabai. Pada sisi *greenbox* diberikan perangkat sistem IoT yang sudah terkoneksi internet serta terkonfigurasi dengan beberapa sensor. Adapun sensor yang digunakan untuk *monitoring* keadaan tanaman pada masing-masing pot adalah 3 sensor kelembaban tanah (YL-69), 3 sensor pH tanah (*pH probe*), satu sensor suhu dan kelembaban udara (DHT-22), dan sensor intensitas cahaya (BH-1750). Data yang dibaca oleh sensor akan dikirimkan ke *firebase database* untuk membantu penanam mengetahui kondisi tanaman pada *greenbox*.

II. KAJIAN TEORI

a. Internet of Things

Internet of Things atau yang sering disebut dengan IoT adalah gagasan bahwa semua objek di dunia nyata dapat saling berkomunikasi sebagai bagian dari sistem terintegrasi yang menggunakan internet sebagai

media penghubung [8]. Pada dasarnya perangkat IoT terdiri dari sensor sebagai media pengumpul data, sambungan internet sebagai media komunikasi, dan *server* sebagai pengumpul informasi yang diterima sensor untuk dianalisa [9].

IoT memiliki tiga elemen penting yaitu barang fisik yang dilengkapi modul IoT, perangkat koneksi internet, dan *cloud data center* untuk menyimpan aplikasi beserta *database* [9]. Pada umumnya perangkat IoT menggunakan mikrokontroler dan berbagai macam sensor untuk menunjang sistem otomasinya. Lalu, data yang didapat dari sensor akan dikirimkan ke database atau aplikasi melalui jaringan internet yang sudah terhubung pada perangkat. Tujuan dibuatnya perangkat IoT adalah menghubungkan kinerja sebuah perangkat dengan jaringan internet yang dapat diakses oleh manusia dengan tujuan memudahkan *controlling* dan *monitoring* pada sebuah objek dengan tingkat akurasi tinggi.

b. Cabai

Tanaman cabai (*Capsicum Frutescens*) merupakan jenis tanaman perdu yang memiliki kayu, bercabang dan tumbuh dengan tegak. Cabai rawit dapat tumbuh dengan baik di dataran tinggi maupun dataran rendah dengan ketinggian 1 - 1.500 Mdpl. Cabai rawit juga dapat tumbuh didaerah kering, akan tetapi akan menghasilkan produktivitas yang optimal jika ditanam pada lahan yang subur banyak mengandung unsur hara, gembur, cukup air serta mengandung banyak humus [10].

c. Variabel Perumbuhan Cabai

Ada beberapa variable utama yang perlu diperhatikan pada pertumbuhan cabai yaitu kelembaban udara, kelembaban tanah, intensitas cahaya, dan kadar pH pada tanah.

d. Kelembaban Udara

Cabai dapat tumbuh dengan baik didaerah yang memiliki curah hujan rendah maupun tinggi, dengan suhu udara berkisar 25 - 32°C [10]. Kelembaban udara yang cocok untuk pertumbuhan cabai rawit adalah 60% - 80% [11]

d. Intensitas Cahaya

Cabai akan lebih baik pertumbuhannya jika ditanam di tempat yang terbuka dan tidak ternaungi agar mendapatkan produksi cahaya yang optimal. Cabai paling ideal ditanam dengan intensitas cahaya matahari antara 60% - 70%, sedangkan lama penyinaran yang paling ideal bagi pertumbuhan tanaman cabai adalah

10-12 jam.

e. Kelembaban Tanah

Kelembaban tanah yang cocok bagi tanaman cabai berkisar antara 250 – 500, terutama saat pembentukan bunga dan buah. Kelembaban yang melebihi 500 memacu pertumbuhan cendawan yang berpotensi menyerang dan merusak tanaman. Sebaliknya, kelembaban yang kurang dari 250 membuat cabai kering dan mengganggu pertumbuhan generatifnya, terutama saat pembentukan bunga, penyerbukan, dan pembentukan buah [12]

f. Kadar PH Tanah

Tanaman cabai dapat tumbuh baik dengan toleransi yang sedang dengan kemasaman tanah. Kadar pH yang baik untuk pertumbuhan tanaman cabai berkisar 5,5 – 6,6 [13].

g. Hardware

h. Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler dengan datasheet ATmega328P yang memiliki 14 pin input / output digital (dimana 6 dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, kristal kuarsa 16 MHz, koneksi USB, colokan listrik, header ICSP dan tombol reset. Arduino uno adalah board elektronik bersifat opensource yang memungkinkan pengguna memberikan perintah sesuai dengan fungsi yang diinginkan.

i. ESP-32

ESP 32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif System merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*. Dilengkapi dengan 18 ADC (*Analog Digital Converter*), 2 DAC, 16 PWM, 10 Sensor sentuh, 2 jalur antarmuka UART, pin antarmuka I2C, I2S, dan SPI [14].

j. LoRa Ra-02 SX1278

LoRa singkatan dari *Long Range* adalah sebuah modul *wireless* komunikasi dengan jangkauan frekuensi 410 – 525 Mhz dengan *bit rate up to* 300 Kbps. Dengan demikian, LoRa memungkinkan pengiriman informasi data ukuran besar dengan jangkauan yang luas.

k. DHT-22

Sensor DHT-22 berfungsi untuk mendeteksi kelembaban udara dan suhu ruangan. Sensor DHT-22 sangat mudah diaplikasikan pada mikrokontroller tipe

Arduino karena memiliki tingkat stabilitas yang dapat dipercaya dan fitur kalibrasi yang memiliki hasil sangat akurat [15].

