
DOKUMEN PRODUK

Alat Monitoring Kondisi Lahan Padi Metode *Systems of Rice Intensification* dengan *Internet-of-Things*

E-Konsultani

Dibuat oleh:

Rhesa Muhammad

Ananda Thalia

Fadel Muhammad Iqbal

Aldi Lesmana

Muhammad Alif Istighfari



Sekapur Sirih

Puji dan syukur penulis panjatkan ke Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan banyak nikmat, terutama nikmat kesehatan dan kesempatan sehingga proses pengerjaan produk *Internet-of-Things* dari e-Konsultani ini dapat penulis laksanakan dengan baik. Begitupun atas rahmat Tuhan Yang Maha Esa, dokumen produk dapat penulis selesaikan dengan baik pula.

Penulis menyadari banyak pihak yang membantu dan berkontribusi dalam terselesainya dokumen produk ini. Segala bentuk bantuan, baik berupa dukungan moril dan materil sangat membantu penulis dalam mengumpulkan semangat dan keinginan untuk menyelesaikan studi. Dengan demikian penulis ucapkan terima kasih dengan ketulusan hati kepada pihak-pihak yang telah membantu dan membimbing penulis selama menyusun skripsi ini, yakni kepada:

1. Dwi Kartika Sari a.k.a Deedee, selaku Facilitator Lead dari program XL Axiata Future Leaders dan fasilitator batch 8 kelas Bandung,
2. Angga Setiawan Wahyudi, Muhammad Arif Ramdani, dan Tedy Apriani selaku mentor IMDP XL 2021,
3. Natasya Angelina, selaku CEO dari tim bisnis e-Konsultani dengan dukungannya dari tim bisnis terhadap pengembangan produk,
4. Clement Eko Putra Prasetio, selaku sekretaris e-Konsultani yang tidak pernah kenal lelah untuk mengingatkan e-Konsultani agar selalu on-track,
5. Esther Akwila Pasaribu, selaku leader tim marketing e-Konsultani yang selalu hadir dengan ide-ide kreatifnya,
6. Marvel Tanara, selaku leader tim finansial e-Konsultani yang gesit dalam menangani kebutuhan keuangan,
7. Tidak lupa teman-teman XLFL batch 8 dari kelas Bandung yang saling mendukung dan membantu.

Kami menyadari bahwa produk dalam dokumen ini masih memiliki potensi peningkatan yang tidak terbatas dan bisa direalisasikan dengan kondisi pengembangan produk yang lebih baik untuk bisa mengatasi permasalahan yang ada. Pada akhirnya, kami ingin memohon maaf atas ketidaksempurnaan dari dokumen produk yang membersamai produk pertama kami. Kami berharap semoga gagasan ini dapat dimanfaatkan dengan baik untuk mengembangkan sistem pertanian yang ada di Indonesia dan bisa berdampak baik bagi seluruh elemen masyarakat yang terlibat didalamnya.

Project Madagascar

Bandung, 10 November 2021

ABSTRAK

<insert abstrak here>

Hak Kekayaan Intelektual

-

Hak Cipta

-

Riwayat Pekerjaan Dokumen

Versi Dokumen	Tanggal Rilis	Keterangan	Kontributor
V0-BASIC	2021-10-17	Pembuatan dokumen versi dasar.	Project Madagascar
V1-BASIC	2022-08-07	Penyempurnaan dokumen	Ananda Thalia

Lembar Persetujuan

Dibuat oleh:

Anggota Tim Project Madagascar	Tanda Tangan

Diredaksi oleh:

Project Manager	Tanda Tangan

Disetujui oleh:

Project Leader	Tanda Tangan

Daftar Isi

Sekapur Sirih	1
ABSTRAK	2
Hak Kekayaan Intelektual	2
Hak Cipta	2
Riwayat Pekerjaan Dokumen	2
Daftar Isi	4
1 Pendahuluan.....	7
1.1 Latar Belakang.....	7
1.2 Rangkuman Wawancara.....	8
1.3 Rumusan Masalah.....	9
2 Usulan Solusi.....	10
3 Kebutuhan Produk	11
3.1 Kebutuhan Memperoleh Data Kondisi Lingkungan.....	11
3.1.1 Membaca pH Tanah.....	11
3.1.2 Membaca Kelembaban tanah.....	11
3.1.3 Membaca Ketinggian Air	11
3.1.4 Membaca Temperatur Tanah	11
3.1.5 Membaca pH Air	12
3.1.6 Membaca Intensitas Cahaya Matahari	12
3.1.7 Membaca Temperatur dan kelembaban Udara	12
3.1.8 Unit Pengendali.....	12
3.2 Kebutuhan <i>Casing</i> Produk.....	12
3.2.1 Kotak Utama	12
3.2.2 <i>Casing</i> Tabung.....	12
3.3 Kebutuhan Unit Penyuplai Daya Independen	13
4 Konsep dan Desain Sistem	14
4.1 Konsep Sistem.....	14
4.1.1 Konsep Subsistem Sensor	14
4.1.2 Konsep Subsistem Mikrokontroler dan Modem	15
4.1.3 Konsep Subsistem Suplai Daya	17
4.1.4 Konsep Penyimpanan dan Pengolahan Data	18

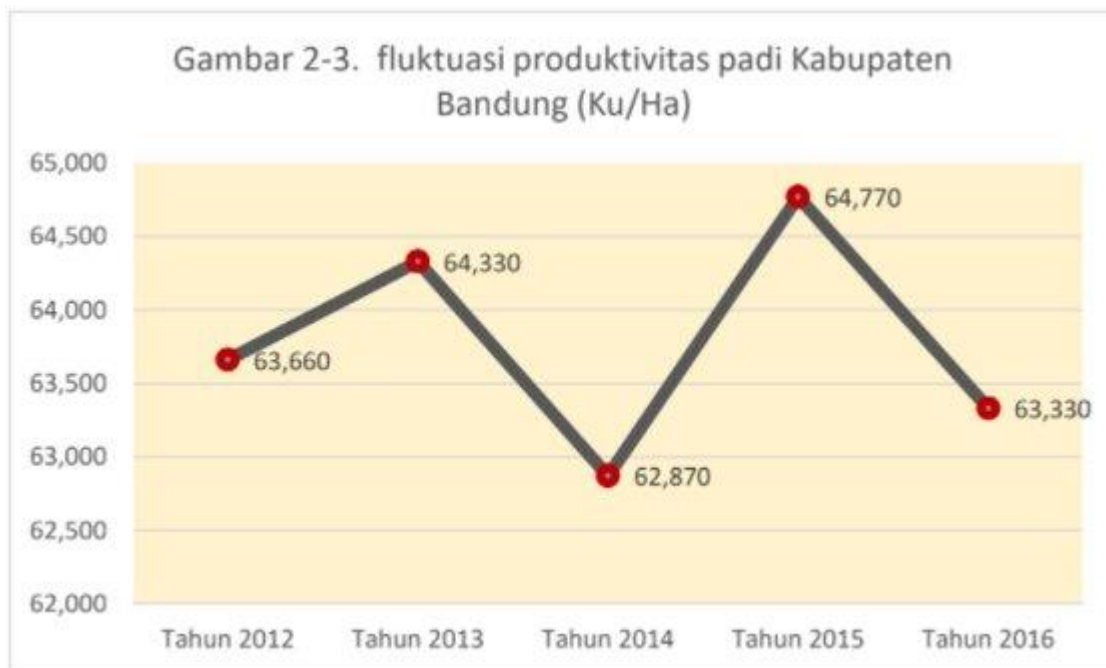
4.1.5 Konsep Subsistem Antarmuka	18
4.2 Desain Sistem.....	18
4.2.1 Desain Subsistem Sensor	19
4.2.2 Desain Subsistem Mikrokontroler dan Modem	21
4.2.3 Desain Subsistem Suplai Daya	22
4.2.4 Desain Penyimpanan dan Pengolahan Data	22
4.2.5 Desain Subsistem Antarmuka	22
4.3 Desain Pendukung Pengoperasian Produk	22
4.3.1 Spesifikasi Kotak Utama	22
4.3.2 Spesifikasi <i>Casing</i> Tabung.....	23
5 Cara Penggunaan Antarmuka Produk.....	24
5.1 Login dan Register.....	24
5.2 Profile	25
5.3 Edit Profile	25
5.4 Change Password.....	26
5.5 Tampilan Home	26
5.6 Monitoring Petani.....	27
4.1.1 Tampilan Utama Monitoring	27
4.1.2 Form Input Farmer	27
5.1.3 Notifikasi dan Tampilan Data.....	28
5.1.4 Detail Farmer	29
5.7 Schedule.....	29
5.8 Message Web.....	31
6 Dokumentasi Pengujian Alat	32
6.1 Penggabungan Komponen Alat	32
6.1.1 Menggabungkan kerangka alat	32
6.1.2 Memasang Komponen Elektronika pada Box Alat.....	33
6.1.3 Memasang Panel Surya	33
6.1.4 Memasang Alat pada Ember Semen.....	33
6.2 Kalibrasi Alat.....	35
6.2.1 Sensor Suhu Udara	35
6.2.2 Sensor Suhu Air	36
6.2.3 Sensor Kelembaban Udara.....	37

6.2.4 Sensor Kelembaban Tanah	38
6.2.5 Sensor pH Air	38
6.2.6 Sensor pH Tanah	40
6.2.7 Sensor Ultrasonik (Tinggi Air)	41
6.2.8 Sensor Intensitas Cahaya (TSL)	43
6.3 Hasil Uji Coba Lapangan	43
7 Rekomendasi	47
7.1 Rekomendasi Pengembangan Produk	47
7.2 Rekomendasi Pengembangan Teknologi Produk	48
7.2 Rekomendasi Pengembangan Perangkat Keras Produk	48
Daftar Pustaka	50

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris yang memiliki lebih dari 10 juta petani di Indonesia dengan hampir 20% berada di Jawa Barat. Walaupun memiliki pengalaman untuk mengurus pertanian selama beberapa tahun, para petani masih memiliki kendala dalam mengatur kualitas dan kuantitas dari hasil produksinya. Pak Marlan merupakan salah satu petani yang memiliki lahan pertanian yang cukup luas di Bandung, Menurut Pak Marlan, terdapat tiga masalah yang menghambat produksi padi, yang meliputi kualitas dan kuantitas air, mahalnya pupuk, dan rendahnya penggunaan teknologi. Secara umum, masalah yang dialami oleh Pak Marlan juga dialami oleh kebanyakan petani lainnya. Tidak adanya alat yang mampu memberikan data mengenai kondisi tanah maupun ketinggian air mengakibatkan tingginya variansi produksi padi sesuai dengan yang ditunjukkan oleh Gambar 1-1.



Gambar 1-1 Variansi Produksi Padi

Pemanfaatan data sangat diperlukan oleh para petani dalam mengoptimalkan produksi padi tersebut. Data mengenai ketinggian air, kondisi kesuburan, kelembapan, maupun suhu tanah ternyata berpengaruh secara signifikan pada produksi padi terutama untuk padi yang diproduksi pada sawah organik maupun sawah SRI (*System of Rice Intensification*). Data-data tersebut akan membantu petani untuk proses pengambilan keputusan mengenai waktu panen, waktu untuk memberikan pupuk, sampai dengan waktu untuk membuka dan menutup kolam air untuk proses pengairan maupun pengeringan pada siklus padi. Pada dasarnya, tumbuhan padi memiliki siklus hidup yang unik yang dapat dibagi kedalam tiga fase, yaitu persiapan, proses, dan panen.

1. Pada fase persiapan, pemilihan varietas tanaman yang baik, penyiapan lahan, dan pertumbuhan bibit menjadi aktivitas utama yang perlu diperhatikan untuk mendapatkan produk padi terbaik.
2. Pada fase proses, tumbuhan padi perlu untuk ditanam, diberi pupuk, penghilangan gulma/penyiangan, dan proses pengairan. Padi yang ditanam di sawah SRI perlu mendapatkan kontrol yang ketat pada level air yang tidak terlalu menggenang.
3. Tahapan terakhir yaitu panen yang dapat dilakukan apabila kondisi butir sudah 95% menguning dan keseluruhan tanaman sudah merunduk.

E-Konsultani merupakan produk IoT yang mampu menjawab masalah yang dihadapi oleh petani yang ingin mengoptimalkan produksi padi terutama pada fase proses. Kemampuan produk ini untuk menyediakan data secara *real time* dan membantu petani untuk mengetahui tindakan yang harus dilakukan pada setiap kondisi yang akan membantu petani dalam meningkatkan kualitas maupun kuantitas produksi padi.

