

# Perancangan *Backend* Pada Pengguna Untuk Mendukung Aplikasi *Mobile* Pemantauan Kualitas Lahan Pertanian Berbasis *Human-Centered Design* Di Pt Rastek Id

1<sup>st</sup> Dita Efriliana Sinaga  
Fakultas Ilmu Terapan  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

ditaefriliana@student.telkomuniversity.  
ac.id

2<sup>nd</sup> Marlindia Ike Sari  
Fakultas Ilmu Terapan  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

marlindia@staff.telkomuniversity.ac.id

3<sup>rd</sup> Mochammad Fahu Rizal  
Fakultas Ilmu Terapan  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

mfrizal@staff.telkomuniversity.ac.id

**Abstrak** — Indonesia, sebagai negara agraris, menghadapi tantangan dalam sektor pertanian, terutama terkait kegagalan panen akibat kondisi tanah yang buruk dan kurangnya pengetahuan teknologi di kalangan petani. Banyak petani tidak memiliki akses informasi yang memadai mengenai kondisi lahan mereka, seperti suhu dan kelembaban, yang mempengaruhi keputusan pengelolaan lahan. Untuk mengatasi masalah ini, PT Rastek Inovasi Digital dan Universitas Telkom bekerja sama dalam pembuatan aplikasi pemantauan lahan di BPP Selawi, Garut. Aplikasi ini dirancang berdasarkan kebutuhan masyarakat dari BPP Selawi dan fokus pada penyediaan data suhu dengan sensor DHT11 dan kelembaban tanah dengan sensor soil moisture capacitive v1.2 yang relevan secara harian, mingguan, dan bulanan. Alat tersebut akan dihubungkan dengan backend sehingga data yang dihasilkan akan ditampilkan secara realtime dengan metode Human-Centered Design. Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan, alat dan aplikasi yang telah dibuat memberikan data keberhasilan informasi akurat dan bermanfaat yang dapat dilihat dari indikator LED dan LCD dimana jika tanah kering dibawah 50% dan suhu diatas 30°C maka LED akan menyala dan nilai akan ditampilkan pada LCD. Kemudian akan diolah dalam backend untuk mengirimkan data kedalam aplikasi mobile. Pengembangan sistem *backend* ini akan menjadi langkah strategis untuk meningkatkan efektivitas dan keberlanjutan dalam menghadapi tantangan global.

**Kata kunci**— MQTT, *Backend*, Sensor Suhu DHT11, Soil Moisture Sensor Capacitive v1.2

## I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan sektor pertanian yang sangat penting bagi perekonomian dan kesejahteraan penduduknya. Kondisi atau keadaan di mana petani tidak dapat memanen hasil yang sudah ditanam disebut sebagai gagal panen. Penurunan produksi ini pasti berdampak pada

ekonomi. Cuaca sangat buruk berpengaruh pada produktivitas karena curah hujan yang berlebihan dapat mengurangi hasil panen atau bahkan dapat menyebabkan gagal panen [1]. Kurangnya pengetahuan dan akses informasi mengenai teknologi pertanian modern juga menjadi hambatan bagi petani dalam meningkatkan hasil panen mereka. Akses informasi yang terbatas mengenai parameter penting seperti suhu dan kelembaban tanah membuat petani kesulitan dalam mengambil keputusan yang tepat untuk pengelolaan lahan mereka. Hal ini menunjukkan perlunya solusi yang inovatif dan efisien untuk mengatasi masalah ini dan mendukung peningkatan produktivitas sektor pertanian di Indonesia.

Kolaborasi antara PT Rastek Inovasi Digital dan Universitas Telkom menggaris bawahi langkah strategis mereka dalam mengembangkan sebuah aplikasi pemantauan lahan yang bertempat di BPP Selaawi, Garut. Dalam proses pengembangan ini, wawancara mendalam dengan Pak Hendri selaku petugas dari BPP Selaawi memunculkan kebutuhan utama yang harus dipenuhi oleh aplikasi yang tengah dirancang. Aplikasi *mobile* yang diusulkan harus memiliki kemampuan untuk menampilkan data yang relevan seputar suhu, dan kelembaban tanah. Data yang masuk ke aplikasi adalah data rata-rata harian, mingguan dan bulanan mengingat data yang masuk sangat banyak.

