

Prototipe Sistem Pemantauan dan Penyiraman Tauge Berbasis IoT Menggunakan Wemos dan Firebase

Dimas Agih Ramadhan*, Rudi Susanto, Wiji Lestari
Prodi S1 Teknik Informatika Universitas Duta Bangsa Surakarta
*Email: agih.dimas@gmail.com

Info Artikel

Kata Kunci :

tauge, prototipe, internet of things, wemos, firebase, flutter

Keywords :

bean sprouts, prototype, internet of things, wemos, firebase, flutter

Tanggal Artikel :

Dikirim : 30 Juni 2023
Direvisi : 20 September 2023
Diterima : 30 November 2023

Abstrak

Dalam penanaman tauge supaya hasil tauge menjadi bagus perlu memperhatikan beberapa hal. Sekarang ini penyiraman masih dilakukan manual dan perlu waktu yang lama jika dilakukan pada budidaya besar dengan jumlah tenaga sedikit, akibatnya pemantauan kondisi pertumbuhan tauge juga tidak optimal. Dibutuhkan sistem penyiraman sekaligus pemantauan yang pada penelitian ini terintegrasi dengan *smartphone*, memanfaatkan *Internet of Things* dengan Wemos D1 Mini dan Firebase. Metode *prototype* digunakan untuk pengembangan sistemnya dan *framework* Flutter digunakan dalam pembuatan aplikasi antarmuka di Android. Untuk pengujian sistem dilakukan pengujian fungsional terhadap perangkat keras dan *black box testing* terhadap perangkat lunak. Hasil pengembangan sistem ialah perangkat IoT penyiraman terjadwal serta pemantauan suhu, kelembaban, dan tingkat cahaya yang dapat dipantau secara *real time* maupun terdokumentasi. Hasil penanaman tauge menggunakan alat ini mencapai panjang lebih dari 10 cm dalam 3 ½ hari waktu tanam dan kurang dari 10 cm dengan waktu tanam 2 ½ hari.

Abstract

In growing bean sprouts, several things need to be considered in order to obtain good results. Currently, watering is still done manually and takes a long time when done on a large cultivation scale with limited labor, resulting in suboptimal monitoring of the growth conditions of the bean sprouts. An irrigation system and monitoring system integrated with a smartphone are needed, utilizing the Internet of Things with Wemos D1 Mini and Firebase. The prototype method is used for system development and the Flutter framework is used in creating the Android interface application. For system testing, functional testing is conducted on the hardware and black box testing on the software. The result of the system development is a scheduled IoT watering device and real-time or documented monitoring of temperature, humidity, and light levels. The result of growing bean sprouts using this tool achieves a length of more than 10 cm in 3 ½ days of planting time and less than 10 cm with 2 ½ days of planting time.

1. PENDAHULUAN

Penumbuhan tauge atau kecambah dari kacang hijau (*Vigna radiata L.*) sekarang ini dapat dilakukan dengan mudah menggunakan alat yang terjangkau. Meskipun terlihat mudah, proses yang dilakukan perlu memperhatikan beberapa hal agar didapatkan hasil kecambah kacang hijau yang bagus. Referensi [1] menunjukkan tata cara

pembuatan kecambah kacang hijau yaitu dilakukan pencucian biji kacang hijau dengan air bersih kemudian biji direndam dengan air hangat selama 3 jam. Media yang digunakan adalah kain flanel yang sudah dibasahi dan kain strimin plastik, biji yang telah direndam dapat ditaruh pada media. Selanjutnya media diletakkan di keranjang surat agar saat penyiraman dapat mengalirkan air dan tidak menggenang, keranjang tersebut diletakkan pada boks tertutup dengan sirkulasi udara supaya menjaga kelembaban serta membuat media sedikit terpapar cahaya. Penyiraman dilakukan dua kali sehari atau sekitar 12 jam sekali dan panen pada hari ke-4.

Penyiraman dalam penumbuhan kecambah kacang hijau bertujuan untuk menjaga kelembaban dan menjaga biji agar tidak kekurangan air. Tumbuhan harus memperoleh kapasitas normal air agar proses penumbuhannya terbantu [2]. Suhu dan intensitas cahaya juga berpengaruh terhadap pertumbuhan kecambah kacang hijau. Suhu yang ideal untuk tauge tumbuh yaitu berkisar 30° C dengan hasil kecambah yang maksimal [3]. Intensitas cahaya yang cenderung sedikit akan membuat kecambah tumbuh panjang secara cepat, ini dikarenakan hormon auksin bekerja optimal untuk pemanjangan sel tunas muda saat kondisi kekurangan cahaya [4].

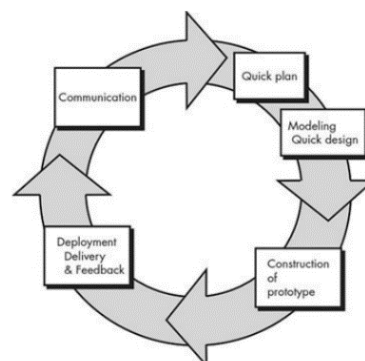
Namun tahapan penyiraman ini masih menggunakan sistem manual dan akan menimbulkan keterbatasan apabila dilakukan pada budidaya skala besar serta dengan jumlah tenaga yang sedikit. Akibatnya pemantauan kondisi pertumbuhan kecambah kacang hijau akan tidak optimal serta penyiraman air akan memerlukan waktu yang cukup lama. Oleh karena itu dibutuhkan sistem penyiraman air sesuai kebutuhan penumbuhan kecambah kacang hijau yang dapat berjalan sesuai penjadwalan yang telah ditentukan.

Sistem otomatisasi ini dapat menggunakan dukungan mikrokontroler dan dapat dikembangkan untuk memantau kondisi media penumbuhan kecambah kacang hijau meliputi suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya. Di sisi lain pemanfaatan *smartphone* juga bisa dilakukan untuk menampilkan data- data yang diperoleh dari sistem pemantauan tersebut. Maka dari itu, pengembangan sistem pemantauan dan penyiraman pada penanaman kecambah kacang hijau atau tauge yang terhubung dengan *smartphone* secara jarak jauh dapat diimplementasikan menggunakan *Internet of Things*.

Penelitian ini menggunakan mikrokontroler WeMos D1 Mini yang mendukung jaringan WiFi. Komponen DHT22 digunakan untuk sensor temperatur dan kelembaban, komponen LDR digunakan untuk sensor tingkat cahaya, *relay* dan pompa mini digunakan untuk sistem penyiraman air. Google Firebase sebagai *cloud server* dan penyimpanan datanya. Sementara itu *framework* Flutter digunakan untuk pembuatan aplikasi Android. Nantinya data pemantauan dapat bersifat *real time* dan dapat juga terdokumentasi.

