

Implementasi Komunikasi LoRaWAN dan Platform Antares pada Monitoring Supply Pupuk Tanaman Selada Hidroponik Berbasis Website

Hadi Supriyanto¹, Wahyudi Purnomo², Rachmat Syaiful Mujab³

hadi@ae.polman-bandung.ac.id¹, wahyudi@ae.polman-bandung.ac.id²,

rachmat.syaiful@mhs.polman-bandung.ac.id³

^{1,2,3} Politeknik Manufaktur Bandung

Informasi Artikel

Diterima : 24 Jun 2024

Direview : 2 Jul 2024

Disetujui : 25 Jul 2024

Kata Kunci

Selada, LoRaWAN, IoT, Antares

Abstrak

Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), konsumsi selada hijau di Indonesia meningkat dari 94,8 gram per orang per minggu pada tahun 2021 menjadi 100,0 gram per orang per minggu pada tahun 2022. Penggunaan *Internet of Things* (IoT) di sektor pertanian dapat memaksimalkan produksi pangan untuk memenuhi permintaan sayur mayur yang terus meningkat. Dalam Penelitian ini, sistem pemantauan diusulkan berbasis Teknologi LoRaWAN, dengan menggunakan *platform gateway* milik telkom yaitu Antares. Sistem ini bekerja dengan baik secara keseluruhan. Nilai analog TDS yang memiliki keakuratan 95,25 jika dibandingkan dengan TDS Meter. Pengujian Sensor ultrasonik masing masing memiliki keakuratan di 97,88% dan 98,1%. Untuk nilai SNR memiliki Rata Rata sebesar -5,19dB, dan nilai RSSI memiliki Rata Rata sebesar -113dBm. Sistem ini dapat bekerja selama 24 jam tanpa ada masalah pengiriman Data. Untuk Pengiriman ke *website* melalui API tidak ada *delay* signifikan dan semua bekerja dengan baik.

Keywords

Lettuce, LoRaWAN, IoT, Antares

Abstract

According to data from the Central Statistics Agency (BPS), green lettuce consumption in Indonesia increased from 94.8 grams per person per week in 2021 to 100.0 grams/person per week in 2022. The use of Internet of Things (IoT) in the agricultural sector can maximize food production to meet the growing demand for vegetables. In this research, a monitoring system is proposed based on LoRaWAN Technology, using telkom's gateway platform Antares. The system works well overall. The analog TDS value has an accuracy of 95.25 when compared to the TDS Meter. Ultrasonic sensor testing has an accuracy of 97.88% and 98.1% respectively. The SNR value has an average of -5.19dB, and the RSSI value has an average of -113dBm. This system can work for 24 hours without any data transmission problems. For sending to the website via API there is no significant delay and everything works well.

A. Pendahuluan

Seiring bertambahnya jumlah penduduk, kebutuhan akan buah-buahan dan sayur-sayuran pun terus meningkat. Menurut Badan Ketahanan Pangan, konsumsi sayuran per kapita di Indonesia meningkat sebesar 7% setiap tahunnya [1]. Salah satu sayur mayur yang banyak dikonsumsi adalah Selada. Menurut data BPS (Badan Pusat Statistik), di Indonesia konsumsi selada hijau meningkat dari 94,8 g per orang per minggu di tahun 2021 menjadi 100,0 g per orang per minggu di tahun 2022. Inilah sebab dari meningkatnya budidaya hidroponik selada hijau di Indonesia. Salah satu metode menanam bagi selada ialah Hidroponik [2]. Hidroponik memiliki kemampuan untuk memberikan lingkungan pertumbuhan yang lebih terkendali. Dengan berkembangnya teknologi, menggabungkan sistem hidroponik dengan kemampuan memanfaatkan air, unsur hara dan tanpa menggunakan pestisida akan jauh lebih efektif dibandingkan tanah, terutama bagi tanaman yang memiliki umur pendek. Penggunaan sistem hidroponik tidak bersifat musiman dan tidak memerlukan lahan yang luas dibandingkan dengan media tanah untuk menghasilkan unit hasil yang sama [3]. Salah satu faktor penentu keberhasilan hidroponik adalah ketersediaan unsur hara makro dan unsur hara mikro. Unsur hara tersebut terkandung dalam pupuk campuran AB (AB Mix). Campuran AB merupakan larutan nutrisi yang terdiri dari larutan stok nutrisi A yang mengandung unsur hara makro dan larutan nutrisi B yang mengandung unsur hara mikro. Kadar pupuk campuran AB adalah N: 18,1%, Ca: 14,2%, K: 25,3%, Mg: 5,3%, S: 13,6%, P: 5,1%, Fe: 0,10 %, Mn: 0,05%, Cu: 0,05%, B: 0,03%, Zn: 0,07 Dalam MB: 0,001% [4]. Tugas Akhir ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dalam penanaman selada pada sistem Hidroponik dengan menggunakan *Internet of Things* (IoT). Penggunaan *Internet of Things* (IoT) di sektor pertanian dapat memaksimalkan produksi pangan untuk memenuhi permintaan sayur mayur yang terus meningkat. Saat ini *low-power wide-area networks* (LPWAN) telah menjadi sangat populer di berbagai aplikasi IoT, keunggulan LPWAN ini diantaranya konsumsi daya yang rendah yang disebabkan kecepatan transmisi data yang rendah, namun dengan jangkauannya yang luas. Di antara banyak teknologi LPWAN, LoRaWAN (*Long Range Wide area Network*) dianggap sebagai jaringan komunikasi yang paling cocok untuk aplikasi pertanian [5].

Beberapa penelitian mengenai topik ini sudah beberapa kali dilakukan. Muhammad Maftuh Fuad Fatori pada tahun 2022 berhasil membuat Aplikasi IoT untuk mengontrol tanaman selada hidroponik [6]. Di tahun yang sama, Evi Hastini dkk. 2022 berhasil membuat *Monitoring* suhu dan kelembaban selada (*Lactuca Sativa* L) dalam sistem hidroponik dengan LCD Nextion 3.2 Hmi dan hasilnya Selada tumbuh optimal pada suhu 25°C hingga 28°C dan kelembaban 65% sampai dengan 78%[7]. Doan Perdana dkk. membuat sistem pemantauan *real time* dan pengukuran nitrogen, fosfor, dan tingkat unsur kalium (NPK) berbasis IoT menggunakan Antares LR-ESP201 board [8]. Fendi Aji Purnomo pada 2021 membuat Pemantauan suhu udara dan kelembaban tanah menggunakan LoRa dan data dapat dilihat secara *online* melalui aplikasi *Cayenne* [9]. Fangming Deng dkk. pada tahun 2020 membuat sistem pemantauan lahan tanah baru untuk pertanian. Sistem pemantauan terdiri dari mobil patroli, sensor RFID, pemantauan lahan pertanian pusat dan *platform cloud* [10]. S. J. Suji Prasad dkk pada tahun 2021