Dengan demikian, proyek ini bertujuan untuk merancang sistem informasi berbentuk alat pemantau suhu dan kelembaban tanah dan *backend* yang dapat mendukung aplikasi *mobile* pemantauan kualitas lahan pertanian berbasis *Human-Centered Design*. Melalui pendekatan ini, diharapkan aplikasi yang dihasilkan tidak hanya dapat memberikan informasi yang akurat dan bermanfaat, tetapi juga mudah digunakan oleh para pengguna akhir, seperti petani atau pihak terkait dalam bidang pertanian. Dengan demikian, pengembangan sistem *backend* untuk aplikasi *mobile* pemantauan kualitas lahan bukan hanya merupakan

langkah teknis, tetapi juga merupakan langkah strategis untuk meningkatkan efektivitas dan keberlanjutan sektor pertanian dalam menghadapi tantangan global saat ini.

## II. KAJIAN TEORI

### A. Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian sebelumnya yang relevan dengan proyek "Perancangan *Backend* Pada Pengguna Untuk Mendukung Aplikasi Mobile Pemantauan Kualitas Lahan Pertanian Berbasis Human-Centered Design di PT Rastek ID" adalah sebagai berikut.

Dalam konteks IOT, protokol MQTT sangat mendukung jaringan WAN karena jaringan WAN mencakup area yang luas. Kelebihan protokol MQTT adalah mereka dapat bekerja dengan media penyimpanan dan energi yang minimal. Untuk mengembangkan sistem informasi parkir, penelitian ini menggunakan protokol MQTT pada jaringan WAN. Hasil simulasi penelitian menunjukkan bahwa protokol MQTT dapat digunakan pada jaringan WAN dengan rata-rata keterlambatan sebesar 0,028183014 detik, yang menunjukkan bahwa protokol MQTT memiliki kualitas yang baik. Selain itu, kehilangan paket dari penerbit ke server pada protokol MQTT adalah 0%, menunjukkan bahwa pengiriman MQTT adalah 100% akurat [2].

Pada penelitian [3] dijelaskan bahwa program dasar berjalan pada sisi server yang berfungsi sebagai *backend* memungkinkan berinteraksi langsung dengan basis data dan menjalankan proses logic dalam bahasa Iran pada sistem internet. Penggunaan REST API sebagai *backend* layanan internet memungkinkan sistem lain mengakses layanan internet tanpa membatasi bahasa Indonesia, *setting*, atau *platform frontend* bahasa Iran. PHP, JavaScript, Python, Ruby, SQL, dan lainnya adalah bahasa pemrograman yang umum digunakan oleh pembangun *backend*.

*Human-Centered Design* dibahas pada penelitian [4] dimana pada penelitian tersebut dilakukan perancangan *User Interface* dalam studi kasus PT.X. Pada penelitian tersebut disebutkan bahwa sebelum membuat suatu sistem, salah satu hal yang harus diperhatikan adalah *user interface*. Jika dirancang dengan baik dan memenuhi kebutuhan pengguna, *user* akan merasa nyaman menggunakan sistem. Metode *Human-Centered Design* terdiri dari beberapa tahapan, yaitu: Spesifikasi konteks pengguna, spesifikasi kebutuhan pengguna, merancang desain *User Interface Website*, dan melakukan pengujian desain *User Interface Website*. Hasilnya adalah *prototype* desain *user interface website* yang memiliki menu *homepage*, *header*, *footer*, *wishlist*, keranjang, kategori produk, detail produk, ulasan konsumen, *login/buat akun*, *checkout*, pembayaran, informasi akun, lacak pesanan, penilaian, dan penukaran barang.