2. METODE PENELITIAN

Prototype merupakan model awal atau bisa dikatakan bentuk dasar dari sistem atau subsistem tertentu [5]. Metode *prototyping* merupakan metode yang didasarkan pada pembuatan model dengan kurun waktu yang terbilang cepat sehingga memperoleh umpan balik tentang apa saja yang dapat dimungkinkan untuk diperbaiki saat itu juga, namun tetap pada dasar pemikiran awal metode ini [6].



Gambar 1. Tahapan Metode *Prototyping* [7]

Berikut penjelasan tahapan dari Gambar 1:

1) Komunikasi

Mencakup identifikasi masalah yang menjadi alasan kenapa sistem perlu dibuat, dengan begitu akan mengenali batasan masalahnya serta memperoleh kebutuhan apa saja yang akan diperlukan dalam pengembangan sistem.

2) Rencana Cepat

Membuat rencana atau gambaran dengan cepat bagaimana sistem akan bekerja dan bagaimana memperoleh hasil, hal ini tentu didasarkan pada proses sebelumnya.

3) Pemodelan Desain Cepat

Meliputi tahapan yang dilandasi pada proses sebelumnya, juga pada proses ini disesuaikan dengan sistem yang akan dibangun. Pada penelitian ini dilakukan pemodelan seperti pembuatan wadah dan mekanisme siram, pemodelan *hardware* mikrokontroler termasuk *wiring* dan *coding*, adapun pemodelan *software* meliputi basis data dengan Firebase dan aplikasi android Flutter.

4) Konstruksi Prototipe

Setelah pemodelan desain cepat, semua dikonstruksikan menjadi satu sistem yang dapat berfungsi guna dilakukan percobaan yang akan mengeluarkan hasil.

5) Penerapan, Penyaluran, dan Umpan Balik

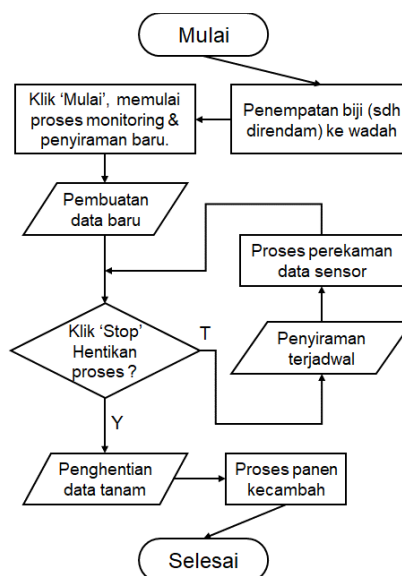
Hasil yang didapatkan dari konstruksi sebelumnya inilah yang kemudian dapat dilakukan evaluasi, sehingga dapat dilakukan perbaikan dengan cepat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Flowchart

3.1.1 Flowchart Sistem Secara Umum (Global)

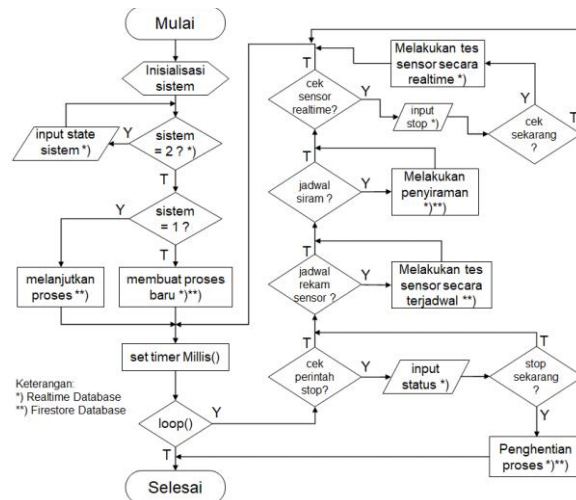
Diagram alir ini menggambarkan bagaimana keseluruhan sistem IoT yang dikembangkan dapat bekerja dengan proses oleh gabungan dari sisi perangkat tanam, sisi *hardware*, dan sisi *software*. Dari sisi perangkat tanam atau wadah berfungsi untuk menampung media tanam dan nantinya akan terpasang alat penyiraman. Dari sisi *hardware* berfungsi untuk merekam data sensor dan menyalakan pompa air mini melalui *relay* serta dari sisi *software* berfungsi untuk manajemen keseluruhan proses. Diagram alir dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Sistem IoT (Global)

3.1.2 Flowchart Sistem pada Wemos

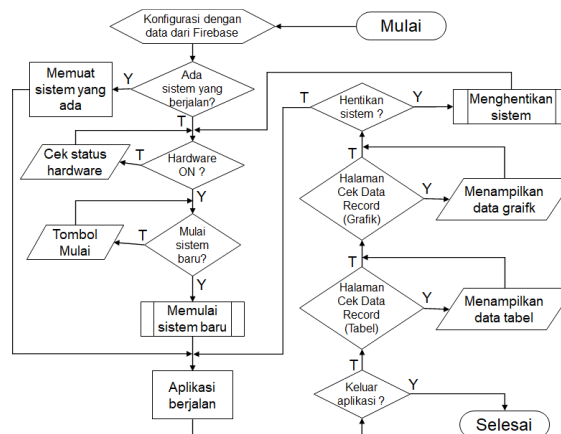
Diagram ini memberi gambaran inti dari cara kerja *hardware* yang digunakan yaitu Wemos D1 Mini untuk melakukan proses sesuai kebutuhan sistem. Pada bagian inisialisasi sistem dilakukan berbagai hal seperti penyambungan ke jaringan WiFi, NTP *client*, dan pembacaan masukan angka 1 atau 0 data *realtime database* dari Firebase untuk memulai sistem baru atau melanjutkan sistem yang sudah berjalan. Diagram alir dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Sistem pada Wemos

3.1.2 Flowchart Aplikasi Flutter

Pada Gambar 4 merupakan gambaran bagaimana cara kerja *software*, proses dimulai terhitung ketika membuka aplikasi dan selesai ketika menutup aplikasi.

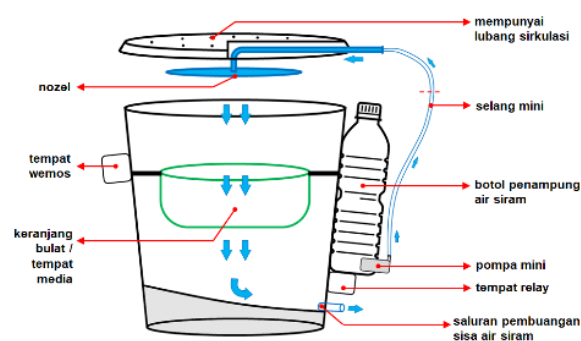


Gambar 4. Diagram Alir Aplikasi Android

3.2 Perancangan

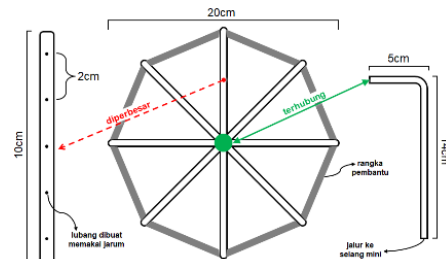
3.2.1 Perancangan Wadah Penanaman

Pada tahapan ini dilakukan desain sederhana yang mencakup bagian-bagian penting untuk memenuhi kebutuhan sistem. Tujuan dari pemodelan ini adalah untuk memberikan gambaran tentang mekanisme dari rekayasa kondisi lingkungan yang dibutuhkan dalam penanaman tauge.