L. BH-1750

Modul sensor intensitas cahaya BH-1750 adalah sensor cahaya digital yang memiliki keluaran sinyal digital, sehingga tidak memerlukan perhitungan yang rumit. BH-1750 dapat mengukur intensitas cahaya dari 1 – 65535 Lux. Sensor cahaya digital BH-1750 ini dapat melakukan pengukuran dengan keluaran lux (Lx) tanpa perlu melakukan perhitungan terlebih dahulu. Data output dengan sensor ini langsung output di satuan Lux (Lx) [16].

m. YL-69

Sensor jenis YL-69 merupakan sensor kelembaban yang mendeteksi tingkat kelembaban pada tanah. Sensor YL-69 termasuk sensor dengan keluaran analog yang di dalamnya terdapat modul IC LM393 yang berfungsi sebagai proses pembandingan offset rendah yang lebih rendah dari 5v yang sangat stabil dan presisi.

n. PH Probe

Sensor pH probe adalah sebuah sensor analog yang mengukur sebuah keasaman suatu objek. PH probe mampu mendeteksi kadar pH dari 0 – 14.

o. Software

p. Firebase

Firebase adalah suatu layanan dari Google berbentuk BaaS (*Backend as a Service*) sebagai solusi yang ditawarkan oleh Google untuk mempercepat pekerjaan *developer*. Data disimpan dan dieksekusi dalam bentuk JSON dan disinkronkan secara *realtime* ke setiap user yang terkoneksi. Firebase *Realtime Database* akan tetap responsif bahkan saat *offline* karena SDK Firebase *Realtime Database* menyimpan data langsung ke *disk device* atau memori lokal.

q. Quality of Service

r. Throughput

Throughput yaitu kecepatan (*rate*) transfer data efektif, yang diukur dalam bps. *Throughput* merupakan jumlah data persatuan waktu yang dikirim dari suatu titik jaringan ke titik jaringan yang lain [17]. *Throughput* dapat dihitung dengan persamaan berikut:

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

s. Delay

Delay adalah waktu yang dibutuhkan

data untuk sebuah paket yang dikirimkan dari suatu perangkat ke perangkat yang dituju. *Delay* dapat dihitung dengan persamaan berikut:

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

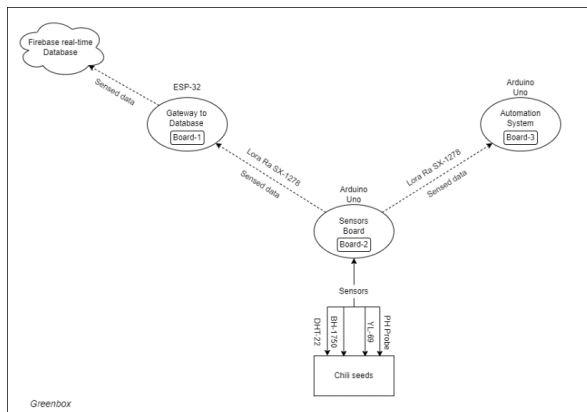
t. Packet Loss

Packet loss adalah persentase paket yang hilang selama mentransmisikan data. Hal ini disebabkan oleh banyak faktor seperti penurunan sinyal dalam jaringan, kesalahan perangkat keras atau juga redaman dari lingkungan sekitar. *Packet loss* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini:

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

III. METODE

a. Desain Sistem

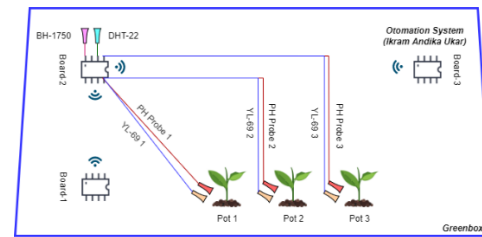


Gambar a.1 Diagram Sistem Perangkat

Sistem perangkat *monitoring greenbox* berbasis IoT dirancang menggunakan 3 board Arduino yang sudah terintegrasi dengan modul komunikasi *wireless* Lo-Ra RA SX1278. Adapun masing-masing fungsi *board*nya yaitu:

1. *Board-1* : sebagai gateway jaringan IoT dan firebase database
2. *Board-2* : sebagai board sensor yang terhubung ke tanaman
3. *Board-3* : sebagai board otomasi.

