

# LAPORAN TUGAS AKHIR / *CAPSTONE DESIGN*

## **Sistem Catu Daya dan Pengiriman Data untuk Mendukung Smart Trapping (Alat Perangkap dan Penghitung Hama Serangga)**



Penyusun:

Achmad Ryan Al Fajri (18524123)

Muhamad Iqbal Sutikno (18524071)

**Program Studi Teknik Elektro**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Universitas Islam Indonesia**

**Yogyakarta**

**2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

# Sistem Catu Daya dan Pengiriman Data untuk Mendukung Smart Trapping (Alat Perangkap dan Penghitung Hama Serangga)

Penyusun:

Achmad Ryan Al Fajri (18524123)

Muhamad Iqbal Sutikno (18524071)

Yogyakarta, 15 Juli 2022

Dosen Pembimbing 1



Firdaus, S.T, M.T., Ph.D.

105240101

Dosen Pembimbing 2



Iftitah Imawati, S.T., M.Eng.

215241301

**Program Studi Teknik Elektro**

**Fakultas Teknologi Industri**

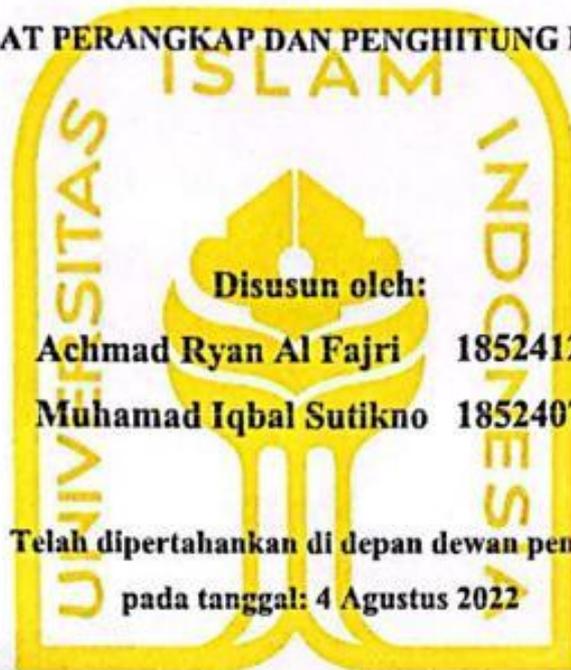
**Universitas Islam Indonesia**

**Yogyakarta**

**2022**

# LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

## SISTEM CATU DAYA DAN PENGIRIMAN DATA UNTUK Mendukung SMART TRAPPING (ALAT PERANGKAP DAN PENGHITUNG HAMA SERANGGA)



Disusun oleh:

Achmad Ryan Al Fajri 18524123

Muhamad Iqbal Sutikno 18524071

Telah dipertahankan di depan dewan penguji  
pada tanggal: 4 Agustus 2022

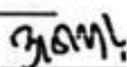


Susunan Dewan Penguji

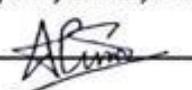
Ketua Penguji

: Firdaus, S.T, M.T., Ph.D. 

Anggota Penguji 1

: Elvira Sukma Wahyuni, S.Pd., M.Eng. 

Anggota Penguji 2

: Alim Safari, S.T. 

Tugas akhir ini telah disahkan sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal: 11 Agustus 2022

Ketua Program Studi Teknik Elektro



  
Z. Amrullah, S.T., M.Eng., Ph.D.

045240101

# DAFTAR ISI

<b><i>HALAMAN PENGESAHAN</i></b>	<b>2</b>
<b><i>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR</i></b>	<b>3</b>
<b><i>PERNYATAAN</i></b>	<b>4</b>
<b><i>DAFTAR ISI</i></b>	<b>5</b>
<b><i>BAB 1 : Definisi Permasalahan</i></b>	<b>7</b>
<b><i>BAB 2 : Observasi</i></b>	<b>9</b>
<b><i>BAB 3 : Usulan Perancangan Sistem</i></b>	<b>16</b>
<b>3.1 Usulan Rancangan Sistem</b>	<b>16</b>
<b>3.2 Metode Uji Coba dan Pengujian Usulan Rancangan Sistem</b>	<b>25</b>
<b><i>BAB 4 : Hasil Perancangan Sistem</i></b>	<b>31</b>
<b>4.1 Kesesuaian Usulan dan Hasil Perancangan Sistem</b>	<b>31</b>
<b>4.2 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajaemen Tim dan Realisasinya</b>	<b>32</b>
<b>4.3 Analisis dan Pembahasan Kesesuaian antara Perencanaan dan Realisasi</b>	<b>34</b>
<b><i>BAB 5 : Implementasi Sistem dan Analisis</i></b>	<b>36</b>
<b>5.1 Hasil dan Analisis Implementasi</b>	<b>36</b>
<b>5.2 Pengalaman Pengguna</b>	<b>56</b>
<b>5.3 Dampak Implementasi Sistem</b>	<b>57</b>
<b>5.3.1 Teknologi/Inovasi</b>	<b>57</b>
<b>5.3.2 Sosial</b>	<b>57</b>
<b>5.3.3 Ekonomi</b>	<b>57</b>
<b>5.3.4 Lingkungan</b>	<b>58</b>
<b><i>BAB 6 : Kesimpulan dan Saran</i></b>	<b>59</b>
<b>6.1 Kesimpulan</b>	<b>59</b>
<b>6.2 Saran</b>	<b>59</b>
<b><i>LAMPIRAN – LAMPIRAN</i></b>	<b>63</b>

## RINGKASAN TUGAS AKHIR

Serangan hama serangga pada lahan perkebunan kelapa menjadi salah satu permasalahan yang kerap kali mengurangi tingkat produktivitas hasil panen kelapa. Hama serangga yang biasanya ditemui pada perkebunan kelapa ialah jenis kumbang tanduk yang dapat menyebabkan 25% tanaman muda mati. Hal ini tentunya sangat merugikan para pemilik perkebunan kelapa, mengingat potensi nilai perdagangan komoditas kelapa di Indonesia cukup besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber pendapatan masyarakat secara luas.

Dari data tersebut, telah ada sebuah alat *smart trapping* yang dibuat oleh Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada (UGM) bernama ITRAP. Tetapi dalam perancangan dan juga implementasi dari sistem alat masih belum beroperasi dengan optimal dan efisien. Bagian sistem pada alat yang perlu dikembangkan ialah pada sistem catu daya dan juga sistem pengiriman data. Sehingga dilakukan perancangan sebuah sistem catu daya berbasis panel surya dan sistem pengiriman data berbasis *internet of things* (IoT) dengan menggunakan teknologi *long range area* (LoRa) untuk digunakan pada lahan perkebunan. Pada proses perancangan alat ini terdapat beberapa perubahan yang terjadi, karena dari hasil diskusi atas permasalahan tersebut maka dilakukan perubahan, seperti komponen mengalami kerusakan dan hasil yang didapat dari uji coba belum mampu memenuhi kriteria untuk menyelesaikan permasalahan yang ada.

Sistem catu daya dan pengiriman data yang dirancang terbukti efektif untuk digunakan. Sistem catu daya bekerja secara optimal untuk menyuplai daya kepada sistem elektronik alat dan dapat menyimpan daya sebesar 44,1 W. Pada bagian sistem pengiriman data menggunakan LoRa berhasil mengirimkan data dengan rentang jarak 200 – 700 meter dengan kondisi pengujian pada lahan lapang dan pepohonan. Sistem ini dapat melakukan *monitoring* selama 24 jam penuh secara *real time* dan juga dapat menyimpan data hasil *monitoring* perangkat hama, penghitung hama, suhu dan juga kelembaban lingkungan sekitar melalui penyimpanan database pada *web server* Ubidots yang berfungsi sebagai UI (*User Interface*) hasil *monitoring*.

Dampak teknologi inovasi ialah penggunaan teknologi *long range area* (LoRa) yang dapat bekerja sejauh 700 meter. Dampak Sosial ialah pengaplikasian teknologi *internet of things* (IoT) di bidang pertanian sehingga lebih mudah memonitoring kondisi lahan perkebunan agar dapat melanjutkan aktifitas lainnya. Dampak ekonomi dari alat *smart trapping* ialah Pengguna dapat memaksimalkan produktivitas lahan perkebunan melalui informasi dari alat mengenai serangan hama, suhu, dan kelembaban pada UI (*User Interface*) Ubidots alat *smart trapping*. Dampak lingkungan, alat ini menerapkan konsep *green energy* berbasis energi sinar matahari sebagai sistem catu dayanya.

## BAB 1 : Definisi Permasalahan

Indonesia tercatat sebagai salah satu negara produsen komoditas kelapa terbesar di dunia. Berdasarkan data Food and Agriculture Organization (FAO) mencatat bahwa pada 2018 Indonesia menjadi negara penghasil komoditas kelapa terbesar dengan produksi mencapai 18,74 juta ton [1]. Area perkebunan yang luas didukung dengan iklim tropis yang cocok untuk perkebunan kelapa membuat Indonesia mampu menjadi salah satu produsen terbesar komoditas kelapa dunia. Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat tren luas areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia selama 2015-2019 cukup fluktuatif. Pada tahun 2015-2016 luasnya sempat menurun, namun pada tahun 2016-2019 luasnya terus meningkat. Tercatat, pada 2019 luasnya mencapai 14,60 juta hektar (ha) [2]. Areal perkebunan kelapa sawit tersebar di 26 provinsi di Indonesia. Melihat sebaran perkebunan kelapa yang begitu luas, artinya Indonesia memiliki potensi besar dalam bidang ekspor komoditas kelapa. Mengingat, tanaman kelapa juga merupakan salah satu komoditas perkebunan penghasil devisa negara, sumber pendapatan asli daerah (PAD), serta sumber pendapatan petani perkebunan dan juga masyarakat.

Meningkatnya luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia memiliki beberapa tantangan tersendiri. Diantaranya adanya serangan organisme pengganggu tanaman (OPT), khususnya hama serangga. Kelapa sawit dapat diserang oleh berbagai hama dan penyakit tanaman sejak di pembibitan (vegetatif) hingga di fase generatif tanaman kelapa. Salah satu hama utama pada kelapa sawit adalah hama kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros*) [3]. Kumbang ini menyerang tanaman kelapa sawit dengan cara menggali ke pusat pucuk tanaman (titik tumbuh) dengan tarsi, mereka akan memotong daun daun muda yang masih berkembang. Hama serangga kumbang tanduk ini dapat menyerang tanaman kelapa sawit yang ditanam di lapangan sampai dengan tanaman berumur 2,5 tahun dengan merusak titik tumbuh sehingga terjadi kerusakan pada daun muda tanaman. Kumbang tanduk pada umumnya menyerang tanaman kelapa sawit muda dan menurunkan produksi tandan buah segar (TBS) pada tahun pertama menghasilkan hingga 69%, bahkan menyebabkan 25% tanaman muda mati [4].

Berdasarkan permasalahan dan beberapa kumpulan data tersebut, diperlukan sebuah alat smart trapping untuk memerangkap dan menghitung serangga yang terperangkap khususnya kumbang tanduk pada perkebunan kelapa. Saat ini sudah ada alat smart trapping yang dikembangkan oleh Fakultas Pertanian Universitas Gajah Mada yang bernama ITRAP. Namun, masih ada kekurangan dari sistem alat ini yaitu suplai catu daya yang masih menggunakan sumber energi listrik langsung dari PLN kepada sistem dan belum efektifnya sistem pengiriman data alat *smart trapping* yang masih membutuhkan jaringan internet untuk terhubung dengan

server. Sehingga dilakukan perancangan alat smart trapping yang menggunakan suplai catu daya dari energi matahari melalui panel surya serta mengoptimalkan sistem pengiriman data dari node sensor ke server dengan menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) berbasis LoRa (*long range area*), adapun skema pengiriman data terdapat 2 LoRa *end device* yang akan melakukan pengawasan pada titik-titik tertentu yang jauh dari jangkauan internet pada area perkebunan, sehingga data-data dari 2 LoRa *end device* akan di kirimkan melalui jaringan LoRaWAN menggunakan frekuensi radio sebagai media pengiriman data. Kemudian data-data dari *end device* akan terkumpulkan pada *gateway* yang akan diteruskan ke *cloud storage database* server.

Dalam *capstone design* ini, Batasan masalah berfokus pada bagian sistem catu daya dan sistem pengiriman data untuk menunjang kinerja dari alat *smart trapping*, kedua sistem tersebut didesain agar dapat bekerja pada lahan perkebunan tanpa sumber energi listrik PLN dan dalam kondisi tanpa jaringan internet. Batasan realistis pada sistem catu daya menggunakan energi matahari untuk menyuplai energi listrik juga dirancang agar dapat bekerja optimal selama 2-3 hari tanpa adanya pengisian energi dari sinar matahari, hal ini bertujuan untuk menjaga agar sistem alat dapat tetap bekerja ketika cuaca sedang tidak mendukung untuk melakukan pengisian catu daya. Adapun batasan realistis pada sistem pengiriman data dan penghitung hama dari alat didesain untuk dapat bekerja selama 24 jam secara *real-time* dengan pengiriman data tiap 10 detik sekali. Sistem pengiriman data menggunakan jaringan *LoRaWAN* dengan menggunakan protokol komunikasi *MQTT* (*Message Queuing Telemetry Transport*) sehingga membutuhkan *gateway* sebagai komunikasi antar sistem dengan server [5]. Data dari *end device* akan tersimpan dalam *cloud storage database* server dimana data dapat dimonitoring dan di olah lebih lanjut dengan memanfaatkan data-data sebelumnya. Untuk mengukur kinerja dari alat ini, dilakukan uji coba dengan beberapa kondisi untuk mendapatkan hasil yang bervariasi, yakni jarak pengiriman data, kesesuaian data dari node sensor ke server, dan juga konsumsi energi listrik dari alat.

Adapun tujuan dari usulan sistem ini adalah untuk mengembangkan alat smart trapping yang sudah ada sebelumnya yakni ITRAP dengan fokus perancangan alat hanya pada bagian sistem catu daya dan pengiriman data, sehingga dapat mampu memberikan solusi alternatif terkait permasalahan penurunan produktivitas pada perkebunan kelapa sawit akibat dari serangan hama serangga. Selain itu, alat *smart trapping* ini juga dapat bermanfaat untuk memonitoring serangan hama serangga, sehingga pengguna dapat menentukan keputusan dan tindakan terbaik untuk meningkatkan produktivitas hasil panen perkebunan kelapanya.

## BAB 2 : Observasi

Proses observasi dilakukan sebelum kami melakukan perancangan prototipe, proses observasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa solusi dari sistem yang diusulkan sesuai dengan batasan realistis yang ditentukan dan dibuat sesuai dengan kebutuhan penyelesaian masalah.

Pada tahapan awal, untuk mencapai hal tersebut, proses observasi ini diawali dengan studi literatur untuk mengumpulkan dan mempelajari berbagai informasi-informasi yang dibutuhkan. Pada pembuatan prototipe alat, digunakan beberapa acuan maupun referensi informasi berkaitan dengan solusi yang akan dirancang untuk menyelesaikan permasalahan yang telah dirumuskan sebelumnya. Tabel 2.1 dibawah ini menampilkan beberapa kumpulan sumber informasi yang telah dibuat oleh peneliti sebelumnya ataupun beberapa alternatif solusi yang telah ada saat ini untuk dijadikan referensi prototipe sistem catu daya dan pengiriman data untuk mendukung *smart trapping* (alat perangkap dan penghitung hama serangga).

Tabel 2.1. Kumpulan studi literatur penelitian sebelumnya.

Penulis	Usulan Solusi	Hasil / Evaluasi
Muhamad Suyanto, dkk, Fakultas Teknologi Industri Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta. (2018) [6]	Peralatan perangkap serangga (PPS) yang dipasang di persawahan dengan menggunakan sumber listrik dari panel surya dan sistem perangkap hama menggunakan kawat elektrik yang dikontrol otomatis dengan Arduino Nano V3	Hasil validasi sistem catu daya dan pembahasan efisiensi energi penyimpanan sudah cukup baik dan detail, namun untuk sistem perangkap serangga masih konvensional dan belum menerapkan sistem pembacaan dan pengiriman data secara IoT.
Moh Fredy Riyanto, dkk, Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Gresik. (2021) [7]	Sistem informasi perangkap hama serangga berbasis IoT, perangkap hama serangga menggunakan lampu perangkap hama dilengkapi sensor kelembaban tanah dan kamera ESP32-CAM untuk pemantauan kondisi pertanian yang semuanya terintegrasi dengan NodeMCU ESP8266. Sumber energi listrik memanfaatkan panel surya 50 Wp.	Hasil perancangan dan validasinya sudah dibahas secara detail. Dalam komunikasi data secara IoT masih menggunakan koneksi jaringan internet yang baik, sehingga belum optimal pemecahan masalah pada lahan pertanian yang jauh dari jaringan internet dan sistem penyimpanan data masih belum dibahas secara detail. Sistem catu daya untuk lama pemakaian alat masih terbatas dan hanya bertahan sebentar saja.
Hakiki Yofan dan Yusnita Rahayu, Fakultas Teknik Universitas Riau. (2020) [8]	Sistem absensi mahasiswa menggunakan LoRa RF96 sebagai Tx dan Rx, sensor sidik jari FPM10A yang terintegrasi dengan Arduino UNO. Data pembacaan sensor ditampilkan melalui LCD dan serial monitor.	Hasil percobaan parameter performansi LoRa sudah cukup detail dan akurasi sudah baik, namun sistem komunikasi masih, penyimpanan data dan pembacaan data yang didapat dari sensor belum memudahkan pengguna dan masih bersifat manual menggunakan LCD. Hasil uji coba penggunaan energi LoRa dengan dipengaruhi <i>power transmit</i> dan <i>spreading factor</i> cukup detail.
Felix Gerald Saragi Sitio, dkk, Universitas Telkom Bandung. (2021) [9]	Sistem pengukuran intensitas hujan sebagai EWS hama dengan sensor hujan yang terintegrasi dengan mikrokontroler. Protokol komunikasi menggunakan LoRa dan ESP32 untuk ditampilkan ke web server Antares sebagai IoT platform.	Akurasi dan hasil sudah akurat. Konsep IoT yaitu menampilkan data yang tersimpan pada server menggunakan <i>webserver</i> Antares sudah baik secara keseluruhan solusi dapat memecahkan permasalahan pada lahan perkebunan yang jauh dari jaringan internet.