1.2 Rangkuman Wawancara

Berdasarkan hasil wawancara kami dengan Kepala Bidang Tanaman Pangan Dinas Pertanian Kabupaten Bandung yaitu Bu Ina, dan kak Hanif yang berpengalaman di dalam SRI. Kami menemukan beberapa *insights* yang menurut kami sangatlah berguna dalam mengembangkan produk IoT dari E-Konsultani.

Bagaimana produksi padi SRI yang selama ini dilakukan?

Di Kabupaten Bandung, padi SRI telah diterapkan terutama di kawasan Ciparay, Solokan Jeruk, dan Pacet. Dalam proses produksi padi SRI diperlukan beberapa komponen penting yaitu benih, pupuk, dan air yang penggunaannya lebih hemat biaya dibandingkan dengan produksi padi yang bukan SRI. Sejauh ini penggunaan teknologinya masih dilakukan secara manual dan *assignment* diberikan kepada buruh tani untuk monitoring secara konvensional.

Apa saja kendala yang dihadapi petani SRI?

Kebiasaan dan kekhawatiran petani yang belum terbiasa menggunakan SRI terutama dalam hal pengairan dan hama. Baru beberapa petani saja yang terbiasa dengan budaya SRI. Selain itu juga ada kendala cuaca yang bisa memicu potensi gagal panen.

Apa ada keterbatasan lain dalam produksi padi?

Ada keterbatasan dalam bahan baku dan pupuk bersubsidi. Padi yang bukan SRI biasanya menggunakan lebih banyak pupuk. Apabila hanya bergantung pada pupuk bersubsidi saja tentu akan cukup menghambat produksi. Karenanya, sudah mulai diterapkan SRI untuk meminimalisir penggunaan pupuk dan juga pupuk organik.

Pendekatan seperti apa yang perlu dilakukan dalam penerapan IoT E-Konsultani?

Perlu dilakukan pendekatan dengan kelompok tani yang memang bertanggung jawab mengurus lahan dan produksi padi. Sangat disarankan untuk *reach out* petani milenial yang memang lebih terbuka dengan inovasi baru seperti IoT. Setelah itu perlu diterapkan dengan lahan percontohan untuk meyakinkan petani lain mengenai produk IoT yang diajukan sehingga dapat meyakinkan mereka untuk menggunakan produk tersebut.

1.3 Rumusan Masalah

Petani padi khususnya pelaku usaha pertanian yang memiliki lahan dan tenaga kerja untuk produksi padi tidak memiliki data kualitas kondisi tanah dan tanaman padi dikarenakan produksi yang tinggi dan biaya pupuk yang mahal sehingga menyebabkan waktu produksi yang berbeda-beda. Oleh karena itu e-Konsultani memiliki suatu rumusan masalah yaitu:

Bagaimana menyediakan data kualitas kondisi tanah dan tanaman padi kepada petani untuk meminimalisir biaya produksi dan pupuk sehingga mampu meningkatkan produktivitas dan pendapatan petani padi?

2 Usulan Solusi

Pada awalnya, Project Madagascar mengusulkan solusi untuk mengotomasi proses pengairan padi sehingga bisa memudahkan pengimplementasian SRI di persawahan secara umum. Hal ini diperlukan karena bisa mengatasi kekhawatiran petani akan pengairan SRI yang sangat intensif. Namun, adanya beragam metode irigasi di sawah membuat otomasi proses pengairan menjadi sulit. Dibutuhkan sumber daya dan durasi pengembangan produk yang lebih besar untuk bisa membuat produk yang tidak terlalu spesifik untuk bisa dijual pada *mass market* secara efisien.

Karena itu, Project Madagascar memutuskan untuk membuat proses pelaporan rutin dari lahan terlebih dahulu untuk bisa menjadi model bagi pengembangan produk pembantu pertanian di masa depan. Proses pelaporan ini akan melibatkan alat yang bisa mentransmisikan data dari lahan menuju sebuah penampung data, untuk kemudian disetorkan kepada pihak yang membutuhkan data tersebut. Data ini akan diolah terlebih dahulu agar bisa digunakan oleh petani dan pendamping tani dalam membantu mereka selama mengimplementasikan SRI.

3 Kebutuhan Produk

Untuk bisa mengerjakan solusi yang disebutkan pada poin kedua, kami merumuskan tiga buah kebutuhan produk, yaitu:

1. Memperoleh data kondisi lingkungan
2. *Casing* produk
3. Unit penyuplai daya independen

3.1 Kebutuhan Memperoleh Data Kondisi Lingkungan

3.1.1 Membaca pH Tanah

Salah satu faktor yang mempengaruhi kesuburan tanah adalah derajat keasamannya. Oleh karena itu diperlukan sensor pH tanah dengan *probe* yang tidak mudah berkarat saat dipasang pada lokasi pengambilan data, tahan air, dan akurat. Sensor pH tanah dapat dikalibrasi dengan menggunakan pH *powder*.

3.1.2 Membaca Kelembaban tanah

Nilai kelembaban tanah akan sangat berguna untuk menentukan langkah penanganan tanah. Oleh karena itu diperlukan sensor kelembaban tanah dengan *probe* yang tidak mudah berkarat saat dipasang pada lokasi pengambilan data tahan air, dan akurat. Sensor kelembaban tanah dapat dikalibrasi dengan mencelupkan *probe*-nya kedalam air sebagai indikasi nilai sensor 100 % dan 0 % saat kondisi *probe* tidak dicelupkan (kering).

3.1.3 Membaca Ketinggian Air

Padi yang ditanam di sawah SRI perlu mendapatkan kontrol yang ketat pada level air yang tidak terlalu menggenang. Oleh karena itu dibutuhkan sensor yang tahan air dan akurat untuk dapat mengukur ketinggian air di sawah. Sensor yang mengukur ketinggian air di sawah dapat dikalibrasi menggunakan penggaris.

3.1.4 Membaca Temperatur Tanah

Temperatur tanah dapat mempengaruhi pertumbuhan padi. Oleh karena itu diperlukan sensor temperatur tanah dengan *probe* yang tidak mudah berkarat saat dipasang pada lokasi pengambilan data dan juga tahan air serta akurat. Sensor temperatur tanah dapat dikalibrasi dengan alat pengukur temperatur tanah yang sudah terstandarisasi.

3.1.5 Membaca pH Air

Mengetahui pH air terutama pada masa pembibitan padi sangat penting. Oleh karena itu diperlukan sensor pH air dengan *probe* yang tidak mudah berkarat saat dipasang pada lokasi pengambilan data dan juga tahan air serta akurat. Sensor pH air dapat dikalibrasi dengan menggunakan pH *powder*.

3.1.6 Membaca Intensitas Cahaya Matahari

Intensitas cahaya matahari dapat mempengaruhi pertumbuhan padi. Oleh karena itu diperlukan sensor intensitas cahaya yang akurat. Sensor intensitas cahaya dapat dikalibrasi dengan membuat kondisi tanpa cahaya sebagai indikator 0 lux dan menyinari langsung tepat ke sensor sebagai kondisi nilai tertinggi dari sensor.

3.1.7 Membaca Temperatur dan kelembaban Udara

Temperatur dan kelembaban udara dapat mempengaruhi pertumbuhan padi. Oleh karena itu diperlukan sensor temperatur dan kelembaban udara yang akurat. Sensor temperatur dan kelembaban udara dapat dikalibrasi dengan alat pembaca suhu dan kelembaban ruangan.

3.1.8 Unit Pengendali

Diperlukan mikrokontroler untuk dapat mengatur pengambilan data-data sensor dan mengolah data yang telah didapatkan. Mikrokontroler yang dibutuhkan harus mampu menyuplai daya ke semua sensor yang digunakan, memiliki memori yang cukup untuk program sensor, memiliki komponen yang dapat mengirimkan data yang telah diperoleh, dan juga berukuran tidak terlalu besar.

3.2 Kebutuhan *Casing* Produk

3.2.1 Kotak Utama

Kotak projek dibutuhkan untuk melindungi mikrokontroler, sensor-sensor, dan unit penyuplai daya yang digunakan. Kotak projek yang digunakan harus tahan air dan berukuran tidak terlalu besar namun cukup untuk memuat komponen-komponen yang digunakan.

3.2.2 *Casing* Tabung

Dibutuhkan *casing* untuk melindungi sensor-sensor yang diletakkan pada bagian atas alat, seperti sensor intensitas cahaya matahari dan sensor suhu serta kelembaban udara. *Casing* ini harus dipasang lebih tinggi dari kotak utama agar dapat mengukur cahaya matahari dengan baik. *Casing* ini juga harus mampu melindungi sensor suhu dan kelembaban yang tidak tahan air agar

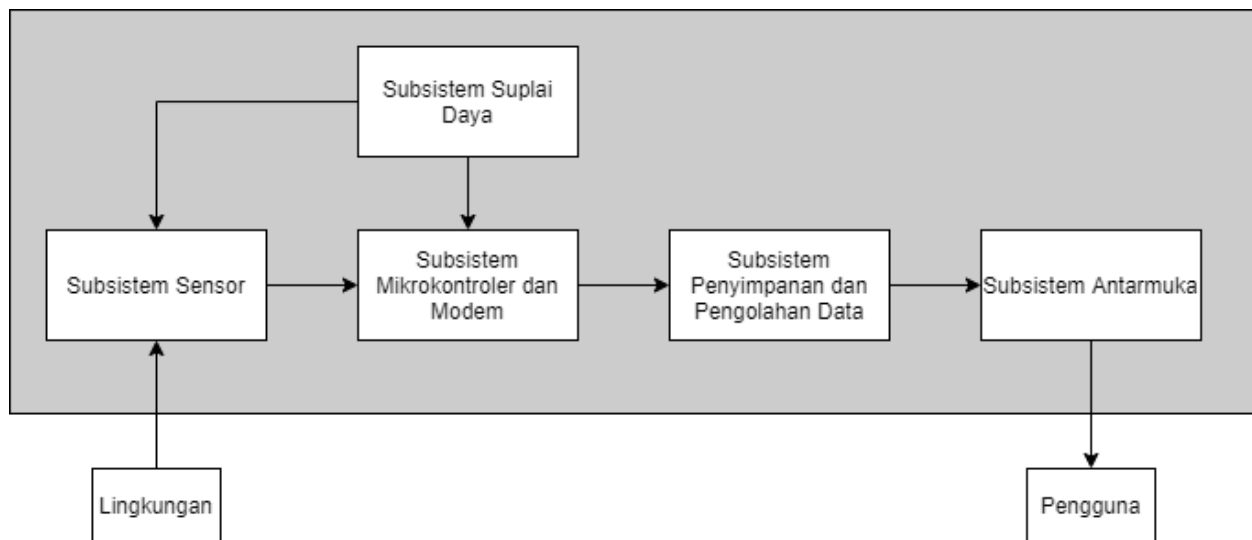
dapat terlindung dari air hujan. Desain *casing* juga harus menyesuaikan aliran udara, sehingga sensor suhu dan kelembaban masih dapat mengukur dengan optimal.

3.3 Kebutuhan Unit Penyuplai Daya Independen

Produk akan diletakkan pada titik-titik tertentu di sawah sehingga bisa mengumpulkan informasi lahan dengan baik. Permasalahannya, sumber daya listrik *on-grid* yang bisa menghidupi alat menjadi langka dan kurang bisa diandalkan. Namun, alat tidak akan berhenti membutuhkan daya sepanjang waktu karena pelaporan data harus terus dikerjakan. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem penyuplai daya independen yang bisa meregenerasi dirinya sendiri ketika kehabisan daya.

4 Konsep dan Desain Sistem

Sistem dirancang untuk bekerja dengan mengukur beberapa parameter pemenuhan kebutuhan nutrisi dan air pada pertanian dengan metode *System of Rice Intensification*. Berdasarkan akan kebutuhan tersebut, dibutuhkan suatu sub sistem *sensor* untuk mengidentifikasi kondisi lingkungan, sub sistem suplai daya, sub sistem mikrokontroler dan modem yang mengatur segala proses dan aliran data pada sistem, subsistem penyimpanan dan pengolahan data, serta subsistem antarmuka yang mampu menampilkan informasi terkini dari kondisi pertanian. Jika dijabarkan lebih lanjut, adapun ilustrasi sistem dasar yang diajukan adalah sebagai berikut.



Gambar XX

Setiap sub sistem ini akan berinteraksi satu sama lain menjadi suatu sistem komprehensif yang akan mendukung proses penyelesaian permasalahan yang ada.