Pada penelitian [5] untuk membangun sistem *monitoring* berbasis *Internet of Things* yang dapat memantau suhu dan kelembaban udara di laboratorium kimia XYZ secara *realtime*. Selama proses pembuatan sistem, pengguna dan pengembang berkomunikasi satu sama lain untuk memastikan hasil yang diinginkan. Metode pengembangan sistem ini digunakan sebagai prototipe. Pengecekan suhu dan kelembaban secara *realtime* dapat dilakukan oleh sistem *monitoring* berbasis *internet of things* (IoT). Alat yang digunakan adalah sensor DHT11, yang mendeteksi suhu dan

kelembaban udara, dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, yang berfungsi sebagai pengolah data, yang memungkinkan deteksi DHT11 ditunjukkan melalui web. Program Arduino *Integrated Development Environment* dan *Sublime* digunakan. Sistem berbasis *internet of things* dapat memantau suhu dan kelembaban laboratorium secara *real-time*.

Pada penelitian [6] berfokus pada sensor kelembaban tanah kapasitif v1.2 mengukur kelembaban tanah, sensor pH tanah mengukur tingkat asam (keasaman) dan alkali (kebasaan) tanah, dan sensor DHT11 mengukur suhu dan kelembaban udara. Diharapkan bahwa alat ini akan membantu petugas lapangan di Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian (IPPTP) Naibonat mengontrol kesuburan tanah di lahan tanam.

### B. Dasar Teori

#### 1. Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2

Sensor tanah atau *soil moisture* dapat mendeteksi tingkat kelembaban dalam tanah. Arus dilewatkan melalui tanah dua probe di tanah. Selanjutnya, resistansi diukur untuk menghitung tingkat kelembaban. Tanah dengan air lebih mudah menghantarkan listrik karena resistansi kecil. Sebaliknya, tanah kering sangat sulit menghantarkan listrik karena resistansi besar [7].

#### 2. Sensor Suhu DHT11

Sensor DHT11 adalah sensor suhu yang sangat stabil dan mempunyai keandalan dalam jangka panjang [8]. Sensor ini digunakan untuk mengukur suhu disekitarnya dengan cara mengeluarkan sinyal digital pada pin datanya sehingga tidak membutuhkan sinyal analog tambahan untuk beroperasi. Sensor DHT11 memiliki spesifikasi berikut : Rentang kelembaban antara 20-80% RH dengan tingkat akurasi  $\pm 5\%$ .C. Rentang *temperature* : 0-50°C dengan tingkat kesalahan 2°C. Terdapat 4 jumlah pin, dan yang digunakan adalah *ground*, *vcc* dan data.

#### 3. ESP8266

NodeMCU ESP8266 adalah modul penurunan dari keluarga ESP8266 *platform IoT (Internet of Things)* tipe ESP-12 yang sangat murah. Namun, *platform* ini sangat baik untuk berkomunikasi dan mengontrol melalui internet, baik secara mandiri (berdiri sendiri) maupun dengan mikrokontroler tambahan. Perangkat ini memiliki fitur komunikasi serial dan pin input/output digital, serta Analog to Digital Converter (ADC). Perangkat lunak Arduino memungkinkan Anda merancang program [9].

#### 4. Python

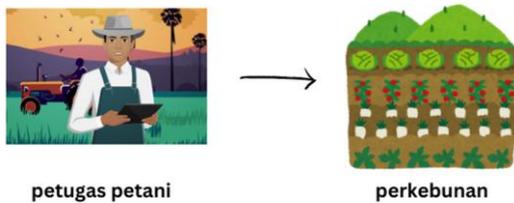
*Python* adalah bahasa pemrograman yang menggunakan interpreter untuk menjalankan kode programnya. Interpreter ini memiliki kemampuan untuk menerjemahkan kode secara langsung, dan dapat digunakan di berbagai *platform*, termasuk *Windows*, *Linux*, dan lainnya. *Python* menggunakan paradigma pemrograman dari beberapa bahasa lain; ini termasuk paradigma pemrograman prosedural seperti bahasa C, pemrograman berorientasi objek seperti Java, dan bahasa fungsional seperti Lisp. Kombinasi paradigma ini membantu programmer mengembangkan berbagai proyek dengan bahasa *Python* [10].