<p>Marias Muhammad, dkk, Fakultas Pertanian INSTIPER. (2017) [10]</p>	<p>Efektivitas feromon dan warna perangkap sebagai pengendalian populasi <i>Oryctes rhinoceros</i>. Penelitian ini menggunakan metode percobaan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) atau <i>Completely Randomized Design</i> (CRD) dengan satu faktor yaitu warna perangkap warna hitam, merah dan kuning.</p>	<p>Sistem perangkap dengan bahan feromon sudah berhasil dan masih bersifat konvensional dan belum adanya konsep IoT, namun penggunaan warna terhadap perangkap tidak mempengaruhi ketertarikan hama serangga kumbang.</p>
<p>Jefri M., dkk, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya. (2019) [11]</p>	<p>Implementasi protokol komunikasi zigbee pada daerah dengan kondisi yang ekstrim dan terdapat banyak penghalang. Topologi yang digunakan topologi mesh dikarenakan setiap node saling terhubung sehingga dapat saling berkomunikasi dan bertukar informasi.</p>	<p>Perancangan protokol zigbee sebagai protokol komunikasi menggunakan 3 buah node sensor dapat saling berkomunikasi untuk mengirim dan menerima data sensor menggunakan topologi <i>mesh</i> dengan protokol <i>routing</i> AODV sehingga semua node dapat berkomunikasi secara <i>wireless</i>. Semakin jauh jarak xbee untuk mengirimkan data menyebabkan kemampuan zigbee semakin menurun.</p>

Berdasarkan beberapa hasil penelusuran penelitian-penelitian tersebut, kami mengumpulkan informasi-informasi yang didapat. Beberapa penelitian terkait keseluruhan sistem smart trapping memiliki perbedaan dalam rancangan sistem perangkap hama serangga, sistem pengiriman data dan juga sistem catu daya sebagai penyuplai energi listrik pada alat. Sistem catu daya pada beberapa penelitian tersebut umumnya memanfaatkan panel surya yang berasal dari energi matahari, sementara untuk protokol komunikasi pengiriman data pada alat smart trapping dari penelitian-penelitian diatas masih memanfaatkan jaringan internet dan belum adanya pemanfaatan teknologi LoRa. Sehingga kami mengambil beberapa referensi terkait penggunaan LoRa pada beberapa penelitian lainnya yang sedikit berbeda dari perancangan alat smart trapping guna memenuhi kebutuhan perancangan sistem yang kami buat.

Setelah melau proses studi literatur beberapa hasil penelitian-penelitian sebelumnya, langkah selanjutnya adalah melakukan proses survei untuk mendapatkan beberapa informasi tambahan dan untuk meninjau implementasi dari alat *smart trapping* ini. Proses survei bagian Pertama diawali dengan mewawancarai pihak civitas akademika yang memiliki bidang pengetahuan mengenai pertanian yaitu Anthonius Ketaren, S.P. selaku akademisi di bidang *agricultural engineering*. Adapun Tabel 2.2 merupakan penjabaran atas respon dari pertanyaan yang diberikan:

Tabel 2.2. Hasil wawancara dengan civitas akademika di bidang *agricultural engineering*.

Pertanyaan	Jawaban/tanggapan
<p>Apa itu Hama/serangga dalam pertanian?</p>	<p>Hama atau serangga merupakan organisme pengganggu tanaman yang menyebabkan tanaman tidak dapat tumbuh secara optimal dan tidak mendapat panen yang baik.</p>

Bagaimana perkembangan teknologi dalam pengendalian organisme pengganggu tanaman di Indonesia?	Perkembangan teknologi pengendalian OPT (Organisme pengganggu tanaman) tidak cukup populer di Indonesia sebab hama/serangga dibasmi secara konvensional saat ini di Indonesia.
Apakah Hama/serangga salah satu faktor penyebab panen gagal?	Iya, serangan hama/serangga pada tanaman dapat membuat tanaman mati dan pertumbuhan tanaman pasti terganggu.
Apakah implementasi alat perangkap hama/serangga dapat mengurangi terjadinya serangan dari hama/serangga?	Alat tersebut sangat bisa membantu petani dalam mengurangi serangan hama/serangga. Karena kita dapat menjadikan data dari alat tersebut sebagai rujukan untuk memahami kapan terjadinya serangan pada tanaman. Sehingga Kita dapat mencegah hal tersebut.
Bagaimana karakteristik hama/serangga pada tanaman?	Hama/serangga pada tanaman tentu karakteristiknya berbeda tergantung dari tanaman tersebut, namun yang lebih penting hama/serangga dapat kita deteksi melalui serangan yang terjadi pada tanaman mulai dari batang hingga buahnya.

Proses survei bagian kedua dilaksanakan dengan mewawancarai Dosen Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada (UGM) Bapak Alan Soffan, S.P., M.Sc., Ph.D. selaku mitra pengembang alat *smart trapping* ITRAP. Selama proses survei alat ITRAP, Mahasiswa bersama dosen pembimbing berdiskusi dengan mitra selama kurang lebih 1 jam, dengan memperhatikan cara kerja dan bentuk alat ITRAP. Tabel 2.3 menampilkan hasil wawancara yang telah dilakukan beserta Gambar 2.1 dari alat *smart trapping* ITRAP.



Gambar 2.1. Alat *Smart Trapping* ITRAP.

Tabel 2.3 Hasil wawancara dengan mitra pengembang alat ITRAP.

Pertanyaan	Jawaban/tanggapan
Bagaimana sistem kerja dari alat ITRAP ?	ITRAP yang berfungsi sebagai sistem perangkap dan penghitung hama serangga dilengkapi dengan monitoring suhu dan kelembaban udara sekitar. sistem perangkap hama bekerja dengan menggunakan perangkap bahan feromon melalui bau yang membuat hama terperangkap pada tabung. Ketika hama kumbang tanduk masuk maka sensor mekanik modifikasi akan mendeteksi dan menghitung lalu mengirimkan data pada server.
Sistem alat ITRAP menggunakan suplai energi listrik dari mana ?	Pada rancangan sistem ITRAP menggunakan suplai catu daya dari panel surya dan baterai, akan tetapi masih belum bisa bekerja secara optimal, sehingga pada saat ini untuk kebutuhan uji coba alat masih menggunakan suplai energi listrik dari PLN melalui adaptor charger 5V.
Apakah ada faktor pengganggu dalam melakukan pengiriman data pada alat?	Iya, gangguan pengiriman data biasanya disebabkan karena tidak stabilnya suplai catu daya ke sistem, sehingga terkadang pengiriman data masih sering delay dan belum optimal.
Apakah alat Itrap membutuhkan konsumsi daya yang rendah dan pengiriman data yang jauh ?	Iya, nantinya alat ini akan difungsikan pada lahan perkebunan yang jauh dari sumber energi listrik PLN maupun jaringan internet. tetapi untuk saat ini alat ITRAP bekerja ketika ada jaringan internet menggunakan <i>wifi</i> sebagai penghubung server dengan alat, sehingga membutuhkan teknologi yang mampu mengirimkan data 200-700 meter.
Apakah alat ini sudah melakukan ujicoba dilapangan ?	Sudah dilakukan beberapa kali uji coba, karena ini merupakan alat versi kedua maka kami masih melakukan pengembangan dalam rancangan sistem pada ITRAP

Berdasarkan proses observasi yang telah dilakukan dan telah didapatkan kumpulan informasi dari hasil studi literatur dan survei dengan civitas akademika dan mitra pengembang alat *smart trapping*, maka kami menentukan daftar spesifikasi dari sistem yang akan dikembangkan sebagai solusi dari permasalahan yang diangkat. Sistem catu daya dan pengiriman data untuk mendukung alat *smart trapping* (alat perangkap dan penghitung hama serangga) memiliki spesifikasi lengkap sebagai berikut.

#### A. Spesifikasi Prototipe Alat :

- 1) Sistem catu daya dan pengiriman data dapat berfungsi optimal untuk mendukung alat *smart trapping* (alat perangkap dan penghitung hama serangga).
- 2) Sistem catu daya pada alat menggunakan 1 buah solar cell 10 Wp -12 Volt dan *Solar Charge Controller (SCC)* tipe PWM.
- 3) Sistem catu daya pada alat menggunakan 3 buah baterai lithium-ion 4,2 V-3,5 A yang dirangkai seri dan dilengkapi *battery management system (BMS)*.
- 4) Sistem catu daya dilengkapi watt meter digital yang mampu memonitoring energi yang masuk pada baterai.

- 5) Alat dapat melakukan pengiriman data hama serangga yang terperangkap dengan modul LoRa yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32 yang bernama MAPPI32.
- 6) Alat dapat mengirim data dengan jarak prototype masing-masing 200-700 meter.
- 7) Terdapat 2 node sensor yang difungsikan untuk melakukan pengiriman data
- 8) Sistem pengiriman data menggunakan *gateway* sebagai jembatan komunikasi antara 2 node sensor dan server menggunakan protokol komunikasi *MQTT (Message Message Queuing Telemetry Transport)*.
- 9) Sistem pengiriman data pada alat menggunakan *web server* Ubidots sebagai *interface* data yang diterima untuk komunikasi LoRa dengan server dan LCD sebagai *display* pada alat.

## B. Perhitungan Kebutuhan Daya

Tabel 2.4 Spesifikasi Beban Daya Alat

No	Nama Komponen	Spesifikasi	
1.	MAPPI32 Development Kit 16 MB OTA LoRaWAN Support	Operating Voltage / Power Supply	3,0 – 5V
		Operating Current	80mA
		Minimum Current Delivered by Power Supply	500 mA
		LoRa Tx Mode On	120mA
		Lora RX Mode On	12,1mA
2.	DHT22	Operating Voltage	3,5 – 5,5V
		Operating Current at Measuring	0,3mA
		Operating Current at standby	60uA
3.	LCD LMB162H	Operating Voltage	5,3 V
		Operating Current	3mA

Berdasarkan Tabel 2.4 diatas yang berisi data beban pada alat yang kami kumpulkan berdasarkan masing-masing *datasheet* dan nantinya penggunaan beban akan digunakan selama 24 jam/hari. Selanjutnya, maka kami melakukan perhitungan daya pada tiap komponennya dengan rumusan perhitungan sebagai berikut :

$$P = V \times I$$

$P$  = Daya (W)

$V$  = Tegangan (V)

$I$  = Arus (A)

1) MAPPI32 LoRaWAN Support

Perhitungan ini mengambil kondisi pada saat LoRa sedang dalam mode Tx (*transmitter*)

$$P = 5 \text{ V} \times 0,12 \text{ A} \\ = 0,6 \text{ Watt}$$

2) DHT22

Perhitungan ini mengambil kondisi pada saat DHT22 sedang dalam mode pengukuran (*measuring*)

$$P = 5,5 \text{ V} \times 0,0003 \text{ A} \\ = 0,00165 \text{ Watt}$$

3) LCD LMB162H

$$P = 5,3 \text{ V} \times 0,003 \text{ A} \\ = 0,0159 \text{ Watt}$$

Maka total energi yang dibutuhkan, adalah :

$$\text{Total energi} = 0,6 \text{ Watt} + 0,00165 \text{ Watt} + 0,0159 \text{ Watt} \\ = 0,61755 \text{ Watt} \times 24 \text{ jam} \\ = 14,82 \text{ Wh}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, maka kebutuhan daya pada prototipe alat selama 24 jam/hari sebesar 14,82 Wh. Selanjutnya untuk mengoptimalkan dan mengantisipasi rugi-rugi daya pada sistem catu daya, maka terdapat penambahan sebesar 40% pada daya total yang dibutuhkan. Perhitungan total energi satu hari yang dibutuhkan menjadi 20,74 Wh. Sistem catu daya juga dirancang dengan *safety lifetime* penggunaan selama 2 hari guna mengantisipasi keadaan cuaca yang kurang optimal untuk pengecasan bagi baterai, sehingga total energi yang dibutuhkan menjadi 41,48 Wh.

C. Perhitungan Kebutuhan Panel Surya

Panel surya diasumsikan dapat menerima panas dari sinar matahari secara optimal selama 5 jam yakni pada jam 09.00 pagi – 14.00 Siang. Berdasarkan waktu tersebut, kami dapat melakukan perhitungan kebutuhan panel surya yang digunakan dengan rumus :

$$\text{Panel Surya} = \frac{\text{Kebutuhan Energi (Wh)}}{\text{waktu Peak (Jam)}}$$

$$\text{Panel surya} = 41,48 \text{ Wh} : 5 \text{ Jam} \\ = 8,29 \text{ Wp}$$

Panel surya yang akan digunakan mempunyai daya maksimum 10 Wp, maka dibutuhkan 1 buah panel surya 10 Wp – 12 V.

#### D. Perhitungan Kebutuhan Baterai

Baterai yang akan digunakan adalah jenis lithium-ion, dengan jumlah perhitungan baterai sebagai berikut :

$$\text{Jumlah Baterai} = \frac{\text{Kebutuhan Energi (Wh)}}{\text{Kapasitas Baterai}}$$

$$\text{Jumlah baterai} = 41,48 \text{ Wh} : (4,2 \text{ V} \times 3,5 \text{ Ah})$$

$$= 2,82 \text{ (jumlah baterai dibulatkan menjadi 3 buah sel baterai)}$$

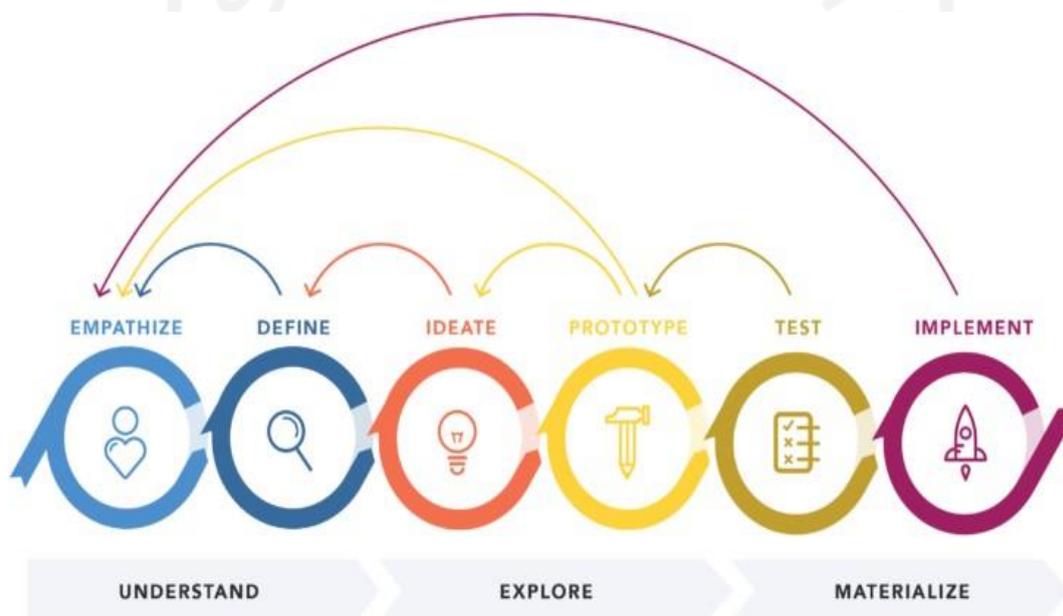
Berdasarkan spesifikasi-spesifikasi tersebut, maka selanjutnya akan dirancang usulan sistem yang memenuhi kriteria yang telah disebutkan diatas.



## BAB 3 : Usulan Perancangan Sistem

### 3.1 Usulan Rancangan Sistem

Dalam perancangan tugas akhir pada alat ini, terdapat beberapa tahapan yang perlu dilakukan sesuai dengan siklus perancangan pada *design thinking*. Adapun beberapa tahapan tersebut yakni meliputi *emphatize*, *define*, *ideate*, *prototype*, *test*, dan *implement*. Beberapa tahapan *design thinking* ini bertujuan sebagai suatu cara untuk memenuhi standar keteknikan dalam perancangan sistem alat. Pada proses *design thinking* ini merupakan siklus yang didalamnya dapat terjadi perubahan, perbaikan, maupun penambahan yang bertujuan untuk memenuhi spesifikasi kebutuhan alat. Gambar 3.1 dan Tabel 3.1 dibawah ini mengilustrasikan dan menjelaskan tahapan-tahapan tersebut.



Gambar 3.1. Tahapan *design thinking*

Tabel 3.1 Penjelasan tahapan *design thinking*

No	Tahapan	Penjelasan
1	<i>Emphatize</i>	Melihat permasalahan yang terjadi pada perkebunan kelapa akibat serangan hama serangga. Pengumpulan informasi pada tahapan ini dilakukan dengan membaca berbagai jurnal terkait efek serangan hama serangga pada perkebunan dan juga melakukan beberapa wawancara dengan civitas akademika di bidang pertanian dan pengembang alat ITRAP yakni dosen Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada.

2	<i>Define</i>	Merumuskan beberapa permasalahan yang terjadi berdasarkan tahapan sebelumnya. Beberapa fokus permasalahan kami yakni melakukan pengembangan alat <i>smart trapping</i> yang sudah ada (ITRAP) pada lingkup sistem catu daya yang belum bekerja optimal dan sistem pengiriman data yang belum efektif.
3	<i>Ideate</i>	Berdasarkan fokus permasalahan sebelumnya, maka perlu adanya solusi pada permasalahan tersebut. Alternatif solusi yang diberikan adalah perancangan sistem catu daya berbasis panel surya dan sistem pengiriman data teknologi IoT menggunakan LoRa.
4	<i>Prototype</i>	Setelah mendapatkan sebuah solusi dari permasalahan, selanjutnya dilakukan perancangan sistem dan alat. Perancangan alat disesuaikan berdasarkan spesifikasi untuk mengatasi permasalahan yang sudah dirumuskan sebelumnya.
5	<i>Test</i>	Melakukan proses pengujian pada prototipe alat. Pengujian prototipe alat bertujuan untuk mengetahui kinerja alat dan juga tingkat keefektifan penggunaan sistem alat sebagai solusi dari permasalahan. Tahapan ini juga terdapat validasi data yang diperoleh untuk kebutuhan evaluasi pada alat.
6	<i>Implement</i>	Alat telah siap digunakan dengan telah dilakukannya serangkaian proses pengujian dan evaluasi kinerja dari sistem alat. Sehingga dapat menjadi solusi dan mendukung alat <i>smart trapping</i> .

Kemudian pada perancangan usulan sistem dari alat ini, terdapat usulan pertama dan juga usulan kedua yang menjadi beberapa pilihan sebelum nantinya akan diputuskan sistem mana yang lebih baik dan optimal untuk digunakan. Berikut Tabel 3.2 yang menjelaskan perbandingan antara usulan pertama dan usulan kedua.

Tabel 3.2 Perbandingan Rancangan Usulan Solusi Sistem Alat

Keterangan Sistem	Usulan Solusi Pertama	Usulan Solusi Kedua
Sistem Catu Daya	Berbasis panel surya 10 Wp dengan kapasitas penyimpanan pada baterai sebesar 44,1 Wh	Berbasis panel surya 10 Wp dengan kapasitas penyimpanan pada baterai sebesar 37,8 Wh

Sistem Pengiriman Data	Berbasis teknologi nirkabel LoRa	Berbasis teknologi nirkabel Zigbee
------------------------	----------------------------------	------------------------------------

Pada kedua usulan sistem yang akan digunakan pada alat nantinya. Pertama, pada bagian sistem catu daya. Kedua usulan masih menggunakan energi sinar matahari dari panel surya, akan tetapi terdapat perbedaan dalam besar kapasitas energi yang digunakan nantinya. Kedua, perbandingan pada bagian sistem pengiriman data pada alat. Pada usulan pertama sistem pengiriman data memanfaatkan teknologi nirkabel LoRa dan pada usulan kedua memanfaatkan teknologi nirkabel Zigbee. Beberapa perbedaan usulan tersebut nantinya akan dilakukan analisis pertimbangan berdasarkan performa dari masing-masing teknologi pengiriman data nirkabel.