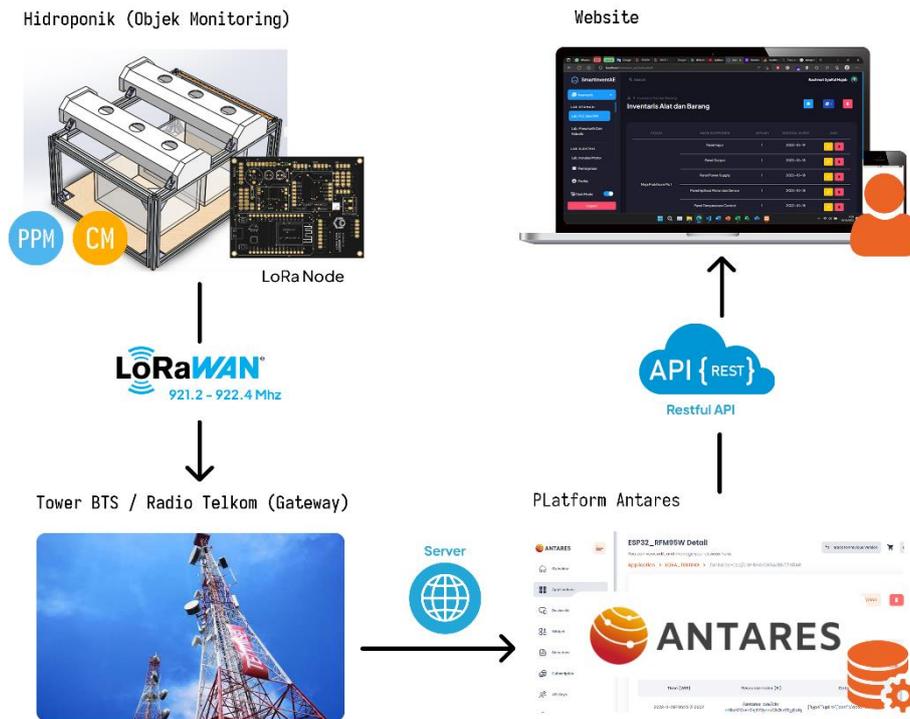
membuat Sistem manajemen dan pengelolaan pertanian pintar berbasis LoRa dengan sistem manajemen dan pemantauan yang efisien menggunakan *Wireless Sensor Networks* [11]. Edgar Fabián Rivera Guzmán dkk. pada penelitiannya berfokus pada pengembangan sistem berbasis jaringan jarak jauh (LoRa), yang digunakan untuk memantau sektor pertanian dan diimplementasikan di wilayah wilayah Andes di Ekuador. Jaringan LoRa diterapkan untuk analisis parameter iklim dengan memantau suhu, kelembapan relatif, kelembapan tanah, dan radiasi ultraviolet [12]. Yaw-Wen Kuo dkk. pada 2021 membuat Platform IoT Multisensor Berbasis LoRa untuk Pertanian Pemantauan dan *submersible pump control* di Ladang Bambu [13]. Dalam Beberapa penelitian terakhir mayoritas menggunakan *platform mobile apps*. Pada Tugas Akhir ini digunakan platform website, karena beberapa keunggulannya dimana dapat menjangkau user yang lebih luas, dan dapat dilakukan *maintenance* lebih mudah karena hanya memerlukan 1 kompatibilitas saja untuk seluruh *device* [14].

Adapun parameter yang dipantau pada Tugas Akhir ini adalah parameter yang dapat menyebabkan masalah pada pertumbuhan tanaman seperti nutrisi tanaman [15], Dan akan berfokus pada tanaman Selada hijau. Dalam Tugas Akhir ini, sistem pemantauan diusulkan berbasis Teknologi LoRaWAN. Di sisi transmitter, nutrisi diukur menggunakan sensor dan diproses menggunakan Mikrokontroler. Data yang diproses dikirim ke sisi pengguna melalui teknologi LoRa. Parameter yang ada di lapangan seperti nutrisi, ultrasonik sensor dan yang lainnya akan diberikan ke LoRa *Gateway*. LoRa *Gateway* melakukan fungsi ganda yaitu menerima dan mengirimkan data ke server cloud melalui Wi-Fi atau *Ethernet* ke *Platform IoT* [11]. Sehingga dapat diakses dari manapun dengan *website*, Sehingga keluaran dari tugas akhir ini diharapkan dapat membantu sektor pertanian terutama pada tanaman selada di Indonesia.