Gambar 5. Desain Wadah Penanaman

Pada Gambar 5 penutup bak gentong dapat dibuka dan ditutup bertujuan agar keranjang bulat tempat media tanam dapat diletakkan ketika penanaman dimulai dan diambil ketika proses telah selesai. Pada bagian bawah bak, terdapat lubang untuk membuang air bekas penyiraman karena media tanam pada keranjang dapat menjatuhkan air ke bawah. Pada penutup bak, terdapat beberapa lubang kecil sebagai sirkulasi dan dipasang juga kustomisasi alat penyiraman dari sedotan dengan selang mini yang dapat dilepas dan dipasang ke penampung air siram.



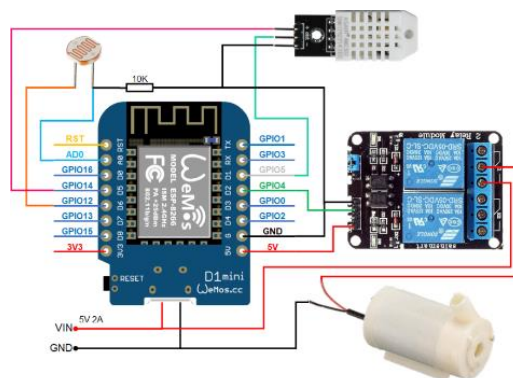
Gambar 6. Desain Nozzle

Nozzle atau ujung penyemprot pada Gambar 6 desainnya sesuai ukuran dari media tanam, adapun dibutuhkan pengukuran dan presisi sehingga fungsionalitas penyiraman dapat merata ke segala sisi. Desain tersebut adalah final yang saat ini sesuai dengan mekanisme sistem penanaman setelah desain sebelumnya yang diuji coba belum sesuai ekspektasi pada penelitian ini.

3.2.2 Perancangan Hardware

Hardware menggunakan *power supply* yang berasal dari adaptor cas *handphone* dengan tegangan sebesar 5V dan arusnya 2 ampere. Kemudian dari sumber listrik tersebut dibuat paralel terhadap pompa air mini, seperti penelitian pada referensi [8] NodeMCU diparalel dengan pompa air mini tetapi langsung dari rangkaian *charger*. Tegangan yang bekerja pada Wemos adalah 3,3 volt begitu juga keluaran pada pin digitalnya (GPIO). Sensor DHT22 dan LDR tidak terhubung langsung dengan pin 3,3 volt akan tetapi menggunakan pin digital lain untuk mengaktifkan sensor tersebut. Ketika akan membaca suhu, kelembaban, dan tingkat cahaya maka sensor baru akan aktif, sehingga saat tidak digunakan akan menghemat konsumsi arus.

Untuk sensor DHT22, data yang dibaca oleh mikrokontroler adalah data digital maka sensor ini akan menggunakan pin digital yaitu D1 atau GPIO5. Sedangkan sensor LDR menghasilkan sinyal analog maka dihubungkan melalui pin A0 yaitu pin analog satu - satunya di Wemos D1 Mini karena mikroprosesornya adalah esp8266. Skema *hardware* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Skema Hardware

3.2.3 Perancangan Firebase

Firebase merupakan basis data NoSQL, artinya bukan termasuk SQL berbentuk *table-based*. Firebase lebih identik dengan JSON karena pengiriman dan penerimaan datanya bisa berupa JSON. Pada strukturnya, Firebase juga lebih bersifat dinamik dan fleksibel sementara MySQL memiliki penentuan struktur data sebelumnya. Dalam hal ini, Firebase lebih cepat daripada MySQL tetapi dengan memperhatikan beberapa margin [9].

Di dalam struktur Firestore, tersusun atas *collection* dan *doc* dimana isi dari *collection* adalah nama *doc* yang bisa lebih dari satu. Untuk *doc* dapat berisi tipe data berupa *map*, *array*, *boolean*, *number*, *string*, *timestamp*, dll. serta dapat pula berisi *collection* lagi bahkan lebih dari satu. Jadi sekilas seperti bercabang-cabang dengan *doc*

yang dapat menampung berbagai tipe data. Firestore pada penelitian ini memiliki *collection* awal bernama 'iot_taoge2023' yang nanti memiliki banyak *doc* berupa data-data penanaman. Data penanaman memiliki nama atau id yaitu 'tanam_x' dimana variabel x adalah angka yang nilainya dapat bertambah. Di dalam *doc* data penanaman tersebut berisi data yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel Data Tanam

Nama	Tipe Data	Keterangan
startAt	Number	Waktu mulai penanaman (unix epoch)
siramCount	Number	Jumlah siram terlaksana
siramRecord	Array	Berisi riwayat siram (unix epoch)
endAt	Number	Waktu berhenti penanaman (unix epoch)

Dalam *doc* tersebut juga berisi 1 buah *collection* bernama 'dataSensor' yang nantinya berisi banyak *doc* dengan nama yaitu unix epoch sesuai waktu perekaman sensor (mode terjadwal). Dan dari *doc* cabang ini akan berisi data - data sensor berbentuk *map*. Keterangan data pada *doc* dari data sensor dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Variabel Data Sensor

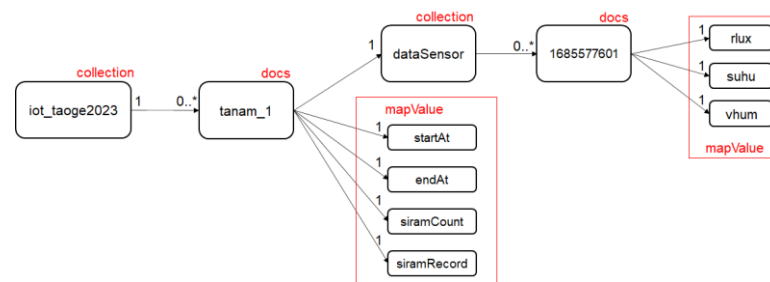
Nama	Tipe Data	Keterangan
rlux	Number	Tingkat cahaya dari sensor LDR
suhu	Number	Suhu dari sensor DHT22
vhum	Number	Kelembaban dari sensor DHT22

Penggunaan RTDB (*Realtime Database*) di penelitian ini mempunyai beberapa data pengelompokkan di antaranya *config*, data, dan siram. Bentuk dari RTDB ini adalah *object* yang dapat berisi tipe data *boolean*, *string*, *number*, dan bisa *object* lagi. Di dalam *object* *config* berisi data - data konfigurasi yang berkaitan dengan proses untuk sistem dimulai dan dihentikan. *Object* bernama data berkaitan dengan perintah pengecekan sensor secara *realtime*, di dalamnya nanti juga akan diterima data sensor dari proses pengecekan tersebut. Sementara *object* siram hanya berisi satu data yaitu riwayat waktu siram terakhir dalam bentuk unix epoch. Pengelompokkan ini bertujuan memudahkan pengelolaan data oleh hardware dan software, dapat dilihat pada Tabel 3.