Adapun dalam melakukan transmisi pengiriman data maupun sinyal informasi dari pengirim (*transmitter*) kepada penerima (*receiver*) memiliki jenis-jenis dalam melakukan komunikasi antar sistem diantaranya seperti zigbee, z-wave, cellular (2G/3G/4G/5G), LoRa, dan lain-lain. Gambar 3.2 dibawah ini memperlihatkan grafik perbandingan masing-masing teknologi nirkabel.

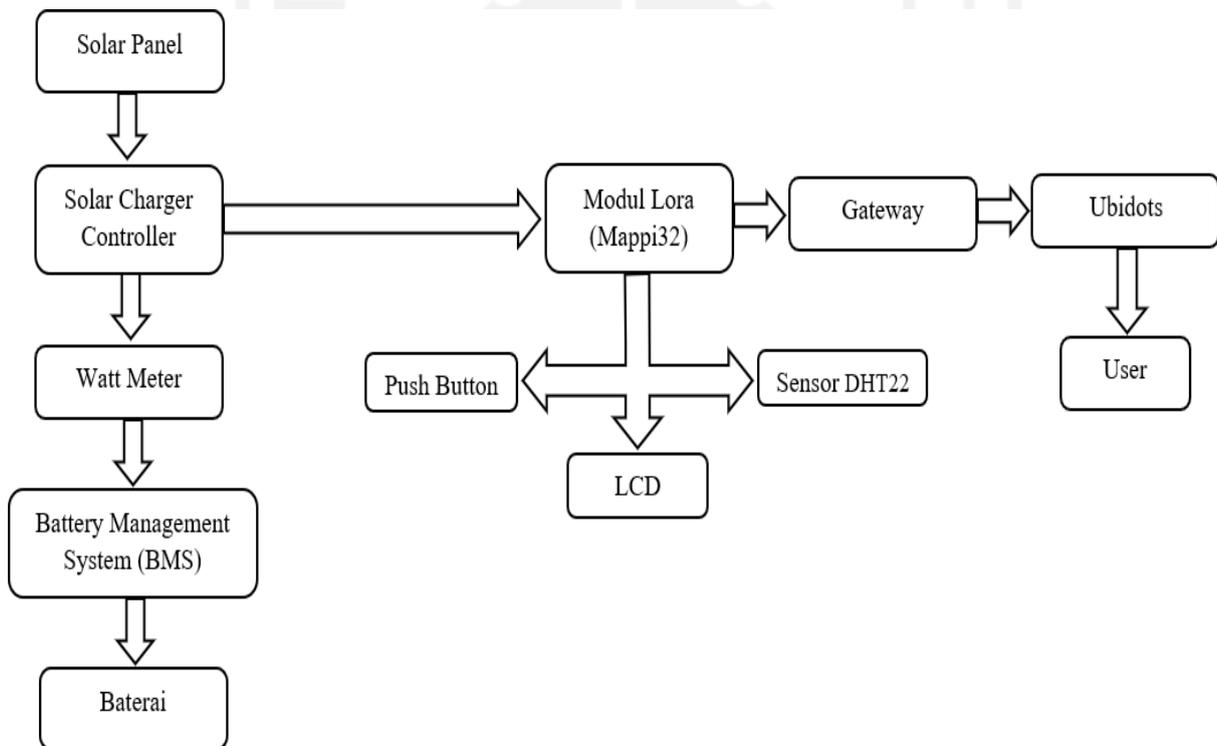


Gambar 3.2. Grafik Perbandingan Performa Teknologi Nirkabel.

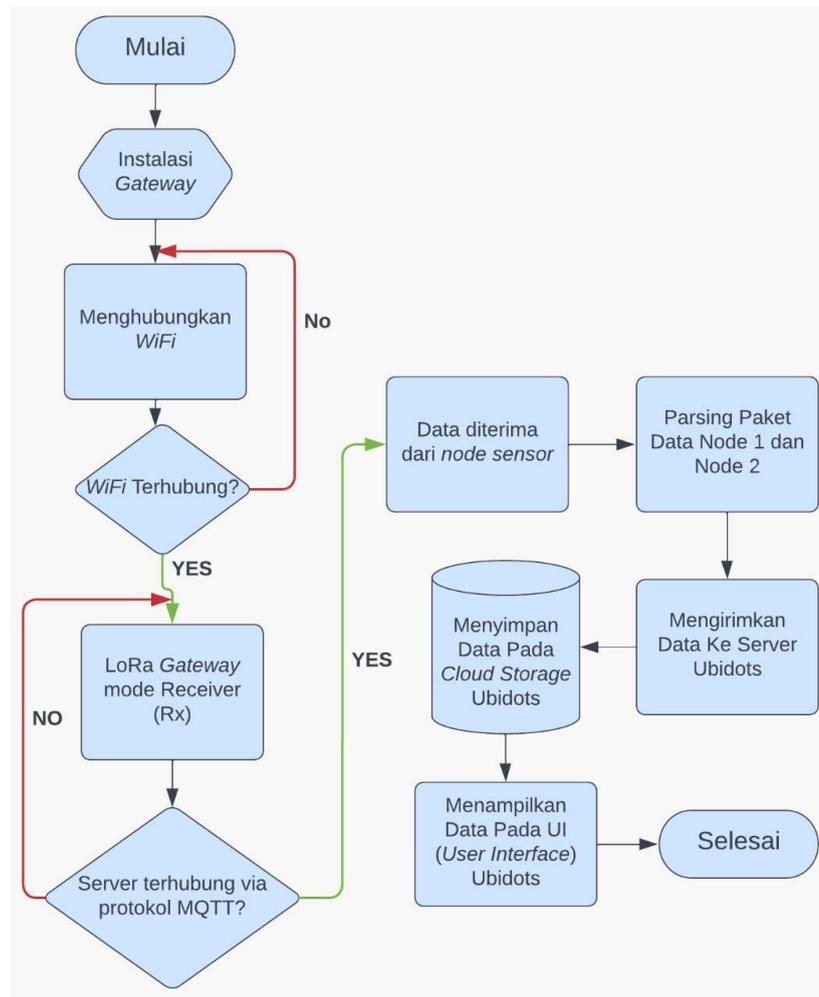
Berdasarkan Gambar 3.2 diatas, teknologi nirkabel perangkat IoT (*internet of things*) menggunakan teknologi LoRa (*long range area*) memiliki keunggulan dalam konsumsi daya yang rendah dan jarak jangkauan pengiriman yang jauh lebih baik dibandingkan dengan teknologi nirkabel lainnya. Selanjutnya untuk teknologi nirkabel Zigbee memiliki kekurangan dalam konsumsi daya yang jauh lebih besar dengan jarak jangkauan pengiriman data relatif lebih pendek dibandingkan dengan teknologi LoRa. Sehingga pada usulan solusi pertama yang menggunakan teknologi nirkabel LoRa pada sistem pengiriman data sangat cocok untuk kebutuhan pengaplikasian pada alat *smart trapping*, dimana kebutuhan jarak jangkauan

pengiriman data yang cukup jauh dengan rentang jarak 200-700 meter dan juga penyesuaian kebutuhan penggunaan daya untuk keperluan penghematan energi (*low consumption energy*).

Selanjutnya berdasarkan pertimbangan diatas, maka usulan solusi pertama dipilih untuk di implementasikan pada alat. Sistem catu daya dan pengiriman data pada alat ini dirancang untuk mendukung sebuah alat *smart trapping* (alat perangkap dan penghitung hama serangga) yang akan digunakan pada sebuah lahan perkebunan. Sistem catu daya memanfaatkan sumber energi terbarukan yang berasal dari sinar matahari dan pada sistem pengiriman data menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT) yang memanfaatkan LoRa. Sistem pendukung alat *smart trapping* ini dirancang untuk lokasi perkebunan yang cukup jauh dari sumber energi listrik dan juga cukup jauh dari jangkauan jaringan internet, sehingga rancangan prototipe alat haruslah mengedepankan kedua aspek utama tersebut. Berikut adalah usulan solusi pertama dari rancangan sistem alat *smart trapping*.



(a)



(b)

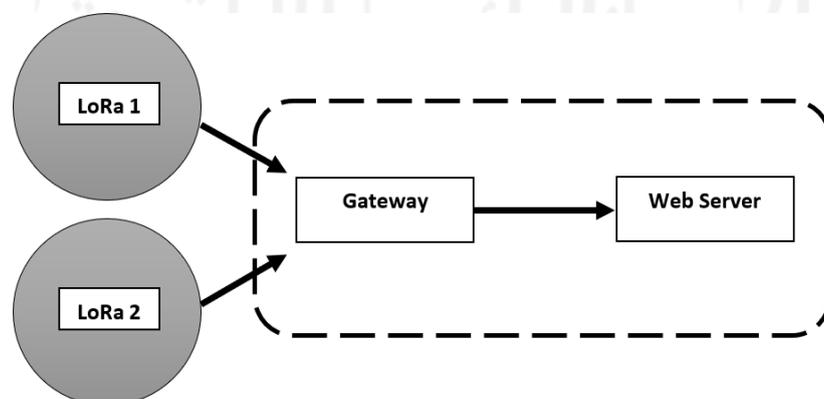
Gambar 3.3. (a) Diagram blok sistem alat, (b) *Flowchart* Lora Gateway.

Diagram blok diatas mengilustrasikan skema kerja dari prototipe alat. Pada sistem catu daya alat ini yang memanfaatkan energi terbarukan dari energi sinar matahari melalui komponen panel surya. Selanjutnya panel surya akan mengkonversi energi dari matahari yang didapat menjadi energi listrik yang kemudian diteruskan menuju *solar charge controller PWM 10 A (SCC)* yang berfungsi sebagai pengatur juga penyesuai tegangan dan arus yang masuk dari panel surya menuju baterai. Energi listrik yang akan tersimpan pada baterai akan terlebih dahulu melewati watt meter dan juga komponen *battery management system (BMS)*. Watt meter yang akan dipasang pada sistem alat berfungsi untuk mengukur jumlah energi yang didapatkan dari panel surya menuju baterai. Komponen *battery management system (BMS)* pada alat berfungsi untuk mengatur dan menjaga tegangan dan arus pada baterai dari kondisi-kondisi yang dapat merusak baterai, sehingga ketahanan baterai lebih awet. Sistem catu daya alat ini menggunakan baterai yang disusun secara seri dengan memiliki tegangan dan arus berdasarkan indikator pada *datasheet* komponen maksimal memiliki keluaran total sebesar 12,6 Volt – 3,5 Ah . Tegangan

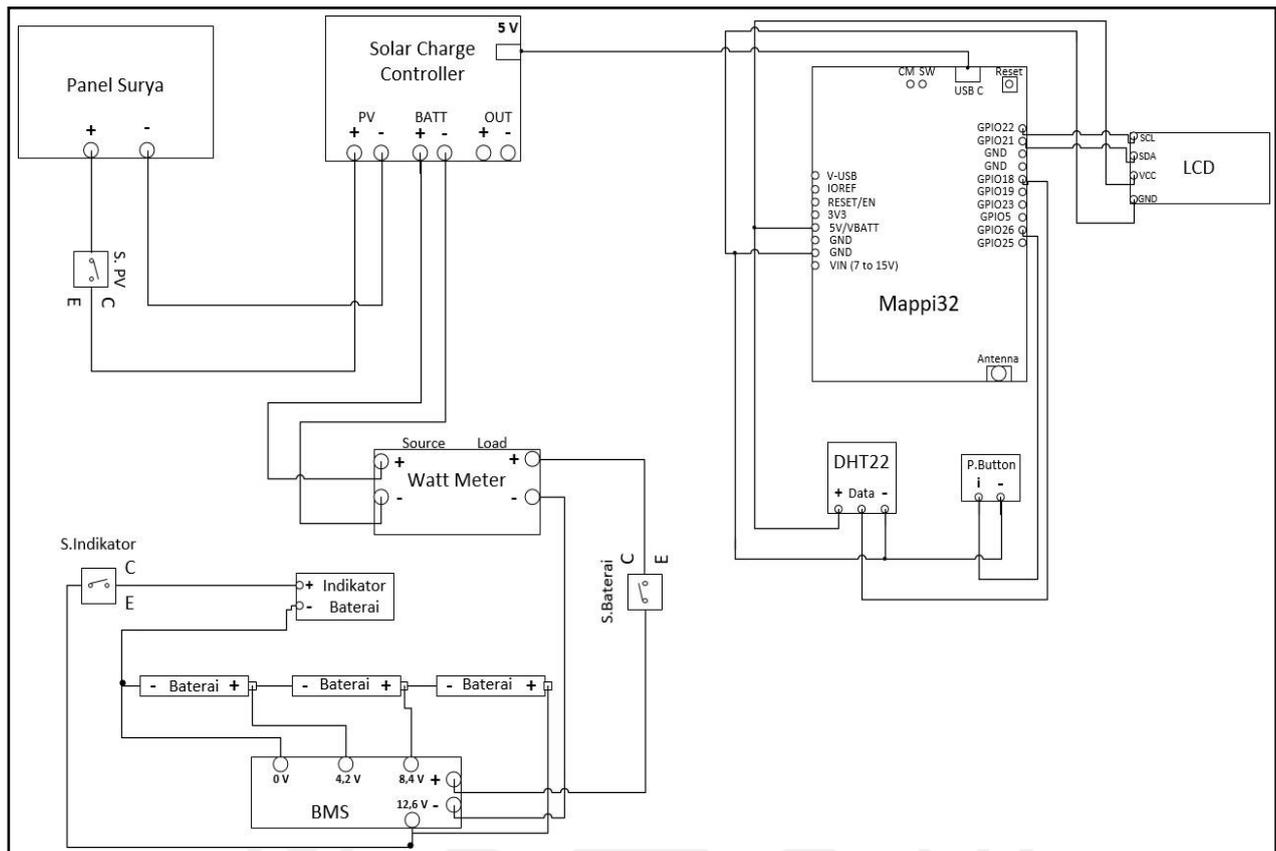
baterai nantinya akan diturunkan menjadi 5 Volt dengan memanfaatkan fitur *step down* tegangan untuk beban DC pada *solar charge controller* (SCC) sesuai dengan kebutuhan pada beban alat.

Selanjutnya, *mikrokontroler* Mappi32 yang terintegrasi dengan modul LoRa mendapatkan suplai daya dari SCC yang akan menjadi pengontrol dari sistem *monitoring*. Fitur *monitoring* alat ini yakni berupa *monitoring* perangkat dan penghitung hama serangga dan *monitoring* suhu dan kelembaban udara di sekitar. Pada fitur *monitoring* penghitung hama serangga, alat ini menggunakan prototipe berupa komponen push button yang akan memberikan *trigger* Ketika ditekan. Pada fitur *monitoring* suhu dan kelembaban alat ini menggunakan sensor DHT22. Data hasil pembacaan dari sensor kemudian akan direspon dan diteruskan oleh mikrokontroler yang juga terintegrasi dengan modul LoRa mode *transmitter* (Tx) menuju *gateway*. Mikrokontroler MAPPI32 juga difungsikan sebagai *gateway* untuk sistem pengiriman data antara node sensor dan server dengan mode *receiver* (Rx). Gateway menggunakan protokol komunikasi *MQTT* sebagai jembatan antara node sensor dan server Ubidots sehingga gateway membutuhkan modul wifi untuk terhubung ke jaringan sehingga data dari node sensor dapat diteruskan ke server Ubidots.

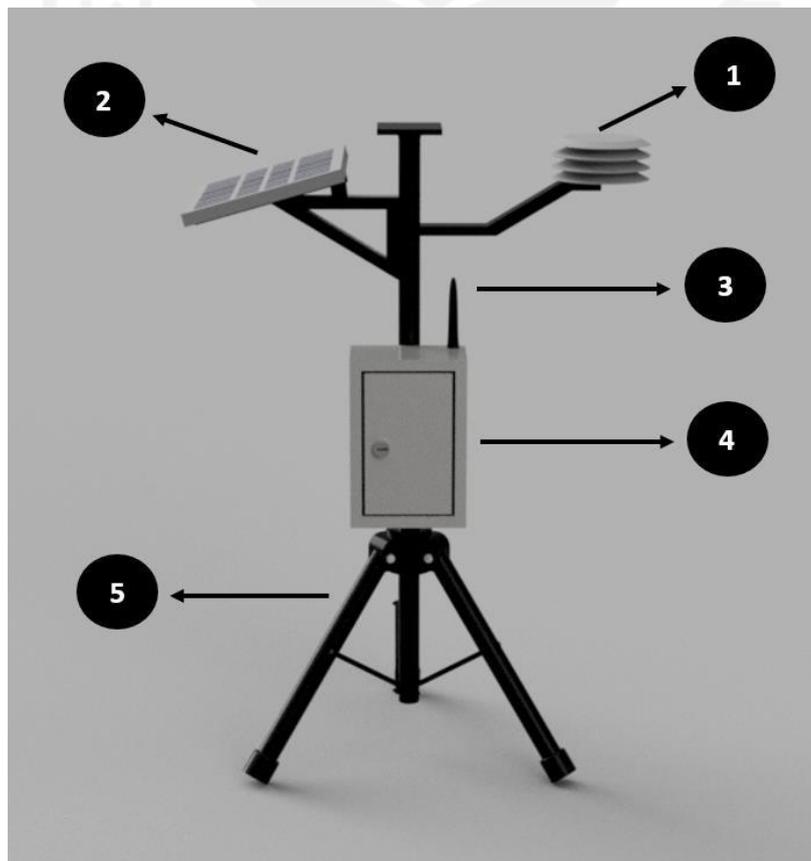
Pada perancangan sistem alat ini, terdapat dua buah Mappi32 dengan modul LoRa yang difungsikan sebagai *end node sensor* untuk melakukan pengiriman data menuju gateway dimana frekuensi yang digunakan di Indonesia adalah 923 MHz[12]. Satu buah Mappi32 mendapatkan sumber daya listrik dari sistem catu daya alat ini, sedangkan Mappi32 lainnya mendapatkan suplai daya listrik secara terpisah dari listrik PLN. Pada skema komunikasi LoRa *gateway* berfungsi sebagai *protocol converter* untuk memastikan informasi dapat dikirimkan ke server (pusat data) sehingga *monitoring* terhadap alat dapat dipantau melalui *web server* Ubidots oleh pengguna. Berikut ini merupakan skema komunikasi LoRa pada Gambar 3.4 dan rangkaian elektronis sistem pada Gambar 3.5.



Gambar 3.4. Skema komunikasi LoRa



Gambar 3.5. Rangkaian elektronis sistem.