B. Metode Penelitian

1. Gambaran Umum Sistem

Sistem ini dijelaskan secara umum pada Gambar 1

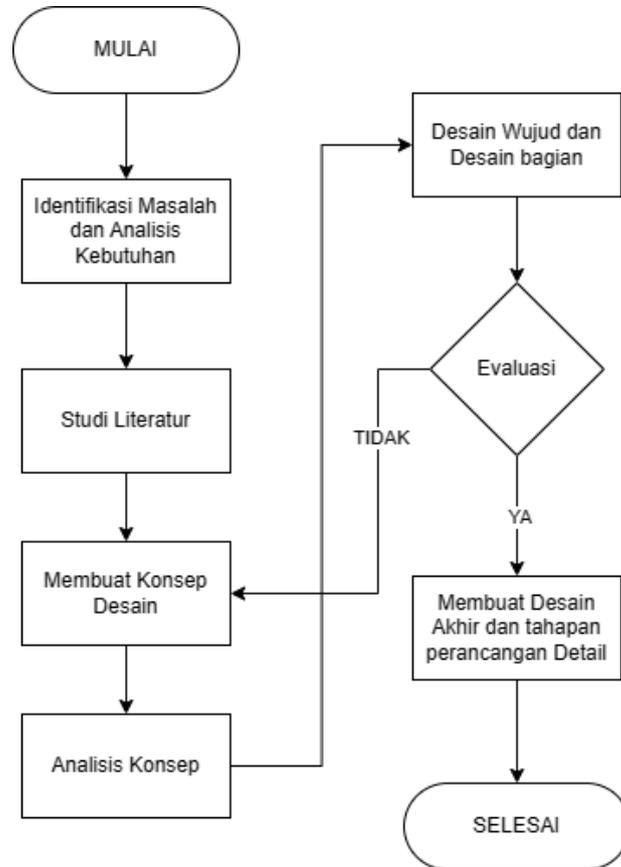


Gambar 1. Gambaran Umum Sistem

Pada Gambar 1 menunjukkan gambaran umum dari sistem yang akan dibuat. Sistem akan mengambil data dari sensor sensor yang sudah ada (TDS,Ultrasonik Sensor) dan melakukan *decision making* untuk aksi terhadap tanaman menggunakan logika *fuzzy*. Data yang akan di lakukan pemantauan dan dibuat *data logger* adalah Nutrisi tanaman dan Ketinggian Air Nutrisi yang akan di ambil dan dikumpulkan menggunakan ESP32. ESP32 kemudian akan mengirimkan data menggunakan LoRa RFM95W ke *Tower BTS / Radio* milik Telkom menggunakan protokol LoRaWAN dengan tipe pengiriman *Class A*, dengan frekuensi yang sudah disediakan oleh pihak Telkom, yaitu berada pada rentang 921.2 Mhz – 922.4 Mhz. *Tower* ini menjadi titik akses poin / *Gateway* dari sistem LoRa ini, dikarenakan memakai *platform* milik Telkom yaitu Antares. Lalu *Gateway* akan mengirimkan data ke *server* Antares, sehingga data dapat diakses di *platform* Antares. Dalam sistem ini, *Platform* Antares juga berperan sebagai *database* untuk menyimpan data yang sudah dikirim. *Platform* Antares ini seperti memiliki *database* bertipe SQL, tidak seperti MQTT ataupun *firebase* yang tidak dapat menyimpan data, Antares ini dapat menyimpan / merekam data yang sudah dikirimkan oleh LoRa. Sehingga penggunaan *database* SQL menjadi opsional dan tidak wajib digunakan, kecuali data ingin disimpan di *server* milik pribadi dengan rentang waktu yang lama. Data data yang ada pada *platform* Antares ini dapat digunakan untuk *platform* lain seperti *website* dan sistem SCADA, pada Tugas Akhir ini, *platform* yang digunakan adalah *website*. Untuk mengakses / menggunakan data yang ada pada *platform* Antares, pihak Antares sendiri sudah menyediakan *Restful API* yang dapat digunakan untuk aplikasi *website*.

2. Metode Penyelesaian Masalah

Metode Eksperimental adalah metode yang digunakan pada penelitian ini. Berikut *Detail* alur penyelesaian masalah dapat ditunjukkan pada gambar Gambar 2 dan Tabel 1.



Gambar 2. Metode Penyelesaian Masalah

Tabel 1. Metode Penyelesaian Masalah

No	Tahapan	Penjelasan
1	Identifikasi Masalah dan Analisis Kebutuhan	Pada tahapan ini, dilakukan proses identifikasi masalah / isu pada tugas Akhir ini, didapatkan masalah utama yaitu pengelolaan sektor pertanian di Indonesia, terutama pada tanaman selada masih Tradisional dan menyebabkan panen kurang efisien dan efektif, dan setelah dianalisis kebutuhan yang diperlukan adalah optimisasi sistem di sektor pertanian dengan menggunakan teknologi IoT.

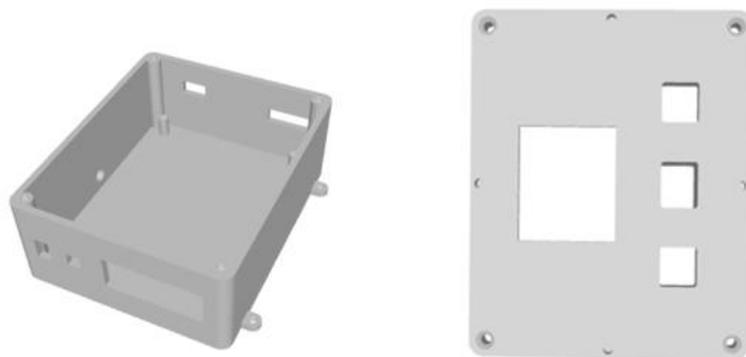
2	Studi Literatur	Mempelajari literatur yang ada mengenai masalah dan kebutuhan yang sudah didapatkan, didapatkan bahwa metode LoRaWAN adalah metode yang paling cocok digunakan untuk disektor pertanian.
3	Membuat Konsep dan Desain	Membuat Rancangan desain alat, secara keseluruhan baik elektrik, informatik, komunikasi data, dan integrasi sistem, dan memilih metode sistem kendali.
4	Desain wujud dan bagian	Membuat prototipe dari alat yang akan dibuat dan dilakukan tahapan pengujian alat apakah sudah didapatkan hasil yang sesuai
5	Evaluasi	Evaluasi mengenai hasil yang sudah didapatkan, dan melakukan <i>Quality Control</i> alat, jika ada yang bisa ditingkatkan akan kembali ke tahap 3.
6	Membuat Desain Akhir dan tahapan perancangan detail	Membuat <i>final product</i> dengan Acuan prototipe yang sudah dibuat sebelumnya dan sudah lolos tahapan evaluasi / <i>Quality Control</i> .

3. Rancangan Hardware

Rancangan Hardware pada Penelitian ini menjangkau mekanik dan elektrik. Berikut ini adalah rancangan Hardware dari alat pada penelitian ini :

a. Mekanik

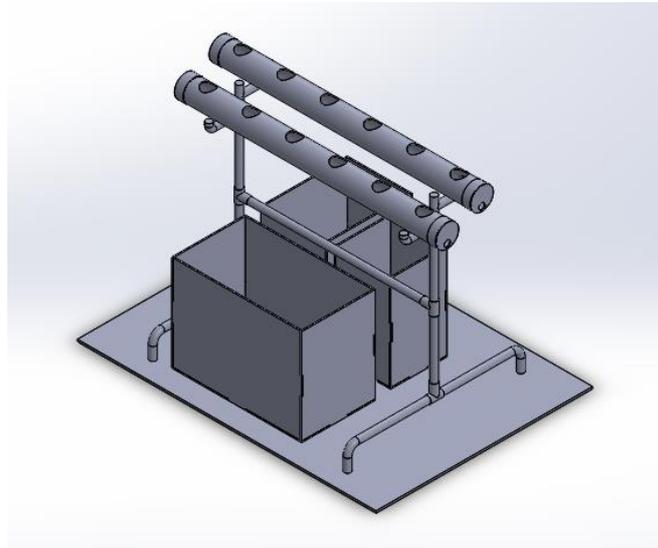
Rancangan Mekanik pada alat ini mencakup pada *case* PCB dan *plant*. Karena menggunakan PCB, maka pada Penelitian ini diputuskan untuk dibuat *case* atau *enclosure* guna melindungi PCB. Pada *case* ini akan memuat PCB inti dan juga LCD pada covernya. *Case* ini akan dibuat menggunakan 3D *printer* dengan bahan PLA+ (*Poly-lactic Acid*).