5. REST API

Representational State Transfer Application Programming Interface atau REST API adalah sebuah antarmuka pemrograman aplikasi (API) yang mengikuti prinsip arsitektur. Dengan menggunakan teknologi dengan membuat sistem dengan arsitektur REST yang dapat digunakan oleh berbagai *client*, seperti aplikasi *mobile*, aplikasi web, dan aplikasi dekstop. Ini membantu perusahaan mengubah sistem yang berjalan manual menjadi sistem yang terkomputerisasi, yang meningkatkan kinerja perusahaan. Namun, pengujian hanya terbatas pada aplikasi berbasis web dan *mobile* [11].

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

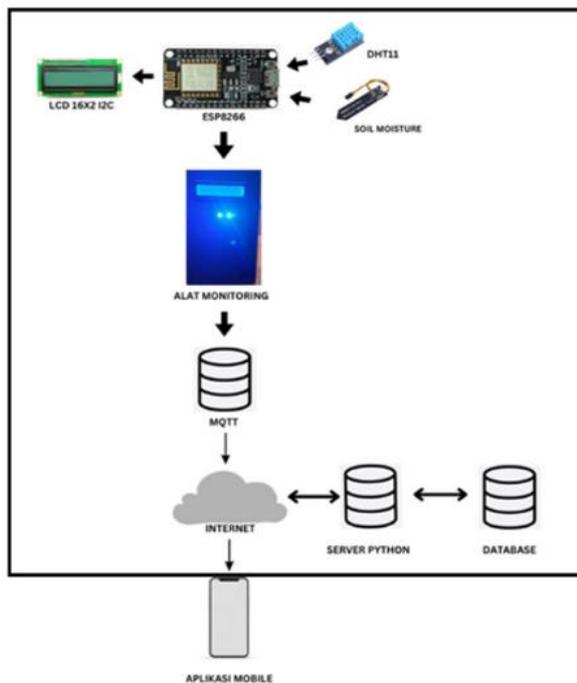
A. Gambaran Sistem Saat Ini



GAMBAR 1  
Gambaran Sistem Saat Ini

Gambar 1 merupakan gambaran sistem saat ini, yaitu petugas pertanian di Selaawi Garut masih memantau kondisi kualitas tanah secara manual yaitu langsung pergi ke kebun dan melihat dan melihat kondisi tanah dan cuaca.