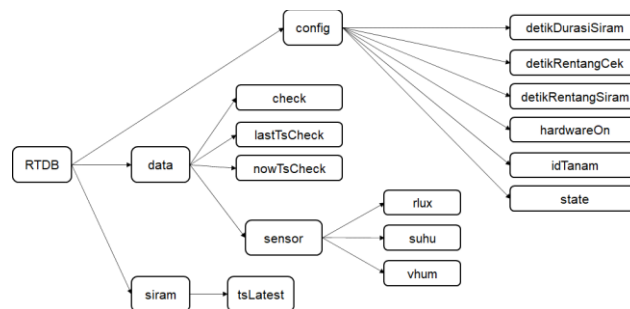
Tabel 3. Variabel Objek pada RTDB

Objek	Nama Variabel	Tipe Data
config	detikDurasiSiram	Number
	detikRentangCek	Number
	detikRentangSiram	Number
	hardwareOn	Boolean
	idTanam	Number
	state	Number
data	check	Number
	lastTsCheck	Number
	nowTsCheck	Number
	rlux	Number
	suhu	Number
	vhum	Number
siram	tsLatest	Number

Pada Gambar 8 merupakan diagram pemetaan data Firestore dan Gambar 9 merupakan pemetaan data RTDB (*Realtime Database*).



Gambar 8. Pemetaan Data Firestore

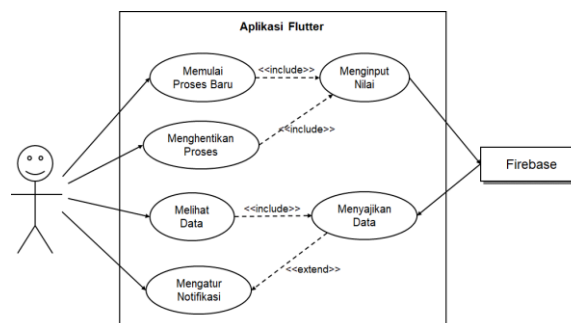


Gambar 9. Pemetaan Data *Realtime Database*

3.2.4 Perancangan Software

Tujuan dari perancangan perangkat lunak atau *software* ini adalah untuk membuat sarana yang akan memudahkan pengguna untuk membaca data - data yang dikirim dari *hardware* melalui perantara basis data. Data ini dapat divisualisasikan ke dalam berbagai bentuk di sebuah rancangan aplikasi yang nanti akan mudah dipahami oleh pengguna [10]. Untuk mengatur jalannya *hardware* juga dapat dilakukan menggunakan data yang dikirim dari *software*. Pada penelitian ini data tersimpan di basis data *online* yaitu Firebase yang juga merupakan *cloud server*.

Pada Gambar 10, pengguna aplikasi dapat memulai proses baru, menghentikan proses, mengatur notifikasi, dan melihat data yang memiliki kaitan dengan Firebase. Dari sisi Firebase, dapat dilakukan aktivitas penginputan nilai dan melakukan penyajian data. Pada aktivitas pengguna untuk melihat data dibutuhkan penyajian data oleh Firebase, untuk memulai dan menghentikan sistem dibutuhkan penginputan terhadap Firebase. Aktivitas mengatur notifikasi diperlukan penyajian data dari Firebase hanya saat memulai proses baru saja.

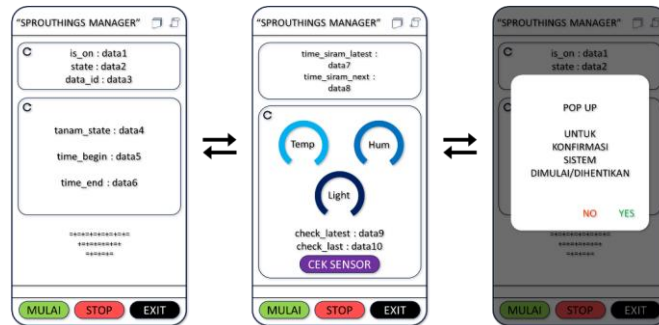


Gambar 10. *Use Case Diagram* Sistem

Dalam pemodelan *software* maka dibuat desain mengenai konsep dari tampilan atau *interface* secara sederhana. Desain tersebut didasarkan pada *use case diagram* dan akan mendukung aktivitas dari pengguna dalam berinteraksi terhadap sistem. Berikut adalah desain *interface* pada perancangan aplikasi Android yang nanti akan dikembangkan menggunakan *framework* Flutter:

a) Halaman Utama

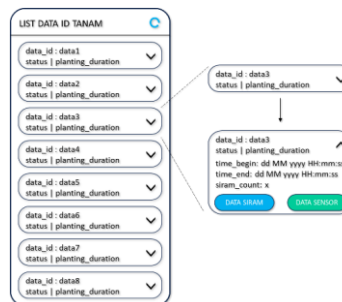
Halaman ini akan memiliki beberapa kontainer atau *card* berisi informasi yang dikelompokkan sesuai jenis dan tujuannya. Pada halaman inilah proses dari sistem akan ditentukan untuk dimulai atau dihentikan dengan tombol yang berada di bagian bawah. Berikut desainnya pada Gambar 11.



Gambar 11. Desain Halaman Utama

b) Halaman Penampil Daftar ID Penanaman

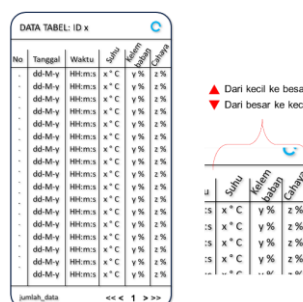
Halaman ini akan menampilkan daftar data - data yang sudah selesai penanamannya dan untuk yang sedang berjalan juga akan tampil tapi dengan keterangan 'sedang berjalan'. Berikut desain yang dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Desain Halaman Daftar Data Penanaman

c) Halaman Penampil Data Tabel

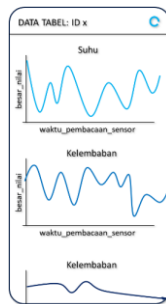
Pada halaman ini akan menghasilkan tampilan data perekaman sensor dalam bentuk tabel. Data ini berasal dari proses penanaman yang telah selesai maupun yang sedang berjalan. Berikut adalah desain halaman untuk tabel data sensor yang tertera pada Gambar 13.