Gambar 3. *Case / Enclosure* PCB

Pada tugas akhir ini juga memiliki *plant* untuk dilakukan pengukuran, *plant* tersebut adalah sebuah seperangkat hidroponik untuk menanam selada (*Lactuca sativa L*) dengan metode hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*). *Plant* hidroponik sendiri akan dibuat menggunakan pipa berupa pipa 2" inch untuk tanaman dengan lubang 5cm x 6 untuk menanam tanaman, lalu pipa 1" untuk

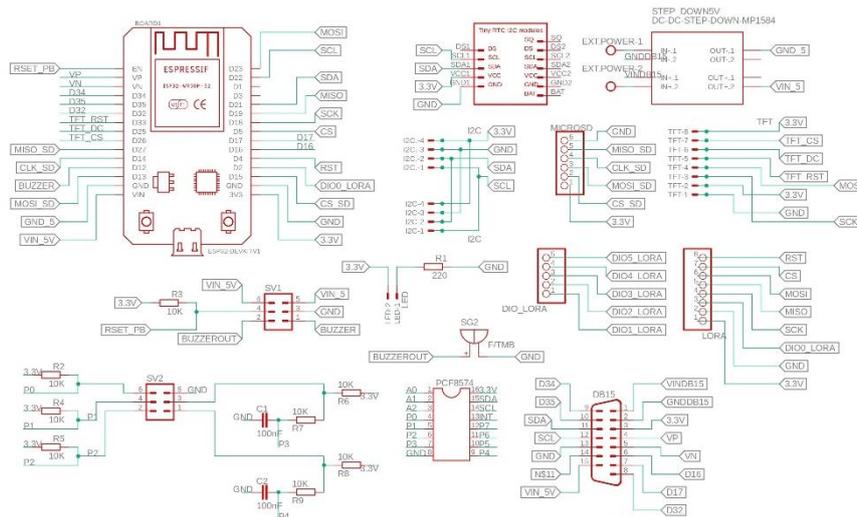
rangka hidroponik, yang kemudian akan di lakukan pengikatan ke akrilik 5mm dengan tambahan *part 3D Print*.



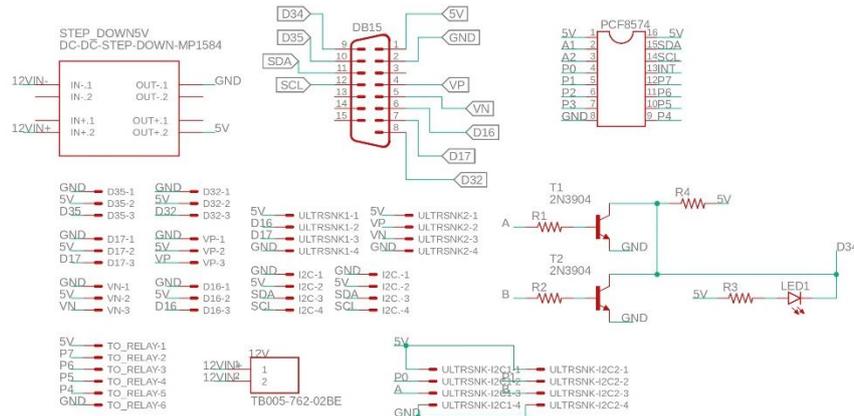
Gambar 4. *Plant Hidroponik*

b. Elektrikal

Pada Penelitian ini terdapat 2 PCB yaitu PCB utama dan PCB *Daughter*, PCB utama sebagai pusat kontrol dan PCB *Daughter* terhubung ke sensor dan aktuator. Pada PCB utama terdapat seluruh komponen inti seperti ESP32, RTC DS1307, I2C, Encoder, Push Button, LCD dan konektor DB15.



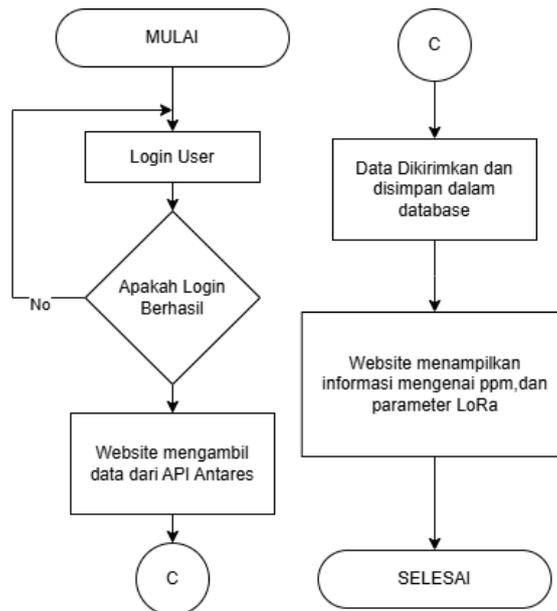
Gambar 5. Skematik PCB Utama



Gambar 6. Skematik PCB Daughter

4. Rancangan Software

Pada Gambar 7, menunjukkan alur dari *website*, *website* memerlukan *login* sebagai pengamanan pada sistem *website*. Jika *user* tidak berhasil *login*, maka *user* akan diarahkan ke *login page*, lalu jika berhasil akan di arahkan ke *dashboard page*. Setelah data dikirimkan ke Antares, data tersebut dapat diambil menggunakan RESTful API, setelah diolah pada *website* untuk mengambil parameter yang diinginkan, *website* mengirimkan data tersebut ke dalam *database* MySQL dan ditampilkan pada halaman Utama.



Gambar 7. Diagram alir *website*

5. Rancangan Komunikasi



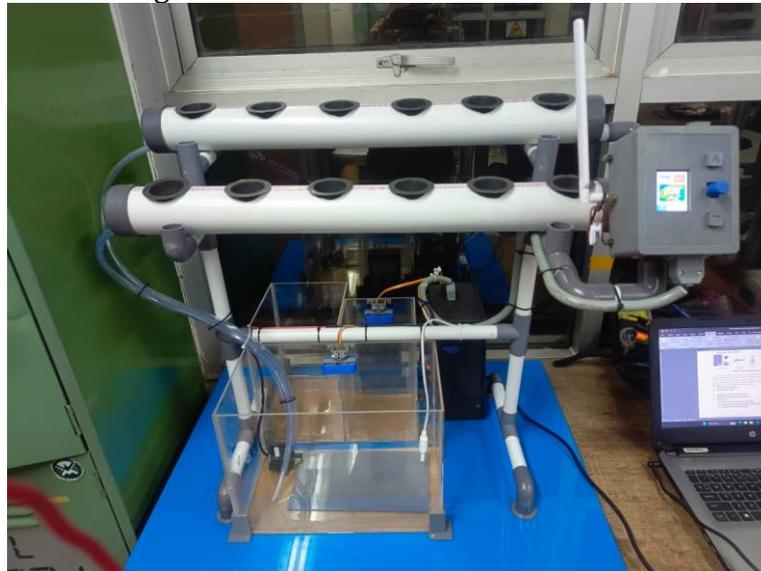
Gambar 8. Rancangan Komunikasi

Data dari alat akan diolah di esp32 dan dikirim melalui lora RFM95W menggunakan protokol LoRaWAN dan diterima *tower* BTS Telkom, setelah itu data akan diolah dan dikirim ke *platform* Antares. Saat sudah tampil di *platform* Antares, data dapat digunakan pada aplikasi *website* sehingga *user* dapat melihat data data yang ada menggunakan RESTful API.