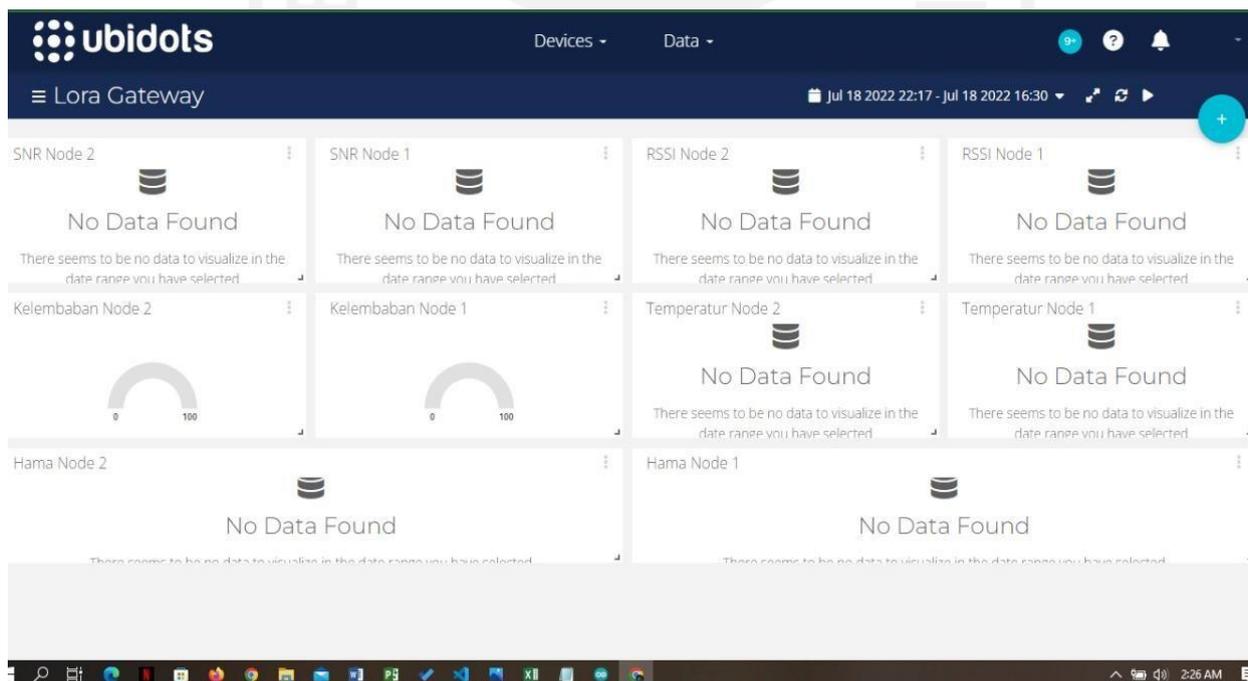


Gambar 3.6. Desain prototipe alat.

Gambar 3.6 diatas merupakan desain 3D dari prototipe keseluruhan alat yang dirancang. Tertera pada gambar juga terdapat beberapa penomoran untuk mempermudah penjelasan dari gambar. Berikut merupakan penjelasan dari setiap nomor yang ada pada gambar :

1. Kompartemen *hardware outdoor* pelindung sensor DHT22
2. Panel surya 10 Wp
3. Antenna MAPPI32 pada sistem pengiriman data menggunakan LoRa
4. Box panel seluruh sistem elektronis pada alat, yang terdiri dari : *solar charge controller*, watt meter, baterai lithium-ion, *Battery management system*, Mikrokontroler Mappi32, Push button dan juga LCD sebagai penampil pengiriman data pada alat
5. Tripod 3 kaki sebagai tiang penyangga utama keseluruhan alat

Sistem pengiriman data pada alat ini menggunakan teknologi IoT, sehingga dibutuhkan sebuah *interface* yang dapat memungkinkannya pengguna untuk melihat dan memonitoring kondisi yang terjadi secara jarak jauh. *Database* penyimpanan data dan juga penampil *monitoring* pembacaan sensor alat akan memanfaatkan *platform* web server Ubidots. Adapun beberapa data yang akan disimpan didalam *cloud database* berupa nilai penghitung hama, nilai suhu dan kelembaban, nilai SNR pengiriman data dan juga nilai RSSI pengiriman data. Gambar 3.7 menampilkan desain *interface* pada web server Ubidots.



Gambar 3.7. Desain *interface web server*

Berdasarkan usulan desain dan spesifikasi yang telah ditentukan. Usulan solusi rancangan desain sistem pertama digunakan sebagai solusi dari permasalahan alat *smart trapping* ITRAP

agar dapat bekerja secara optimal dan efektif dalam penyuplaian catu daya dan pengiriman data ke server. Karena dari observasi yang sudah dilakukan LoRa memiliki kelebihan dalam efisiensi energi (*low consumption energy*) dan memiliki jangkauan jarak cukup jauh. Sehingga dari rancangan desain sistem pertama dibuat daftar inventarisasi beberapa komponen yang diperlukan beserta deskripsinya. Tabel 3.3 menampilkan daftar komponen yang diperlukan sesuai dengan usulan rancangan prototipe alat.

Tabel 3.3. Inventarisasi kebutuhan usulan prototipe alat

No	Nama Alat	Keterangan
1	Panel Surya	Sebuah alat yang tersusun dari modul sel surya yang terbuat dari bahan semikonduktor untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Kapasitas dari panel surya dapat ditinjau dalam <i>watt peak</i> (Wp). Panel surya yang digunakan yakni panel surya 10 Wp.
2	Solar Charge Controller (SCC)	Sebuah perangkat peralatan elektronik yang berfungsi untuk mengatur pengisian panel surya ke baterai dan pengaturan baterai ke beban. SCC 10 A digunakan untuk mencegah pengisian energi baterai yang berlebihan ( <i>over charge</i> ) dan mencegah pengurasan baterai yang berlebihan ( <i>over discharge</i> ). <i>Solar charge controller</i> yang digunakan ialah tipe PWM 10 A untuk baterai lithium.
3	Baterai	Sebuah alat yang digunakan untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Baterai memiliki kemampuan untuk mengisi dan mengeluarkan energi listrik dengan cepat juga mempunyai kapasitas penyerapan dan pelepasan energi dalam jangka panjang. Baterai yang digunakan pada alat ini adalah baterai jenis lithium-ion <i>cell</i> 4,2 V – 3,5 Ah sebanyak 3 buah. Jenis baterai ini mempunyai kepadatan energi lebih tinggi untuk kekuatan penggunaan baterai yang lebih lama.
4	Watt Meter	Sebuah alat pengukur daya listrik yang merupakan kombinasi dari voltmeter dan ampermeter. Pada alat ini watt meter digunakan untuk mengukur daya dari panel surya yang tersimpan kedalam baterai.
5	Battery Management System (BMS)	Sebuah komponen yang berfungsi untuk mengatur dan menjaga baterai dari kondisi-kondisi yang dapat merusak baterai. Pada alat ini BMS berfungsi sebagai penstabil tegangan pada tiap sel baterai dan juga pencegah kondisi <i>over charging</i> dan <i>over discharge</i> pada baterai. jenis yang digunakan yakni BMS 3S 20 A.
6	Indikator Baterai	Sebuah komponen yang berfungsi untuk menampilkan parameter kapasitas baterai dalam bentuk <i>display bar</i> .
7	Mikrokontroler Mappi32	Sebuah mikrokontroler yang terintegrasi dengan Modul LoRa. Pada alat Mappi32 yang berfungsi sebagai pengontrol sensor-sensor yang ada dan juga modul LoRa pada Mappi32 berfungsi untuk melakukan pengiriman data ( <i>Tx mode</i> ). Mappi32 yang digunakan pada prototipe pengiriman data berjumlah sebanyak 3 buah, 2 buah Mappi32 berfungsi sebagai end node sensor yang melakukan pengiriman data ( <i>Tx mode</i> ) dan 1 buah lainnya berfungsi sebagai gateway untuk menerima data ( <i>Rx mode</i> ). Mappi32 memiliki kelebihan sudah terintegrasi dengan Modul LoRa, ESP32, dan juga memiliki fitur <i>monitoring</i> arus.

8	Modul Sensor DHT22	Sensor yang berfungsi untuk mengukur temperatur dan juga kelembaban lingkungan sekitar. Modul DHT22 dipilih karena memiliki rentang error pengukuran yang cukup rendah dan juga harga yang lebih ekonomis.
9	Push Button	Komponen yang digunakan sebagai sebuah prototipe penghitung hama serangga pada alat, push button berfungsi apabila ditekan akan mengirimkan <i>trigger</i> pada Mikrokontroler yang dapat terhitung sebagai sebuah serangga yang terperangkap nantinya.
10	Sistem Monitoring (LCD & Web Server)	LCD dengan resolusi 16x4 berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran nilai temperatur, kelembaban dan juga penghitung hama serangga. Tampilan monitoring berbasis IoT akan ditampilkan pada <i>web server</i> Ubidots.

### 3.2 Metode Uji Coba dan Pengujian Usulan Rancangan Sistem

#### 3.2.1 Metode Pengujian Rancangan Sistem

Rancangan pengujian sistem bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sistem catu daya dan pengiriman data pada alat dan memastikan bahwa seluruh spesifikasi yang telah dirancang dapat berjalan dengan baik. Berikut ini merupakan rancangan pengujian dari sistem alat :

##### A. Pengujian Pengisian Daya Pada Sistem Catu Daya Alat

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui lama waktu pengisian baterai hingga penuh, daya yang tersimpan selama proses pengisian baterai dari panel surya, efisiensi proses pengisian daya yang digunakan. Pengujian ini menggunakan multimeter digital dan watt meter digital yang dihubungkan dengan *solar charge controller* dan baterai untuk memantau data tegangan *input*, arus *input*, tegangan *output*, arus *output* dan daya yang dihasilkan selama proses pengisian baterai. Adapun beberapa langkah-langkah yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pengecekan rangkaian dan pengecekan terhadap nilai tegangan awal baterai yang akan diuji.
2. Meletakkan panel surya pada area yang terkena sinar matahari.
3. Pengujian mulai dilaksanakan dari pukul 08.00 WIB hingga 16.00 WIB.
4. Melakukan pengukuran dan pengambilan data tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya yang masuk ke solar charge controller dengan menggunakan multimeter. Proses pengukuran dan pengambilan data dilakukan sekali setiap 1 jam selama kurun waktu kurang lebih 8 jam.
5. Melakukan pengukuran dan pengambilan data tegangan dan arus yang dikeluarkan oleh solar charge controller yang akan masuk menuju baterai dengan menggunakan

multimeter dan mengamati pembacaan data pada watt meter. Proses pengukuran dan pengambilan data dilakukan sekali setiap 1 jam selama kurun waktu kurang lebih 8 jam.

6. Proses pengukuran tegangan dilakukan dengan cara menyambungkan multimeter ke rangkaian secara paralel dan untuk pengukuran arus dilakukan dengan cara menyambungkannya secara seri.
7. Setelah data selama 8 jam telah terkumpul maka dilakukan proses perhitungan daya setiap jamnya dan kemudian dengan menjumlahkan daya setiap jamnya kita dapat mengetahui total energinya dan nilai efisiensinya.

#### B. Pengujian Penyuplaian Daya Beban Oleh Sistem Catu Daya Alat

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui estimasi waktu pemakaian baterai terhadap beban, konsumsi daya beban terhadap baterai dan keseluruhan proses penyuplaian sistem catu daya terhadap beban pada saat kondisi pengecasan dari panel surya dan kondisi tanpa pengecasan. Pengujian ini menggunakan alat multimeter digital dan fitur *current monitoring* yang tersedia pada mikrokontroller Mappi32. Adapun beberapa langkah-langkah yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pengecekan rangkaian dan pengecekan terhadap nilai tegangan awal baterai yang akan diuji.
2. Melakukan pengecekan tegangan pada baterai ketika beban terpasang pada saat kondisi *charge* dan juga *full discharge*.
3. Melakukan Pengecekan konsumsi daya beban dengan menggunakan fitur *current monitoring* Mappi32
4. Melakukan ujicoba sistem catu daya dengan kondisi menyuplai beban selama 3 hari penuh.

#### C. Pengujian Sistem Pengiriman Data

1. Pengujian Fungsional Sistem Pengiriman Data dari LoRa Node Sensor ke Server

Pengujian dilakukan agar dapat mengetahui keberhasilan dari rancangan sistem agar dapat bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing [13]. Pengujian pengiriman data dari LoRa node sensor ke server melalui 3 tahap percobaan untuk dapat membuat sistem komunikasi pengiriman data, yaitu:

- a) Pengiriman data dari LoRa node 1 ke *gateway*

Pengiriman data pada tahap ini dilakukan pemrograman agar data dapat terbaca di *gateway*.

- b) Pengiriman data dari LoRa node 1 ke *gateway* kemudian diteruskan ke server Ubidots dengan protokol *MQTT*, Pengiriman data pada tahap 2 ini dilakukan agar dapat mengetahui data mana yang tersampaikan di *gateway* kemudian dilakukan parsing data. Parsing data dilakukan agar dapat membedakan variabel-variabel yang akan dikirimkan ke server Ubidots, server Ubidots akan membaca data kemudian ditampilkan pada *dashboard* UI Ubidots dimana variabel tersebut ialah temperatur, kelembaban, dan perhitungan hama serangga.
- c) Menambahkan LoRa node 2 untuk diteruskan ke *gateway* kemudian ke server ubidots, tahap terakhir ialah menambahkan lora node 2 agar dapat melaksanakan protokol komunikasi Lora dimana ada 2 node lora yang akan mengirimkan data ke *gateway*.

Pengujian dilakukan dengan memerhatikan beberapa hal sebagai berikut:

- Pengujian dilakukan dengan mengirimkan data dari LoRa node ke server dengan rentang waktu 10 - 15 menit, LoRa mengirimkan data setiap 10 detik.
- Proses pengambilan data dilakukan dengan mengambil data yang tersimpan pada *cloud* atau pada server Ubidots yakni data penghitung hama, suhu, kelembaban, RSSI (*Received Signal Strength Indication*) dan SNR (*Signal-to-Noise Ratio*).

## 2. Pengujian *Packet Loss* Pengiriman Data LoRa Node Ke Server

Pengujian *packet loss* dilakukan agar dapat mengetahui jumlah paket yang hilang dalam suatu sistem pengiriman data LoRa. Sehingga sistem pengiriman data dapat diketahui kualitas keberhasilan dalam melakukan pengiriman data pada suatu waktu. Pengujian *Packet Loss* Pengiriman data dari LoRa node 1 dan LoRa node 2 ke *gateway*[14]. Pengujian dilakukan dengan memerhatikan beberapa hal sebagai berikut:

- a) Pengujian dilakukan dengan mengirimkan data dari LoRa node ke server dengan rentang waktu 10 – 15 menit, LoRa mengirimkan data tiap 10 detik.
- b) Pengujian *packet loss* dilakukan secara bertahap mulai dari 200 meter, 400 meter, dan 700 meter.
- c) Pengujian *packet loss* dilakukan di tanah lapang seperti sawah.
- d) Pengujian *packet loss* dilakukan di tanah berpohon seperti kebun atau hutan.

Proses pengambilan data dilakukan dengan mengambil data yang tersimpan pada *cloud* atau pada server Ubidots yakni data penghitung hama, suhu, dan kelembaban

### 3. Pengujian Kualitas dan Kekuatan Jaringan Pengiriman Data LoRa Node Ke Server

Pengujian jarak dilakukan agar dapat mengetahui RSSI (*Received Signal Strength Indication*) dan SNR (*Signal-to-Noise Ratio*). Dimana RSSI adalah kekuatan sinyal yang diterima dalam miliwatt dan diukur dalam dBm yang mempunyai nilai negatif, semakin dekat ke 0 semakin baik sinyalnya. RSSI minimum LoRa ialah -120 dBm. SNR adalah rasio antara sinyal daya yang diterima dan tingkat daya *noise*. LoRa bekerja dibawah tingkat *noise* dengan nilai SNR LoRa tipikal antara -20 dB dan +10 dB, nilai yang mendekati +10 dB berarti sinyal yang diterima tidak terlalu rusak dimana LoRa dapat mendemodulasi sinyal dari -7,5 dB hingga -20 dB dibawah *noise*. Pengujian kualitas dan kekuatan jaringan pengiriman data dari LoRa node 1 dan LoRa node 2 ke *gateway* diteruskan ke server Ubidots memperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

- a) Pengujian dilakukan dengan mengirimkan data dari LoRa node ke server dengan rentang waktu 10 – 15 menit, Lora mengirimkan data tiap 10 detik.
- b) Pengujian jarak dilakukan secara bertahap mulai dari 200 meter, 400 meter, dan 700 meter.
- c) Pengujian jarak dilakukan di tanah lapang seperti sawah.
- d) Pengujian jarak dilakukan di tanah berpohon seperti kebun atau hutan.
- e) Proses pengambilan data dilakukan dengan mengambil data yang tersimpan pada cloud atau pada server Ubidots yakni data RSSI (*Received Signal Strength Indication*) dan SNR (*Signal-to-Noise Ratio*).

#### 3.2.2 Parameter Perhitungan Pengujian Rancangan Sistem

Berikut ini merupakan beberapa teori dan rumus perhitungan guna validasi hasil pengujian yang akan digunakan.

##### A. Pengujian Sistem Catu Daya

- Nilai Daya dan Energi [15]

$$P = v \times I$$

$$E = v \times I \times t$$

Keterangan:

$P$  = Daya (Watt)

$v$  = Tegangan (V)

$I$  = Arus (A)

$t$  = Waktu (Jam)

$E$  = Energi listrik (Wh)

- Nilai Efisiensi Energi

$$\eta = \frac{\text{energi keluaran}}{\text{energi masukan}} \times 100 \%$$

$\eta$  = Efisiensi (%)

## B. Pengujian Sistem Pengiriman Data

- Parameter Pengujian LoRa *Packet Loss*

Packet loss merupakan parameter untuk mengetahui seberapa besar keberhasilan sistem dalam melakukan pengiriman dan diterima oleh server sehingga dapat menunjukkan total jumlah paket yang hilang pada suatu sistem pengiriman Lora [16]. Kategori *packet loss* menurut TIPHON yaitu:

Tabel 3.4. Kategori *Packet Loss*.