4.1 Konsep Sistem

4.1.1 Konsep Subsistem Sensor

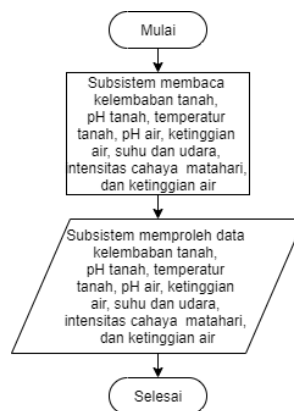
Sub sistem ini bekerja dengan mengidentifikasi kondisi sawah. Kondisi yang akan diukur adalah kelembaban tanah, pH tanah, temperatur tanah, pH air, ketinggian air, suhu dan udara, intensitas cahaya matahari, dan ketinggian air pada sawah. Pemodelan sub sistem ini mengikuti tabel berikut ini.

Tabel Pemodelan Fungsional Subsistem Sensor

Parameter	Keterangan
-----------	------------

Modul	Sensor kelembaban tanah, pH tanah, temperatur tanah, pH air, ketinggian air, suhu dan udara, intensitas cahaya matahari, dan ultrasonik
Masukan	Kondisi kelembaban tanah, pH tanah, temperatur tanah, pH air, ketinggian air, suhu dan udara, intensitas cahaya matahari, dan ketinggian air
Luaran	Data kelembaban tanah, pH tanah, temperatur tanah, pH air, ketinggian air, suhu dan udara, intensitas cahaya matahari, dan ketinggian air ke Sub sistem mikrokontroler dan modem
Fungsi	Membaca nilai kelembaban tanah, pH tanah, temperatur tanah, pH air, ketinggian air, suhu dan udara, intensitas cahaya matahari, dan ketinggian air lalu diteruskan ke Sub sistem mikrokontroler dan modem

Sub sistem ini bekerja dengan algoritma yang direpresentasikan oleh diagram alir berikut ini.



Gambar Diagram Alir Subsistem Sensor

Sub sistem ini dibangun dengan DHT11 untuk mengambil data kelembaban dan suhu, sensor pH tanah, sensor kelembaban tanah, sensor DS18B20 untuk mengukur temperatur tanah, pHmeter v1.1 dfrobot untuk mengukur pH air, sensor TSL2561 untuk mengukur intensitas cahaya matahari, serta sensor ultrasonik untuk mengambil data ketinggian air. Data dari sub sistem ini akan dikirimkan menuju sub sistem mikrokontroler dan modem.

4.1.2 Konsep Subsistem Mikrokontroler dan Modem

Sub sistem ini bekerja sebagai unit pemroses dan pengirim data. Data lingkungan yang telah

didapat akan diolah menjadi satuan standar sesuai dengan parameter masing-masing data dan kemudian dikirim ke subsistem penyimpanan dan pengolahan data. Pemodelan sub sistem ini mengikuti tabel berikut ini.

Tabel Pemodelan Fungsional Subsistem mikrokontroler dan modem

Parameter	Keterangan
Modul	Mikrokontroler dan modem
Masukan	Data kelembaban tanah, pH tanah, temperatur tanah, pH air, ketinggian air, suhu dan udara, intensitas cahaya matahari, dan ketinggian air
Luaran	Data kelembaban tanah, pH tanah, temperatur tanah, pH air, ketinggian air, suhu dan udara, intensitas cahaya matahari, dan ketinggian air yang telah diolah menjadi satuan standar masing-masing parameter ke Subsistem penyimpanan dan pengolahan data
Fungsi	Mengolah data lingkungan menjadi satuan standar sesuai dengan parameter masing-masing data dan kemudian dikirim ke subsistem penyimpanan dan pengolahan data

Sub sistem ini bekerja dengan algoritma yang direpresentasikan oleh diagram alir berikut ini.



Gambar Diagram Alir Subsistem mikrokontroler dan modem

Sub sistem ini dibangun dengan ESP32 sebagai mikrokontroler yang akan memproses data, dan modem 4G LTE sebagai penyedia jaringan Wi-Fi.

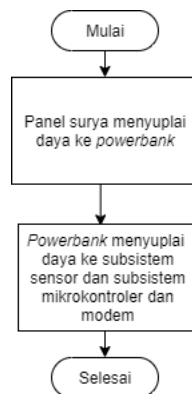
4.1.3 Konsep Subsistem Suplai Daya

Sub sistem ini bekerja sebagai unit penyuplai daya pada sistem. Daya yang diperoleh akan digunakan untuk catu daya subsistem sensor dan subsistem mikrokontroler dan modem. Pemodelan sub sistem ini mengikuti tabel berikut ini.

Tabel Pemodelan Fungsional Subsistem Suplai Daya

Parameter	Keterangan
Modul	Panel surya dan power bank
Masukan	Sinar matahari
Luaran	Daya listrik
Fungsi	Menyuplai daya yang telah diperoleh untuk catu daya subsistem sensor dan subsistem mikrokontroler dan modem

Sub sistem ini bekerja dengan algoritma yang direpresentasikan oleh diagram alir berikut ini.



Gambar Diagram Alir Subsistem suplai daya

Sub sistem ini dibangun dengan panel surya 4 WP yang akan menyuplai daya ke powerbank berkapasitas 10000mAh.

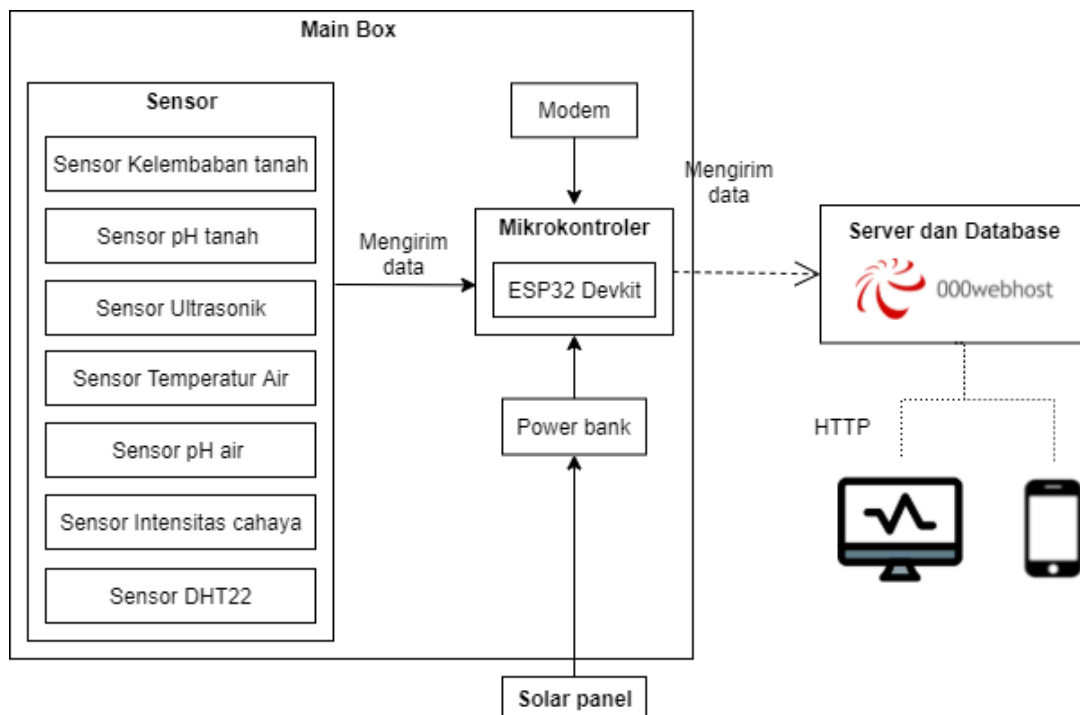
4.1.4 Konsep Penyimpanan dan Pengolahan Data

Data yang terbaca oleh sensor akan dikirimkan menuju database yang ada di web hosting, jenis database yang digunakan yaitu database MySQL. Data yang terbaca pada sensor dikirim menggunakan https response dan menggunakan koneksi WiFi menuju ke rest API, data sensor selanjutnya akan ditangkap oleh rest API tersebut kemudian disimpan pada setiap tabel yang ada di database. Data sensor yang sudah tersimpan pada database selanjutnya akan di olah di server/web hosting tersebut dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP.

Program pengolahan data akan mengambil/memanggil data sensor pada database dengan cara include data sensor ke server, selanjutnya pemrograman dibuat pada masing-masing sensor selanjutnya akan ada kondisi-kondisi dari setiap rentang pembacaan sensor tersebut. Misal ketika pH air dan tanah berada pada rentang $0 < \text{pH air/tanah} < 4$ menandakan pH air/tanah berada pada kondisi asam dll. Data sensor dan rentang kondisi yang sudah ditentukan juga kondisinya pada server selanjutnya akan di panggil nilainya sehingga dapat ditampilkan pada halaman dashboard website sebagai tampilan monitoring nilai sensor yang terbaca dan kondisinya, selain itu nilai sensor tersebut juga ditampilkan dalam bentuk grafik.

4.1.5 Konsep Subsistem Antarmuka

4.2 Desain Sistem



Gambar XX

penjealsan

4.2.1 Desain Subsistem Sensor

4.2.1.1 Sensor pH Tanah



Sensor pH tanah yang digunakan adalah produksi depoinovasi dengan spesifikasi bekerja pada tegangan DC 5 V, memiliki koefisien linieritas data pH tanah sebesar 0.9962. Skala pH yang dapat diukur oleh pH tanah ini memiliki range 3.5 hingga 8. Kedalaman tanah pada saat pengukuran sebesar 6 cm dari ujung sensor

4.2.1.2 Sensor Kelembaban tanah



Sensor kelembaban tanah yang digunakan diproduksi oleh Ics Station. Bekerja pada rentang tegangan 3,3 V - 12 V. Memiliki panjang probe 8.8 cm.

4.2.1.3 Sensor Ketinggian Air



Sensor yang digunakan untuk mengukur ketinggian air adalah sensor ultrasonik dengan tipe JSN-SR04T. Sensor ini merupakan sensor *grade* industrial dengan pembacaan data yang stabil dan tahan air. memiliki *range* pembacaan sensor 25 – 450 cm. Sensor dilengkapi dengan kabel sepanjang 2,5 m yang terhubung ke papan *breakout* yang mengontrol sensor dan melakukan semua pemrosesan sinyal. sensor ini hanya menggunakan satu transduser ultrasonik saja, bukan dua. Transduser tersebut berfungsi sebagai pemancar maupun penerima gelombang ultrasound.

4.2.1.4 Sensor Temperatur Tanah



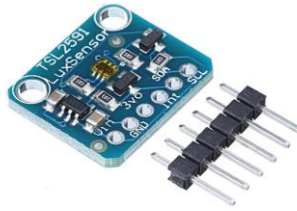
Sensor yang digunakan untuk mengukur temperatur tanah adalah DS18B20. Sensor ini bersifat waterproof, bekerja pada rentang tegangan 3 - 5 V. Rentang pengukurannya adalah -55°C hingga 125°C dengan akurasi $\pm 0.5^\circ\text{C}$.

4.2.1.5 Sensor pH Air



Sensor pH air yang digunakan adalah pHmeter v1.1 dfrobot. Bekerja pada tegangan 5 V. Memiliki rentang pengukuran 0 -14 pH dengan akurasi $\pm 0.1\text{pH}$. Bekerja pada temperatur pengukuran 0-60 °C.

4.2.1.6 Sensor Intensitas Cahaya Matahari



Sensor luminosity TSL2561 adalah sensor cahaya digital yang bekerja pada tegangan 5V. Sensor ini presisi, memungkinkan perhitungan Lux yang tepat dan dapat dikonfigurasi untuk rentang gain/waktu yang berbeda untuk mendeteksi rentang cahaya hingga 0,1 – 40.000+ Lux dengan cepat

4.2.1.7 Sensor Temperatur dan Kelembaban Udara

Sensor suhu dan kelembaban yang digunakan adalah DHT22. Bekerja pada rentang operasi 3,5 - 5,5 V. Memiliki rentang pengukuran suhu -40°C to 80°C dengan akurasi $\pm 0.5^\circ\text{C}$. Sedangkan rentang pengukuran kelembabannya adalah 0% to 100% dengan akurasi $\pm 1\%$.

4.2.2 Desain Subsistem Mikrokontroler dan Modem

4.2.2.1 Unit Pengendali

Unit pengendali yang digunakan adalah mikrokontroler ESP32 Dev Board. Mikrokontroler ini memiliki fitur WiFi yang memudahkan pengiriman data ke server. ESP32 memiliki spesifikasi sebesar 128 KB ROM, 320KB SRAM, 16KB SRAM pada RTC serta SPI/QSPI/OSPI yang mendukung beragam chip flash/SRAM.