B. Gambaran Sistem Usulan

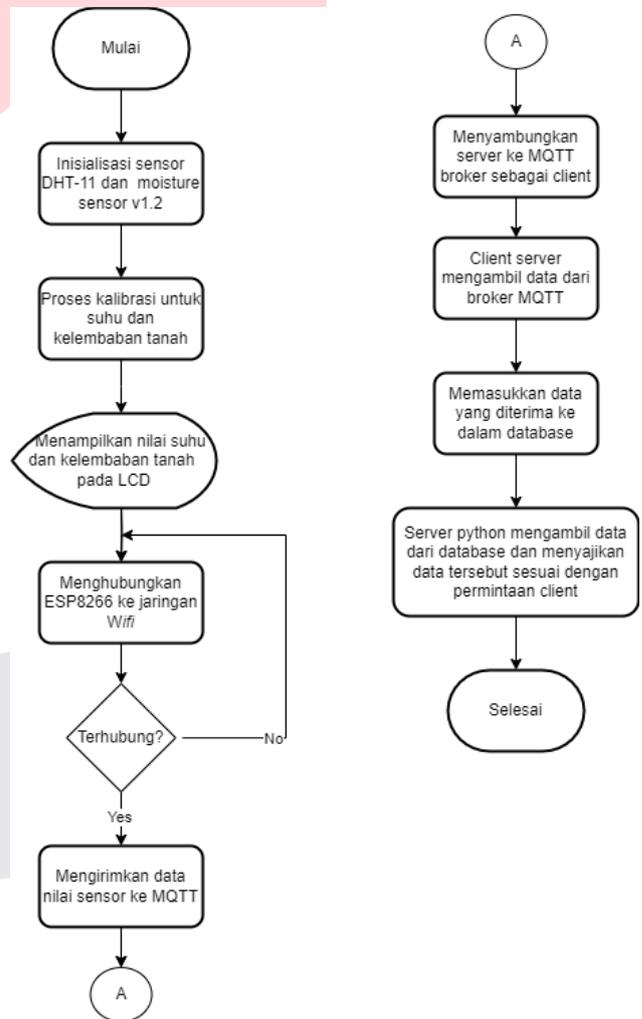


GAMBAR 2  
Blok Diagram Sistem

Pada blok diagram diatas petugas petani sebagai *user* melakukan aktivitas pemantauan tanah melalui aplikasi mobile. Berikut merupakan alur kerja nya.

1. Setelah sensor membaca kelembaban dan suhu pada lahan kemudian data akan dikirimkan ke ESP8266 melalui komunikasi serial. Hasilnya akan ditampilkan pada LCD. Kemudian ESP8266 akan mengirimkan data tersebut ke MQTT melalui internet.
2. Data dari MQTT akan disimpan secara berkala ke dalam basis data oleh aplikasi python, kemudian data dari basis data diambil oleh aplikasi *python* untuk disajikan kepada *frontend* dalam bentuk json.
3. Data yang akan di tampilkan pada aplikasi *mobile* adalah data sesuai permintaan dari petugas BPP Selaawi Garut yaitu rata-rata dari data harian, mingguan dan bulanan.

C. Flowchart



GAMBAR 3  
Flowchart Perancangan Sistem

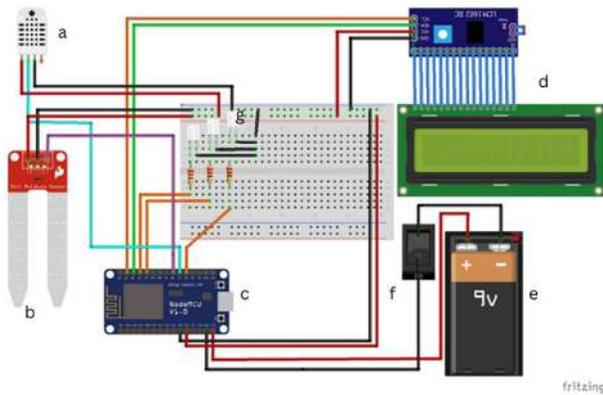
Berdasarkan *flowchart* pada gambar 3, menjelaskan bahwa langkah pertama yang akan dimulai oleh sistem adalah menginisialisasi sensor DHT11 dan *soil moisture* sensor menggunakan proses kalibrasi dari kode program suhu dan kelembaban pada Arduino dan menampilkan hasilnya pada tampilan LCD. Kemudian data dari tiap sensor akan

dikirimkan ke MQTT melalui internet yang terhubung dari mikrokontroler ESP8266. Data tersebut akan diambil oleh si *client server* dan memasukkannya ke dalam database yang dibuat dan akan diolah menggunakan bahasa pemrograman *python* untuk menampilkan data harian, mingguan dan bulanan..