Pada sistem perangkat *monitoring greenbox*, *board-2* terhubung dengan beberapa sensor sebagai berikut: Sensor DHT-22 untuk mengukur suhu dan kelembaban *greenbox*, sensor BH-1750 untuk mengukur intensitas cahaya, 3 sensor YL-69 yang masing-masing tertancap di pot tanaman bertujuan untuk mengukur nilai kelembaban tanah, dan 3 sensor pH probe berfungsi untuk mengukur kadar pH tanah setiap pot. Data yang didapat oleh *board-2* dikirimkan ke *board-1* yang nantinya akan dikirim menuju firebase dan *board-3* sebagai perangkat otomasi pemupukan pada tanaman. *Board-3* akan melaksanakan perintah sesuai dengan keadaan kelembaban dan pH tanah. Jika *board-2* menerima nilai kelembaban < 250 maka akan dilakukan penyiraman dan jika menerima nilai pH tanah > 6,6 maka akan melakukan pemupukan.

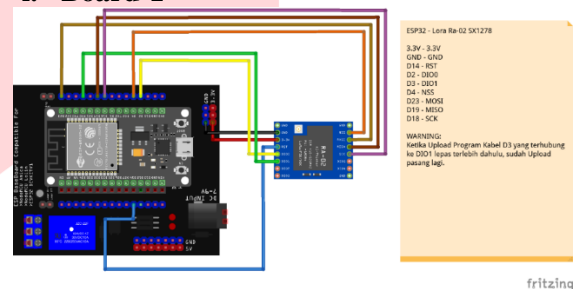


Gambar a.2 Desain Sistem Greenbox

b. Komponen Perangkat Keras

Sistem perangkat keras terdiri dari 3 *board* yang saling terintegrasi memonitoring tanaman.

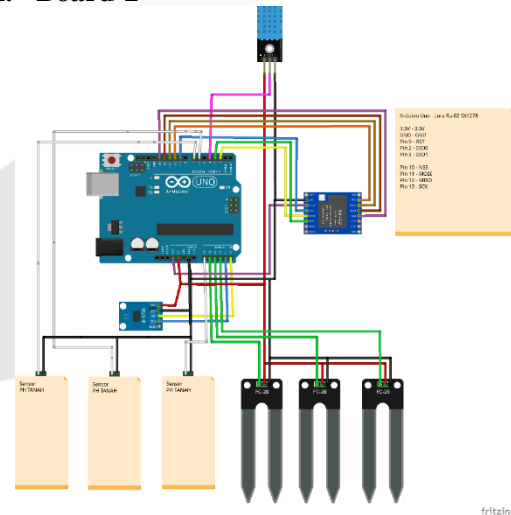
i. Board-1



Gambar 0.1 Desain Board-1

Board-1 menggunakan board ESP-32 DEVKIT V2 yang memiliki koneksi Wifi dan sudah terhubung dengan LoRa-SX1278.

ii. Board-2



Gambar 0.2 Desain Board-2

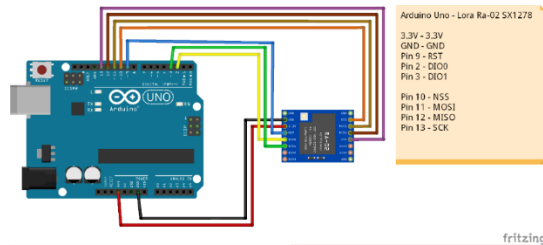
Board-2 terkonfigurasi dengan LoRa-SX1278 dan beberapa sensor. Adapun sensor pada *board-2* adalah sebagai berikut:

Tabel 0.1 Kebutuhan Sensor *Board-2*

No.	Sensor	Jumlah
-----	--------	--------

1	YL-69	3
2	PH Probe	3
3	DHT-22	1
4	BH-1750	1

b. Board-3

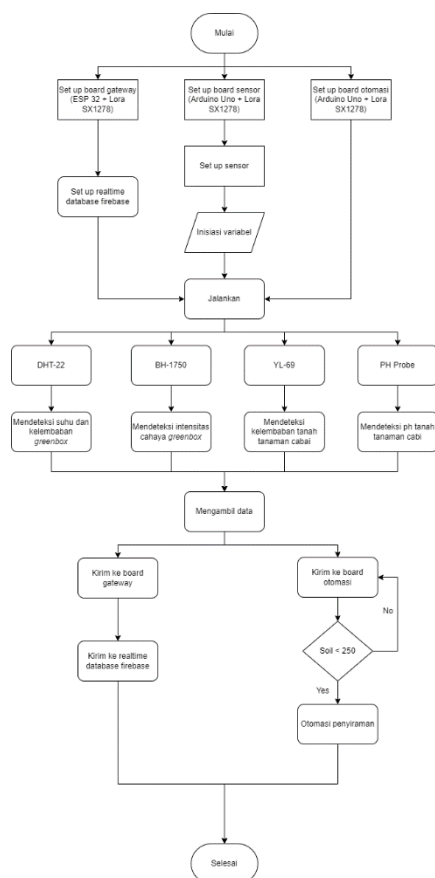


Gambar b.1 Desain Board-3

Board-3 dilengkapi dengan module komunikasi wireless LoRa-SX1278 yang berfungsi untuk menerima data nilai sensor yang dikirimkan.

c. Diagram Alir Sistem

Berikut adalah diagram alir kinerja keseluruhan sistem.