3.1.2.1 Unit Modem

Unit pengendali yang digunakan adalah mikrokontroler ESP32 Dev Board. Mikrokontroler ini memiliki fitur WiFi yang memudahkan pengiriman data ke server. ESP32 memiliki spesifikasi sebesar 128 KB ROM, 320KB SRAM, 16KB SRAM pada RTC serta SPI/QSPI/OSPI yang mendukung beragam chip flash/SRAM.

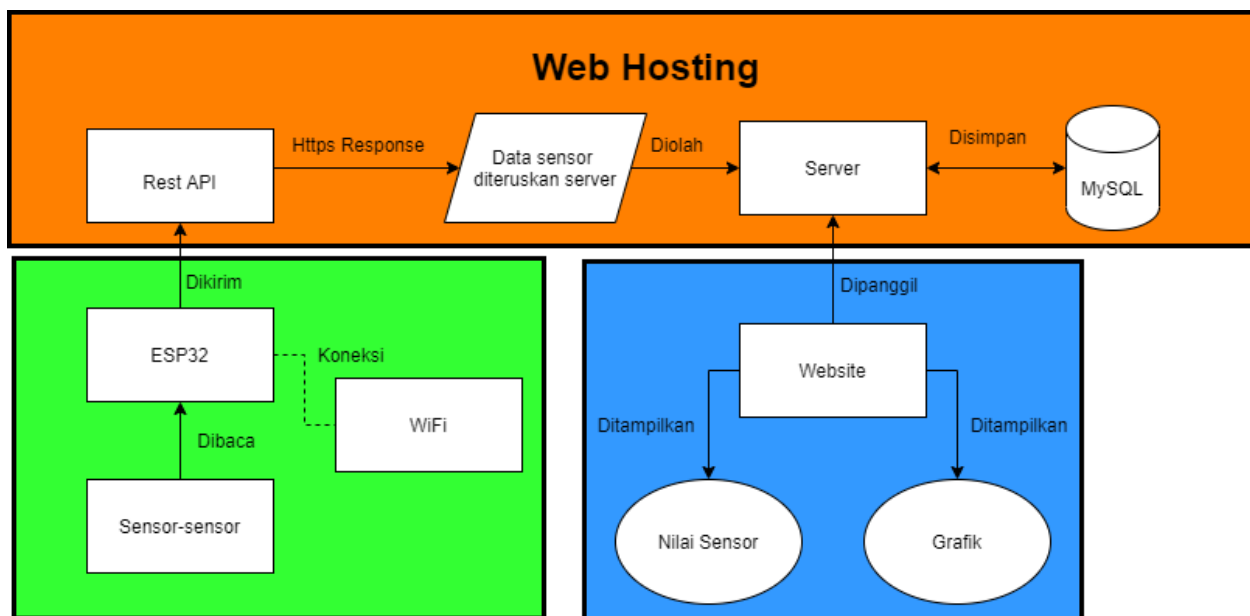
Modem yang digunakan adalah modem 4G LTE accessGo dengan speed download hingga 500Mbps yang membutuhkan catu daya 5 V.

4.2.3 Desain Subsistem Suplai Daya

4.2.3.1 Unit Penyuplai Daya

Unit penyuplai daya merupakan solar panel yang dihubungkan ke powerbank, sehingga daya bisa diregenerasi secara terus menerus. Solar panel yang digunakan adalah solar panel dengan 4 WP. Solar panel ini mensuplai daya ke powerbank berkapasitas 10000mAh. Daya akan dimasukkan ke powerbank terlebih dahulu sebelum disuplai ke subsistem yang membutuhkan daya (subsistem

4.2.4 Desain Penyimpanan dan Pengolahan Data



4.2.5 Desain Subsistem Antarmuka

4.2.5.1 Konsep Desain (masukin sini ya yg figma figma kemarin sm penjabarannya)

4.3 Desain Pendukung Pengoperasian Produk

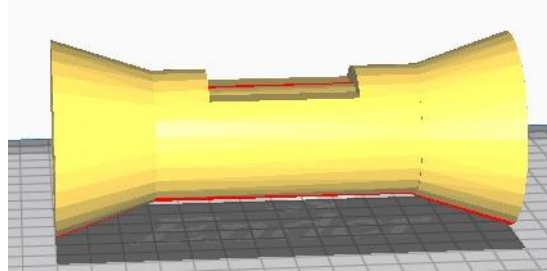
asfjhasf

4.3.1 Spesifikasi Kotak Utama

Untuk menyimpan komponen pada subsistem pengolahan data dan modem serta subsistem suplai daya, dibutuhkan sebuah selubung berbentuk kotak dengan kapabilitas anti air. Digunakan

kotak utama bermerek Duradus dengan spesifikasi anti air IP55. Ukuran kotak adalah 22 mm x 15 mm x 7 mm.

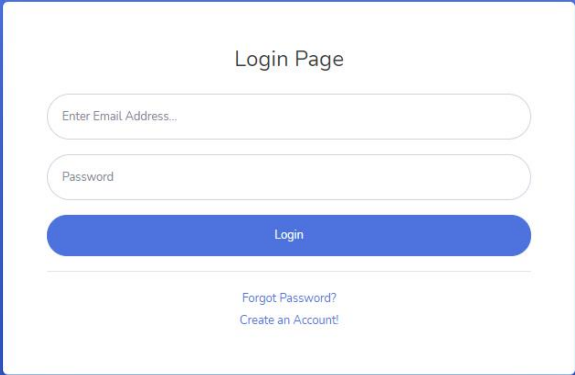
4.3.2 Spesifikasi *Casing* Tabung



Casing tabung yang digunakan untuk melindungi sensor intensitas cahaya matahari dan sensor suhu dan kelembaban udara dibuat menggunakan 3D printer dengan filamen berbahan PLA.

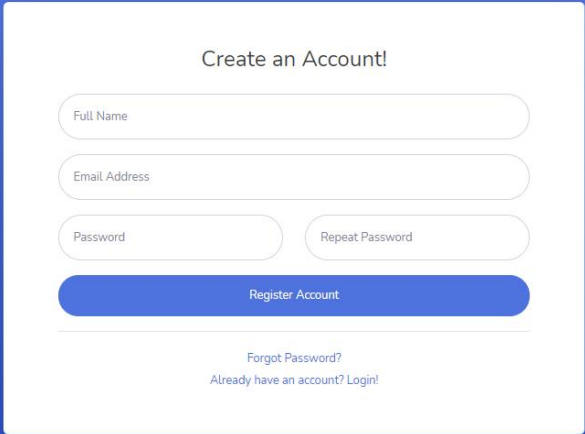
5 Cara Penggunaan Antarmuka Produk

5.1 Login dan Register



The image shows a login page with a white background and rounded corners, centered on a blue gradient background. The page has a title "Login Page" at the top. Below the title are two input fields: "Enter Email Address..." and "Password". A blue "Login" button is positioned below the password field. At the bottom of the form, there are two links: "Forgot Password?" and "Create an Account!".

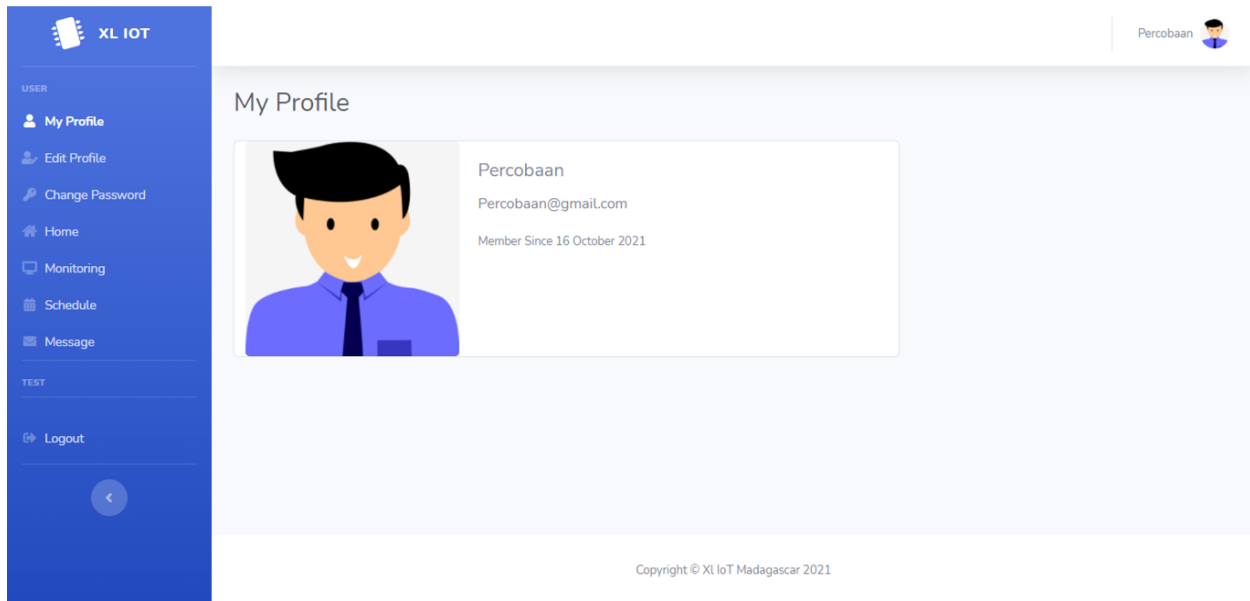
Ketika sudah memiliki akun, pendamping tani dapat melakukan login dengan menggunakan akun yang sudah dibuat. Dan jika pendamping tani belum memiliki akun, dapat melakukan pendaftaran akun email dengan menekan “creat an account”.



The image shows a registration page with a white background and rounded corners, centered on a blue gradient background. The page has a title "Create an Account!" at the top. Below the title are four input fields: "Full Name", "Email Address", "Password", and "Repeat Password". A blue "Register Account" button is positioned below the password fields. At the bottom of the form, there are two links: "Forgot Password?" and "Already have an account? Login!".

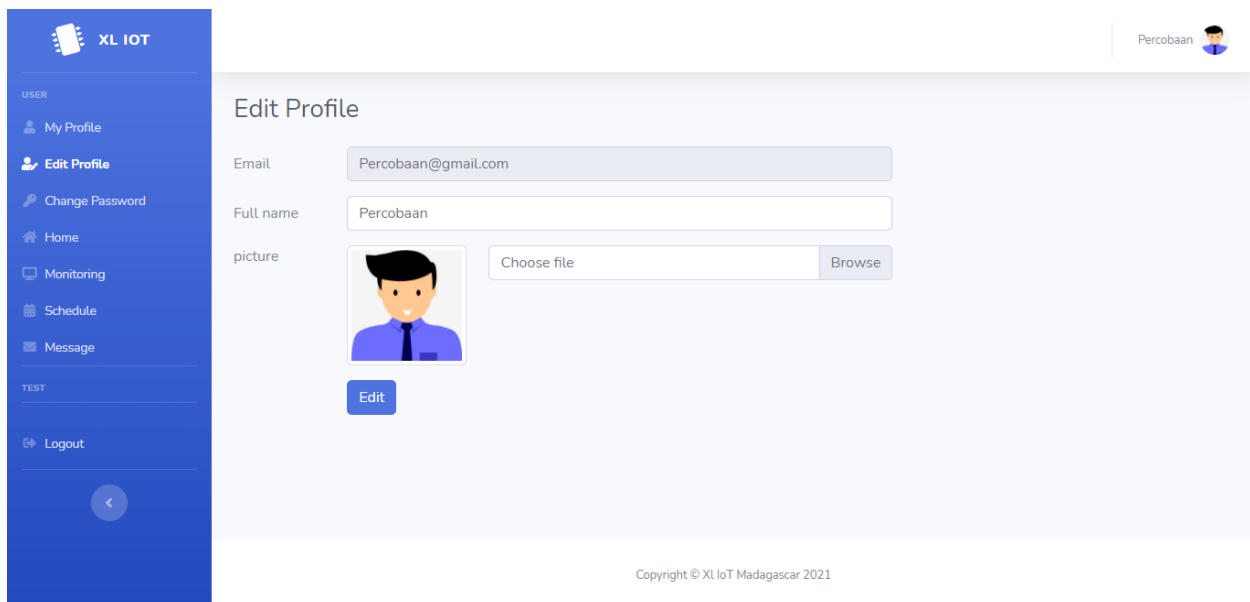
Setelah membuat akun terbaru, pendamping tani akan di lanjutkan kembali ke menu login. Untuk masuk ke menu utama web.

5.2 Profile



Menu utama yang akan pendamping tani liat adalah seperti diatas ini, dengan tampilan email, nama, dan tanggal bergabungnya account tersebut dengan web e-konsultant.

5.3 Edit Profile



Pendamping tani dapat merubah foto nya tersebut dan juga namanya.