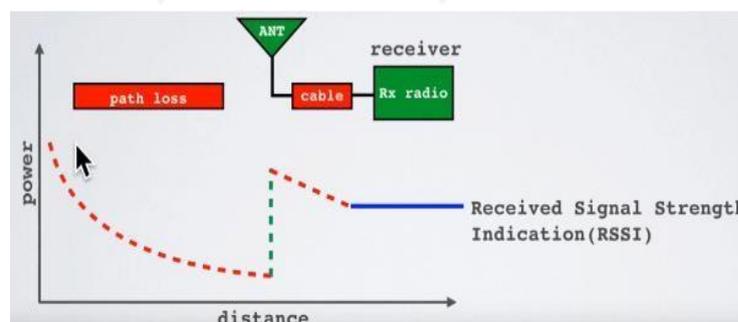
Kategori <i>Packet Loss</i>	<i>Packet Loss</i>	Indeks
Sangat Bagus	0 %	4
Bagus	3 %	3
Sedang	15 %	2
Jelek	25 %	1

Persamaan *packet loss* adalah sebagai berikut:

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

- Parameter Pengujian LoRa *Received Signal Strength Indicator (RSSI)*

RSSI merupakan teknologi untuk mengukur kekuatan sinyal LoRa. RSSI dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti noise, *power transmit*, gangguan, *multi-path fading*, dan lainnya yang sifatnya fluktuatif untuk kekuatan jaringan yang diterima. Nilai RSSI minimum dari LoRa ialah -120 dBm, nilai RSSI semakin baik jika mendekati nol.



Gambar 3.8. Skema RSSI Lora.

- Parameter Pengujian LoRa *Signal to Noise Ratio* (SNR)

SNR merupakan rasio antara kekuatan sinyal dan kekuatan dearu (noise). Kualitas sinyal dari Lora dapat diketahui dengan mengamati nilai SNR yang dihasilkan oleh Lora. Nilai SNR dihasilkan dalam satuan dB, tipikal Lora SNR memiliki nilai antara -20 dB dan +10 dB. Nilai yang mendekati +10 dB maka kualitas sinyal Lora semakin baik [10].



## BAB 4 : Hasil Perancangan Sistem

### 4.1 Kesesuaian Usulan dan Hasil Perancangan Sistem

Pada bagian ini pembahasan mengenai hasil perancangan sistem dari prototipe alat, terdapat beberapa perubahan yang terjadi pada rencana usulan perancangan awal terhadap proses realisasi sistem saat yang telah dibuat. Beberapa perubahan terjadi dikarenakan alat tidak bekerja dengan baik pada saat perancangan sistem, meninjau dari segi kualitas komponen pada saat uji coba dan juga untuk memenuhi standar alat yang telah ditentukan. Gambar 4.1 menampilkan perbandingan antara desain alat menggunakan perangkat lunak dengan hasil realisasinya dan Tabel 4.1 menampilkan *head-to-head* perbandingan dari rencana usulan dan realisasi.



Gambar 4.1 Perbandingan desain alat (kiri) dengan hasil realisasinya (kanan)

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat terlihat bahwa hasil realisasi alat sesuai seperti pada desain rancangan, pada *capstone project* ini alat yang direalisasikan hanya pada bagian sistem catu daya dan sistem pengiriman data. Sehingga tujuan kami melakukan desain 3D keseluruhan agar dapat terilustrasikan dengan jelas prototipe sistem *smart trapping* secara keseluruhan nantinya.

Tabel 4.1 Perbandingan usulan dan hasil perancangan sistem

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Dimensi tinggi tiang penyangga	150 – 200 cm	150 – 200 cm
2	Berat total	5 kg	5 kg
3	Dimensi box panel	30 x 20 x 12 cm	30 x 20 x 12 cm
4	Panel Surya	10 Wp (1 unit)	10 Wp (1 unit)
5	SCC PWM	10 A	10 A
6	Baterai	4,2 V – 3 Ah (3 pcs )	4,2 V – 3,5 Ah (3 pcs )
7	Model baterai	Ultrafire Li-Ion	Samsung Li-Ion
8	Kapasitas Baterai	37,8 Wh	44,1 Wh
9	BMS 3S 20 A	Tidak ada	Ada
10	Watt meter	Ada	Ada
11	Indikator baterai	Tidak ada	Ada
12	Regulator LM2596	Ada	Tidak ada
13	Modul IoT	Modul LoRa dev board (2 unit)	Mappi32 <i>embedeed</i> dengan modul LoRa (2 unit)
14	Gateway	Dragino OLG02 (1 unit)	Mappi32 (1 unit)
15	Sensor suhu dan kelembaban	DHT11	DHT22
16	Prototipe penghitung serangga	Push button	Push button
17	Sistem <i>monitoring</i>	<i>Web server</i>	LCD 16x2 dan <i>web server</i>
18	Sistem pengiriman data dan <i>Database</i>	Via Thingspeak	Via Ubidots

#### 4.2 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajaemen Tim dan Realisasinya

Pada bagian ini, Tabel 4.2 menjelaskan implementasi manajemen tim dalam rancangan jadwal kerja tugas akhir serta realisasi pelaksanaan yang terjadi dan pada Tabel 4.3 menjelaskan terkait rencana anggaran biaya atau RAB dari pembuatan alat ini. Beberapa perubahan yang terjadi dikarenakan beberapa pertimbangan yang harus dilakukan agar memberikan hasil sistem yang lebih baik dan optimal, semisal komponen yang digunakan mengalami kerusakan dan juga hasil yang didapat dari uji coba belum mampu memenuhi kriteria dari alat.

Tabel 4.2 Kesesuaian antara usulan dan realisasi *timeline* pengerjaan Tugas Akhir 2

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
1	Pembelian alat dan bahan	Maret - April	Maret - April
2	Perancangan sistem dan pemasangan alat	April	April
3	Uji coba alat dan pengambilan data	April - Mei	April - Mei

4	Evaluasi dan validasi hasil percobaan	Mei - Juni	Juni
5	Pembuatan dan pemasangan casing sekaligus finishing	Juni	Juli
6	Pengumpulan laporan tugas akhir	Juni	Juli
7	Expo	Juli	Agustus

Tabel 4.3 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
1	Panel Surya Polycrystalline 10 Wp	1 pcs	Rp. 130.000,-	1 pcs	Rp. 200.000,-
2	SCC PWM 10 A	1 pcs	Rp. 75.000,-	1 pcs	Rp. 90.000,-
3	Baterai 18650 Li-ion	3 pcs	Rp. 45.000,-	3 pcs	Rp. 315.000,-
4	Watt Meter DC	1 pcs	Rp. 90.000,-	1 Pcs	Rp. 110.000,-
5	BMS 3S 20 A	-	-	1 Pcs	Rp. 25.000,-
6	Indikator Baterai 3S	-	-	1 Pcs	Rp. 35.000,-
7	LM2596 DC step down	3 pcs	Rp. 105.000,-	-	-
8	Modul LoRa Dev Board	3 pcs	Rp. 1.068.000,-	3 pcs	Rp. 2.039.000,-
9	Antenna RFM95	3 pcs	Rp. 80.000,-	-	-
10	Dragino OLG02	1 pcs	Rp. 850.000,-	-	-
11	DHT11	1 pcs	Rp. 20.000,-	-	-
12	DHT22	-	-	2 pcs	Rp. 130.000,-
13	Push button DS 314	3 pcs	Rp. 7.500,-	2 pcs	Rp. 5.000,-
14	Box panel	1 pcs	Rp. 70.000,-	1 pcs	Rp. 90.000,-
15	Tripod penyangga	1 pcs	Rp. 130.000,-	1 pcs	Rp. 239.000,-
16	Casing sensor DHT	1 pcs	Rp. 60.000,-	1 pcs	Rp. 79.000,-
17	Saklar Toggle ON OFF	2 pcs	Rp. 25.000,-	2 pcs	Rp. 25.000,-
18	Holder baterai 18650	1 pcs	Rp. 10.000,-	1 pcs	Rp. 10.000,-
19	Saklar switch mini	1 pcs	Rp. 2.000,-	1 pcs	Rp. 2.000,-
20	Skun sedang O	2 pcs	Rp. 4.000,-	2 pcs	Rp. 4.000,-
21	Kabel NYAF	3 meter	Rp. 50.000,-	3 meter	Rp. 50.000,-
22	Box mikrokontroller plastik	2 pcs	Rp. 60.000,-	3 pcs	Rp. 80.000,-
23	Kabel jumper male to male	40 pcs	Rp. 11.500,-	40 pcs	Rp. 11.500,-
24	Kabel jumper male to female	40 pcs	Rp. 11.500,-	40 pcs	Rp. 11.500,-
25	LCD 16x2	-	-	2 pcs	Rp. 46.000,-
26	Terminal blok	-	-	2 pcs	Rp. 6.000,-
27	Kabel ties	-	-	10 pcs	Rp. 2.000,-

28	Pin kabel	-	-	4 pcs	Rp. 6.000,-
29	Box plastik F3T	-	-	2 pcs	Rp. 60.000,-
30	Box plastik	-	-	2 pcs	Rp. 20.000,-
<b>Total</b>					<b>Rp. 3.691.000,-</b>

### 4.3 Analisis dan Pembahasan Kesesuaian antara Perencanaan dan Realisasi

Dalam perancangan tugas akhir sebuah prototipe sistem catu daya dan pengiriman data terjadi ketidaksesuaian pada proses perencanaan dan realisasi. Beberapa ketidaksesuaian maupun perubahan yang terjadi didasari oleh kebutuhan sebenarnya pada alat setelah melakukan tahapan uji coba maupun perubahan yang terjadi karena didasari oleh beberapa literatur jurnal terkait perancangan sistem alat. Kesesuaian realisasi juga berdasarkan hasil pertimbangan diskusi tim dengan dosen pembimbing. Dibawah ini merupakan pembahasan mengenai beberapa perubahan secara lebih detail terkait kesesuaian antara perencanaan dan realisasinya pada Tugas Akhir / *Capstone project* ini :

1. Berdasarkan pada Tabel 4.1, Tabel 4.2 dan Tabel 4.3, kesesuaian antara perencanaan dengan hasil realisasinya, baik dari segi pembuatan alat, manajemen tim dan juga keuangan sebesar 70 % realisasi sesuai dengan perencanaan.
2. Pada rancangan usulan baterai yang digunakan memiliki kapasitas sebesar 37,8 watt, namun pada realisasinya menggunakan baterai dengan kapasitas 44,1 watt. Hal ini karena pada saat uji coba sistem catu daya, baterai tidak sesuai dengan spesifikasi *datasheet* kapasitas energi yang disimpan dan juga memiliki kualitas yang kurang baik setelah dilakukan pengecasan dengan panel surya.
3. Pada rancangan usulan tidak terdapat *battery management system (BMS)* dan juga indikator baterai. Pada realisasinya alat menggunakan 2 komponen tersebut dikarenakan pertimbangan untuk menjaga kondisi baterai agar lebih tahan lama dan juga agar besar kapasitas baterai dapat ditampilkan pada alat.
4. Pada rancangan usulan terdapat LM2596 DC step down dan pada realisasi tidak digunakan. Hal ini dikarenakan pada saat uji coba fitur USB untuk beban DC pada *solar charge controller* dapat memberikan suplai daya yang optimal kepada beban.
5. Perubahan modul IoT yang digunakan pada rancangan usulan yang awalnya menggunakan modul LoRa dev board tidak bekerja dengan baik pada sambungan antena RFM95 dan juga soket pin penghubung antar kabel komponen dalam kondisi kurang baik, sehingga dilakukan penggantian komponen yang digunakan menjadi mikrokontroler Mappi32 yang memiliki kelebihan sudah terintegrasi dengan modul LoRa, ESP32, antenna RFM95 dan terdapat fitur *current monitoring* pada komponennya.

6. Pada rancangan usulan *gateway* penghubung komunikasi LoRa dengan server menggunakan Dragino OLG02. Terjadi pergantian alat dikarenakan pada saat tahap uji coba sistem pengiriman data *gateway* tidak dapat berfungsi karena kendala pada bagian *firmware* komponen dan adanya perbaikan pada server pusat Dragino, sehingga untuk mengefisiensikan waktu komponen tersebut diganti dengan Mappi32 yang juga dapat difungsikan sebagai *gateway* dengan cukup baik.
7. Pada rancangan usulan untuk sensor suhu dan kelembaban menggunakan sensor DHT11 dan terjadi perubahan menjadi sensor DHT22, hal ini dikarenakan tingkat akurasi sensor DHT22 lebih baik dengan nilai relatif error yang lebih kecil.
8. Pada rencana desain usulan Tugas Akhir 1, data sensor akan disimpan dengan menggunakan *web server* thingspeak. Namun realisasinya menggunakan *web server* Ubidots dengan pertimbangan lebih kompatibel dan mudah dikonfigurasi.
9. Pada rancangan usulan tidak menggunakan aksesoris pada alat, namun pada implementasinya terdapat beberapa penambahan seperti penggunaan LCD, box komponen, terminal blok dan juga kabel pin. Hal tersebut bertujuan mempertimbangkan unsur kemudahan tampilan dan kerapian rangkaian kelistrikan pada alat.

## BAB 5 : Implementasi Sistem dan Analisis

### 5.1 Hasil dan Analisis Implementasi

Prototipe dari alat sistem catu daya dan pengiriman data telah melaksanakan rangkaian pengujian berdasarkan rancangan yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil pengujian ini menampilkan kinerja dari sistem prototipe alat yang meliputi beberapa indikator pengujian dan performa yang dihasilkan oleh alat.

#### 5.1.2 Pengujian Pengisian Daya Sistem Catu Daya

Pada pengujian ini indikator yang dijadikan sebagai acuan dalam pengujian pertama sistem ini adalah energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya yang kemudian tersimpan didalam baterai apakah sistem catu daya alat dapat menyuplai beban secara optimal. Pengujian ini menggunakan beberapa parameter-parameter pengukuran yakni tegangan, arus, daya sampai dengan total energi yang didapat. Adapun Baterai yang digunakan pada pengujian ini adalah baterai Lithium-ion 18650 4,2 V – 3,5 Ah merek Samsung yang dirangkai secara seri, sehingga total kapasitas baterai menjadi 12,6 V - 3,5 Ah, sehingga kapasitas energi yang tersedia dalam baterai :

$$P = I \times V$$

$$P = 3,5 \text{ Ah} \times 12,6 \text{ V}$$

$$= 44,1 \text{ Wh}$$

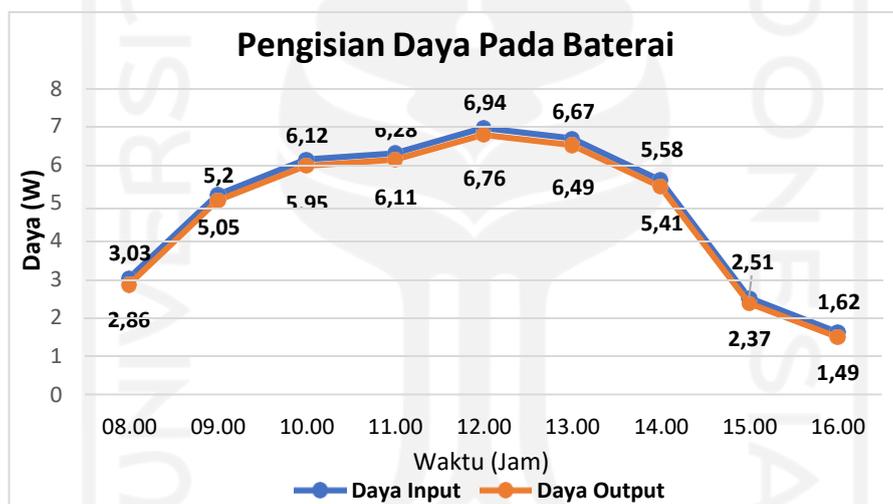
Sistem catu daya pada baterai juga dilengkapi *battery management system* dengan *charging voltage* pada rentang 12,6 – 13,6 V sebagai sistem pengaman pada saat pengisian daya maupun penyuplaian daya pada beban guna memperpanjang *life cycle* dari baterai itu sendiri. Pengujian dilakukan dengan melakukan pengukuran setiap 1 jam sekali dengan durasi 8 jam dan pengukuran dilakukan secara manual menggunakan multimeter pada keluaran panel surya yang masuk ke *solar charge controller* dan keluaran *solar charge controller* yang menuju ke baterai. Berikut hasil yang didapatkan dari hasil pengujian:

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Pengisian Daya Baterai

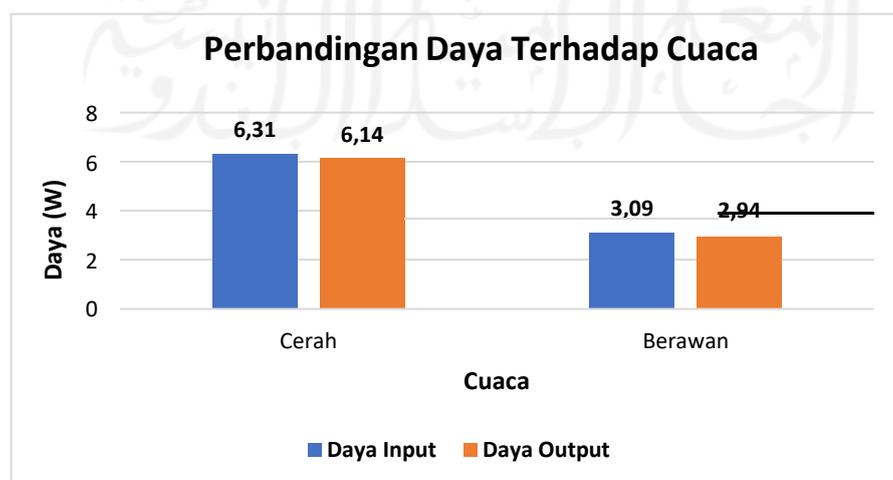
Jam	Cuaca	Panel Surya ke SCC			SCC ke Baterai		
		Tegangan	Arus	Daya	Tegangan	Arus	Daya
08.00	Berawan	12,13 V	0,25 A	3,03 W	11,93 V	0,24 A	2,86 W
09.00	Berawan	12,39 V	0,42 A	5,20 W	12,32 V	0,41 A	5,05 W
10.00	Cerah	12,77 V	0,48 A	6,12 W	12,67 V	0,47 A	5,95 W

11.00	Cerah	12,82 V	0,49 A	6,28 W	12,73 V	0,48 A	6,11 W
12.00	Cerah	12,86 V	0,54 A	6,94 W	12,76 V	0,53 A	6,76 W
13.00	Cerah	12,84 V	0,52 A	6,67 W	12,74 V	0,51 A	6,49 W
14.00	Cerah	12,69 V	0,44 A	5,58 W	12,60 V	0,43 A	5,41 W
15.00	Berawan	12,55 V	0,20 A	2,51 W	12,48 V	0,19 A	2,37 W
16.00	Berawan	12,52 V	0,13 A	1,62 W	12,47 V	0,12 A	1,49 W
<b>Total Energi = 43,95 Wh</b>				<b>Total Energi = 42,49 Wh</b>			
<b>Efisiensi Pengecasan = 96,67 %</b>							

Berikut merupakan grafik yang diperoleh dari hasil pengujian pengisian daya baterai yang berasal dari panel surya.