Gambar c.1 Diagram Alir Keseluruhan Sistem

d. Pengujian QoS

Pada tugas akhir ini, penulis mengukur

QoS jaringan internet pada proses pengiriman data hasil baca ke Firebase database. Standar QoS pada pengujian ini menganut pada standarisasi TIPHON dan ITU-T G1010. Berikut adalah table standar QoS yang dianut pada tugas akhir ini.

Tabel d.1 Kategori *Throughput* menurut TIPHON

Kategori <i>Throughput</i>	<i>Throughput</i>
Sangat baik	>2.1 mbps
Baik	1200 kbps – 2.1 mbps
Cukup	700 – 1200 kbps
Kurang baik	338 – 700 kbps
Buruk	0 – 338 kbps

Tabel d.2 Kategori *Delay* menurut ITU-T G.1010

Kategori <i>Delay</i>	<i>Delay</i>
Sangat baik	<150 ms
Baik	150 – 300 ms
Cukup	300 – 450 ms
Buruk	>450 ms

Tabel d.3 Kategori *Packet Loss* menurut ITU-T G.1010

Kategori <i>Packet Loss</i>	<i>Packet Loss</i>
Sangat baik	0
Baik	5% - 15%
Cukup	15% - 25%
Buruk	>25%

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengujian Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras ini bertujuan untuk memastikan kondisi setiap komponen pada sistem monitoring berkerja dengan baik sebagaimana mestinya. Berikut adalah hasil dari pengujian perangkat keras yang telah dilakukan:

Tabel a.1 Pengujian Board-1

No	Perangkat Keras	Keterangan
----	-----------------	------------

1.	Integrasi ESP 32 sebagai gateway dan LoRa SX-1278 sebagai modul komunikasi antar node	Komponen sistem berhasil menerima hasil sensor yang dikirimkan dan mampu mengirim data ke database firebase.
----	---------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------

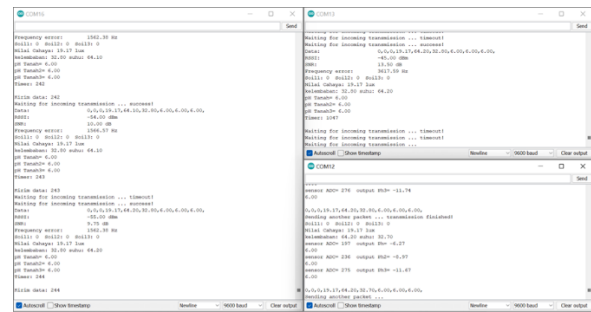
Tabel a.2 Pengujian *Board-2*

No	Perangkat Keras	Keterangan
1.	Integrasi Arduino Uno sebagai mikrokontroler dan Lora SX-1278 sebagai modul komunikasi antar node.	Komponen sistem berhasil membaca nilai sensor dan mampu mengirimnya ke board gateway dan board otomasi.
2.	Integrasi sensor dengan board Arduino Uno berupa 1 sensor DHT 22, 1 sensor BH-1750, 3 sensor YL-69, dan 3 sensor pH Probe.	Sensor berhasil get data sesuai dengan fungsinya masing-masing.

Tabel a.3 Pengujian *Board-3*

No	Perangkat Keras	Keterangan
1.	Integrasi Arduino Uno sebagai mikrokontroler otomasi dan LoRa SX-1278 sebagai modul komunikasi	Komponen sistem mampu menerima dan membaca hasil data sensor untuk selanjutnya ditindak oleh sistem otomasi.

Pengujian perangkat keras menghasilkan keluaran sebagai berikut:



Gambar a.1 Hasil Pengujian Perangkat Keras

b. Pengujian Hasil Monitoring

Proses pengujian hasil *monitoring* tumbuhan cabai diawali dengan *get* data oleh sensor selama 13 hari terhitung dari tanggal 14 Desember 2021 sampai dengan 27 Desember 2021. Sensor membaca data lalu mengirimkannya menuju database dan perangkat otomasi selama 24 jam penuh per 5 menit. Pengambilan data dilakukan selama masa pertumbuhan kecambah sampai tanaman cabai berdaun. Pengujian hasil *monitoring* bertujuan mengetahui kondisi suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya pada greenbox dan juga kondisi media tanam tumbuhan cabai meliputi nilai kelembaban tanah dan pH tanah yang nantinya akan ditampilkan pada *realtime database* pada firebase.