5.4 Change Password

XL IOT

USER

- My Profile
- Edit Profile
- Change Password**
- Home
- Monitoring
- Schedule
- Message

TEST

- Logout

Change Password

Current Password

New Password

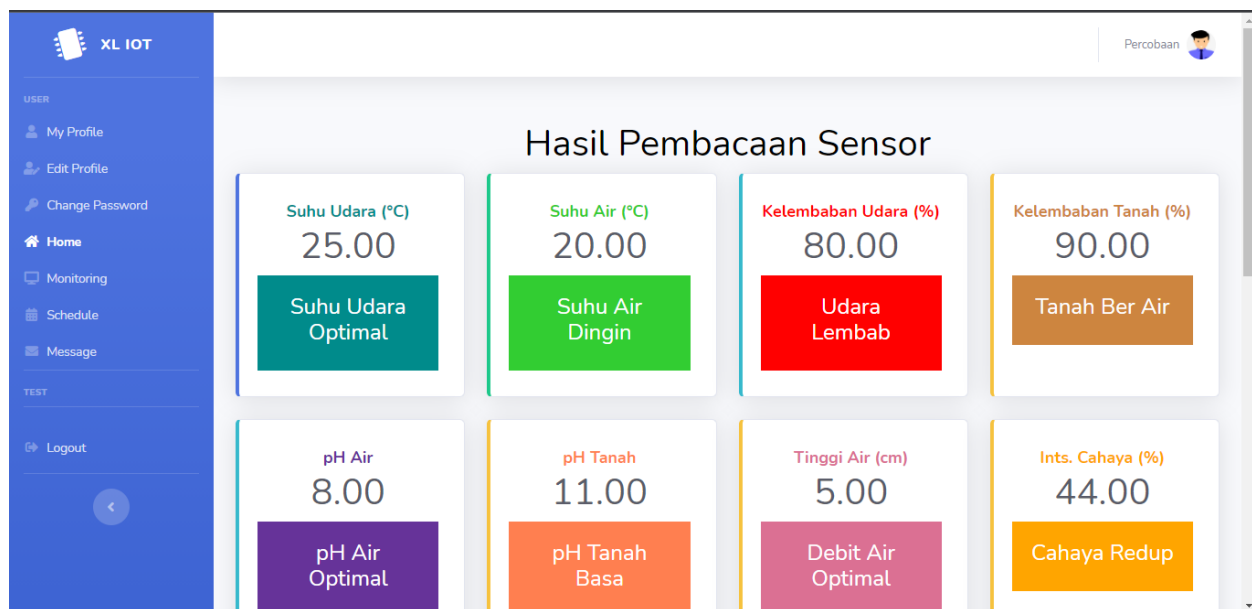
Repeat Password

Changed Password

Copyright © XL IoT Madagascar 2021

Pendamping tani dapat mengganti password yang sudah dibuat menjadi password barunya.

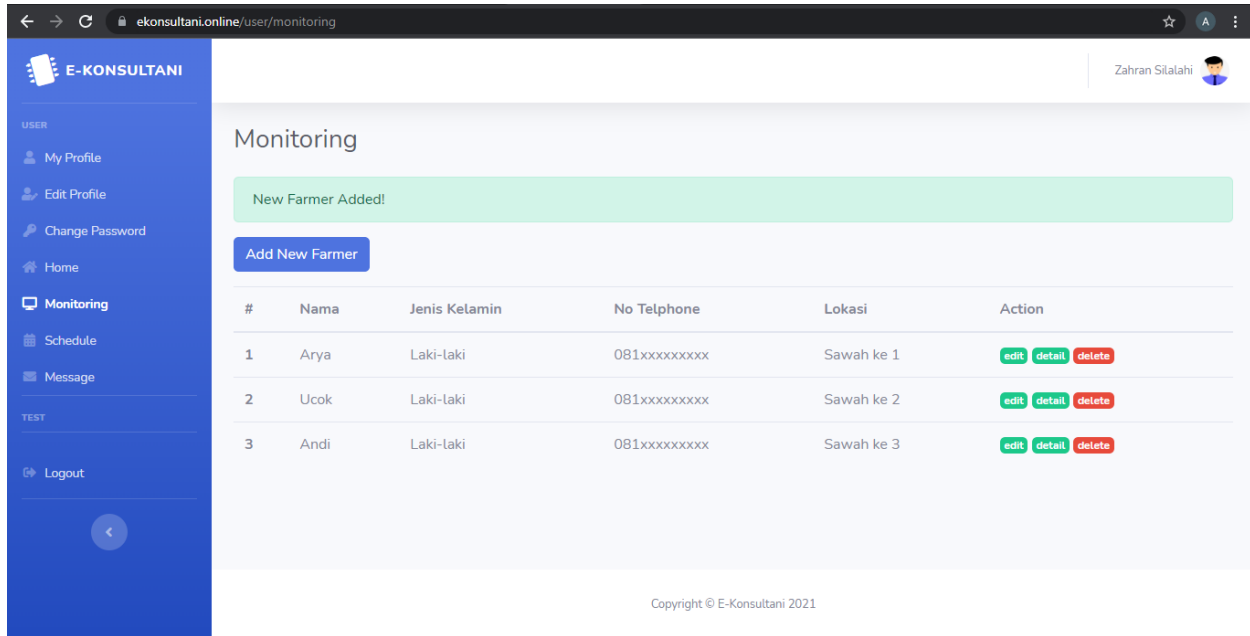
5.5 Tampilan Home



Menu home adalah tampilan output data dari history petani nya tersebut.

5.6 Monitoring Petani

4.1.1 Tampilan Utama Monitoring



The screenshot shows the E-Konsultani web application interface. The sidebar menu on the left includes options for USER (My Profile, Edit Profile, Change Password, Home) and TEST (Logout). The main content area is titled 'Monitoring' and features a green notification bar stating 'New Farmer Added!'. Below this is a blue button labeled 'Add New Farmer'. A table lists the following data:

#	Nama	Jenis Kelamin	No Telephone	Lokasi	Action
1	Arya	Laki-laki	081xxxxxxx	Sawah ke 1	edit detail delete
2	Ucok	Laki-laki	081xxxxxxx	Sawah ke 2	edit detail delete
3	Andi	Laki-laki	081xxxxxxx	Sawah ke 3	edit detail delete

Copyright © E-Konsultani 2021

Di monitoring ini adalah bagian terpenting dari web ini. Dari menu monitoring ini, pendamping tani bisa memantau lahan petani dari setiap nama petani yang memiliki job di tempat yang berbeda.

4.1.2 Form Input Farmer

Untuk mema ntau para petani tersebut. Pendamping tani dapat menginputkan data diri petani tersebut.

Add New Farmer

Name: Arya

Gender: Laki-laki

Phone Number: 081xxxxxxxxx

Location: Sawah ke 4

Buttons: Close, Add

Monitoring Table:

#	Nama	Action
1	Arya	edit detail delete
2	Ucok	edit detail delete
3	Andi	edit detail delete

Copyright © E-Konsultani 2021

5.1.3 Notifikasi dan Tampilan Data

XL IOT

Monitoring

New Farmer Added!

Buttons: Add New Farmer

Monitoring Table:

#	Nama	Jenis Kelamin	No Telephone	Lokasi	Action
1	Joko Candra	Laki-Laki	081296606541	Jakarta geser dikit	edit detail delete
2	Ucok	Laki-laki	081295006851	Bekasiii	edit detail delete
3	Arya	Laki-laki	08129668541	Jakartaa	edit detail delete

Copyright © XL IoT Madagascar 2021

Setelah terinput, data tersebut muncul pada menu utama monitoring, dan untuk pemantauannya. Dapat mengklik tombol detail pada nama yang ingin pendamping tani pantau di sawahnya tersebut

5.1.4 Detail Farmer



Untuk tampilan detail dari si petani tersebut. Akan muncul tampilan seperti gambar diatas.

5.7 Schedule

The 'Schedule' page shows a sidebar with user management options: My Profile, Edit Profile, Change Password, Home, Monitoring, Schedule, Message, and Logout. The main content area has an **Add New Farmer** button and a table with columns #, Tanggal, and Action.

The **Add New Schedule** modal is open, containing the following fields:

- Date field: dd/mm/yyyy
- Text field: Jumlah
- Time field: --:--

Buttons for **Close** and **Add** are at the bottom of the modal.

The screenshot shows a web application interface for 'XL IOT'. On the left is a dark blue sidebar with a 'USER' menu containing: My Profile, Edit Profile, Change Password, Home, Monitoring, Schedule (highlighted), Message, and Logout. The main content area is titled 'Schedule' and features an 'Add New Farmer' button. A modal window titled 'Add New Schedule' is open, containing three input fields: a date field with '15/10/2021', a number field with '20', and a time field with '22:54'. The modal has 'Close' and 'Add' buttons at the bottom. In the background, a table with columns '#', 'Tanggal', and 'Action' is partially visible, showing a row with '1' and '2021-10-1'. The footer of the page reads 'Copyright © XL IoT Madagascar 2021'.

Kemudian pendamping tani dapat memasukkan data untuk penjadwalan pemupukannya. Dengan menginputkan tanggal, jumlah per karung, dan waktu pemupukannya.

The screenshot shows the 'Schedule' page after a successful addition. A green banner at the top says 'Success added schedule!'. Below it is the 'Add New Farmer' button. A table displays the scheduled data:

#	Tanggal	Jumlah	Waktu	Action
1	2021-10-12	10	22:03:00	delete
2	2021-10-15	20	22:54:00	delete

The footer of the page reads 'Copyright © XL IoT Madagascar 2021'.

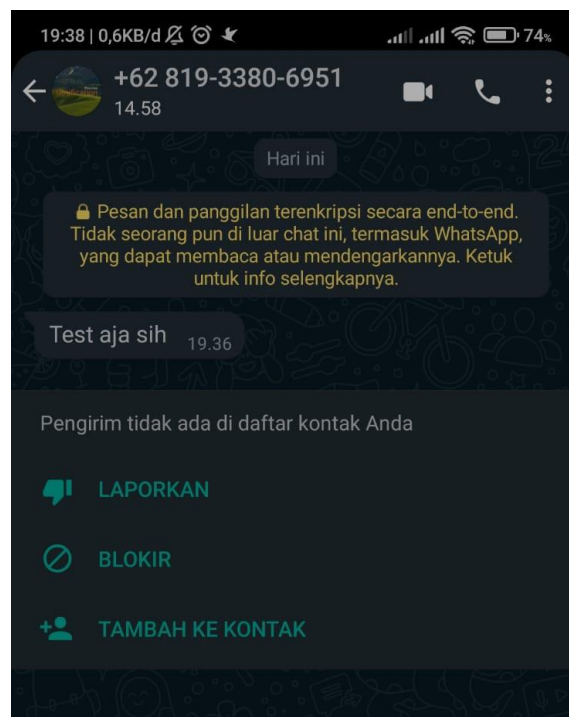
Setelah berhasil terinput, dapat bisa dilihat dari waktu pemupukannya disini.

5.8 Message Web



Pendamping tani dapat mengirimkan pesan ke para petani jika terjadi hal yang darurat atau untuk mengingatkan.

Output Message:



Dan nanti akan muncul tampilan seperti diatas.jika pesan berhasil terkirim melalui WhatsApp

6 Dokumentasi Pengujian Alat

6.1 Penggabungan Komponen Alat

Pada kegiatan penggabungan komponen alat, dilakukan proses penggabungan kerangka alat, pemasangan komponen elektronika pada box alat, panel surya serta penyatuan alat dengan ember dengan semen. Proses ini dilakukan untuk kedua buah node.

6.1.1 Menggabungkan kerangka alat



Besi di las dan digabung sehingga terbentuk kerangka alat secara utuh

6.1.2 Memasang Komponen Elektronika pada Box Alat



Komponen elektronika seperti mikrokontroler, modul sensor, jumper, pcb, power bank dan modul sensor dimasukkan ke dalam box alat kemudian di tutup menggunakan penutup box.

6.1.3 Memasang Panel Surya



Panel surya dipasang di besi penyangga atas kemudian kabelnya dihubungkan ke port usb

6.1.4 Memasang Alat pada Ember Semen

Ember yang kosong kemudian diisi dengan adukan semen dan pasir kemudian di pasang besi sebagai lubang masukan kerangka alat supaya bisa berdiri



Komponen elektronika yang sudah dimasukan kedalam box alat, selanjutnya ditempatkan pada kerangka alat. Lalu alat yang sudah bergabung di letakan di ember semen sehingga alat bisa berdiri.