Gambar 5.1 Grafik pengisian daya baterai



Gambar 5.2 Grafik perbandingan daya terhadap cuaca

Pengujian ini dilakukan pada tanggal 17 Juni 2022 dengan kondisi cuaca cenderung cerah dan berawan dan dengan nilai tegangan awal pada baterai sebelum pengisian sebesar 9 Volt. Dapat diamati dari tabel nilai arus maupun tegangan setiap jamnya berbeda-beda. Hal ini dapat terjadi dikarenakan parameter-parameter yang diukur sangat bergantung dengan kondisi intensitas sinar matahari dan cuaca yang terjadi. Daya *input* adalah daya yang masuk dari panel surya menuju *solar charge controller* dan daya *output* adalah daya yang masuk dari *solar charge controller* menuju baterai. Pada pengujian ini rata-rata daya yang dihasilkan oleh panel surya selama 8 jam sebesar 4,88 W dan yang masuk menuju baterai rata-rata sebesar 4,72 W. Untuk nilai daya terbesar yang dihasilkan didapat pada pukul 12.00 yaitu untuk nilai daya pada panel surya sebesar 6,94 W dan yang masuk menuju baterai sebesar 6,76 W, hal ini dikarenakan Pada saat pukul 12.00 siang, matahari berada pada sudut 90<sup>0</sup> dari permukaan bumi dimana semakin dekat sudut datang ke 90<sup>0</sup> maka semakin banyak energi yang diterima oleh permukaan bumi.

Pada pengisian daya baterai terdapat perbedaan antara daya yang dihasilkan oleh panel surya yang masuk ke *solar charge controller* dengan daya yang masuk ke baterai, nilai perbedaan tersebut rata-rata sebesar 0,16 W. Perbedaan nilai daya diakibatkan karena tegangan dan arus yang dihasilkan oleh solar panel akan di stabilisasi terlebih dahulu oleh *solar charge controller* sebelum masuk ke baterai, selain itu perbedaan juga dapat terjadi karena faktor rugi-rugi yang dihasilkan oleh kabel yang dilalui. Meninjau kapasitas dari baterai 12,6 V - 3,5 Ah maka baterai ini dapat menyimpan energi sebesar 44,1 Wh dan untuk mengetahui tingkat keterisian baterai selama 8 jam pengecasan dilakukan perhitungan berdasarkan data hasil pengujian, adapun perhitungan tersebut :

$$\begin{aligned} & \frac{\text{Energi total pengisian (Wh)}}{\text{Kapasitas Energi baterai (Wh)}} \times 100\% \\ &= \frac{42,49 \text{ Wh}}{44,1 \text{ Wh}} \times 100\% \\ &= 96 \% \end{aligned}$$

selanjutnya untuk mengetahui perhitungan lama pengisian baterai hingga keadaan penuh, adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Lama waktu pengisian (jam)} &= \frac{\text{Energi baterai (Wh)}}{\text{rata - rata daya input (W)}} \\ &= \frac{44,1 \text{ Wh}}{4,72 \text{ W}} \\ &= 9,34 \text{ Jam} \end{aligned}$$

sehingga pada pengujian pengisian baterai selama 8 jam mampu mengisi baterai sampai 96% dari total kapasitas baterai dengan total energi yang didapat dari pengisian sebesar  $\pm 42,49$  Wh dan diamati pembacaan energi yang masuk pada watt meter tidak jauh berbeda. Kemudian dengan rata-rata daya yang masuk ke baterai sebesar 4,72 W maka waktu yang diperlukan untuk mengisi baterai hingga penuh  $\pm 9$  jam per hari dan diamati juga perubahan tegangan baterai pada akhir pengisian menjadi sebesar 12,52 V.

### 5.1.3 Pengujian Penyuplaian Daya Beban Oleh Sistem Catu Daya Alat

#### A. Hasil Pengujian Penggunaan Daya Beban

Pada sub pengujian ini, pengujian dilakukan untuk mengetahui analisis penggunaan energi pada beban yang digunakan, yakni mikrokontroller Mappi32 yang terhubung dengan LCD, sensor DHT22 dan difungsikan pada kondisi perangkat mengirimkan data (*Tx mode*) maupun pada saat perangkat dalam kondisi *stand by mode* Ketika modul LoRa pada Mappi32 beroperasi untuk mengirimkan data kepada server. Adapun untuk jarak yang digunakan pada pengujian konsumsi daya beban ini adalah 700 meter, jarak antara *end node* Mappi32 dengan *gateway*. Pengukuran dilakukan secara manual dengan multimeter dengan memanfaatkan fitur *current monitoring* yang tersedia pada Mappi32.

Pada pengukuran konsumsi daya beban ini, sistem pengiriman data melalui Mappi32 di program untuk melakukan pengiriman setiap 10 detik. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan 1 kali pengiriman / *time on air* (ToA) berdasarkan indikator *datasheet* pada modul LoRa adalah 530 *mili sekon* (ms) atau 0,00014722 jam. Selanjutnya dengan pengiriman data setiap 10 detik, maka dalam 1 hari terdapat 8.640 kali pengiriman data. Adapun total waktu mengirim data menjadi :

$$\begin{aligned} t &= 0,00014722 \text{ jam} \times 8.640 \\ &= 1,2719808 \text{ jam} \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan total waktu pada kondisi perangkat *stand by mode*, yakni kondisi dimana perangkat tidak melakukan proses mengirim ataupun menerima data.

$$t = \text{total waktu perangkat digunakan} - \text{total waktu mengirim}$$

$$\begin{aligned} t &= 24 \text{ jam} - 1,2719808 \text{ jam} \\ &= 22,7280192 \text{ Jam} \end{aligned}$$

Berikut ini merupakan Tabel 5.2 hasil pengukuran beban dan total waktu yang digunakan.

Tabel 5.2 Hasil pengukuran beban dan total waktu

Kondisi	Tegangan	Arus	Waktu (Jam)
<i>Stand by mode</i>	4,70 V	0,10 A	22,7280192
<i>Tx Mode</i>	4,70 V	0,17 A	1,2719808

Berdasarkan hasil pengukuran sebenarnya beban, maka total penggunaan energi listrik per hari yang digunakan pada saat dalam mode pengiriman data (*Tx mode*) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 E &= V \times I \times t \\
 &= 4,7 \times 0,17 \times 1,2719808 \\
 &= 1,01631266 \text{ Wh}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya, untuk total penggunaan energi listrik per hari pada saat kondisi *stand by* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 E &= V \times I \times t \\
 &= 4,7 \times 0,10 \times 22,7280192 \\
 &= 10,682169 \text{ Wh}
 \end{aligned}$$

Keterangan :

E = Energi Listrik (Wh)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

t = Waktu (jam)

Berdasarkan hasil pengukuran daya beban yang telah terhitung, maka didapatkan total konsumsi energi dari beban yang digunakan selama 24 jam per hari ialah sebesar 11,6984817 Wh atau 11,70 Wh.

Tabel 5.3 Hasil perhitungan konsumsi energi beban.

Kondisi	Konsumsi Energi
Pengiriman data ( <i>Tx mode</i> )	1,01631266 Wh
<i>Stand by mode</i>	10,682169 Wh
Total konsumsi energi per hari = 11,70 Wh	

Dari Tabel 5.3 diatas, total konsumsi energi yang didapatkan setelah pengujian sedikit berbeda dari estimasi kebutuhan konsumsi energi yang telah dihitung, maka berdasarkan data pengujian lama daya tahan sistem catu daya alat sebagai penyuplai beban adalah :

$$\begin{aligned}
\text{Lama Tahan Baterai} &= \frac{\text{Kapasitas Energi Baterai (Wh)}}{\text{Daya Beban (W)}} \\
&= \frac{44,1 \text{ Wh}}{0,4875 \text{ W}} \\
&= 90,46 \text{ Jam}
\end{aligned}$$

Dengan perhitungan yang dilakukan serta melihat data pengujian yang di dapat, daya konsumsi per jam beban sebesar 0,4875 W dan apabila kondisi baterai dalam keadaan penuh dengan kapasitas energinya sebesar 44,1 Wh, maka sistem catu daya dapat bertahan selama 90,46 jam atau 3,7 hari tanpa adanya pasokan energi dari panel surya.

#### B. Hasil Pengujian Penyuplaian Daya Beban (*Full Discharge*)

Pada pengujian penyuplaian daya sistem catu daya kepada beban ini bertujuan untuk mengetahui seberapa optimal ketahanan sistem catu daya Ketika diberi beban. Pengujian ini dilakukan selama 3 hari penuh ketika sistem catu daya menyuplai beban tanpa adanya pasokan energi dari panel surya (*full discharge*). Dalam pengujian ini dilakukan pengamatan penurunan tegangan pada setiap harinya dan juga pada rentang 12 jam pengujian. Pengujian ini dilakukan secara manual menggunakan multimeter dan juga dilakukan pengamatan pada tampilan indikator baterai 3S. Adapun tampilan indikator pada baterai memiliki parameter kuantitas kapasitas seperti pada Tabel 5.4 dibawah ini.

Tabel 5.4 Parameter kuantitas kapasitas indikator baterai 3S

Tegangan Baterai	Tampilan Pada Indikator Baterai	Kapasitas Baterai
> 9,9 V	1 Bar Display	25 %
> 10,5 V	2 Bar Display	50 %
> 11,1 V	3 Bar Display	75 %
> 12 V	4 Bar Display	100 %
< 10 V	Display Bar Off	< 25 %

Tabel 5.5 Hasil pengujian baterai selama 3 hari

Hari Ke-	Tegangan Awal Baterai	Tegangan Akhir Baterai	Sistem Pengiriman Data
1	12,60 V	11,39 V	On
2	11,39 V	10,20 V	On
3	10,20 V	9.03 V	On

Berdasarkan Tabel 5.5 diatas, tegangan baterai pada awal pengujian sebesar 12,6 Volt yang artinya kondisi baterai dalam keadaan penuh (batas tegangan atas) dan apabila sudah mencapai 9 Volt (batas tegangan bawah) maka baterai melalui *solar charge controller* akan

otomatis melakukan *cut off* suplai daya kepada beban. Pengaturan batas bawah tegangan sebesar 9 Volt diatur melalui *solar charge controller*, walaupun sebenarnya kemampuan *discharge cut off voltage* jenis baterai yang digunakan dapat bertahan hingga tegangannya mencapai 8 Volt. Pengaturan *discharge cut off* sebesar 9 Volt pada sistem catu daya ini bertujuan untuk memperpanjang masa pakai baterai (*life cycle*) agar penggunaan umur baterai bertahan lebih lama.

Pada pengujian hari pertama selama 24 jam penuh tegangan pada baterai turun hingga 11,39 Volt yang awalnya sebesar 12,60 Volt. Besar nilai penurunan yang terjadi pada hari pertama sebesar 1,21 Volt dan diamati sisa kapasitas baterai pada indikator berada pada nilai 75%. Pada akhir hari kedua baterai mengalami penurunan tegangan sebesar 1,19 Volt dengan pengamatan kapasitas baterai pada indikator berada pada nilai dibawah 25%. Pada hari ketiga baterai mengalami penurunan tegangan sebesar 1,17 Volt dengan nilai tegangan akhir pada baterai sebesar 9,03 Volt yang berdasarkan indikator baterai memiliki sisa kapasitas 25% kebawah. Pada pengujian ini juga komponen *battery management system* dapat berfungsi dengan baik pada saat meneruskan energi listrik kepada *solar charge controller*, hal ini ditinjau dari tegangan tiap *cell* baterai pada akhir pengujian memiliki nilai tegangan yang sama sebesar 3,1 volt.

Pengujian penyuplaian sistem catu daya terhadap beban juga dilakukan selama 12 jam berdasarkan data yang diambil dan diukur pada hari pertama pada tabel 5.5. Pengujian ini bertujuan untuk mengamati penurunan nilai tegangan setiap jam nya pada baterai. Berdasarkan pengukuran setiap jamnya baterai mengalami rata-rata penurunan tegangan sebesar 0,05 Volt setiap jamnya. Tabel 5.6 dibawah ini menampilkan data pengujian selama 12 jam.

Tabel 5.6 Data pengujian baterai selama 12 jam

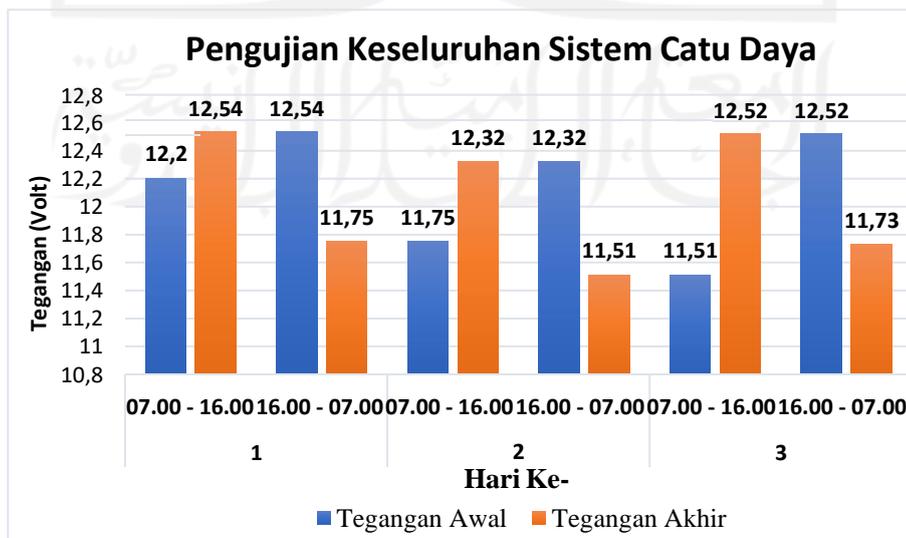
Jam Ke-	Tegangan Baterai
0	12,60 V
1	12,53 V
2	12,47 V
3	12,42 V
4	12,37 V
5	12,32 V
6	12,27 V
7	12,22 V
8	12,17 V
9	12,07 V
10	12,02 V
11	11,97 V
12	11,93 V

C. Pengujian Penyuplaian Daya Beban (*Charge and Discharge*)

Pengujian sistem catu daya yang terakhir dilaksanakan selama 3 hari penuh untuk menguji apakah sistem catu daya yang telah dibuat dapat berfungsi dengan baik dan sesuai untuk memenuhi kebutuhan beban yang digunakan. keseluruhan pengujian ini berisi proses penyuplaian sistem catu daya terhadap beban pada saat kondisi pengecasan dari panel surya (*charge*) pada rentang jam 07.00 pagi – 16.00 sore dan kondisi tanpa pengecasan (*discharge*) pada rentang jam 16.00 sore – 07.00 pagi. Tabel 5.7 berikut merupakan hasil data pengujian keseluruhan sistem catu daya selama beroperasi 3 hari dan juga Gambar 5.3 adalah grafik hasil pengujian keseluruhan sistem catu daya.

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem Catu Daya

Hari Ke-	Tegangan Awal Baterai	Jam	Tegangan Akhir Baterai	Sistem
1	12,20 V	07.00 – 16.00	12,54 V	Panel On
	12,54 V	16.00 – 07.00	11,75 V	Baterai On
2	11,75 V	07.00 – 16.00	12,32 V	Panel On
	12,32 V	16.00 – 07.00	11,51 V	Baterai On
3	11,51 V	07.00 – 16.00	12,52 V	Panel On
	12,52 V	16.00 – 07.00	11,73 V	Baterai On
<b>Tegangan Akhir Baterai = 11,73 V</b>				



Gambar 5.3 Grafik hasil pengujian keseluruhan sistem catu daya.

Berdasarkan data yang didapatkan dari hasil pengujian selama 3 hari penuh, pada hari pertama pada rentang jam 07.00 pagi sampai dengan jam 16.00 sore sistem catu daya melakukan pengisian daya dari panel surya sekaligus melakukan penyuplaian daya pada beban. Dapat diamati, walaupun sistem catu daya melakukan penyuplaian pada beban, tetap terjadi penambahan daya yang masuk menuju baterai dengan dilihat berdasarkan tegangan baterai yang naik dari tegangan awal sebesar 12,20 Volt menjadi 12,54 Volt pada jam 16.00 sore. Hal tersebut berlaku juga pada pengujian hari kedua dan hari ketiga yang tetap terjadi penambahan daya yang masuk pada baterai. Selanjutnya, terjadi perbedaan nilai tegangan akhir baterai pada setiap harinya. Hal ini dikarenakan adanya faktor cuaca yang sangat mempengaruhi penambahan daya yang masuk pada baterai. Cuaca menjadi faktor penting, hal ini dikarenakan panel surya dapat bekerja maksimal ketika menerima sinar matahari tanpa ada halangan apapun termasuk awan.

Pada sistem catu daya, nilai tegangan baterai pada saat rentang jam 16.00 sore sampai dengan jam 07.00 pagi mengalami penurunan dan tidak terjadi penambahan daya yang masuk. Hal ini disebabkan karena sistem catu daya tidak melakukan pengisian daya melalui panel surya dan juga penyuplaian pada beban sepenuhnya dilakukan oleh baterai. Kemudian, dapat dianalisis juga penambahan kapasitas energi pada sistem catu daya alat dapat berguna untuk mengatasi kondisi Ketika cuaca sedang tidak optimal untuk melakukan pengecasan, sehingga sistem pengiriman data pada alat akan tetap beroperasi.

#### 5.1.4 Hasil Pengujian Sistem Pengiriman Data

##### A. Pengujian Pengiriman data dari Lora Node 1 dan Lora Node 2 kepada Server Ubidots

Tabel 5.8. Pengujian Fungsional Sistem Pengiriman Data untuk Protokol Komunikasi.

No.	Pengujian	Hasil Pengujian
1.	LoRa node 1 dan 2 dapat mengambil data dari sensor	Berhasil
2.	Lora node 1 dapat mengirimkan data ke gateway	Berhasil
3.	Lora Gateway dapat menerima data dari node sensor	Berhasil
4.	Lora Gateway dapat meneruskan data dari LoRa node ke server Ubidots	Berhasil
5.	Server Ubidots dapat menerima data dari gateway	Berhasil
6.	Menambahkan LoRa node 2 sebagai node sensor untuk dapat mengirimkan data ke geateway	Berhasil
7.	Lora gateway dapat menerima data dari 2 node sensor	Berhasil
8.	Lora gateway dapat meneruskan data dari 2 node sensor ke server Ubidots	Berhasil
9.	Server Ubidots dapat menerima data dari gateway hasil pembacaan data dari 2 node sensor.	Berhasil

Pengujian sistem diatas dilakukan secara bertahap sehingga sistem dapat bekerja sesuai dengan usulan yang telah dibuat. Sehingga pengiriman data dari node sensor dapat

mengirimkan data ke gateway dan gateway dapat meneruskan data ke server menggunakan protokol *MQTT* yang telah berhasil sesuai pada tabel diatas. Pengujian pengiriman data yang terkirim pada server Ubidots:

Tabel 5.9. Pengujian Pengiriman Data Dari Node Sensor Ke Server.