IV. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

A. Implementasi

1. Skematik



GAMBAR 4 Skematik dari Perangkat Monitoring

a	DHT11
b	Soil moisture v1.2
c	ESP8266
d	LCD I2C
e	Baterai 9v
f	Switch ON/OFF
g	LED

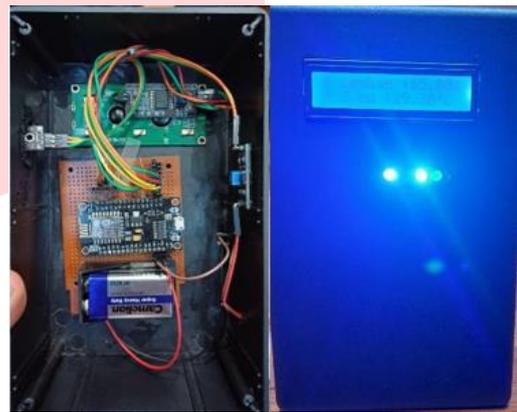
Gambar 5 menunjukkan gambar skematik dari perangkat monitoring, pada rangkaian skematik ditunjukkan bagaimana komponen-komponen saling terhubung satu sama lain dengan menggunakan ESP8266 sebagai otak sistem. Sensor DHT11 digunakan untuk mendeteksi suhu lingkungan dan sensor *soil moisture* sebagai pendeteksi kelembaban dari tanah yang kemudian hasilnya akan ditampilkan pada LCD 16x2 I2C. Pin SDA (serial data) dan SCL (serial clock) dari LCD terhubung ke pin SDA dan SCL pada ESP8266. Pada rangkaian juga terdapat LED yang merupakan indikator dari power, suhu dan kelembaban. Baterai 9V merupakan *power* dari rangkaian tersebut.

TABEL 1 Pin Sensor ke ESP8266

No	Nama Komponen	Terhubung ke ESP8266
1.	Sensor DHT11	<ul style="list-style-type: none"> <li>VCC ke VCC</li> <li>GND ke GND</li> <li>DATA ke D7</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>NC (tidak digunakan dalam proyek karena tidak dibutuhkan)</li> </ul>
2.	Soil Moisture v1.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>VCC ke VCC</li> <li>GND ke GND</li> <li>AO ke A0</li> <li>DO (tidak digunakan dalam proyek karena tidak dibutuhkan)</li> </ul>
3.	LCD 16x2 I2C	<ul style="list-style-type: none"> <li>VCC ke VCC</li> <li>GND ke GND</li> <li>SCL ke D1</li> <li>SDA ke D2</li> </ul>
4.	Baterai	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anoda (+) ke VCC</li> <li>Katoda (-) ke GND</li> </ul>

2. Prototipe



GAMBAR 6 Prototipe

Gambar 6 menunjukkan gambar prototipe dari perangkat monitoring tanah, pada prototipe tersebut terdapat esp8266 sebagai mikrokontroler, baterai sebagai power, sensor DHT11 digunakan untuk mengukur suhu, soil moisture digunakan untuk mengukur kelembaban tanah, LED sebagai indikator dari power, suhu dan kelembaban dan LCD untuk menampilkan informasi dari sensor yang ada.

B. Pengujian dan Hasil

1. Tujuan Pengujian

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui alat sudah bekerja dengan baik dan data dari tiap sensor berhasil dikirimkan ke MQTT hingga tiap proses sampai ke aplikasi mobile.

2. Skenario Pengujian

Skenario pengujian dilakukan dengan cara menempatkan alat monitoring, kemudian sensor kelembaban dimasukkan ke dalam tanah agar dapat mengeluarkan data dari tanah tersebut. Kemudian nilai data yang sudah keluar pada tampilan LCD akan masuk ke dalam MQTT explorer. Data yang masuk ke MQTT kemudian akan diolah hingga berhasil masuk ke aplikasi *mobile*.

3. Hasil dan Pengujian



GAMBAR 7  
Pengujian Alat

Gambar 7 menunjukkan pengujian alat monitoring dilakukan pada tanaman bawang yang ada di BPP Selaawi Garut. Pada pengujian ini alat sudah bekerja dengan baik, dan data suhu dan kelembaban tanah sudah muncul pada tampilan LCD.

```
// Konfigurasi WiFi
const char* ssid = "a34"; // Nama SSID WiFi
const char* password = "00000000"; // Password WiFi

// Menghubungkan ke WiFi
Serial.println("Connecting to WiFi");
WiFi.begin(ssid, password);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(500);
  Serial.print(".");
}
Serial.println("WiFi connected");
```