Gambar 13. Desain Halaman Tabel Data

d) Halaman Penampil Data Grafik

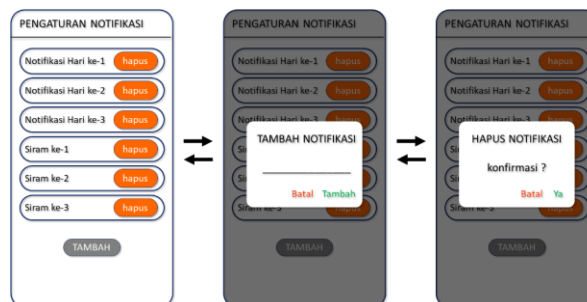
Halaman ini akan menampilkan data berbentuk grafik atau bagan garis. Halaman ini adalah terusan dari halaman penampil data tabel sebelumnya, tapi data yang akan tampil adalah data dari ID tanam dari halaman data tabel atau yang dipilih dari halaman daftar data penanaman sebelumnya. Grafik tersebut akan dibuat dengan menggunakan *package* tambahan karena di Flutter bawaan tidak disediakan *widget* penampil grafik. Desain halaman ini dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Desain Halaman Grafik Data

e) Halaman Pengatur Notifikasi

Pada halaman ini akan tampil data notifikasi yang sebelumnya dibuat pada saat memulai proses penanaman baru. Notifikasi ini akan bersifat lokal atau *offline* jadi dapat diatur seperti alarm. Nantinya akan bisa diatur sesuai keinginan pengguna untuk waktu panennya seperti ditambah atau dihapus. Pengaturan bawaan notifikasi ini adalah menampilkan bahwa penanaman telah melalui 1, 2, 3, atau 4 hari, dan menampilkan notifikasi penyiraman. Desainnya dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Desain Halaman Pengaturan Notifikasi

3.3 Membangun Prototype

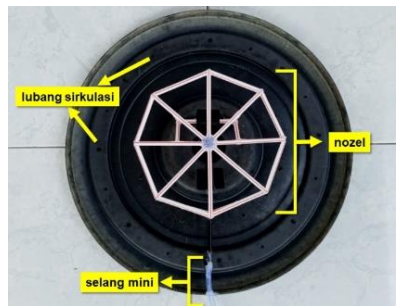
3.3.1 Prototype Wadah Penanaman

Keluaran dari pengembangan sistem ini berhasil terwujudkan suatu prototipe alat penanaman taughe yang sudah dipasang *hardware* fisik yaitu Wemos D1 Mini sebagai mikrokontroler, sensor DHT22 sebagai sensor temperatur dan kelembaban, sensor GL5528 (*photoresistor*) sebagai pengukur intensitas cahaya, *relay* dan pompa air mini sebagai sistem penyiramannya. Gambar 16 merupakan foto dari kontruksi wadah penanaman.



Gambar 16. Wadah Tampak Samping

Alat penyemprot atau *nozzle* dibuat menggunakan sedotan berdiameter kurang lebih 5 mm. Penggunaan sedotan ini mempermudah dari segi pembuatannya dan dengan jarum dapat dibuat lubang untuk mengeluarkan air lebih dari satu titik. Dengan menyesuaikan bentuk dan ukuran dari media tanam pada tempatnya (yaitu bundar) maka alat penyemprot air dibuat dengan ± 40 titik keluarnya air yang menyebar ke delapan bagian potongan sedotan. *Nozzle* menempel pada penutup wadah penanaman yang juga memiliki lubang untuk sirkulasi, fotonya dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Penutup Bak

3.3.2 Konstruksi Hardware

Berikut kode pseudo yang tertanam pada Wemos D1 Mini secara sederhana:

```
#include berbagai library
#define berbagai variable
Inisialisasi berbagai library
Deklarasi berbagai variable
void setup () {
  Inisialisasi pinMode
  Koneksi ke WiFi
  Pengaturan memulai NTPClient
  Pengaturan memulai Firebase
  Pembacaan input 0 atau 1 dari RTDB
  Jika nilai 0 {sistem baru} else {lanjutkan sistem sebelumnya}
  Inisialisasi awal variabel pembanding millis
}
void loop () {
  Inisialisasi variable millis
  Jika sistem berjalan {
    Jika sudah 3 detik {
      Pengecekan perintah dari RTDB untuk kendali realtime sensor
      Pengecekan perintah dari RTDB untuk stop sistem
      Algoritma pembacaan real time sensor
      Pengiriman data ke RTDB
    }
    Jika sudah 12 jam {
      Algoritma penyiraman otomatis dengan durasi 10 detik
      Pengiriman data ke Firestore dan RTDB
    }
    Jika sudah 5 menit {
      Algoritma perekaman sensor terjadwal
      Pengiriman data ke Firestore
    }
    Jika perintah stop sistem = iya {
      Algoritma pemberhentian sistem
      Pengiriman data ke Firestore dan RTDB
    }
  } else (sistem diberhentikan) { //LED Blink setiap 400ms tanda sistem berakhir
    if (currentMillis - periodBlink >= 400) {
      digitalWrite (led, (! digitalRead(led)));
      periodBlink = currentMillis;
    }
  }
}
```

Pada kode pseudo di atas, pada bagian *loop* tidak menggunakan fungsi *delay* dikarenakan jika menggunakan *delay* maka pengiriman data dengan metode terjadwal akan menjadi tidak konsisten. Apabila mengalami momen dengan kualitas internet yang kurang baik, sistem akan membutuhkan waktu pengiriman tambahan dan *delay* tetap akan berjalan sesuai durasinya. Namun jika menggunakan fungsi *millis*, jadwal akan tetap konsisten dikarenakan sistem membandingkan waktu *millis* (bawaan ESP) dengan waktu terakhir sebuah algoritma dijalankan terhadap variabel *timer* yang sebelumnya sudah ditentukan.

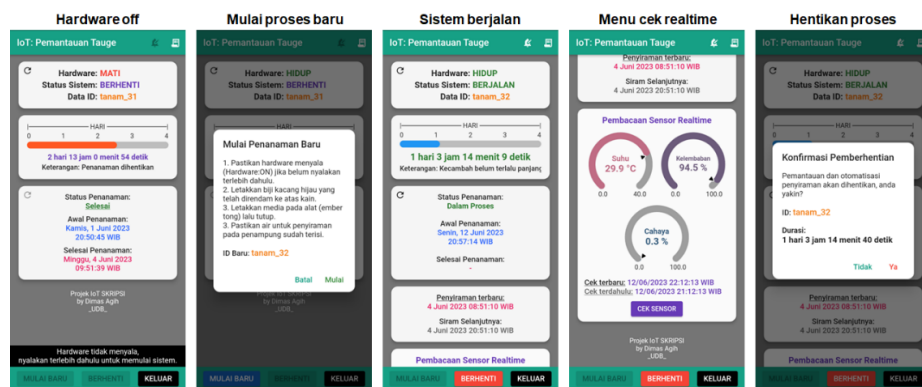
Dengan kombinasi pembacaan waktu NTP saat algoritma dijalankan (misal perekaman sensor terjadwal), maka pengiriman data ke Firebase menghasilkan data dengan *record* yang memiliki rentang waktu yang sama. Hal ini bermanfaat ketika menentukan berapa jumlah data yang ingin diperoleh dalam kurun waktu tertentu misalnya dalam sehari dengan menentukan nilai *timer* dari jadwal perekaman sensor.