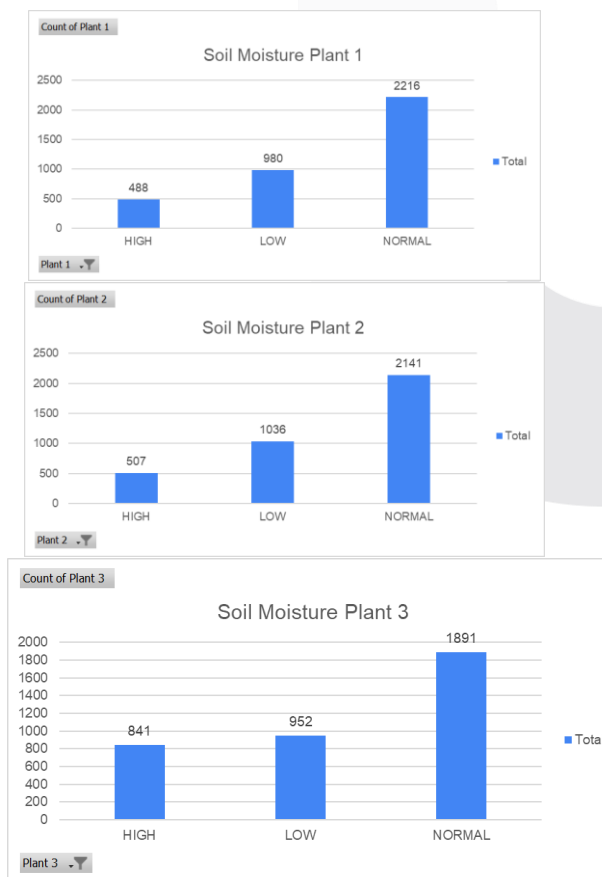
Gambar b.1 Firebase *Database Greenbox*

Firestore akan mengupdate nilai jika data yang dikirimkan berubah. Lalu, sebagai data master dari hasil *monitoring* selama 13 hari, setiap data yang dikirimkan oleh sensor akan dihimpun pada spreadsheet. Berikut adalah hasil *monitoring* yang dilaksanakan selama 13 hari selama 24 jam per 5 menit sekali.