6.2 Kalibrasi Alat

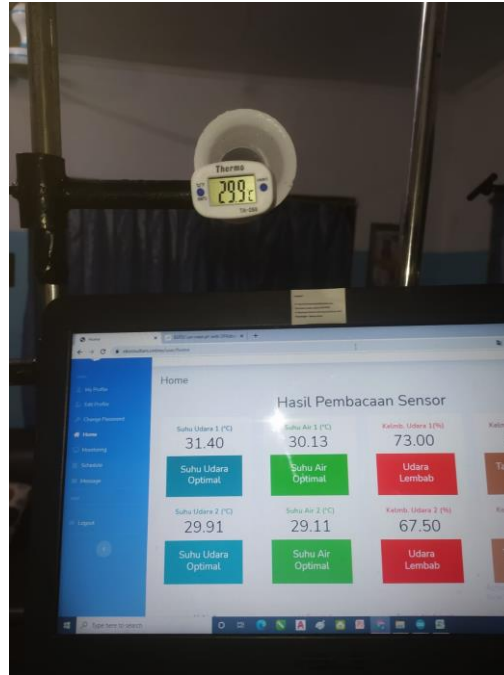
6.2.1 Sensor Suhu Udara

6.2.1.1 Sensor suhu udara Node 1



Pembacaan suhu udara pada sensor DHT22 di node 1 telah dikalibrasi dengan cara membandingkannya dengan termometer suhu digital, dari hasil kalibrasi menggunakan pendekatan regresi linear didapatkan hasil pengukuran yang sama yaitu sebesar 30,5C.

6.2.1.2 Sensor suhu udara Node 2



Pembacaan suhu udara pada sensor DHT22 di node 2 juga telah dikalibrasi dengan cara membandingkannya dengan termometer suhu digital, dari hasil kalibrasi menggunakan pendekatan regresi linear didapatkan hasil pengukuran yang sama yaitu sebesar 29,9C.

6.2.2 Sensor Suhu Air

6.2.2.1 Sensor suhu air pada node 1



Pembacaan suhu air pada sensor DS18B20 di node 1 dikalibrasi menggunakan pendekatan regresi linear dengan membandingkan hasil pengukuran yang terbaca antara termometer digital dengan sensor suhu air DS18B20, dari hasil kalibrasi didapatkan hasil pembacaan suhu udara yang sama saat pengujian sebesar 50.1C.

6.2.2.2 Sensor suhu air pada node 2



Pembacaan suhu air pada sensor DS18B20 di node 2 dikalibrasi menggunakan pendekatan regresi linear dengan membandingkan hasil pengukuran yang terbaca antara termometer digital dengan sensor suhu air DS18B20, dari hasil kalibrasi didapatkan hasil pembacaan suhu udara yang sama saat pengujian sebesar 39.3C.

6.2.3 Sensor Kelembaban Udara

6.2.3.1 Sensor kelembaban udara pada node 1

Pembacaan kelembaban udara pada sensor DHT22 di node 1 yang diuji menunjukkan hasil pengukuran pada rentang pembacaan kelembaban udara normal dalam pengukuran yang berkisar antara 0-100%

6.2.3.2 Sensor kelembaban udara pada node 2

Pembacaan kelembaban udara pada sensor DHT22 di node 2 yang diuji menunjukkan hasil pengukuran pada rentang pembacaan kelembaban udara normal dalam pengukuran yang berkisar antara 0-100%

6.2.4 Sensor Kelembaban Tanah

6.2.4.1 Sensor kelembaban tanah pada node 1

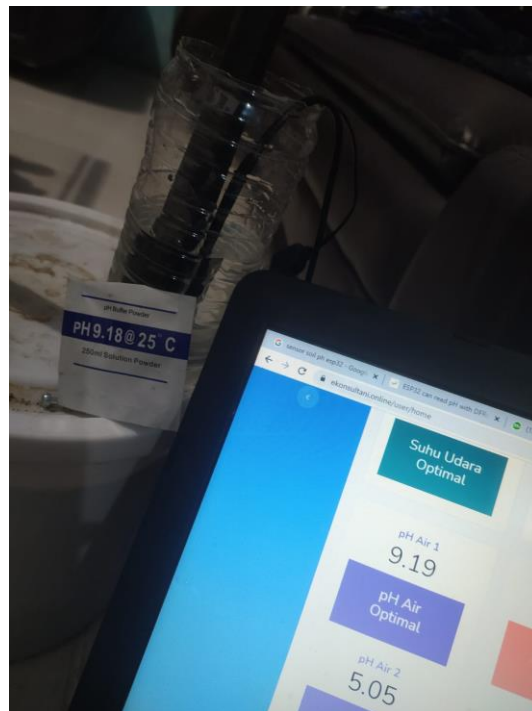
Pembacaan kelembaban tanah pada sensor di node 1 yang diuji menunjukkan hasil pengukuran pada rentang pembacaan kelembaban tanah normal dalam pengukuran yang berkisar antara 0-100%

6.2.4.2 Sensor kelembaban tanah pada node 2

Pembacaan kelembaban tanah pada sensor di node 2 yang diuji menunjukkan hasil pengukuran pada rentang pembacaan kelembaban tanah normal dalam pengukuran yang berkisar antara 0-100%

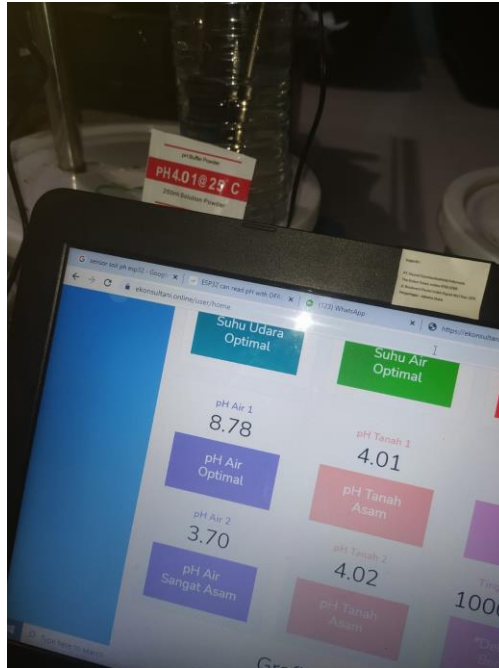
6.2.5 Sensor pH Air

6.2.5.1 Sensor pH Air pada node 1



Pembacaan pH air pada sensor SEN0161 di node 1 dikalibrasi menggunakan pendekatan regresi linear dengan membandingkan hasil pengukuran yang terbaca antara kalibrator pH powder bernilai 4.01, 6.86, dan 9.18 dengan sensor pH air SEN0161, dari hasil kalibrasi didapatkan hasil pembacaan pH air pada larutan kalibrator pH powder 9.18 menunjukkan pembacaan yang hampir sama dengan pembacaan sensor yang ditampilkan pada website yaitu 9.19, pH yang terbaca terdapat selisih hanya 0.01.

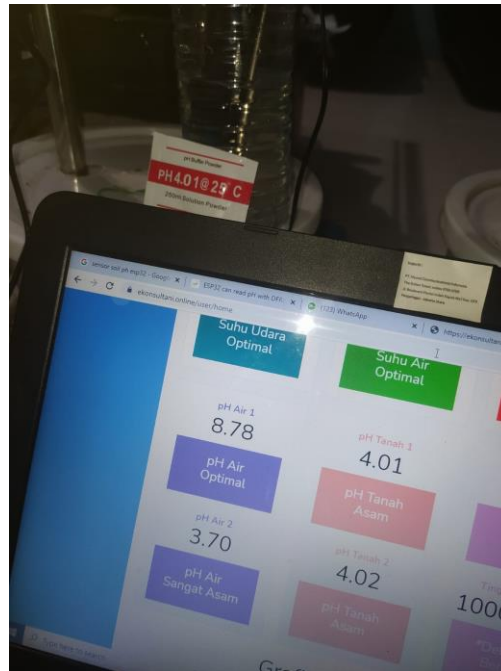
6.2.5.2 Sensor pH Air pada node 2



Pembacaan pH air pada sensor SEN0161 di node 2 dikalibrasi menggunakan pendekatan regresi linear dengan membandingkan hasil pengukuran yang terbaca antara kalibrator pH powder bernilai 4.01, 6.86, dan 9.18 dengan sensor pH air SEN0161, dari hasil kalibrasi didapatkan hasil pembacaan pH air pada larutan kalibrator pH powder 4.01 menunjukkan pembacaan yang memiliki perbedaan sebesar 0.31.

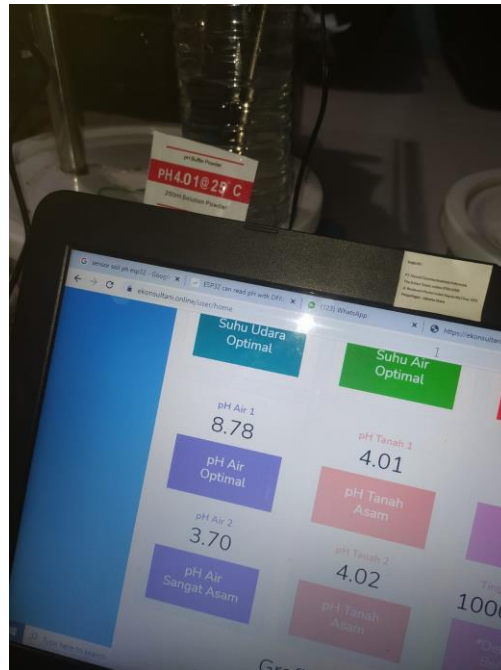
6.2.6 Sensor pH Tanah

6.2.6.1 Sensor pH tanah pada node 1



Pembacaan pH air pada sensor pH tanah di node 1 dikalibrasi menggunakan pendekatan regresi linear dengan membandingkan hasil pengukuran yang terbaca antara kalibrator pH powder bernilai 4.01, 6.86, dan 9.18 dengan sensor pH tanah, dari hasil kalibrasi didapatkan hasil pembacaan pH air pada larutan kalibrator pH powder 4.01 menunjukkan pembacaan yang sama dengan pembacaan sensor yang ditampilkan pada website yaitu 4.01.

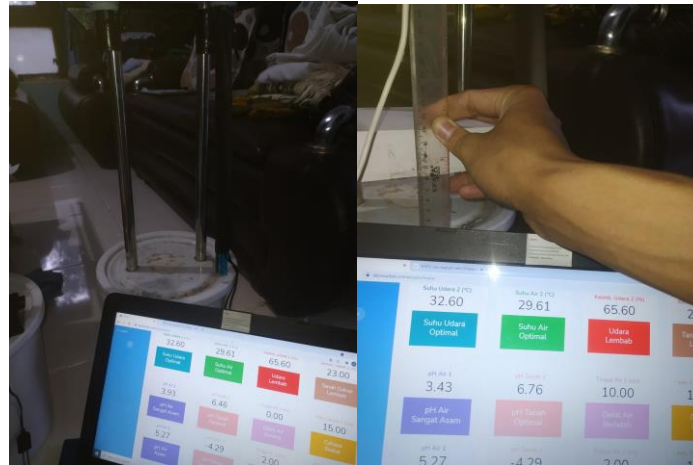
6.2.6.2 Sensor pH tanah pada node 2



Pembacaan pH air pada sensor pH tanah di node 1 dikalibrasi menggunakan pendekatan regresi linear dengan membandingkan hasil pengukuran yang terbaca antara kalibrator pH powder bernilai 4.01, 6.86, dan 9.18 dengan sensor pH tanah, dari hasil kalibrasi didapatkan hasil pembacaan pH air pada larutan kalibrator pH powder 4.01 menunjukkan pembacaan yang hampir sama dengan pembacaan sensor yang ditampilkan pada website yaitu 4.02. pH tanah yang terbaca terdapat selisih hanya 0.01.

6.2.7 Sensor Ultrasonik (Tinggi Air)

6.2.7.1 Sensor ultrasonik pada node 1



Dikalibrasi dengan cara membandingkan hasil pengukuran ketinggian antara sensor ultrasonik dengan permukaan ember sebagai ketinggian 0 cm dengan hasil yang terukur dengan penggaris. Dimana ketika tidak ada benda yang menghalangi antara sensor ultrasonik dengan permukaan ember, maka ketinggian yang terbaca sebesar 0 cm dan ketika ditempatkan benda dengan ketinggian 10 cm, hasil yang terukur menunjukkan hasil yg terbaca sama dengan penggaris yaitu 10 cm.

6.2.7.2 Sensor ultrasonik pada node 2



Dikalibrasi dengan cara membandingkan hasil pengukuran ketinggian antara sensor ultrasonik dengan permukaan ember sebagai ketinggian 0 cm dengan hasil yang terukur dengan penggaris. Dimana ketika tidak ada benda yang menghalangi antara sensor ultrasonik dengan permukaan ember, maka ketinggian yang terbaca sebesar 0 cm dan ketika ditempatkan benda

dengan ketinggian 10 cm, hasil yang terukur menunjukkan hasil yg terbaca sama dengan penggaris yaitu 10 cm.