3.3.3 Aplikasi Android Flutter

Dari pengembangan sistem ini pula dapat diwujudkan aplikasi pemantauan dan perekaman data sekaligus sebagai aplikasi manajemen yang dikembangkan dengan *framework* Flutter menggunakan Android Studio. Aplikasi ini dapat memulai dan menghentikan proses pemantauan dan penyiraman serta menampilkan hasil pemantauan berbentuk dokumentasi. Ada lima halaman yang terdapat pada aplikasi ini dilengkapi juga dengan fitur notifikasi yang bisa diatur.

a) Halaman Utama

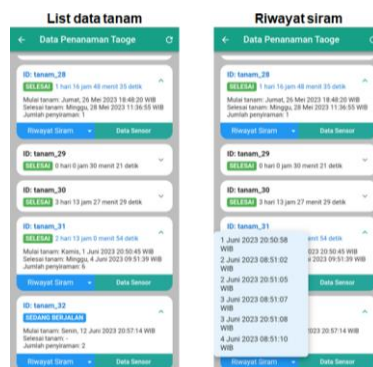
Antarmuka ini digunakan untuk memulai dan menghentikan proses pemantauan dan penyiraman tanaman taughe. Pada halaman ini juga menampilkan data penanaman terakhir atau data dari proses yang sedang berjalan. Data tersebut adalah waktu dimulai, waktu selesai, durasi penanaman, id tanam, dan informasi terkait status nyala dari *hardware*. Data penyiraman terbaru dan menu pengecekan sensor secara *realtime* akan ditampilkan jika terdapat proses yang berjalan. Pada menu pengecekan *realtime* digunakan *package gauge_indicator* dari klyta.it untuk menampilkan data sensor interaktif berbentuk indikator pengukuran. Tampilan halaman utama aplikasi dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Halaman Utama

b) Halaman Daftar Data Penanaman

Halaman ini menampilkan daftar id tanam keseluruhan yang ada di basis data baik yang sudah selesai prosesnya dan yang sedang berjalan. Dapat diekspansi dengan cara klik tombol *dropdown* pada masing - masing *data list*. Terdapat riwayat penyiraman dan tombol untuk cek data sensor yang akan mengarahkan atau navigasi ke halaman tabel data pemantauan sesuai id tanam yang diklik. Tampilan halaman ini dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. Halaman List Data Penanaman

c) Halaman Tabel Data Pemantauan

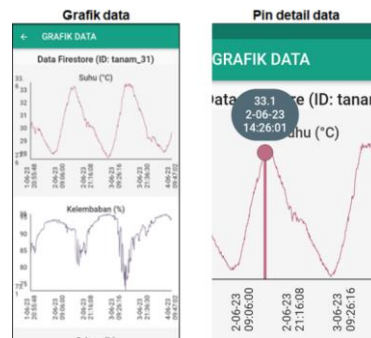
Tampilan tabel ini memanfaatkan *widget* bernama *PaginatedDataTable*, sehingga sekian banyak data dapat digulirkan tidak dengan mengusap layar ke atas atau ke bawah tetapi dengan tombol panah kanan dan kiri untuk tabel data selanjutnya atau sebelumnya. Dengan *widget* ini pula dapat dilakukan sortir terhadap nilai sensor tertentu yang menghasilkan runtutan data dari besar ke kecil atau sebaliknya berdasarkan nilai sensor tersebut. Bagian kolom tanggalnya bisa dipendekkan dengan cara klik nama kolom, dengan ini tampilan tabel tidak perlu *scroll* secara horizontal untuk melihat keseluruhan data sensor pada halaman tabel. Tampilan halaman data tabel dapat dilihat pada Gambar 20.

The image shows two side-by-side data tables. The left table, titled 'Tabel data', has columns: ID, Tanggal, Jam, Suhu, and Kelembaban. The right table, titled 'Kelembaban besar ke kecil', has columns: ID, Tg, Jam, Suhu, and Kelembaban. Both tables contain 13 rows of data. Annotations with red arrows point to the 'Tanggal' header in the first table, showing a 'click' action that results in the date format 'd-MM-yyyy' (for the header) and 'd-MM' (for the data rows).

Gambar 20. Halaman Tabel Data

d) Halaman Grafik Data Pemantauan

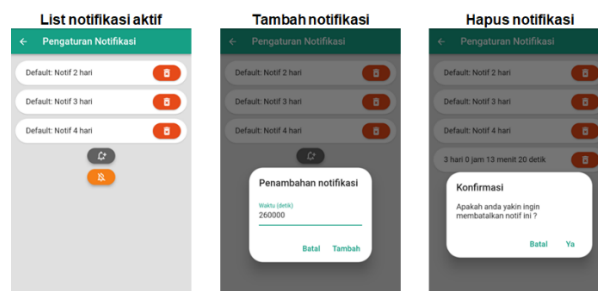
Dengan menggunakan *package fl_chart* dari flutter4fun.com ini dapat menampilkan grafik yang sangat dapat disesuaikan oleh pengembang. Halaman ini berisi tampilan grafik atau bagan garis dari data yang berasal dari perekaman terjadwal sensor yang artinya terdapat 3 buah bagan. Dengan adanya halaman ini diharapkan dapat memberikan visual yang mudah dipahami oleh pengguna aplikasi. Halaman data grafik aplikasi dapat dilihat pada Gambar 21.



Gambar 21. Halaman Grafik Data

e) Halaman Pengaturan Notifikasi

Package yang digunakan adalah *flutter_local_notifications* dari dexterx.dev yang dimana notifikasi ini berjalan berdasarkan *timer* lokal atau tidak ada kaitannya dengan pembacaan status langsung secara *online*. Tampilan halaman ini dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Halaman Pengaturan Notifikasi

3.4 Pengujian

3.4.1 Pengujian Hardware

Dari Gambar 23 di bawah didapatkan hasil bahwa *hardware* dapat terhubung dengan jaringan WiFi serta *library* dari Firebase dan klien NTP juga berhasil diatur. Diketahui bahwa sensor DHT22 berhasil menghasilkan nilai kelembaban dan suhu, serta sensor LDR (GL5528) berhasil menghasilkan nilai.

```

16:05:51.147 ->
16:05:51.147 ->
16:05:51.147 -> Menghubungkan ke WiFi: .....
16:06:01.379 -> Terhubung ke WiFi. Local IP: 172.20.10.5
16:06:01.614 -> Firebase Client v4.3.10
16:06:01.614 -> Firebase Client Start Success!
16:06:01.933 -> NTP Updated! (GMT Time)
16:06:13.379 -> Memulai data dan proses
16:06:15.060 -> Sistem mulai.
16:06:16.509 -> Relay aktif!
16:06:26.970 -> Relay nonaktif!
16:06:29.356 -> RTIME: FS: Kirim data siram sukses.
16:06:42.076 -> FS: Mengaktifkan sensor dalam 4 detik lalu melakukan pembacaan sensor
16:06:46.094 -> NILAI LDR : 230
16:06:46.094 -> SUHU : 32.30°C | 90.14°F
16:06:46.139 -> KELEMBABAN : 63.50%
16:06:51.071 -> FS: Dokumentasi data sensor ke Firestore
16:07:12.347 -> FS: Mengaktifkan sensor dalam 4 detik
16:07:16.347 -> NILAI LDR : 605
16:07:16.347 -> SUHU : 32.40°C | 90.32°F
16:07:16.394 -> KELEMBABAN : 63.50%
16:07:17.761 -> FS: Dokumentasi data sensor ke firestore sukses.
  