Tabel b.1 Tabel *Sensed Data*

No	Timestamp	DHT 22	BH 1750	YL 69	PH Probe	Plant 1	Plant 2	Plant 3	PH Plant 1	PH Plant 2	PH Plant 3				
1	13 Dec 2021 16:14:38	24.04	62.46	3.951.87	381.39	260.04	477.92	2.88	3.92	5.15	NORMAL	NORMAL	HIGH	LOW	NOR
2	14 Dec 2021 19:51:38	28.01	71.54	2.153.19	294.32	262.28	298.79	3.76	3.37	3.29	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NOR
3	14 Dec 2021 21:45:07	22.78	46.32	3.492.93	400.84	339.12	455.53	3.65	6.00	6.95	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NOR
4	14 Dec 2021 21:48:15	25.01	67.40	3.713.86	372.71	488.99	469.31	3.29	5.25	6.46	NORMAL	HIGH	HIGH	LOW	NOR
5	14 Dec 2021 21:54:19	27.09	69.55	3.524.72	464.36	319.91	302.77	4.00	5.57	6.05	HIGH	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NOR
6	14 Dec 2021 21:59:19	30.37	73.25	1.973.02	444.72	313.93	385.51	4.05	5.43	4.07	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NOR
7	14 Dec 2021 22:04:19	22.28	56.14	3.870.05	159.91	488.80	347.16	6.16	5.69	5.01	LOW	HIGH	NORMAL	NORMAL	NOR
8	14 Dec 2021 22:09:19	27.59	65.98	1.944.97	468.07	489.21	313.97	3.35	6.25	3.80	NORMAL	HIGH	NORMAL	NORMAL	NOR
9	14 Dec 2021 22:14:19	23.36	75.36	3.731.22	291.35	471.31	435.89	3.73	3.42	5.02	NORMAL	HIGH	NORMAL	NORMAL	NOR
10	14 Dec 2021 22:19:19	23.73	41.74	1.585.21	375.30	407.04	396.56	3.10	5.97	5.89	NORMAL	NORMAL	NORMAL	LOW	NOR
11	14 Dec 2021 22:24:19	25.82	44.00	3.429.68	178.80	430.80	276.43	3.75	6.82	5.13	LOW	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NOR
12	14 Dec 2021 22:29:19	25.40	53.55	2.736.15	372.29	233.89	411.32	6.51	5.88	6.48	NORMAL	LOW	NORMAL	NORMAL	NOR
13	14 Dec 2021 22:34:19	30.23	64.98	1.861.38	437.39	454.99	373.95	3.35	4.09	5.25	NORMAL	HIGH	NORMAL	NORMAL	NOR
14	14 Dec 2021 22:39:19	21.36	73.01	3.007.40	296.46	218.68	227.10	4.31	6.50	3.58	NORMAL	LOW	LOW	NORMAL	NOR
15	14 Dec 2021 22:44:19	29.46	72.07	1.233.08	139.20	359.58	452.84	5.59	4.82	6.11	LOW	NORMAL	HIGH	NORMAL	NOR
16	14 Dec 2021 22:49:19	27.85	53.29	1.982.21	331.55	415.32	207.08	5.60	4.25	6.85	NORMAL	NORMAL	LOW	NORMAL	NOR
17	14 Dec 2021 22:54:19	23.17	44.79	1.453.47	441.02	392.37	286.51	6.43	4.36	4.34	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NOR
...															
3672	27 Dec 2021 11:19:19	26.55	76.41	1.837.26	265.37	272.03	157.57	6.41	4.89	6.07	NORMAL	NORMAL	LOW	NORMAL	NOR
3673	27 Dec 2021 11:24:19	22.88	54.67	4.240.11	386.86	359.44	376.01	3.88	6.11	6.39	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NOR
3674	27 Dec 2021 11:29:19	26.86	74.17	1.970.59	415.07	189.60	233.60	3.02	5.54	5.25	NORMAL	LOW	LOW	LOW	LO
3675	27 Dec 2021 11:34:19	25.24	72.37	1.656.10	349.44	429.86	442.81	6.49	6.91	2.17	NORMAL	NORMAL	HIGH	NORMAL	HIC
3676	27 Dec 2021 11:39:19	30.80	60.63	1.230.79	378.09	348.62	484.50	4.08	2.15	4.46	NORMAL	NORMAL	HIGH	NORMAL	LO
3677	27 Dec 2021 11:44:19	30.88	76.88	1.603.86	258.45	203.20	399.40	6.88	3.04	3.03	NORMAL	LOW	NORMAL	HIGH	LO
3678	27 Dec 2021 11:49:21	28.82	65.98	1.689.13	418.52	366.20	373.90	3.44	2.11	3.35	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	LO
3679	27 Dec 2021 11:54:19	29.89	60.00	4.117.73	341.39	441.19	433.74	4.55	2.77	2.11	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	LO
3680	27 Dec 2021 11:59:22	30.44	56.58	3.703.54	487.78	378.78	241.08	5.57	5.65	4.18	HIGH	NORMAL	LOW	NORMAL	NOR
3681	27 Dec 2021 12:04:19	26.12	77.51	1.241.26	224.62	263.13	156.82	3.33	5.78	5.17	LOW	NORMAL	LOW	NORMAL	NOR
3682	27 Dec 2021 12:09:19	30.68	67.81	1.680.89	433.07	181.91	419.74	4.86	2.53	6.23	NORMAL	LOW	NORMAL	NORMAL	LO
3683	27 Dec 2021 12:14:19	24.73	60.32	1.865.73	267.90	204.32	296.65	3.43	6.07	2.30	NORMAL	LOW	NORMAL	NORMAL	NOR
3684	27 Dec 2021 12:19:19	30.78	72.52	2.023.92	404.42	289.04	380.02	6.72	2.44	5.80	NORMAL	NORMAL	NORMAL	HIGH	LO

Pada tabel diatas, perangkat keras berhasil berjalan optimal 24 jam selama 13 hari mengambil data dan mengirimkannya ke database. Selanjutnya *board* otomasi akan menjalankan sistem otomasi penyiraman dan pemupukan sesuai data yang dibaca dengan kriteria jika kategori kelembaban tanah LOW dengan nilai ≤ 250 akan dilakukan penyiraman dan jika kategori ph tanah LOW dengan nilai $< 3,3$ dan HIGH dengan nilai $> 6,6$ akan dilakukan pemupukan.

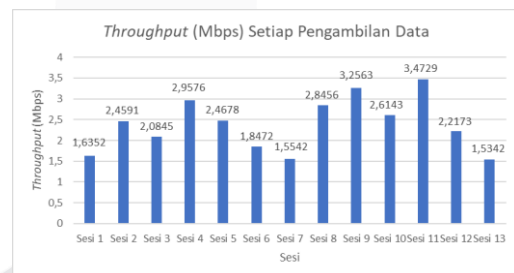
Gambar b.2 *Count of Category Soil Moisture*

Dari total 3684 sample data yang diambil, didapat soil moisture dengan kategori normal pada masing-masing tanaman memiliki rasio kemunculan paling tinggi. Hal ini membuktikan bahwa kondisi kelembaban tanah menggunakan sistem monitoring sudah ideal memenuhi syarat kelembaban tanah yang baik bagi pertumbuhan tanaman cabai.