6.2.8 Sensor Intensitas Cahaya (TSL)

6.2.8.1 Sensor intensitas cahaya pada node 1

Kalibrasi yang dilakukan pada sensor cahaya dilakukan pada kondisi gelap dan terang, pada kondisi gelap jumlah lux yang terbaca sebesar 0 dan saat di kondisi terang, lux yang terbaca sekitar 2000

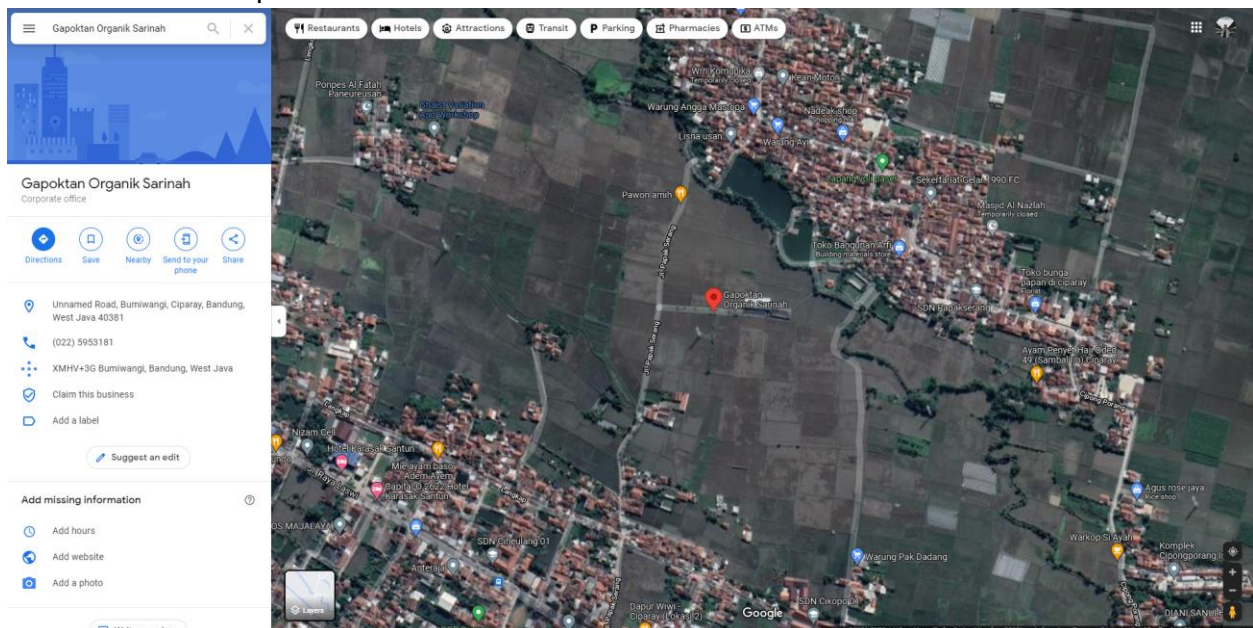
6.2.8.2 Sensor intensitas cahaya pada node 2

Kalibrasi yang dilakukan pada sensor cahaya dilakukan pada kondisi gelap dan terang, pada kondisi gelap jumlah lux yang terbaca sebesar 0 dan saat di kondisi terang, lux yang terbaca sekitar 2000

6.3 Hasil Uji Coba Lapangan

Ujicoba lapangan dilakukan di sawah garapan Gabungan Kelompok Tani Sarinah pada tanggal 28 November 2021, dengan detail lokasi berikut:

- Alamat: Blok Kanduruan RT/RW 04/14, Desa Bumiwangi, Kecamatan Ciparay, Kabupaten Bandung, Jawa Barat, Indonesia
- Alamat Kantor: Jl. Raya Laswi No. 757 Kec. Ciparay, Kabupaten Bandung, Jawa Barat, Indonesia
- Nomor Telepon Kantor: 022-5953181



Gambar Lokasi ujicoba lapangan

Ujicoba dilakukan ketika petani sudah menanamkan benih tanaman baru di lahan. Tercatat bahwa kami mengujicobakan kedua node sekaligus untuk mengecek keberjalanan alat dengan baik. Karena lahan menggunakan metodologi penanaman SRI, dapat terlihat bahwa genangan air di sawah cukup minim. Hal ini membuktikan bahwa alat berada pada lokasi uji coba lapangan yang tepat.



Di atas merupakan foto alat yang dipasang di sawah dimana bagian ember semen di benamkan bagian bawahnya di tanah dan bagian permukaannya dibiarkan biarkan tidak di kubur karena sebagai titik 0 ketinggian air. Alat pada node 1 dan 2 dapat berfungsi dengan baik, energi listrik yang dihasilkan dari cahaya matahari juga dapat digunakan untuk mengisi daya pada power bank. Sensor-sensor yang ada di tempatkan di sawah dengan mencelupkan dan membuatnya melayang/tergantung pada alat.

6.3.1 Data hasil pembacaan sensor pada node 1

id	suhu_udara_a	suhu_air_a	kelembaban_udara_a	kelembaban_tanah_a	ph_air_a	ph_tanah_a	tinggi_air_a	intensitas_cahaya_a	tanggal
211	28.60	26.55	68.50	52.00	7.08	10.34	100000000.00	33730.00	2021-10-28 05:16:53
212	28.50	26.49	69.00	53.00	7.13	10.30	100000000.00	34509.00	2021-10-28 05:17:02
213	28.50	26.55	69.70	53.00	7.13	10.40	100000000.00	37735.00	2021-10-28 05:17:11
214	28.40	26.61	71.40	55.00	7.14	10.86	100000000.00	35748.00	2021-10-28 05:17:19
215	28.30	26.61	68.80	52.00	7.13	10.57	100000000.00	34281.00	2021-10-28 05:17:28
216	28.30	26.61	68.30	50.00	7.09	7.25	100000000.00	32330.00	2021-10-28 05:17:38
217	28.30	26.74	68.90	0.00	7.44	10.36	100000000.00	31880.00	2021-10-28 05:17:47
218	28.40	26.98	69.20	63.00	7.27	11.15	100000000.00	31931.00	2021-10-28 05:17:56
219	28.30	26.98	71.90	61.00	7.35	11.25	100000000.00	33177.00	2021-10-28 05:18:05
220	28.40	27.05	70.30	60.00	7.24	11.29	100000000.00	37023.00	2021-10-28 05:18:13
221	28.40	27.05	70.90	59.00	7.31	11.27	100000000.00	37685.00	2021-10-28 05:18:22
222	28.40	27.05	72.10	58.00	7.19	11.25	100000000.00	37754.00	2021-10-28 05:18:31
223	28.40	26.98	70.50	58.00	7.17	11.35	100000000.00	38005.00	2021-10-28 05:18:40
224	28.30	26.98	67.90	57.00	7.24	11.40	100000000.00	38579.00	2021-10-28 05:18:49
225	28.40	27.23	72.60	54.00	7.09	11.40	100000000.00	28643.00	2021-10-28 05:25:04
226	28.40	27.23	69.60	53.00	7.13	11.42	100000000.00	27785.00	2021-10-28 05:25:12
227	28.40	27.23	69.80	53.00	7.04	11.48	100000000.00	27306.00	2021-10-28 05:25:25
228	28.40	27.29	69.80	53.00	7.25	11.42	100000000.00	26705.00	2021-10-28 05:25:37
229	28.40	27.29	71.20	53.00	7.13	11.37	100000000.00	26247.00	2021-10-28 05:25:46
230	28.50	27.17	70.60	53.00	7.08	11.33	100000000.00	25662.00	2021-10-28 05:26:02
231	28.50	27.17	68.40	53.00	7.19	11.40	100000000.00	25401.00	2021-10-28 05:26:11
232	28.50	27.17	69.60	53.00	6.95	11.40	100000000.00	25145.00	2021-10-28 05:26:23
233	28.50	27.11	67.00	53.00	7.25	11.44	100000000.00	20533.00	2021-10-28 05:26:37
234	28.60	27.17	70.50	53.00	7.18	11.40	34.00	24034.00	2021-10-28 05:27:21
235	28.20	26.80	70.00	52.00	7.20	11.31	100000000.00	27662.00	2021-10-28 05:29:54
236	28.10	26.80	70.10	52.00	7.18	11.46	100000000.00	28011.00	2021-10-28 05:30:02
237	28.10	26.55	71.00	52.00	7.20	11.25	100000000.00	28392.00	2021-10-28 05:30:11
238	28.10	26.80	70.40	52.00	7.41	11.44	100000000.00	28742.00	2021-10-28 05:30:23
239	28.10	26.61	71.50	52.00	7.44	11.13	100000000.00	29220.00	2021-10-28 05:30:37

Pada node 1, alat dapat berfungsi dengan baik yang mampu membaca nilai parameter sensor yang ada di sawah, menyimpan data hasil pembacaan sensor pada database dan menampilkan hasil pembacaannya pada halaman website. Hasil pembacaan sensor DHT22 menunjukkan pembacaan suhu dan kelembaban udara yang relatif stabil, pada sensor DS18B20 menunjukkan pembacaan suhu air yang relatif fluktuatif, hal ini karena sensor DS18B20 tersebut tidak tercelup di air sawah, hal ini karena kondisi sawah yang kering. Pada sensor pH air SEN0161 dan sensor ultrasonik (ketinggian air) pula menunjukkan hasil yang kurang valid, hal ini karena sensor pH air tersebut tidak dicelupkan pada air dan sensor ketinggian air tidak terpasang dengan pas. Namun, dari fungsi kedua sensor ini bisa berfungsi dengan baik. Pada sensor kelembaban dan pH tanah menunjukkan hasil yang relatif stabil serta pada sensor cahaya juga menunjukkan hasil pembacaan yang sudah cukup akurat, hal ini karena kondisi cahaya saat di sawah pada saat pengujian cukup terang.

6.3.2 Data hasil pembacaan sensor pada node 2

id	suhu udara b	suhu air b	kelembaban udara b	kelembaban tanah b	ph air b	ph tanah b	tinggi air b	intensitas cahaya b	tanggal
281	28.24	29.61	69.50	0.00	9.47	6.62	0.00	10958.00	2021-10-28 05:25:34
282	28.24	29.61	69.30	0.00	9.79	6.23	0.00	10582.00	2021-10-28 05:25:42
283	28.24	29.61	68.40	0.00	9.76	6.66	0.00	10381.00	2021-10-28 05:25:56
284	28.24	29.61	68.60	0.00	9.66	6.63	35.00	9996.00	2021-10-28 05:26:04
285	28.14	29.48	67.70	0.00	9.66	6.71	0.00	9846.00	2021-10-28 05:26:12
286	28.24	29.48	69.20	0.00	9.80	6.65	0.00	9730.00	2021-10-28 05:26:20
287	28.24	29.48	70.00	0.00	9.73	6.69	0.00	9629.00	2021-10-28 05:26:28
288	28.14	29.48	67.10	0.00	9.79	6.66	0.00	9505.00	2021-10-28 05:26:40
289	28.14	29.42	66.50	0.00	9.59	6.77	0.00	9600.00	2021-10-28 05:26:49
290	28.14	29.36	67.40	0.00	9.67	6.83	0.00	9686.00	2021-10-28 05:26:57
291	28.04	29.36	67.50	0.00	9.51	6.62	0.00	9774.00	2021-10-28 05:27:05
292	28.14	29.36	67.60	0.00	9.69	6.63	0.00	9946.00	2021-10-28 05:27:13
293	28.14	29.36	68.20	0.00	9.70	6.73	0.00	10133.00	2021-10-28 05:27:21
294	28.14	29.30	69.60	0.00	9.77	6.81	0.00	13696.00	2021-10-28 05:29:38
295	28.14	29.23	71.70	0.00	9.80	6.81	0.00	13927.00	2021-10-28 05:29:53
296	28.14	29.30	70.20	0.00	9.46	6.78	0.00	14127.00	2021-10-28 05:30:01
297	28.14	29.23	70.50	0.00	9.53	6.81	0.00	14284.00	2021-10-28 05:30:09
298	28.04	29.17	71.30	0.00	9.66	6.87	0.00	14414.00	2021-10-28 05:30:17
299	28.04	29.17	68.90	0.00	9.71	6.90	0.00	14609.00	2021-10-28 05:30:30
300	27.94	29.11	68.70	0.00	9.83	6.81	0.00	14748.00	2021-10-28 05:30:43
301	27.94	29.05	69.60	0.00	9.73	6.83	0.00	14889.00	2021-10-28 05:30:52
302	27.94	29.05	70.90	0.00	9.64	6.35	0.00	14921.00	2021-10-28 05:31:08
303	27.94	28.98	70.80	0.00	9.72	6.81	0.00	15118.00	2021-10-28 05:31:23
304	27.55	28.80	73.80	0.00	9.77	3.46	100000000.00	17062.00	2021-10-28 05:33:35
305	27.26	28.55	75.50	0.00	9.80	3.42	100000000.00	3145.00	2021-10-28 05:33:43
306	27.26	28.42	75.20	0.00	9.77	3.55	100000000.00	1732.00	2021-10-28 05:33:51
307	27.36	28.42	75.00	0.00	9.79	3.11	100000000.00	17844.00	2021-10-28 05:33:59
308	27.45	28.55	77.50	0.00	9.79	3.52	100000000.00	14876.00	2021-10-28 05:34:07
309	27.45	28.61	76.70	0.00	9.50	3.25	100000000.00	15140.00	2021-10-28 05:34:15