GAMBAR 8  
ESP8266 connect ke WiFi

Gambar 8 menunjukkan bahwa proses menghubungkan ESP8266 ke WiFi yang sudah di tentukan. Ini bertujuan untuk mendapatkan data yang dikirim dari sensor suhu dan sensor kelembaban tanah.

```
// Konfigurasi MQTT
const char* mqtt_server = "192.168.121.125";
const char* temperature_topic = "home/sensor/temperature";
const char* humidity_topic = "home/sensor/humidity";
const int MQTT_PORT = 8883;

void reconnect() {
  while (!client.connected()) {
    Serial.print("Connecting to MQTT...");
    if (client.connect("ESP8266Client")) {
      Serial.println("connected");
    } else {
      Serial.print("failed, rc=");
      Serial.print(client.state());
      Serial.println(" try again in 5 seconds");
    }
  }
}
```

GAMBAR 9  
ESP8266 connect ke MQTT

Gambar 9 menunjukkan proses menghubungkan ESP8266 ke MQTT melalui program arduino. Jika ESP8266 berhasil tersambung maka data akan dikirim ke dalam MQTT.

Rincian MQTT Client		Tampilan Data di MQTT Explorer
Parameter yang digunakan		192.168.121.125
Broker	Mosquitto	SSYS (51 topics, 90 messages)
Subscriber	Python client (paho)	home
MQTT port	8883	sensor
MQTT topic	Home/sensor/humidity	temperature = 29.30
	Home/sensor/temperature	humidity = 70.00

Log Mosquitto	
Received 29.30	from home/sensor/temperature topic
Received 70.00	from home/sensor/humidity topic
Received 29.30	from home/sensor/temperature topic
Received 70.00	from home/sensor/humidity topic
Received 29.30	from home/sensor/temperature topic
Received 70.00	from home/sensor/humidity topic

GAMBAR 10  
Data MQTT

Gambar 10 menunjukkan bahwa data yang sudah masuk pada alat monitoring, kemudian akan dikirimkan ke MQTT melalui internet yang ada pada ESP8266. Data tersebut berupa temperature dan humidity.

id	timestamp	hum	temp
2603	2024-07-02	70	29
2604	2024-07-02	70	29
2605	2024-07-02	70	29
2606	2024-07-02	70	29
2607	2024-07-02	70	29
2608	2024-07-02	70	29
2609	2024-07-02	70	29
2610	2024-07-02	70	29
2611	2024-07-02	70	29

GAMBAR 11  
Database Local

Gambar 11 menunjukkan database yang diambil dari MQTT. Pada gambar tersebut terdiri dari id, timestamp, humidity dan temperature. Kelembaban tanah bernilai 70 dan suhu bernilai 29.

```

GET http://localhost:5001/api/data/daily/2024/7
1 [
2   {
3     "day": 1,
4     "hum": "63.6648",
5     "month": 7,
6     "temp": "47.6984",
7     "year": 2024
8   }
9 ]

GET http://localhost:5001/api/data/weekly/2024/7
1 [
2   {
3     "hum": "53.7718",
4     "temp": "47.3796"
5   }
6 ]

GET http://localhost:5001/api/data/monthly/2024
1 [
2   {
3     "hum": "53.9132",
4     "month": 7,
5     "temp": "47.2437",
6     "year": 2024
7   }
8 ]

```

GAMBAR 11

Response API data berdasarkan harian, mingguan dan bulanan

Gambar 11 menunjukkan bahwa data yang masuk kedalam database merupakan data *realtime* dari tiap sensor, kemudian diolah lagi menjadi data harian, mingguan dan bulanan berdasarkan permintaan dari si petugas. Hal ini bertujuan untuk mempermudah si petugas dalam pengecekan data yang masuk ke dalam aplikasi mengingat data sensor yang masuk sangat banyak. Setelah data berhasil di test API nya maka data siap dikirimkan ke aplikasi mobile yang telah dirancang oleh si frontend.