C. Hasil dan Pembahasan

1. Implementasi Alat

Pada Gambar 9, menunjukan hasil implementasi sistem. Seperti terlihat pada Gambar 9, terdapat Kontrol Utama pada posisi depan alat, lalu dihubungkan ke *Box* yang berisikan PCB *Daughter* dan komponen lainnya yang berhubungan dengan sensor dan aktuator dengan DB15.



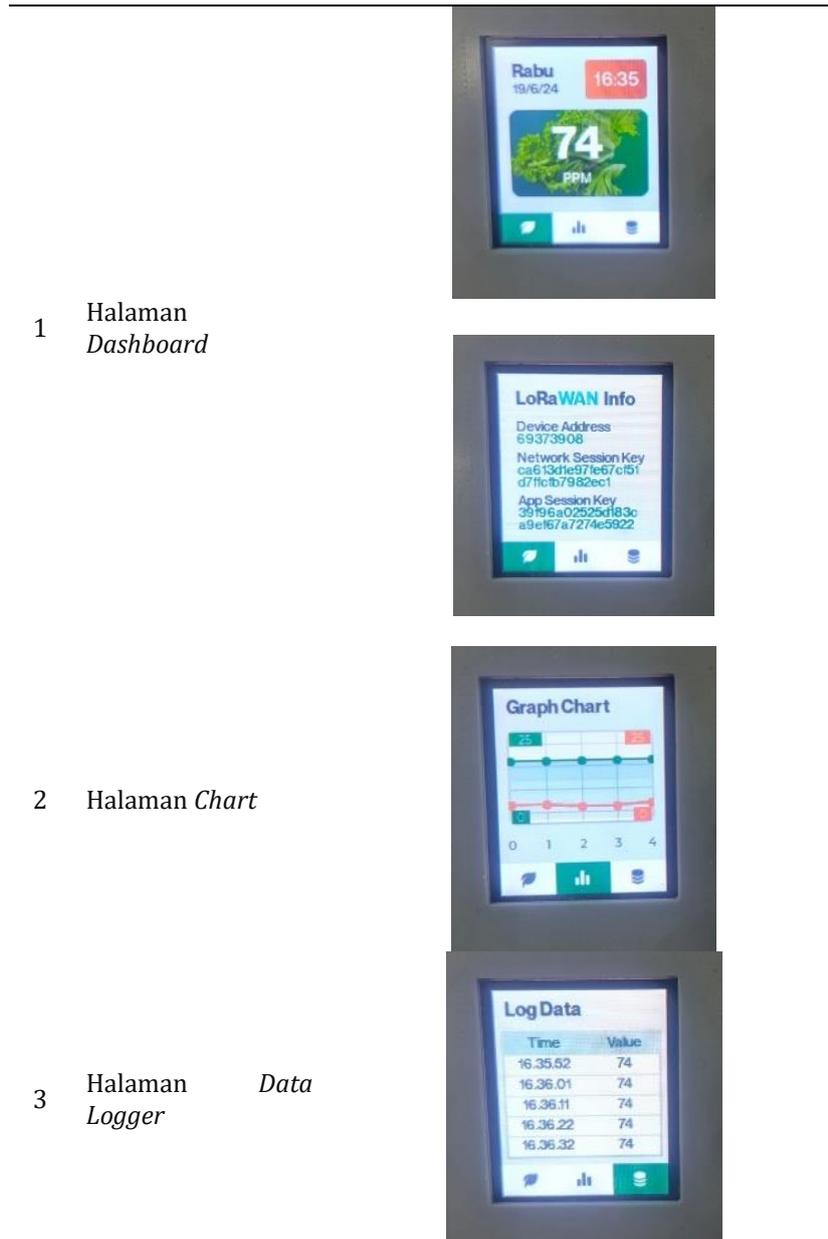
Gambar 9. Implementasi Alat

2. Implementasi Antarmuka LCD

Pada **Tabel 2**, menunjukan hasil implementasi antarmuka pada LCD. Antarmuka dibuat dengan framework LVGL V8.3. LCD ini menggunakan *Push Button*, *Encoder* untuk berganti menu dan *scrolling*.