Merujuk pada tabel 4.2.1 hasil baca sensor memiliki nilai *Temperature* maksimum *greenbox* adalah 31 derajat Celsius dan nilai minimumnya adalah 21 derajat Celsius. Kelembaban maksimalnya adalah 79 dan kelembaban minimumnya adalah 41.02. sedangkan, intensitas cahaya maksimumnya adalah 4286.67 lux dan intensitas cahaya minimumnya adalah 1000.83 pada saat keadaan malam hari dan hanya terpapar lampu. Dengan adanya sistem monitoring pada *greenbox* membantu para pelaku pertanian disektor rumah tangga memantau keadaan tanaman secara realtime berdasarkan parameter tumbuh cabai.

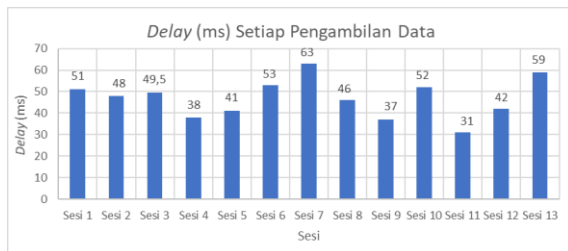
c. Pengujian QoS

i. Pengujian Throughput

Gambar c.1 Hasil Uji *Throughput*

Berdasarkan pada hasil pengujian *throughput* yang telah dilakukan menggunakan wireshark didapatkan rata-rata *throughput* sebesar 2,3084 Mbps dengan nilai tertinggi didapat pada sesi 11 sebesar 3,4729 Mbps dan nilai terkecil didapat pada saat sesi 7 sebesar 1,5542 Mbps. Nilai *throughput* cenderung turun pada sesi 5 (jumat) dan sesi 6 (sabtu) dikarenakan *traffic* jaringan yang tinggi. Merujuk pada standar *throughput* menurut TIPHON, *Throughput* pada jaringan tergolong sangat baik karena $> 2,1$ Mbps.

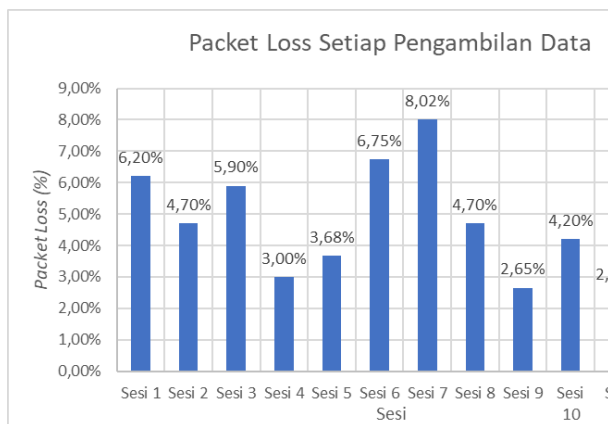
ii. Pengujian Delay



Gambar c.2 Hasil Uji Delay

Berdasarkan pada hasil pengujian *delay* didapat rata-rata nilai *delay* adalah 46 ms dengan nilai maksimum pada saat sesi 7 sebesar 63 ms dan nilai minimum pada saat sesi 11 yaitu 31 ms. Merujuk pada standar delay ITU-T G.1010, *Delay* pada jaringan ini tergolong sangat baik karena < 150 ms.

iii. Pengujian Packet Loss



Gambar c.3 Hasil Uji Packet Loss

Berdasarkan pada hasil pengujian *packet loss* yang telah dilakukan didapat rata-rata *packet loss* bernilai 4,84% dengan nilai *packet loss* tertinggi didapat pada saat sesi 7 sebesar 8,02% dan nilai paling rendah didapat pada saat sesi 11 sebesar 2,48%. Merujuk pada standar *packet loss* ITU-T G.1010, *Packet loss* tergolong baik karena tidak lebih dari 14%.

V. KESIMPULAN

a. Kesimpulan

Dari sistem yang telah direalisasikan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Perangkat sistem *monitoring* pada smart *greenbox* terhadap pertumbuhan tanaman cabai berjalan dengan optimal 24 jam penuh. Pengiriman data ke firebase berhasil dan dapat ditampilkan.
2. Pada pengujian hasil monitoring suhu dan kelembaban dipengaruhi oleh keadaan ruangan dan intensitas cahaya yang masuk.
3. Kondisi media tanam cenderung sering berubah karena menggunakan tanah campuran kompos dan serat kelapa sehingga kelembaban tanah lebih cepat menjadi kering.
4. Sistem monitoring berhasil memberikan input kepada otomasi sehingga kondisi kelembaban dan pH tanah tetap terjaga normal.
5. Pada pengujian QoS untuk pengiriman data ke database memiliki nilai *throughput* yang sangat baik yaitu 2,3084 mbps.

6. *Delay* pada proses transmit data tergolong sangat baik dengan rata rata 46 ms.