## V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari proyek ini adalah sebagai berikut.

1. Pada proyek tersebut alat yang dibuat sudah berhasil dan sudah dilakukan pengujian langsung ke lahan pertanian pada tumbuhan bawang yang ada di lahan pertanian di Selaawi Garut. Alat tersebut bekerja dengan baik dan mendapat respon yang baik juga dari para petugas.
2. Data sudah berhasil ditampilkan pada aplikasi mobile pemantauan kualitas lahan pertanian

## REFERENSI

[1] D. A. Fitria and M. I. Riyadi, "STRATEGI COPING STRES PADA PETANI MELON PASCA GAGAL PANEN

DI DESA MAGUWAN, KECAMATAN SAMBIT, KABUPATEN PONOROGO," ROSYADA: Islamic Guidance and Counseling, vol. 3, no. 1, 2022, doi: 10.21154/rosyada.v3i1.4383.

[2] G. Y. Saputra, A. D. Afrizal, F. K. R. Mahfud, F. A. Pribadi, and F. J. Pamungkas, "Penerapan Protokol MQTT Pada Teknologi Wan (Studi Kasus Sistem Parkir Univeristas Brawijaya)," Informatika Mulawarman : Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer, vol. 12, no. 2, 2017, doi: 10.30872/jim.v12i2.653.

[3] S. M. Prasetyo, S. Pambudi, and I. Arkansyah, "Perancangan Backend Database Dengan Mysql Pada Sistem Management Asset Management Asset," OKTAL : Jurnal Ilmu Komputer dan Science, vol. 2, no. 5, 2023.

[4] P. W. B. I Gusti Putu Agung Pradyani, Ni Kadek Ayu Wirdiani, "Penerapan Metode Human Centered Design Dalam Perancangan User Interface (Studi Kasus: PT.X)," JITTER : Jurnal Ilmiah Teknologi dan Komputer, vol. 2, no. 3, 2021.

[5] A. Y. Rangan, Amelia Yusnita, and Muhammad Awaludin, "Sistem Monitoring berbasis Internet of things pada Suhu dan Kelembaban Udara di Laboratorium Kimia XYZ," Jurnal E-Komtek (Elektro-Komputer-Teknik), vol. 4, no. 2, 2020, doi: 10.37339/e-komtek.v4i2.404.

[6] M. Zamil, Y. R. Kaesmetan, and E. A. U. Malahina, "Simulasi Pengukuran Kadar Air, pH Tanah, Kelembaban dan Suhu Udara Menggunakan Mikrokontroler (Arduino-Uno R3)," Jurnal Teknologi Informasi, vol. 6, no. 2, 2022.

[7] I. W. B. Darmawan, I. N. S. Kumara, and D. C. Khrisne, "SMART GARDEN SEBAGAI IMPLEMENTASI SISTEM KONTROL DAN MONITORING TANAMAN BERBASIS TEKNOLOGI CERDAS," Jurnal SPEKTRUM, vol. 8, no. 4, 2022, doi: 10.24843/spektrum.2021.v08.i04.p19.

[8] L. Fauziah and C. Bella, "Operasi Pengukur Taraf Kelembaban Pada Jagung Kering Menggunakan Sensor Soil Moisture (YI-69)," Jurnal Portal Data, vol. 2, no. 2, 2022.

[9] H. Andre et al., "Perancangan Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Kumbung Jamur Berbasis Internet of Things," ELECTRON Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, vol. 3, no. 1, 2022, doi: 10.33019/electron.v3i1.14.

[10] S. Rahman et al., Python : Dasar Dan Pemrograman Berorientasi Objek. 2023.

[11] E. Edy, F. Ferdiansyah, W. Pramusinto, and S. Waluyo, "Pengamanan Restful API menggunakan JWT untuk Aplikasi Sales Order," Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi), vol. 3, no. 2, 2019, doi: 10.29207/resti.v3i2.860..