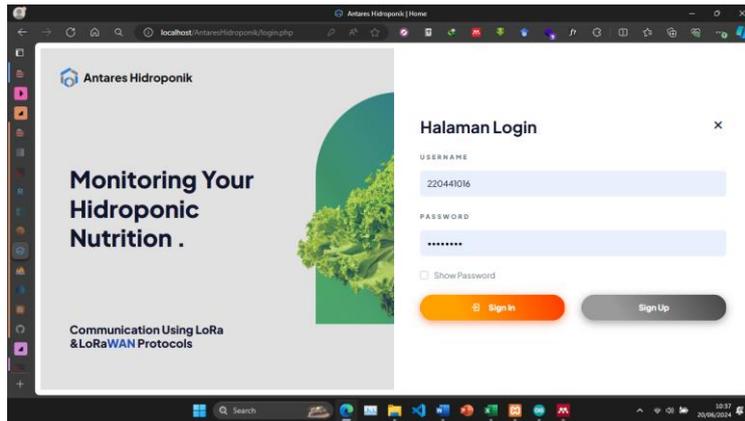
Tabel 2. Implementasi Antarmuka LCD

No	Fitur	Implementasi
----	-------	--------------

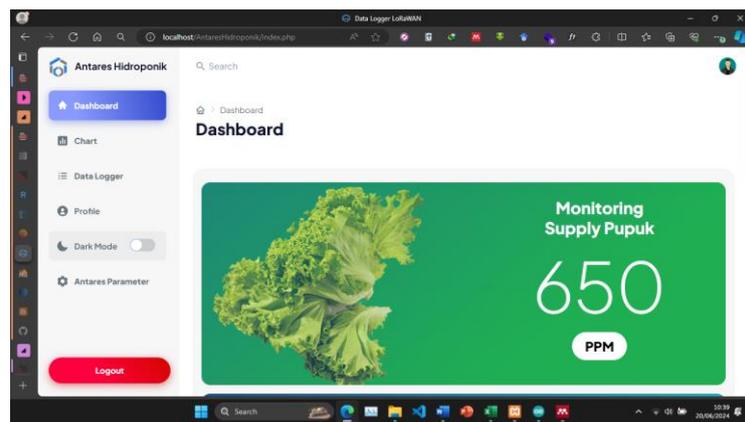


3. Implementasi Antarmuka Website

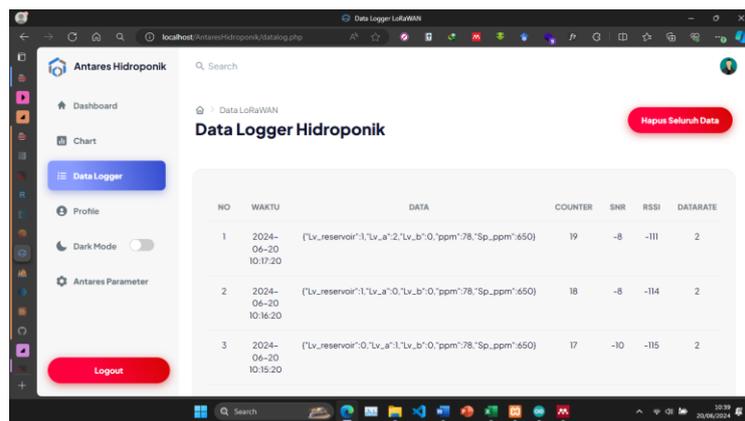
Berikut ini adalah hasil implentasi Antarmuka *Website*, terdapat halaman *home* sebagai landing page atau halaman awal, lalu terdapat tombol untuk mengarahkan pengguna ke *sidebar login* atau *register* agar bisa memasuki *website*. Lalu ada halaman *dashboard* yang akan menampilkan seluruh informasi terkait dengan sistem seperti nilai TDS, *Level* dan *Uptime Device*. Lalu ada halaman *Chart* yang akan menampilkan grafik dari sensor yang ada, dan ada halaman *Data Logger* yang berfungsi untuk menyimpan data yang masuk ke *Platform Antares* ke basis data pribadi yaitu basis data MySQL. Berikut ini gambar dari hasil implementasi *website* :



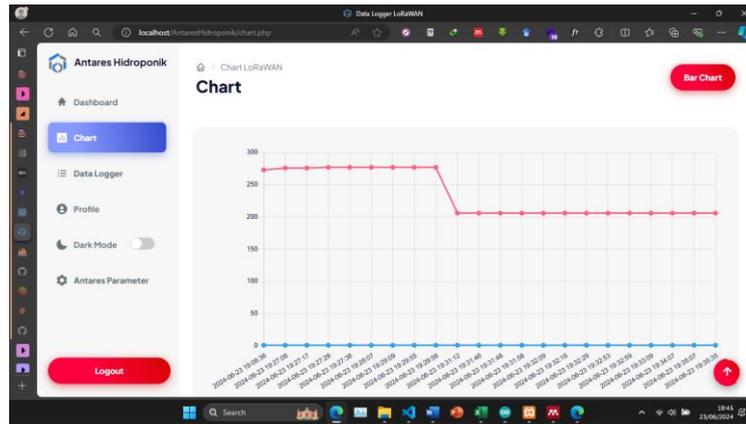
Gambar 10. Halaman Login



Gambar 11. Halaman Dashboard



Gambar 12. Halaman Data Logger



Gambar 13. Halaman Grafik

4. Pengujian

4.1. Pengujian Pembacaan Sensor TDS

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan sensor TDS bekerja dengan baik. Nilai TDS dibandingkan dengan alat TDS Meter. Adapun akurasi yang didapatkan dari pengujian TDS ini sebagai berikut :

$$Akurasi_{TDS} (\%) = 100 - 4.75 = 95,25\% \tag{1}$$

Tabel 3. Pengujian TDS

No	TDS Sensor (ppm)	TDS Meter (ppm)	Selisih (ppm)	Error(%)
1	270	277	7	2,52707581
2	349	340	9	2,64705882
3	438	458	20	4,36681223
4	508	545	37	6,78899083
5	624	605	19	3,14049587
6	668	646	22	3,40557276
7	723	713	10	1,40252454
8	730	742	12	1,61725067
9	772	840	68	8,0952381
10	774	895	121	13,5195531
Error Rate (%)				4,75105727

4.2. Pengujian Pembacaan Sensor Ultrasonik

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan sensor ultrasonik bekerja dengan baik. Nilai ultrasonik dibandingkan dengan pengukuran manual menggunakan mistar. Adapun Akurasi yang didapatkan dari Pengujian Sensor Ultrasonik adalah sebagai berikut :

$$Akurasi_{Reservoir} (\%) = 100 - 2,111111111 = 97,88\% \tag{2}$$

Tabel 4. Pengujian Ultrasonik untuk reservoir

No	Pengukuran Mistar (cm)	Ultrasonik (cm)	Selisih (cm)	Error(%)
1	2	2	0	0
2	6	6	0	0

3	9	8	1	11,11111111
4	10	9	1	10
5	11	11	0	0
6	13	13	0	0
7	14	14	0	0
8	16	16	0	0
9	18	18	0	0
10	20	20	0	0
Error Rate (%)				2,111111111

$$\text{Akurasi}_{\text{LevelPupuk}} (\%) = 100 - 1,833333333 = 98,16\% \quad (3)$$

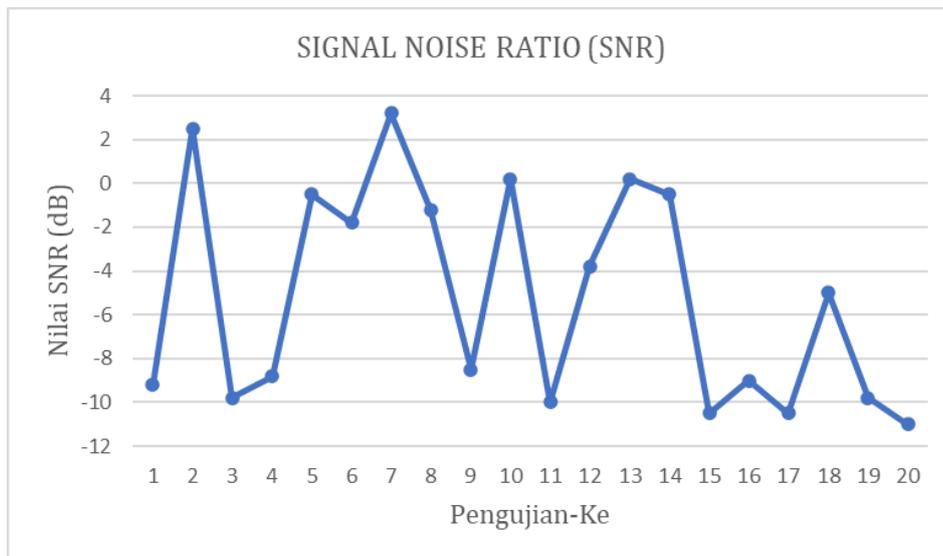
Tabel 5. Pengujian Ultrasonik untuk *monitoring* pupuk