7. *Packet loss* yang terjadi relatif kecil dan tergolong baik dengan rata rata nilai 4,84%.

b. Saran

Dari sistem yang telah direalisasikan terdapat beberapa kekurangan yang dapat dijadikan bahan untuk pengembangan penelitian kedepannya, antara lain:

1. Menambahkan webcam sebagai monitoring secara visual terhadap pertumbuhan tanaman cabai
2. Melakukan monitoring terhadap banyak tanaman dengan parameter pertumbuhan yang lebih beragam
3. Melakukan monitoring terhadap banyak pot dengan skala *greenbox* yang lebih luas

REFERENSI

- [1] E. M. Mimi Hayati, "PERANAN SEKTOR PERTANIAN DALAM PEMBANGUNAN WILAYAH KABUPATEN BIREUEN PROVINSI ACEH," *Jurnal S. Pertanian*, vol. 1, no. 3, p. 214, 2017.
- [2] Kementrian Pertanian Republik Indonesia, "Pertanian sendiri memiliki beberapa subsektor. Salah satunya adalah subsektor hortikultura.," Kementrian Pertanian Republik Indonesia, 2016. [Online]. Available: <https://aplikasi2.pertanian.go.id/bdsp/id/komoditas>. [Accessed 15 Agustus 2021].
- [3] Badan Pengkajian dan Pengembangan Perdagangan Kementerian Perdagangan Republik Indonesia, "Analisis Perkembangan Harga Bahan Pangan Pokok di Pasar Domestik dan Internasional," Kementerian Perdagangan Republik Indonesia, Jakarta, 2020.
- [4] G. Susilowati and E. Gunawan, "DAMPAK PANDEMI COVID-19 TERHADAP PRODUKSI, HARGA SERTA KONSUMSI CABAI DAN BAWANG MERAH," *Dampak Pandemi Covid-19: Perspektif Adaptasi dan Resiliensi Sosial Ekonomi Pertanian*, vol. 3, no. 20, p. 406, 2020.

- [5] Kementerian Pertanian, "Gerakan Tanam Cabai Untuk Kemandirian Pangan," Kementerian Pertanian, 19 April 2017. [Online]. Available: <https://pse.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/22-informasi-berita/194-gerakan-tanam-cabai-untuk-kemandirian-pangan>. [Accessed 30 Januari 2022].
- [6] SEKERTARIAT JENDERAL KEMENTERIAN PERTANIAN, "KONSUMSI DAN NERACA PENYEDIAAN - PENGGUNAAN CABAI," *BULETIN KONSUMSI PANGAN*, vol. 12, no. 1, pp. 44-46, 2021.
- [7] A. Junaidi, "INTERNET OF THINGS, SEJARAH, TEKNOLOGI DAN PENERAPANNYA : REVIEW," *Jurnal Elektronik Universitas Widyatama*, vol. 1, no. 3, p. 62, 2015.
- [8] A. Junaidi, "INTERNET OF THINGS, SEJARAH, TEKNOLOGI DAN PENERAPANNYA : REVIEW," *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*, vol. 1, no. 3, p. 63, 2015.
- [9] Y. Efendi, "INTERNET OF THINGS (IOT) SISTEM PENGENDALIAN LAMPU MENGGUNAKAN RASPBERRY PI BERBASIS MOBILE," *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, vol. 4, no. 1, pp. 20-21, 2018.
- [1] A. S.M., "Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Cabai Rawat," in *Kiat Sukses Budidaya Cabai Rawit*, Yogyakarta, HUTA MEDIA, 2017, p. 13.
- [1] I. Putri, "Syarat Tumbuh Tanaman Cabai Rawit," in *PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN CABAI RAWIT (Capsicum frutescens L.) YANG DIBERI TRICHOKOMPOS JERAMI PADI*, Pekanbaru, UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU, 2019, pp. 5-6.
- [1] Redaksi AgroMedia, Panduan Lengkap Budi Daya dan Bisnis Cabai, Jakarta: Agromedia Pustaka, 2008.
- [1] Nani Sumarni, Agus Muharam, "Panduan Teknis PTT Cabai Merah No.2," in *Budidaya Tanaman Cabai Merah*, Bandung, BALAI PENELITIAN TANAMAN SAYURAN, 2005, p. 6.
- [1] A. I. M. R. Muliadi,
- 4] "PENGEMBANGAN TEMPAT SAMPAH PINTAR MENGGUNAKAN ESP32," *Jurnal MEDIA ELEKTRIK*, vol. 12, no. 2, p. 74, 2020.
- [1] F. Puspasari, T. P. Satya, U. Y.
- 5] Oktawati, I. Fahrurrozi and H. Prisyanti, "Analisis Akurasi Sistem Sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar," *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, vol. 16, no. 1, pp. 40-45, 2020.
- [1] M. Rianti, "Karakteristik BH1750," in
- 6] *RANCANG BANGUN ALAT UKUR INTENSITAS CAHAYA DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR BH1750 BERBASIS ARDUINO*, Medan, UNIVERSITAS SUMATERA UTARA, 2017, p. 20.
- [1] S. Arifin, "ANALISA KUALITAS LAYANAN THROUGHPUT HANDPHONE DAN MODEM HIGH SPEED DOWNLINK PACKET ACCES (HSDPA)," p. 2, Februari 2014.