Waktu (Jam)	Data Node 1					Data Node 2					Server Ubidots
	Ham a	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	RSSI (dB m)	SNR (dB m)	Ha ma	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	RSSI (dB m)	SNR (dB m)	
18:05:43	0	28.7	83.2	-81	9.75	0	28.7	82.2	-70	9.5	Berhasil
18:10:45	1	28.6	83.2	-82	12	2	28.7	82.1	-71	9.75	Berhasil
18:15:47	1	28.5	83.1	-82	10	2	28.5	82	-70	10	Berhasil
18:20:49	1	28.4	83.2	-82	9.75	2	28.4	82.1	-70	9.5	Berhasil
18:25:51	1	28.4	82.9	-82	9.75	2	28.5	81.7	-70	9.5	Berhasil
18:30:53	1	28.3	83.1	-82	10	2	28.3	81.8	-70	9.75	Berhasil
18:35:55	1	28.1	83.2	-82	10	2	28.2	82	-70	10	Berhasil
18:40:57	1	28.1	83.3	-82	9.75	2	28.2	81.9	-70	9.75	Berhasil
18:45:59	1	28.2	83.1	-82	9.5	2	28.1	82.1	-70	9.25	Berhasil
18:51:01	1	28.1	83	-82	9.25	2	28.1	81.9	-70	9.25	Berhasil
18:56:03	1	28.2	83	-82	9.25	2	28.2	81.8	-70	9	Berhasil
19:01:05	5	28.4	83.1	-81	9.75	2	28.4	81.9	-70	9.25	Berhasil
19:06:07	5	28.4	82.9	-81	9.25	2	28.6	81.8	-70	9.75	Berhasil
19:11:09	5	28.5	82.8	-81	9.5	2	28.7	81.5	-70	9.75	Berhasil
19:16:11	5	28.7	83.5	-76	9	7	28.9	81.6	-70	9.5	Berhasil
19:21:13	5	28.8	83.2	-76	10	7	29	82.1	-69	9.25	Berhasil
19:26:15	5	28.8	83.1	-76	12.25	7	28.9	82.2	-69	9.75	Berhasil
20:01:30	6	29.1	83.1	-77	9.5	7	29.2	81.9	-70	10	Berhasil
20:06:32	6	29	83.5	-76	9.75	7	29.2	81.9	-69	9.5	Berhasil
20:11:34	10	29.1	82.9	-77	8.5	9	29.3	81.6	-74	9.5	Berhasil

Pada tabel diatas data yang dikirimkan harus sesuai antara node sensor dan server sehingga data dapat terbaca sesuai agar dapat dilakukan monitoring secara real time. Data yang telah dikirimkan dapat diteruskan ke server dan data yang ditampilkan pada dashboard server Ubidots sesuai dengan data yang telah dikirimkan.

#### B. Pengujian Packet Loss Pengiriman Data dari LoRa node 1 dan LoRa node 2 ke Gateway Diteruskan ke Server Ubidots

##### 1) Pengujian Pengiriman Data pada Lahan Lapang

- Pengujian jarak pengiriman data 200 meter:

Tabel 5.10. Pengujian *Packet Loss* Pengiriman Data Dari *LoRa Node Sensor* Ke Server Ubidots dengan Jarak 200 meter.

Waktu (Jam)	Data Node 1			Data Node 2			Server Ubidots
	Hama	Suhu	Kelembaban	Hama	Suhu	Kelembaban	

		(°C)	(%)		(°C)	(%)	
15:57:27	0	30.8	73.4	0	30.7	77.7	Berhasil
15:57:37	0	30.8	74.7	0	30.7	76.1	Berhasil
15:58:18	0	30.7	76.5	0	30.7	76	Berhasil
15:58:27	0	30.7	75.2	0	30.7	77.3	Berhasil
15:58:37	0	30.7	74.1	2	30.7	77.6	Berhasil
15:58:47	1	30.7	74.7	3	30.7	77.4	Berhasil
15:58:58	5	30.7	76.5	3	30.7	77.7	Berhasil
15:59:17	5	30.5	75.4	3	30.6	77.4	Berhasil
15:59:27	5	30.7	76.3	3	30.7	77.8	Berhasil
15:59:37	5	30.7	75.4	3	30.7	77.6	Berhasil
15:59:47	5	30.8	75.8	4	30.7	77.4	Berhasil
15:59:57	5	30.7	76	5	30.5	78	Berhasil
16:00:08	5	30.8	75.5	5	30.6	78.1	Berhasil
16:00:17	7	30.7	75.5	5	30.8	77.8	Berhasil
16:00:27	7	30.7	76.1	5	30.7	78.1	Berhasil
16:00:37	7	30.6	76.7	5	30.6	77.8	Berhasil
16:00:47	7	30.6	75.8	5	30.5	76.8	Berhasil
16:00:57	7	30.7	76	7	30.6	77.3	Berhasil
16:01:17	7	30.7	76.4	10	30.6	76.4	Berhasil
16:01:27	10	30.6	75.4	10	3	76.7	Berhasil

Jarak pengiriman dari node sensor ke gateway sebesar 200 meter dengan data yang ditampilkan pada server sesuai dengan data yang telah dikirimkan dari node sensor sesuai sehingga data dapat dikirimkan melalui jarak sebesar 200 meter. Packet loss pada pengiriman data dengan jarak 200 meter memiliki indeks 4 karena Packet loss = 0%.

- Pengujian jarak pengiriman data 400 meter:

Tabel 5.11. Pengujian *Packet Loss* Pengiriman data Dari *LoRa Node Sensor* Ke Server Ubidots dengan Jarak 400 meter.

Waktu (Jam)	Data Node 1			Data Node 2			Server Ubidots
	Hama	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Hama	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	
16:20:30	12	31.9	72.1	10	30.4	77.3	Berhasil
16:20:39	12	32	71.8	10	30.4	77.8	Berhasil
16:20:49	12	32.1	71.8	10	30.3	77.4	Berhasil
16:20:59	12	32.1	71.5	10	30.3	77.3	Berhasil
16:21:09	12	32.1	71.4	10	30.4	77.3	Berhasil
16:21:19	12	32.1	71.8	10	30.4	77.9	Berhasil
16:21:29	12	32	72	10	30.2	77.8	Berhasil
16:21:39	12	31.9	73.2	10	30.3	77.9	Berhasil
16:21:49	13	32	74.6	11	30.3	77.8	Berhasil
16:21:59	13	32	72.6	11	30.3	77.9	Berhasil
16:22:09	13	31.9	72.2	11	30.2	78.1	Berhasil
16:22:19	13	31.8	72.2	11	30.1	78.4	Berhasil
16:22:29	13	31.7	72.4	12	30.2	78.6	Berhasil
16:22:39	13	31.6	73.2	13	30.2	78.4	Berhasil
16:22:59	15	31.6	73.2	13	30.1	78.8	Berhasil
16:23:09	15	31.5	73.3	13	30.1	78.5	Berhasil

16:23:19	15	31.4	73.9	13	30.1	77.8	Berhasil
16:23:29	15	31.5	73.8	13	30.2	78.3	Berhasil
16:23:39	15	31.4	73.5	13	30.2	78.9	Berhasil
16:23:49	15	31.3	73.1	13	30.1	78.5	Berhasil

Jarak pengiriman dari node sensor ke gateway sebesar 400 meter dengan data yang ditampilkan pada server sesuai dengan data yang telah dikirimkan dari node sensor sesuai sehingga data dapat dikirimkan melalui jarak sebesar 400 meter. *Packet loss* pada pengiriman data dengan jarak 400 meter memiliki nilai indeks 4 dengan nilai *Packet loss* = 0%.

- Pengujian jarak pengiriman data 700 meter:

Tabel 5.12. Pengujian *Packet Loss* Pengiriman data Dari *LoRa Node Sensor* Ke Server Ubidots dengan Jarak 700 meter.

Waktu (Jam)	Data Node 1			Data Node 2			Server Ubidots
	Hama	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Hama	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	
16:42:12	16	30	9	15	30.1	76.4	Node 1 gagal Node 2 Berhasil
16:42:21	16	30.2	73.4	15	30	76.4	Berhasil
16:42:31	16	30.3	73.7	15	30	76.5	Berhasil
16:42:41	16	30.3	73.6	15	30.1	76.7	Berhasil
16:42:51	16	30.3	73.3	15	30	76.6	Berhasil
16:43:01	16	30.3	73.5	15	30.1	76.5	Berhasil
16:43:11	17	30.3	74	0	22	22	Berhasil
16:43:21	17	30.2	73.8	17	30	76.6	Berhasil
16:43:31	17	30.3	73.8	12	7	22	Berhasil
16:43:41	17	30.3	73.9	17	29.9	76.6	Berhasil
16:43:51	17	30.3	74.4	17	29.9	76.8	Berhasil
16:44:01	17	30.3	74.5	1	0	77	Node 2 gagal node 1 Berhasil
16:44:21	17	30.2	74.9	17	30	77.3	Berhasil
16:44:31	17	30.3	74.7	15	10	5	Node 2 gagal node 1 Berhasil
16:44:41	17	30.2	74.6	19	30	76.7	Berhasil
16:44:51	17	30.3	74.6	19	29.9	76.5	Berhasil
16:45:01	19	30.2	74.7	19	29.9	76.6	Berhasil
16:45:11	19	30.3	75.2	19	29.9	77.2	Berhasil
16:45:21	19	30.3	74.8	19	29.9	77.2	Berhasil
16:45:31	19	30.4	74.2	19	29.9	77.1	Berhasil

Jarak pengiriman dari node sensor ke gateway sebesar 700 meter dengan data yang ditampilkan pada server sesuai dengan data yang telah dikirimkan dari node sensor sesuai namun node 1 memiliki paket loss sebanyak 1 dan node 2 memiliki paket loss sebanyak 2. *Packet loss* pada pengiriman data dengan jarak 700 meter memiliki nilai indeks 4 dengan nilai *Packet loss* = 0.05% - 0.1%.

2) Pengujian Pengiriman Data pada Lahan Berpohon

- Pengujian jarak pengiriman data 200 meter:

Tabel 5.13. Pengujian *Packet Loss* Pengiriman data Dari *LoRa Node Sensor* Ke Server Ubidots dengan Jarak 200 meter.

Waktu (Jam)	Data Node 1			Data Node 2			Server Ubidots
	Hama	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Hama	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	
9:17:19	14	26.2	91.7	16	25.8	90	Berhasil
9:17:28	14	26.3	91.8	16	25.8	90.4	Berhasil
9:17:38	14	26.5	91	16	25.9	90.1	Berhasil
9:17:48	14	26.7	90.6	16	26.1	90.1	Berhasil
9:17:58	14	26.9	89.8	16	26.2	89.8	Berhasil
9:18:08	14	27	89.5	16	26.4	89.2	Berhasil
9:18:18	14	27.2	89	17	26.4	88.7	Berhasil
9:18:28	14	27.4	88.3	17	26.6	88.4	Berhasil
9:18:48	15	27.8	87.5	17	26.7	88.8	Berhasil
9:18:58	15	27.8	87.4	17	26.6	88.7	Berhasil
9:19:08	15	27.8	87	20	26.8	88.4	Berhasil
9:19:18	15	28	87.1	20	26.6	88.2	Berhasil
9:19:28	17	28.1	87.1	20	22	88.3	Berhasil
9:19:38	18	28.1	87.2	20	26.8	88.5	Berhasil
9:19:48	18	28.1	86.7	20	26.7	88.2	Berhasil
9:19:58	19	28.3	86.5	22	26.7	89.1	Berhasil
9:20:08	19	28.3	86.4	22	26.8	88.7	Berhasil
9:20:18	19	28.4	85.9	22	26.6	88.6	Berhasil
9:20:28	19	28.5	86.1	22	26.7	88.5	Berhasil
9:20:38	20	28.5	86.1	24	26.8	89.2	Berhasil

Jarak pengiriman dari node sensor ke gateway sebesar 200 meter dengan data yang ditampilkan pada server sesuai dengan data yang telah dikirimkan dari node sensor sehingga data dapat dikirimkan melalui jarak sebesar 200 meter. Packet loss pada pengiriman data dengan jarak 200 meter memiliki nilai indeks 4 dengan nilai Packet loss = 0%.

- Pengujian jarak pengiriman data 400 meter:

Tabel 5.14. Pengujian *Packet Loss* Pengiriman data Dari *LoRa Node Sensor* Ke Server Ubidots dengan Jarak 400 meter.

Waktu (Jam)	Data Node 1			Data Node 2			Server Ubidots
	Hama	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Hama	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	
9:28:08	22	26.8	91.7	24	26.4	90.5	Berhasil
9:28:18	22	26.8	91.3	24	26.3	91.8	Berhasil
9:28:28	22	26.8	91.4	25	26.4	91.6	Berhasil
9:28:38	22	26.8	91.6	25	26.4	91.2	Berhasil
9:28:48	23	26.6	91.8	25	26.3	91.6	Berhasil
9:28:58	23	26.6	91.8	25	26.2	91.6	Berhasil

9:29:08	23	26.6	92	26	26.2	92.2	Berhasil
9:29:18	23	26.5	92.1	27	26.2	92.1	Berhasil
9:29:38	23	26.4	92.4	27	26.1	92.3	Berhasil
9:29:48	24	26.4	92.8	27	26	92.8	Berhasil
9:29:58	24	26.3	93	28	25.8	93	Berhasil
9:30:08	24	26.2	93.9	28	25.9	93.1	Berhasil
9:30:18	24	26.1	94.1	28	25.8	93.1	Berhasil
9:30:28	24	26	94.2	31	25.7	93.7	Berhasil
9:30:38	24	26	94.4	31	25.6	94.2	Berhasil
9:30:48	25	25.9	95.2	31	25.6	94.3	Berhasil
9:30:58	2	11	95	31	25.6	94.1	Berhasil
9:31:08	25	25.8	95.1	32	25.5	94.3	Berhasil
9:31:18	26	25.8	95.3	32	25.5	94.2	Berhasil
9:31:28	26	25.7	95.6	32	25.5	94.3	Berhasil

Jarak pengiriman dari node sensor ke gateway sebesar 400 meter dengan data yang ditampilkan pada server sesuai dengan data yang telah dikirimkan dari node sensor sesuai sehingga data dapat dikirimkan melalui jarak sebesar 400 meter. Packet loss pada pengiriman data dengan jarak 400 meter memiliki nilai indeks 4 dengan nilai Packet loss = 0%.

- Pengujian jarak pengiriman data 700 meter:

Tabel 5.15. Pengujian *Packet Loss* Pengiriman data Dari *LoRa Node Sensor* Ke Server Ubidots dengan Jarak 700 meter.

Waktu (Jam)	Data Node 1			Data Node 2			Server Ubidots
	Hama	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Hama	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	
10:19:08	45	26.4	90.7	46	27.4	86.4	Berhasil
10:19:18	45	26.4	90.9	47	27.2	86.6	Berhasil
10:19:28	46	26.4	90.9	0	2	86	Node 2 gagal node 1 Berhasil
10:19:38	46	26.4	90.7	47	27	87.1	Berhasil
10:19:48	46	26.4	91.6	48	26.9	87.5	Berhasil
10:19:58	46	26.3	91.7	48	26.8	87.6	Berhasil
10:20:08	46	26.3	92.1	48	26.7	88.2	Berhasil
10:20:28	46	26.2	92.1	48	26.7	87.9	Berhasil
10:20:48	47	26.2	91	48	26.7	88.1	Berhasil
10:21:08	47	26.1	91.9	48	26.7	88.1	Berhasil
10:21:18	47	26.1	92.4	50	26.6	88.5	Berhasil
10:21:28	47	26.1	92.2	50	26.6	88.5	Berhasil
10:21:38	47	26.1	92.3	51	26.4	88.7	Berhasil
10:21:48	48	26.1	92.3	51	26.4	88.8	Berhasil
10:22:08	48	26.1	92.5	52	26.4	89	Berhasil
10:22:18	48	26	92.6	52	26.4	89	Berhasil
10:22:28	48	26.1	92.5	52	26.3	89.3	Berhasil
10:22:38	48	26.1	92.4	52	26.3	89.5	Berhasil
10:22:48	49	26	92.1	53	26.3	89.3	Berhasil
10:22:58	49	26.1	92.3	53	26	89.5	Berhasil

Jarak pengiriman dari node sensor ke gateway sebesar 700 meter dengan data yang ditampilkan pada server sesuai dengan data yang telah dikirimkan dari node sensor sesuai sehingga data dapat dikirimkan melalui jarak sebesar 700 meter namun pada node 2 sensor ada 1 data yang tidak berhasil didapatkan oleh server. Packet loss pada pengiriman data dengan jarak 200 meter memiliki nilai indeks 4 dengan nilai Packet loss = 0.05%.

*Packet loss* dari ke dua node sensor didapatkan indikator keberhasilan pada tabel sebagai berikut:

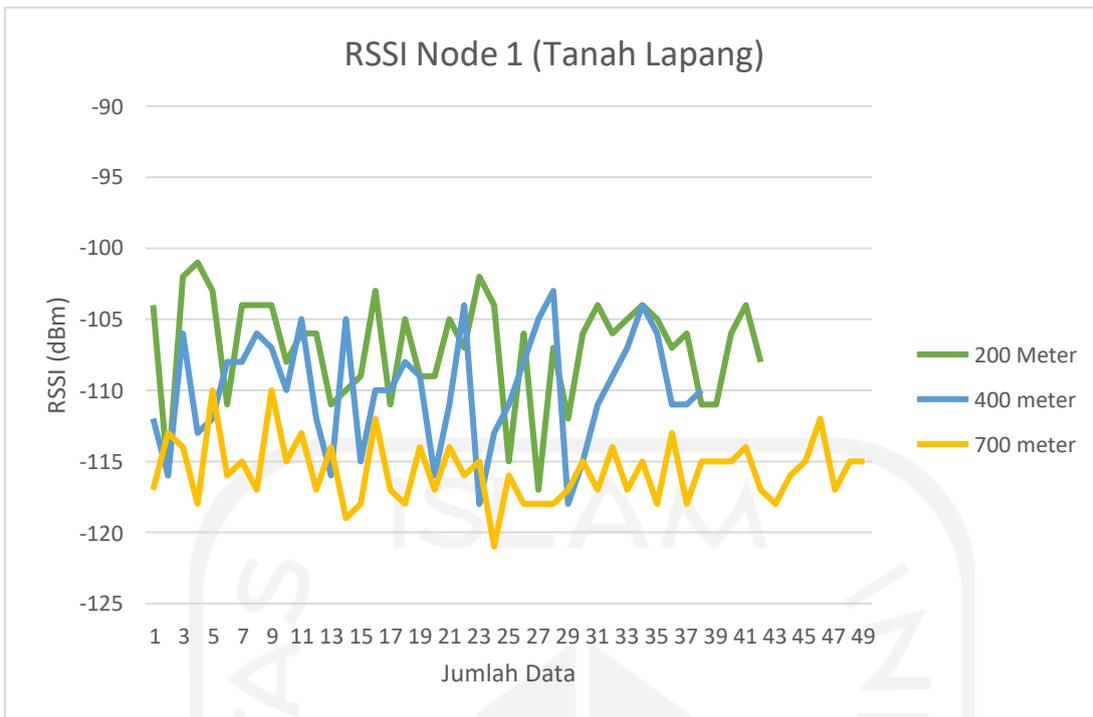
Tabel 5.16. Indikator *Packet loss LoRa Node Sensor* Pengiriman Data.