No	Pengukuran Mistar (cm)	Ultrasonik (cm)	Selisih (cm)	Error(%)
1	20	20	0	0
2	19	19	0	0
3	17	17	0	0
4	15	15	0	0
5	13	13	0	0
6	12	11	1	8,333333333
7	10	9	1	10
8	9	9	0	0
9	8	8	0	0
10	6	6	0	0
Error Rate (%)				1,833333333

4.3. Pengujian Komunikasi Data

1. SNR

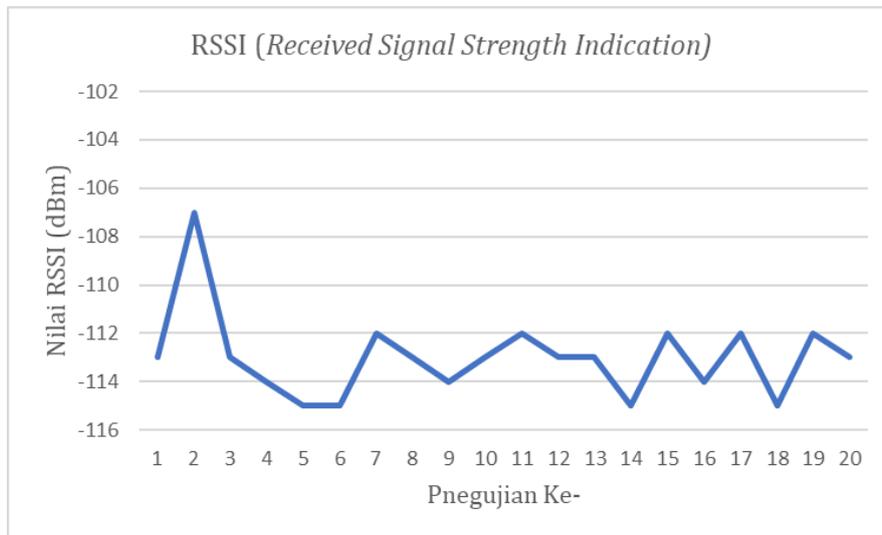
Dari 20 sample data, nilai SNR memiliki nilai rata rata sebesar -5,19dB, nilai ini masih termasuk nilai yang cukup baik.



Gambar 14. Grafik SNR

2. RSSI

Dari 20 sample data, nilai RSSI memiliki nilai rata rata -113dBm, nilai ini termasuk ke dalam range nilai minimum yaitu nilai minimum RSSI adalah -120dBm.



Gambar 15. Grafik RSSI

3. Ketahanan Alat

Pengujian ini dilakukan untuk menguji ketahanan alat dan menguji konsistensi pengiriman data dari LoRa. Pengujian ini dilakukan selama 24 jam dengan *interval* pengiriman data 1jam.

Tabel 6. Pengujian Ketahanan Alat

Jam (Setiap 1 Jam)	Waktu	Counter	Keterangan
0	2024-06-03 09:03:43	0	Terkirim dengan baik
1	2024-06-03 10:03:43	1	Terkirim dengan baik
2	2024-06-03 11:03:43	2	Terkirim dengan baik
3	2024-06-03 12:03:42	3	Terkirim dengan baik
4	2024-06-03 13:03:42	4	Terkirim dengan baik
5	2024-06-03 14:03:42	5	Terkirim dengan baik
6	2024-06-03 15:03:42	6	Terkirim dengan baik
7	2024-06-03 16:03:42	7	Terkirim dengan baik
8	2024-06-03 17:03:42	8	Terkirim dengan baik
9	2024-06-03 18:03:42	9	Terkirim dengan baik
10	2024-06-03 19:03:42	10	Terkirim dengan baik
11	2024-06-03 20:03:42	11	Terkirim dengan baik
12	2024-06-03 21:03:42	12	Terkirim dengan baik
13	2024-06-03 22:03:42	13	Terkirim dengan baik
14	2024-06-03 23:03:42	14	Terkirim dengan baik
15	2024-06-04 00:03:42	15	Terkirim dengan baik
16	2024-06-04 01:03:42	16	Terkirim dengan baik
17	2024-06-04 02:03:42	17	Terkirim dengan baik
18	2024-06-04 03:03:42	18	Terkirim dengan baik
19	2024-06-04 04:03:42	19	Terkirim dengan baik
20	2024-06-04 05:03:42	20	Terkirim dengan baik
21	2024-06-04 06:03:42	21	Terkirim dengan baik
22	2024-06-04 07:03:42	22	Terkirim dengan baik
23	2024-06-04 08:03:42	23	Terkirim dengan baik
24	2024-06-04 09:03:42	24	Terkirim dengan baik

4. Pengujian Delay dan Akurasi

Pengujian ini dilakukan untuk menguji delay pengiriman data dan juga akurasi data yang dikirim apakah terdapat packet loss atau pesan yang terpotong.

Tabel 7. Pengujian Delay dan Akurasi

Pengujian-ke	Data yang di Upload ke Antares	Data yang di Diterima Antares	Delay (ms)	Keterangan
1	{ "Lv_reservoir": 1, "Lv_pupuk": 0, "ppm": 273, "uptime": "0:0:9:0" }	"data": { "Lv_reservoir": 1, "Lv_pupuk": 0, "ppm": 273, "uptime": "0:0:9:20" }	44	Cocok
2	{ "Lv_reservoir": 1, "Lv_pupuk": 0, "ppm": 273, "uptime": "0:0:8:50" }	"data": { "Lv_reservoir": 1, "Lv_pupuk": 0, "ppm": 273, "uptime": "0:0:9:10" }	32	Cocok
3	{ "Lv_reservoir": 1, "Lv_pupuk": 0, "ppm": 273, "uptime": "0:0:8:40" }	"data": { "Lv_reservoir": 1, "Lv_pupuk": 0, "ppm": 273, "uptime": "0:0:9:0" }	38	Cocok
4	{ "Lv_reservoir": 1, "Lv_pupuk": 0, "ppm": 273, "uptime": "0:0:8:30" }	"data": { "Lv_reservoir": 1, "Lv_pupuk": 0, "ppm": 273, "uptime": "0:0:8:50" }	32	Cocok
5	{ "Lv_reservoir": 1, "Lv_pupuk": 0, "ppm": 273, "uptime": "0:0:8:20" }	"data": { "Lv_reservoir": 1, "Lv_pupuk": 0, "ppm": 273, "uptime": "0:0:8:40" }	25	Cocok
6	{ "Lv_reservoir": 1, "Lv_pupuk": 0, "ppm": 273, "uptime": "0:0:8:10" }	"data": { "Lv_reservoir": 1, "Lv_pupuk": 0, "ppm": 273, "uptime": "0:0:8:30" }	46	Cocok
7	{ "Lv_reservoir": 1, "Lv_pupuk": 0, "ppm": 273, "uptime": "0:0:8:0" }	"data": { "Lv_reservoir": 1, "Lv_pupuk": 0, "ppm": 273, "uptime": "0:0:8:20" }	48	Cocok
8	{ "Lv_reservoir": 1, "Lv_pupuk": 0, "ppm": 273, "uptime": "0:0:7:50" }	"data": { "Lv_reservoir": 1, "Lv_pupuk": 0, "ppm": 273, "uptime": "0:0:8:10" }	42	Cocok