Pada node 2, alat dapat berfungsi dengan baik yang mampu membaca nilai parameter sensor yang ada di sawah, menyimpan data hasil pembacaan sensor pada database dan menampilkan hasil pembacaannya pada halaman website. Hasil pembacaan sensor DHT22 menunjukkan pembacaan suhu dan kelembaban udara yang relatif stabil, pada sensor DS18B20 menunjukkan pembacaan suhu air yang relatif fluktuatif, hal ini karena sensor DS18B20 tersebut tidak tercelup di air sawah, hal ini karena kondisi sawah yang kering. Pada sensor pH air SEN0161 dan sensor ultrasonik (ketinggian air) pula menunjukkan hasil yang kurang valid dan fluktuatif, hal ini karena sensor pH air tersebut tidak dicelupkan pada air dan sensor ketinggian air tidak terpasang dengan pas. Namun, dari fungsi kedua sensor ini bisa berfungsi dengan baik. Pada sensor pH tanah menunjukkan hasil yang relatif stabil, sedangkan pada sensor kelembaban tanah hasil pembacaan menunjukkan 0% hal ini karena sensor kelembaban tanah tersebut tidak ditancapkan pada tanah serta pada sensor cahaya juga menunjukkan hasil pembacaan yang sudah cukup akurat, hal ini karena kondisi cahaya saat di sawah pada saat pengujian cukup terang.

6.3.3 Testimoni Petani

Menurut pihak Dinas Pertanian yang sempat datang ketika uji coba alat di pesawahan mengungkapkan bahwa “Setelah melihat alatnya, saya jadi lebih terbayang terkait fungsi, cara kerja, dan penentuan harganya ketika saya akan membeli alatnya, alat nya juga bisa di pindah-pindahkan jadi lebih praktis ketika ingin memasang pada sawah yang lain. Alatnya juga berguna untuk memonitoring parameter sawah, seperti kelembaban udara berguna untuk memprediksi adanya serangan hama wereng ketika kelembaban udara > 80 ataupun ketika kelembaban udara terlalu rendah”

Pihak Dinas Pertanian juga memberikan saran pada alatnya yaitu “Jika bisa pada kotak elektroniknya diberikan pelindung ganda supaya ketika hujan alatnya masih tetap berfungsi dan tidak terjadi konsleting listrik”.

Selain dari pihak Dinas Pertanian, ada dari pihak Gapoktan Sarinah yaitu pak Ujang yang mengungkapkan “jika alat ini bisa digunakan untuk memantau ketinggian air pada pesawahan yang akan diletakkan pada tempat yang berbeda, alat 1 akan ditempatkan di tempat masuknya air sedangkan alat 2 akan ditempatkan di jalannya air keluar, penempatan yang berbeda tersebut dapat digunakan untuk memprediksi ketinggian air, apakah airnya banjir atau tidak.”

Pak Ujang juga memberikan saran, “jika bisa alat ini diberikan penangkal petir, karena alat tersebut nantinya akan lama ditempatkan di hamparan terbuka di sawah, jadi sangat rawan tersambar petir. Selain itu, diperlukan juga keamanan pada alat sehingga alat masih aman dan tidak dicuri ketika ditinggal oleh pemilik atau ketika malam hari.

7 Rekomendasi

7.1 Rekomendasi Pengembangan Produk

Berikut adalah beberapa rekomendasi yang dapat menjadi bahan pertimbangan untuk pengembangan lebih lanjut produk IoT E-Konsultani.

1. Basis data milik IoT E-Konsultani dapat digunakan sebagai percontohan apabila ingin diterapkan di lokasi lain. Namun perlu dilakukan pengaturan lebih lanjut terhadap sensor untuk menyesuaikan dengan kondisi lahan optimal di lokasi yang berbeda-beda kebutuhannya.
2. Basis data yang dikumpulkan oleh sistem E-Konsultani saat ini masih belum dapat digunakan untuk memprediksi peristiwa yang terjadi dimasa yang akan datang. Ketika data yang dikumpulkan sudah banyak, maka dari data yang tersedia, dapat ditentukan pola-pola data berdasarkan waktu-waktu tertentu yang dapat dimodelkan dan digunakan sebagai model prediksi untuk kejadian di masa depan. Hal ini dapat membantu petani untuk melakukan optimalisasi penentuan variabel (air, pupuk, pestisida) secara optimal.
3. Fungsi otomasi pengairan dapat dipertimbangkan untuk dikembangkan mengingat produk IoT E-Konsultani hanya dapat memberikan notifikasi kepada pendamping tani namun penanganan lebih lanjutnya masih harus dilakukan secara konvensional terutama pada bagian aktuator fisik seperti pompa yang saat ini belum tersedia untuk mengatur tinggi rendahnya permukaan air.
4. Perlu dipastikan kemampuan para pendamping tani dalam menggunakan fitur-fitur sistem E-Konsultani menggunakan *smartphone*, agar implementasi IoT E-Konsultani dapat dilakukan dengan optimal.
5. Alat memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi detektor hama wereng melalui deteksi level kelembaban. Hal sejenis seperti ini bisa dikembangkan lebih lanjut melalui pembaruan website atau perangkat lunak dengan tambahan fitur baru. Tentunya, masih banyak potensi pengembangan alat dari kombinasi penggunaan sensor-sensor yang ada, sehingga bisa memaksimalkan berbagai macam proses pertanian hanya menggunakan satu alat yang sama di masa depan.
6. Metode komunikasi dengan petani menggunakan SMS adalah sangat penting untuk dipertahankan karena masih banyak petani yang tidak bisa menggunakan perangkat telepon pintar. Tercatat, pada Gapoktan Sarinah sebagai tempat uji coba lapangan kami, terdapat 147 orang petani yang mengolah lahan seluas 89,30 Ha. Artinya, teknologi monitoring ini menjadi sulit untuk diadopsi apabila petani harus berinteraksi dengan alat melalui telepon pintar. Namun, agar ada adopsi teknologi untuk peningkatan produktivitas tani, kami menyarankan kepada pengembang selanjutnya untuk membuat level-level aplikasi bagi petani, misalkan level aplikasi terendah untuk petani yang hanya bisa menggunakan SMS dan level tertinggi untuk petani yang bisa mendayagunakan telepon

pintar dengan kapabilitas yang sangat tinggi. Akhirnya, petani bisa terpacu untuk meningkatkan skill mereka untuk mengadopsi teknologi demi keberjalanan kegiatan pertaniannya yang lebih baik.

7.2 Rekomendasi Pengembangan Teknologi Produk

1. Penggunaan LoRA bisa membantu mengurangi penggunaan daya dari modem yang digunakan untuk mentransmisikan data ke cloud, jika dibandingkan dengan menggunakan koneksi LTE. Hal ini memungkinkan penggunaan powerbank yang lebih kecil dan pengisian daya yang tidak terlalu sering. Sehingga, produk bisa lebih bertahan lama apabila kondisi cuaca buruk.
2. Perbanyak jumlah sensor untuk mengukur tinggi muka air dengan lebih akurat bisa dilakukan dengan node yang menggunakan sensor tinggi air berdaya rendah, mikrokontroler dengan konsumsi daya ultra rendah, serta teknologi transmisi NB-IoT. Apabila teknologi ini bisa diimplementasikan dengan baik, maka node ini bisa hidup hingga 10 tahun lamanya. Sangat memungkinkan untuk membuat node ini ditanam dan diambil dari lahan, mengikuti siklus penanaman padi.
3. Penggunaan *artificial intelligence* bisa membantu memberikan wawasan tambahan bagi petani melalui pengolahan data-data dari kondisi lahan untuk memprediksi kondisi lahan di masa depan, seperti prediksi hasil tanam dan prediksi keberhasilan panen. Namun, penggunaan *artificial intelligence* terbatas pada kapabilitas jaringan internet karena pengolahan data sejauh ini baru bisa dilakukan di cloud. Selain itu, diperlukan bank data yang masif dan spesifik untuk area persawahan tertentu, sehingga model *artificial intelligence* bisa dilatih melalui basis data yang sangat baik dan bisa diandalkan. Namun, hal ini agak sulit untuk diimplementasikan, mengingat ladang sawah di Indonesia sangat banyak dengan kondisi lahan spesial yang berbeda-beda. Akhirnya, data yang dihasilkan juga menjadi berbeda-beda juga. Mungkin proses pengoleksian bank data dari lahan bisa dilakukan dengan mudah apabila di masa depan ada alat yang bisa melatih model artificial intelligence secara portable dan bisa dibawa ekspeditor.
4. Pengiriman pesan melalui SMS masih terlimitasi oleh API, dimana kami hanya bisa mengirimkan SMS dengan jumlah terbatas. Apabila kami bisa bekerja sama dengan PT XL Axiata untuk mengirimkan SMS dengan API khusus, tentunya hal ini bisa teratasi dengan mudah.

7.2 Rekomendasi Pengembangan Perangkat Keras Produk

1. Ukuran alat saat ini masih terlampau besar dan belum dapat disimpan dalam ukuran yang lebih ringkas yang akan meningkatkan biaya inventori. Perlu dilakukan simplifikasi alat sehingga mudah untuk di bongkar pasang dan dipindahkan. Namun, user sudah mengapresiasi kami yang bisa membuat alat portable sehingga bisa dilepas pasang dan dipindahkan ke lahan yang membutuhkan.

2. Perlindungan kotak utama yang menampung berbagai komponen elektronik perlu ditingkatkan dengan rating minimal IP68. Perlindungan dengan tingkat setinggi itu sangat diperlukan karena komponen elektronik di dalam kotak tidak boleh ada yang tersentuh air dan debu dalam kondisi apapun. Lumpur atau tanah basah yang mengenai alat bisa menjadi debu ketika sudah mengering. Lingkungan sawah yang dinamis juga menjadi faktor yang membuat perlindungan komponen elektronik harus benar-benar ekstra. Meski demikian, kotak utama juga harus mudah dibuka untuk keperluan *maintenance*.
3. Alat bisa dibuat tahan terhadap petir dengan membuat sistem pentanahan yang baik, baik dari segi pentanahan petir ataupun pentanahan perangkat elektroniknya. Hal ini perlu dilakukan karena alat ini akan menjadi benda tertinggi di lahan sawah, dimana hal tersebut meningkatkan potensinya untuk tersambar ketika hujan. Pentanahan petir bisa dilakukan dengan memasang penangkal petir di dekat panel surya yang dihubungkan langsung ke tanah sawah. Lalu, komponen elektronik juga harus ditanahkan dengan jalur yang berbeda agar tidak terjadi kelebihan arus.
4. Papan PCB seharusnya dibuat dalam bentuk minimal PCB cetak untuk menghindari kemungkinan *short circuit* serta membuat produk lebih mudah diproduksi massal.
5. Jalur perkabelan di dalam kotak utama masih bisa dirapikan lagi agar *maintenance* dan *troubleshooting* bisa lebih mudah. Hal ini bisa dilakukan dengan memendekkan kabel yang terlalu panjang, sehingga ukurannya menjadi pas dan tidak memberikan kabel sisa yang terlalu banyak. Penggunaan PCB print dengan mempertimbangkan tata letak posisi masuk dan keluar kabel di dalam kotak utama juga dapat membantu banyak dalam merapikan jalur perkabelan.
6. Untuk produksi massal, perlu dipastikan bahwa sensor yang digunakan adalah sensor-sensor industry grade yang aman untuk produksi makanan. Tentunya tanaman pada lahan tidak boleh teracuni oleh penggunaan sembarang sensor yang berpotensi membahayakan semua makhluk hidup dan ekosistem disana.

Daftar Pustaka