```

Gambar 23. Pembacaan Serial Monitor

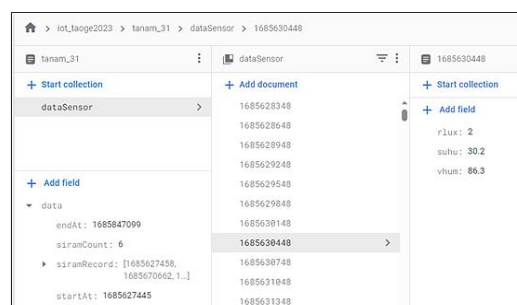
Tabel 4 menampilkan perbedaan antara data yang dikirim dari *hardware* ke Firebase dengan tampilannya pada aplikasi android flutter. Perbedaan tersebut terjadi karena pada aplikasi telah dilakukan pengolahan data yang hasilnya dapat disesuaikan. Tujuannya untuk mempermudah pengguna dalam membaca data pemantauannya di aplikasi.

Tabel 4. Pembacaan Nilai Data

No	Jenis Data	Bentuk Nilai Data		
		Output Hardware	Aplikasi (Gambar 20)	Aplikasi (Gambar 21)
1	Tanggal	Unix Epoch	d-MM-yyyy	d-MM-yy
2	Waktu	Timestamp	HH:mm:ss	HH:mm:ss
3	Suhu	Desimal persepuluhan	Desimal persepuluhan (°C)	Desimal persepuluhan (°C)
4	Tingkat Cahaya	1 - 1023	1 - 1023	0.0 - 100.0 (%)
5	Kelembaban	0.0 - 100.0	0.0 - 100.0 (%)	0.0 - 100.0 (%)

Hasil pengujian *hardware* lainnya yaitu terpantau pompa air mini berhasil dinyalakan melalui *relay* yang diaktifkan oleh mikrokontroler. Penggunaan sumber tegangan dari adaptor cas *handphone* sebesar 5V dan arusnya 2 ampere mampu menghidupkan perangkat mikrokontroler dan juga pompa air mini secara bersamaan. Durasi dari pengaktifan *relay* untuk menghidupkan pompa air mini juga sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

Untuk mengetahui keberhasilan data yang dikirim secara *online* maka dilakukan pengecekan langsung ke layanan Firebase. Pada Gambar 24 merupakan tangkapan layar dari konsol layanan yang disediakan oleh Google untuk pengelolaan data Firebase.



Gambar 24. Data Terkirim ke Firestore

3.4.2 Pengujian Software

Pengujian ini menggunakan *black box testing* dengan poin uji yang masih berkaitan dengan kebutuhan fungsional sistem yang telah dikembangkan. Hasil pengujian ini berbentuk tabel dengan indikator valid dari sebuah langkah yang dijalankan. Tabel pengujian *black box* pada *software* ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian *Black Box* pada *Software*

No	Aktivitas Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil yang sebenarnya	Keterangan
1	Membuka aplikasi: <tidak ada proses tanam>	Aplikasi terbuka lalu cek otomatis kondisi <i>hardware</i> dan data terakhir id tanam	<i>Splash screen</i> muncul, aplikasi terbuka, status <i>hardware</i> dan data id tanam terakhir berhasil tampil	Valid
2	Membuka aplikasi: <terdapat proses tanam>	Aplikasi terbuka lalu cek otomatis data dari proses yang berjalan	<i>Splash screen</i> muncul, aplikasi terbuka, data tanam yang berjalan seperti data penyiraman dan menu cek sensor <i>real time</i> berhasil tampil	Valid
3	Memulai penanaman baru dengan klik 'MULAIBARU' <tidak ada proses tanam>	Muncul dialog konfirmasi, jika ditekan akan memulai proses dengan id tanam baru	Dialog konfirmasi muncul, ditekan dan proses tanam baru berhasil dimulai	Valid
4	Menghentikan penanaman dengan klik 'BERHENTI' <terdapat proses tanam>	Muncul dialog konfirmasi, jika ditekan akan menghentikan proses	Dialog konfirmasi muncul, ditekan dan proses tanam berhasil dihentikan	Valid
5	Melakukan cek sensor <i>real time</i> <terdapat proses tanam>	Menekan tombol pada menu pengecekan akan tampil data sensor yang dibaca saat itu	Menekan tombol pada menu pengecekan dan tampil data sensor dengan estimasi tampil beberapa detik	Valid
6	Membuka halaman untuk menampilkan daftar id tanam	Halaman daftar id tanam akan tampil beserta datanya seperti riwayat penyiraman	Halaman daftar id berhasil muncul beserta data lain seperti riwayat penyiraman	Valid
7	Membuka halaman untuk menampilkan data sensor berbentuk tabel	Halaman tampil dan memuat data perekaman sensor berbentuk tabel	Halaman tabel dari perekaman data sensor berhasil tampil	Valid
8	Membuka halaman untuk menampilkan data sensor berbentuk grafik	Halaman tampil dan memuat data perekaman sensor berbentuk grafik	Halaman grafik dari perekaman data sensor berhasil tampil	Valid
9	Cek adanya notifikasi yang muncul	Notifikasi akan muncul sesuai proses tanam	Notifikasi berhasil muncul	Valid
10	Menambah dan menghapus notifikasi	List notifikasi akan berubah	List notifikasi berubah sesuai pengaturan <i>user</i>	Valid

Dari tabel 5 memiliki kesimpulan bahwa fungsional dari aplikasi Android yang dikembangkan dengan *framework* Flutter telah berhasil dicapai. Adapun fungsional dari aplikasi ini masih berkaitan dengan sistem IoT keseluruhan yang dikembangkan, artinya aplikasi ini telah berhasil berjalan secara sinkron dengan *hardware* melalui internet yang dihubungkan *cloud server* yaitu Firebase.