9	{ "Lv_reservoir": 1, "Lv_pupuk": 0, "ppm": 273, "uptime": "0:0:9:0" }	"data": { "Lv_reservoir": 1, "Lv_pupuk": 0, "ppm": 273, "uptime": "0:0:8:0" }	52	Cocok
10	{ "Lv_reservoir": 1, "Lv_pupuk": 0, "ppm": 273, "uptime": "0:0:8:50" }	"data": { "Lv_reservoir": 1, "Lv_pupuk": 0, "ppm": 273, "uptime": "0:0:7:50" }	40	Cocok

D. Simpulan

Sistem ini bekerja dengan baik secara keseluruhan. Akurasi sensor mendapat nilai yang cukup tinggi. Nilai analog TDS yang memiliki keakuratan 95,25 jika dibandingkan dengan TDS Meter. Pengujian Sensor ultrasonik masing masing memiliki keakuratan di 97,88% dan 98,1%. Untuk nilai SNR memiliki Rata Rata sebesar -5,19dB yang mana nilai ini adalah nilai yang cukup baik, dan nilai RSSI memiliki Rata Rata sebesar -113dBm, nilai ini masih memasuki rentang nilai minimum nilai RSSI bagi LoRa yaitu -120dBm. Sistem ini dapat bekerja selama 24 jam tanpa ada masalah untuk pengiriman Data. Untuk data yang dikirimkan oleh ESP32 ke *platform* antares tidak memiliki *delay* yang signifikan dan tidak ada pesan / data yang terputus atau rusak. Untuk pengiriman ke *website* melalui API tidak ada *delay* signifikan dan semua bekerja dengan baik.

E. Referensi

- [1] Ramaidani, V. Mardina, and M. Al Faraby, "Pengaruh Nutrisi Ab Mix Terhadap Pertumbuhan Sawi Pakcoy Dan Selada Hijau Dengan Sistem Hidroponik," *J. Pendidik. Biol.*, vol. 10, no. 1, pp. 24–31, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/JPB>
- [2] R. V. Jonet *et al.*, "Perbandingan Pertumbuhan Tanaman Selada Hijau (*Lactuca Sativa L.*) di Dalam Dan Di Luar Greenhouse Yang Dibudidayakan Secara Hidroponik (Studi Kasus We Farm Hidroponik)," vol. 8, pp. 17941–17950, 2024.
- [3] R. Wijayani, "Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Selada Keriting (*Lactuca sativa L.*) Pada Berbagai Konsentrasi Larutan Nutrisi Hidroponik Dengan Sistem Deep Flow Technique (DFT)," p. 4409, 2021.
- [4] B. Ariananda, T. Nopsagiarti, and Mashadi, "Pengaruh Pemberian Berbagai Konsentrasi Larutan Nutrisi Ab Mix Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Selada (*Lactuca sativa L.*) Hidroponik Sistem Floating," *J. Green Swarnadwipa*, vol. 8, no. 2, pp. 7–12, 2020.
- [5] R. Anzum and J. Naeem, "Leveraging LoRaWAN technology for smart agricultural monitoring of Malaysian palm oil plantation," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 756, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1755-1315/756/1/012052.
- [6] M. M. F. Fatori, "Aplikasi IoT Pada Sistem Kontrol dan Monitoring Tanaman Hidroponik," *J. Pendidik. Sains dan Komput.*, vol. 2, no. 02, pp. 350–356, 2022, doi: 10.47709/jpsk.v2i02.1746.

-
- [7] E. Hastini, J. Sumarsono, and Amuddin, "Pemantauan Suhu Dan Kelembapan Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) Pada Sistem Hidroponik Menggunakan Nextion 3.2 HMI," *J. Tek. Pertan. Univ. Mataram*, pp. 2–3, 2022.
- [8] D. Perdana, L. Renaldi, and I. Alinursafa, "Performance Analysis Of Soil Moisture Monitoring Based On Internet Of Things With Lora Communications," *Int. J. Adv. Eng.*, vol. 5, no. 6, pp. 55–64, 2020.
- [9] F. A. Purnomo, N. M. Yoeseph, S. A. T. Bawono, and R. Hartono, "Development of air temperature and soil moisture monitoring systems with LoRA technology," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1825, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1825/1/012029.
- [10] F. Deng, P. Zuo, K. Wen, and X. Wu, "Novel soil environment monitoring system based on RFID sensor and LoRa," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 169, no. September 2019, p. 105169, 2020, doi: 10.1016/j.compag.2019.105169.
- [11] S. J. Suji Prasad *et al.*, "An efficient LoRa-based smart agriculture management and monitoring system using wireless sensor networks," *Int. J. Ambient Energy*, vol. 43, no. 1, pp. 5447–5450, 2022, doi: 10.1080/01430750.2021.1953591.
- [12] E. F. Rivera Guzmán, E. D. Mañay Chochos, M. D. Chiliquinga Malliquinga, P. F. Baldeón Egas, and R. M. Toasa Guachi, "LoRa Network-Based System for Monitoring the Agricultural Sector in Andean Areas: Case Study Ecuador," *Sensors*, vol. 22, no. 18, 2022, doi: 10.3390/s22186743.
- [13] Y.-W. Kuo, W.-L. Wen, X.-F. Hu, Y.-T. Shen, and S.-Y. Miao, "A LoRa-Based Multisensor IoT Platform for Agriculture," 2021.
- [14] CodeControl, "Mobile App vs Mobile Website — the Pros and Cons for your Business," 2019. <https://medium.com/@codecontrol/mobile-app-vs-mobile-website-the-pros-and-cons-for-your-business-974d4c8f0042> (accessed Jan. 17, 2024).
- [15] J. C. D. Lara, S. Gutierrez, and F. Rodríguez, "Greenhouse Monitoring System Based on Internet of Things," *Lect. Notes Electr. Eng.*, vol. 637, pp. 581–591, 2020, doi: 10.1007/978-981-15-2612-1_56.