3.5 Penerapan

3.5.1 Cara Kerja

Berikut ini adalah langkah penanaman tauge dengan menggunakan prototipe alat pemantauan dan penyiraman yang telah dikembangkan: (1) Mencuci biji kacang hijau 50 gram dan merendamnya dengan air biasa selama kurang lebih 24 jam atau dengan air hangat selama 3 jam, (2) Menyiapkan kain flanel dengan ukuran yang

sesuai dengan lingkaran dari keranjang bulat pada wadah penanaman, (3) Menaruh biji kacang hijau yang telah direndam ke kain flanel yang diletakkan di keranjang bulat, (4) Meletakkan keranjang bulat yang berisi benih siap tumbuh ke dalam wadah penanaman, (5) Menutup wadah penanaman kemudian menyambungkan selang mini dari penampung air siram ke alat penyemprot air, (6) Mengisi air pada botol penampung air siram sampai penuh, (7) Menyambungkan perangkat *hardware* dengan sumber listrik dari adaptor cas *handphone*, lalu menekan saklar untuk menghidupkan *hardware*, (8) Membuka aplikasi Flutter, jika status *hardware* masih belum menyala maka menekan tombol refresh pada menu cek status *hardware*, (9) Menekan tombol 'MULAI BARU' untuk memulai proses perekaman data pembacaan sensor dan penyiraman terjadwal, penyiraman pertama dilakukan sesaat setelah proses dimulai lalu jadwal siram berjalan sesuai rentang waktu yang telah ditentukan yaitu 12 jam, (10) Menunggu penanaman dalam kurun waktu 2 - 4 hari hingga siap panen, (11) Mengecek data pemantauan dan data riwayat penyiraman terdokumentasi, (12) Menekan tombol 'Cek Sensor' pada menu pengecekan sensor *real time* untuk mengecek data suhu, kelembaban, dan tingkat cahaya saat itu juga, (13) Menekan tombol 'BERHENTI' untuk menghentikan proses pemantauan dan penyiraman, data penanaman telah terdokumentasi dan memiliki ID, (14) Memencet saklar untuk mematikan *hardware* dan memutus sumber listrik, (15) Melepas sambungan selang mini penyiraman dan membuka wadah penanaman untuk memanen tauge, (16) Mengambil keranjang bulat dan mengambil tauge yang sudah tumbuh pada media kain flanel, (17) Membersihkan tauge dari kulit bijinya dan memotong bagian akarnya serta mencucinya, tauge siap diolah atau disimpan, (18) Membersihkan alat dan membuang air sisa penyiraman, selanjutnya alat dapat dipakai ulang untuk penanaman.

3.5.2 Hasil Penanaman

a) Hasil Percobaan Pertama

Gambar 25 adalah hasil penanaman tauge menggunakan alat prototipe berdurasi 3 hari 13 jam 27 menit 29 detik dengan data id 'tanam_30'. Panjang dari tauge ini yang paling panjang sekitar 16 cm dan paling pendek sekitar 5 cm, rata - rata panjangnya adalah lebih dari 10 cm. Data yang berhasil tercatat dari pembacaan sensor secara terjadwal adalah 1021.



Gambar 25. Hasil Tauge Penanaman Pertama

b) Hasil Percobaan Kedua

Pada Gambar 26 hasil tauge telah dilepas dari media tanamnya dan akan dicuci untuk menghilangkan kulit bijinya. Durasi dari penanaman tauge ini adalah 2 hari 13 jam 54 detik. Perekaman sensornya memperoleh 730 data dan panjang dari tauge penanaman ini rerata tidak lebih dari 10 cm.



Gambar 26. Hasil Tauge Penanaman Kedua

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pemahaman dan pengkajian dari pembahasan pada bab sebelumnya, dapat diambil kesimpulan bahwa telah berhasil dibangun sebuah prototipe pemantauan dan penyiraman tanaman tauge menggunakan mikrokontroler Wemos D1 Mini dan Firebase. Sistem ini mampu melakukan pemantauan menggunakan sensor suhu dan kelembaban (DHT22) serta sensor tingkat/intensitas cahaya (LDR GL5288). Selain itu, sistem penyiraman juga berhasil dilakukan secara terjadwal dengan menghidupkan pompa air mini melalui *relay* dan penyemprotannya dapat merata ke segala sisi media tanam dengan rancangan kustomisasi. Pertukaran data antara perangkat keras dan perangkat lunak berhasil dilakukan melalui Firebase RTDB (*Realtime Database*) dan Firebase Firestore. Aplikasi antarmuka dari sistem Internet of Things berhasil dibangun menggunakan *framework* Flutter yang dapat digunakan sebagai pengendali untuk memulai dan menghentikan proses pemantauan dan penyiraman pada penanaman tauge. Aplikasi berhasil menampilkan data penanaman yang terdokumentasi dalam bentuk tabel dan grafik. Terakhir, aplikasi dapat menampilkan pembacaan data secara *real time* melalui menu pengecekannya pada halaman utama aplikasi saat ada proses penanaman yang berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suranto, Bertha. (2016, Jul.12). *How to Make Mung Bean Sprouts* [online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=Lp6NnYmi3is>.
- [2] Trimayora, L. and Fuadiyah, S., "Pengaruh Air Terhadap Pertumbuhan Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus*)" *Proc. in Seminar Nasional Biologi*, FMIPA UNP, 2021. pp. 193–197.
- [3] Hanif, M., Khattak, M.K., Ul-Haq, I., Gul, K., Khan, A., Ullah, K., Khan, A., and Ali, A., "Effects of Temperature and Water Purity on Germination and Yield of Mungbean Sprouts", *J. Sains Malaysiana*. vol.48, no.4, pp. 711–717, 2019.
- [4] Wimudi, M. and Fuadiyah, S., "Pengaruh Cahaya Matahari Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau (*Vigna Radiata* L.)" *Proc. in Seminar Nasional Biologi*, FMIPA UNP, 2021. pp. 587–592.
- [5] Putri, N., Prabowo, N.A., and Widyanto, R. A., "Implementasi Metode Prototyping Pada Perancangan Aplikasi Electronic Ticket (E-Ticket) Berbasis Android", *J. Komtika*. vol.3, no.2, pp. 62–68, 2020.
- [6] Wantoro, A., Samsugi, S., and Suharyanto, M.J., "Sistem Monitoring Perawatan Dan Perbaikan Fasilitas PT PLN (Studi Kasus: Kota Metro Lampung)", *J. Tekno Kompak*. vol.15, no.1, pp. 116–130, 2021.
- [7] Pramudita, R. and Setyawan, K., "Sistem Smart Class Berbasis Internet of Things Dengan Menggunakan Metode Prototype", *J. SMARTICS*. vol.8, no.1, pp 28–34, 2022.
- [8] Ardiansah, R., Susanto, R., and Pradana, A.I., "Sistem Penyiraman Otomatis Pada Tanaman dengan Monitoring Berbasis IoT (Internet of Things)", *J. JUPITER (JURNAL PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO)*. vol. 8, no. 1, pp. 31–38. 2023.
- [9] Dearmer, Abe. (2023, Mar.14). *Firebase vs. MySQL: A Database Comparison* | *Integrate.io* [online]. Available: <https://www.integrate.io/blog/firebase-vs-mysql/>.
- [10] Maulindar, J. and Susanto, R., "Pemanfaatan Global Positioning System Tracker Dan Kamera Sebagai Alat Bantu Pemantau Bus" *Proc. in Seminar Nasional Teknologi dan Informatika*, FT UMK, 2017. pp. 209–213.