Node Sensor	Kondisi Lahan	Jarak Pengiriman (meter)	Nilai Indeks	<i>Packet Loss</i>
Node 1	Lapang	200	4	0 %
Node 1	Lapang	400	4	0 %
Node 1	Lapang	700	4	0.05 %
Node 1	Berpohon	200	4	0 %
Node 1	Berpohon	400	4	0 %
Node 1	Berpohon	700	4	0.05 %
Node 2	Lapang	200	4	0 %
Node 2	Lapang	400	4	0 %
Node 2	Lapang	700	4	0.1 %
Node 2	Berpohon	200	4	0 %
Node 2	Berpohon	400	4	0 %
Node 2	Berpohon	700	4	0.05 %

C. Pengujian Kualitas dan Kekuatan Jaringan Pengiriman data dari *LoRa node 1* dan *LoRa node 2* ke *Gateway* Diteruskan ke Server Ubidots

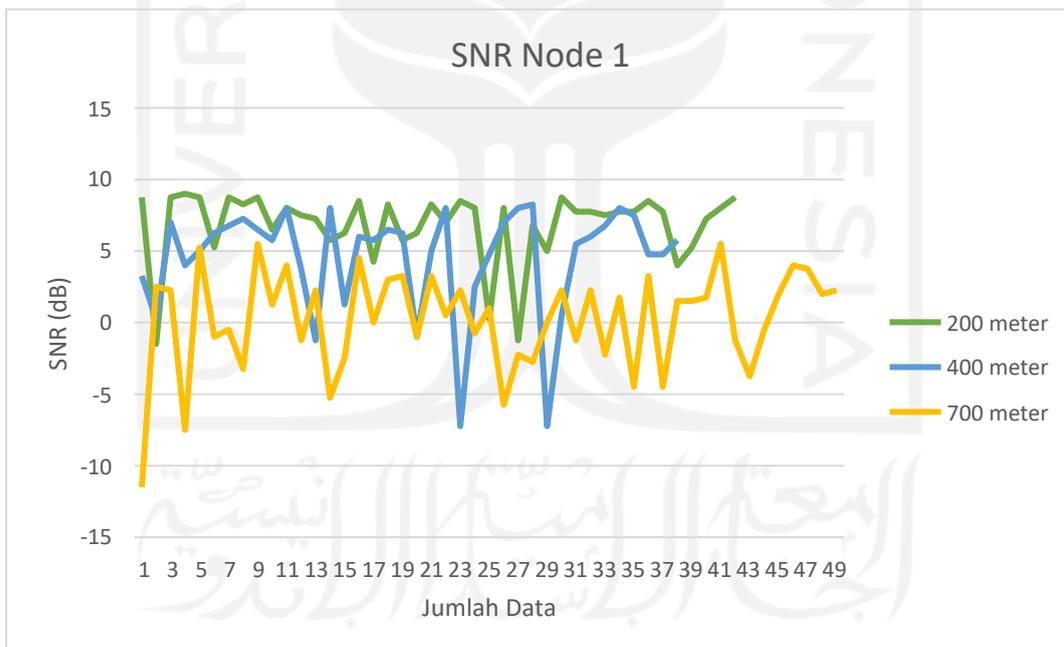
1) Pengujian Pada Lahan Lapang

- Nilai RSSI pada Node 1 dengan jarak pengiriman 200-700 meter di tanah lapang:



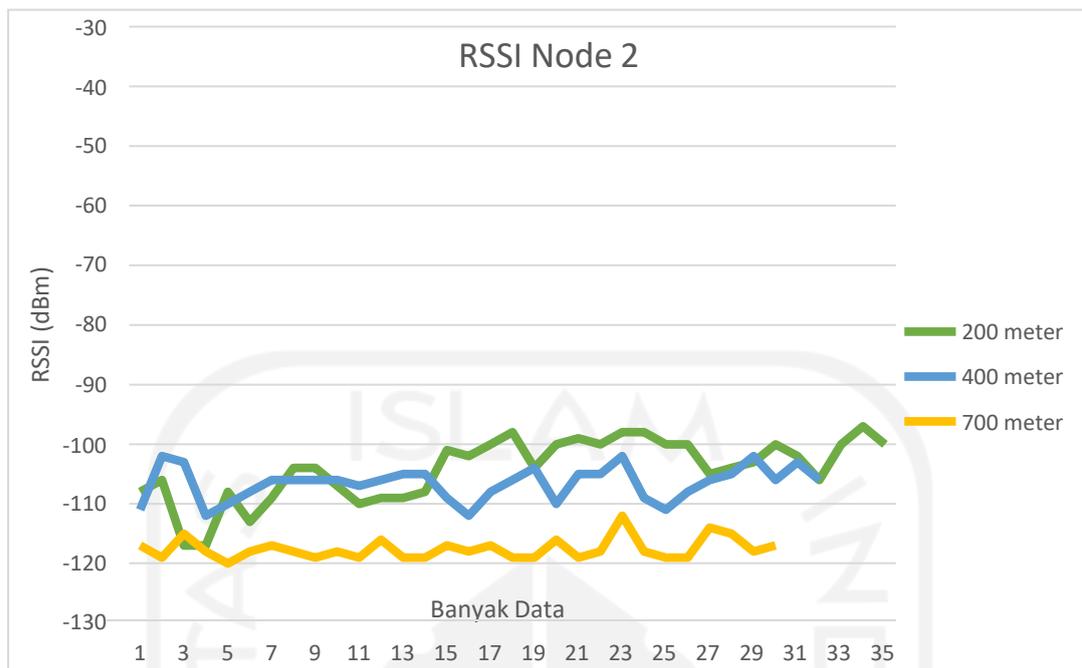
Gambar 5.4. Grafik Pengujian Kekuatan Jaringan RSSI (dBm) Node 1.

- Nilai SNR pada Node 1 dengan jarak pengiriman 200-700 meter di tanah lapang:



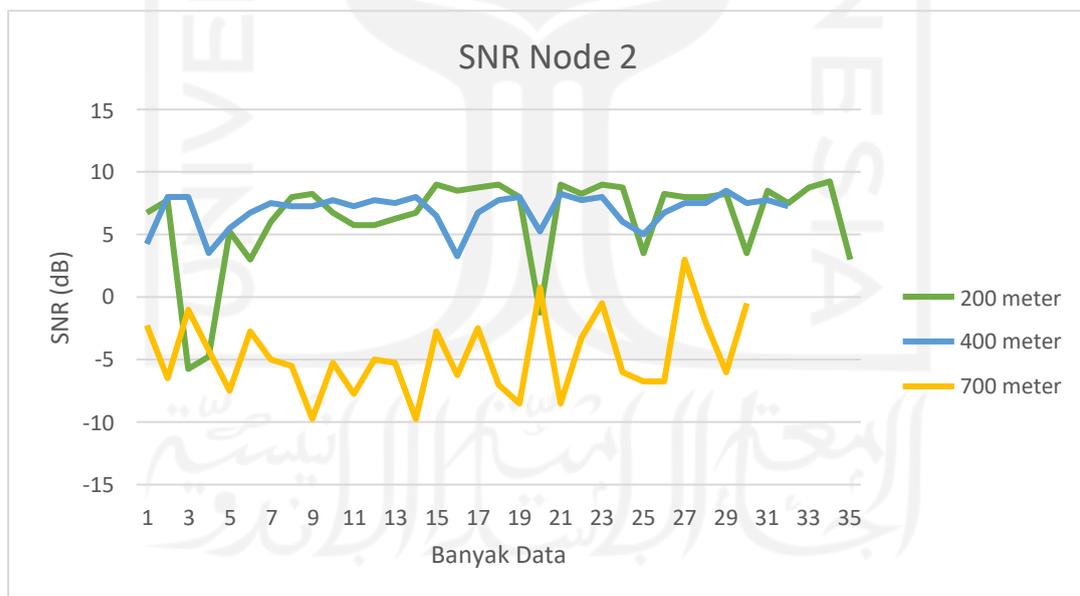
Gambar 5.5. Grafik Pengujian Kualitas Jaringan SNR (dB) Node 1.

- Nilai RSSI pada Node 2 dengan jarak pengiriman 200-700 meter di tanah lapang:



Gambar 5.6. Grafik Pengujian Kekuatan Jaringan RSSI (dBm) Node 2.

- Nilai SNR pada Node 2 dengan jarak pengiriman 200-700 meter di tanah lapang:



Gambar 5.7. Grafik Pengujian Kualitas Jaringan SNR (dB) Node 2.

Berdasarkan beberapa gambar grafik pengujian pada lahan lapang diatas, maka dapat dianalisis beberapa hal sebagai berikut ini.

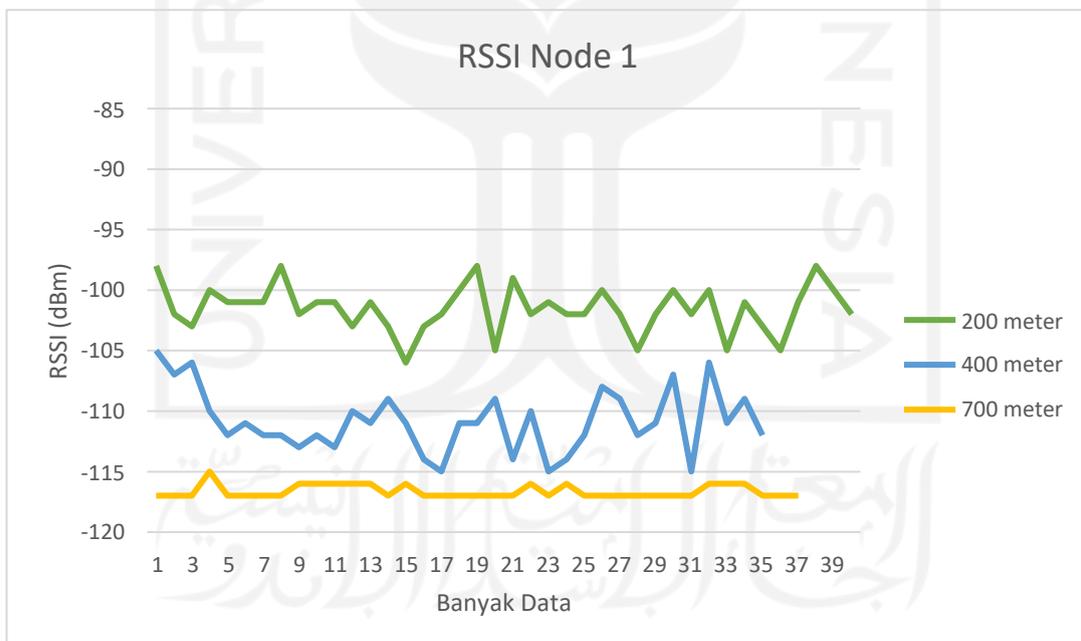
- Pada jarak 200 meter: Nilai RSSI yang didapatkan rata-rata pada node 1 sebesar = -107 dBm dan SNR sebesar 6.815 dB sedangkan Node 2 RSSI = -104.171 dBm dan SNR = 6.264 dB. Sehingga data pada jarak 200 meter pengiriman data berhasil dapat

dikirimkan karena nilai RSSI dan SNR dari kedua node masih sangat baik dan data yang terkirimkan semuanya berhasil diteruskan ke server Ubidots.

- Pada jarak 400 meter: Nilai RSSI yang didapatkan rata-rata pada node 1 sebesar = -109.974 dBm dan SNR sebesar 4.572 dB sedangkan Node 2 RSSI = -106.563 dBm dan SNR = 6.922 dB. Sehingga data pada jarak 400 meter dengan nilai RSSI dan SNR dari kedua node masih sangat baik dan data yang terkirimkan semuanya berhasil diteruskan ke server Ubidots.
- Pada jarak 700 meter: Nilai RSSI yang didapatkan rata-rata pada node 1 sebesar = -115.673 dan SNR sebesar 0.229592 dB sedangkan Node 2 RSSI = -117.567 dan SNR = -4.7 dB. Sehingga kualitas dan kekuatan jaringan mulai menurun namun data yang terkirimkan ke server berhasil diteruskan mengakibatkan beberapa data yang dikirimkan dari node sensor tidak diteruskan ke server.

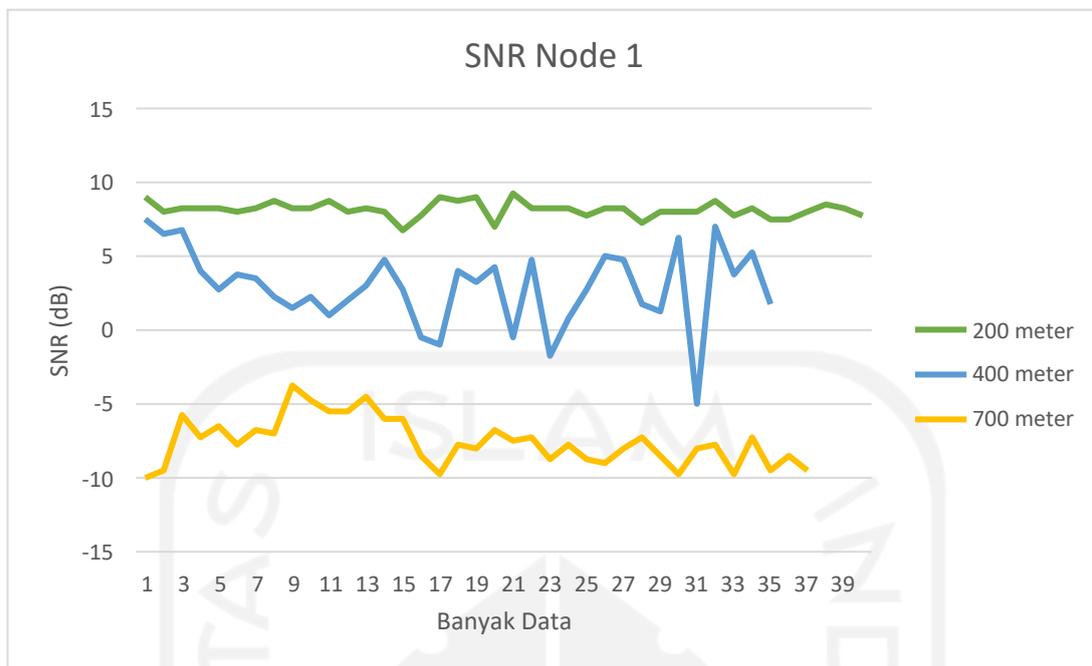
## 2) Pengujian Pada Lahan Berpohon

- Nilai RSSI pada Node 1 dengan jarak pengiriman 200-700 meter di tanah berpohon:



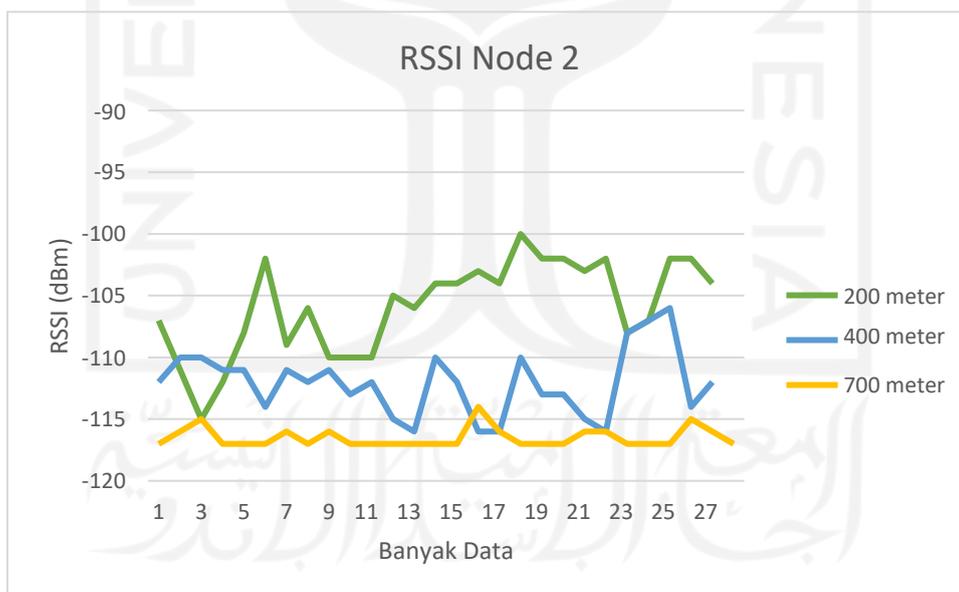
Gambar 5.8. Grafik Pengujian Kekuatan Jaringan RSSI (dBm) Node 1.

- Nilai SNR pada Node 1 dengan jarak pengiriman 200-700 meter di tanah berponoh:



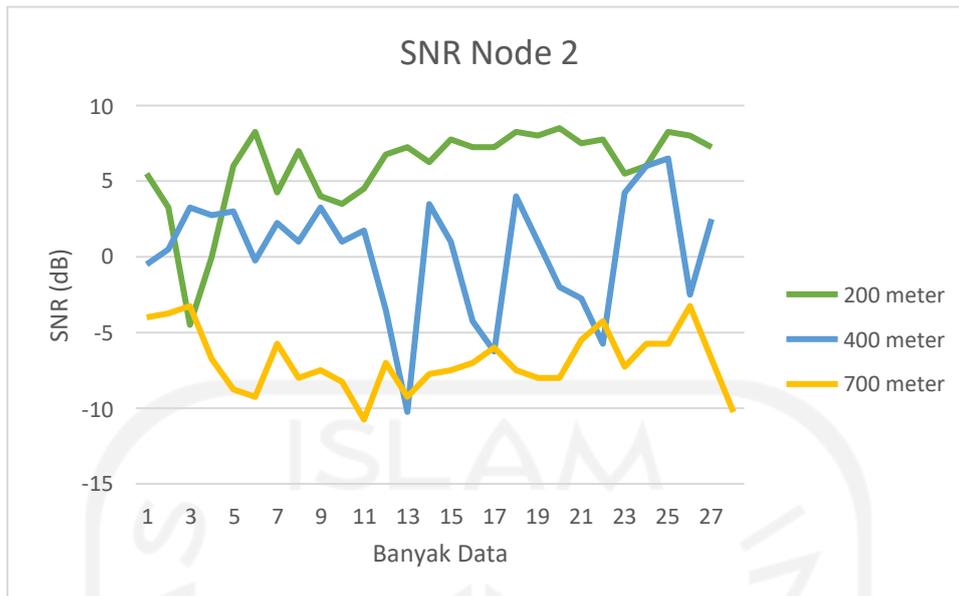
Gambar 5.8. Grafik Pengujian Kualitas Jaringan SNR (dB) Node 1.

- Nilai RSSI pada Node 2 dengan jarak pengiriman 200-700 meter di tanah berponoh:



Gambar 5.9. Grafik Pengujian Kekuatan Jaringan RSSI (dBm) Node 2.

- Nilai SNR pada Node 2 dengan jarak pengiriman 200-700 meter di tanah berponon:



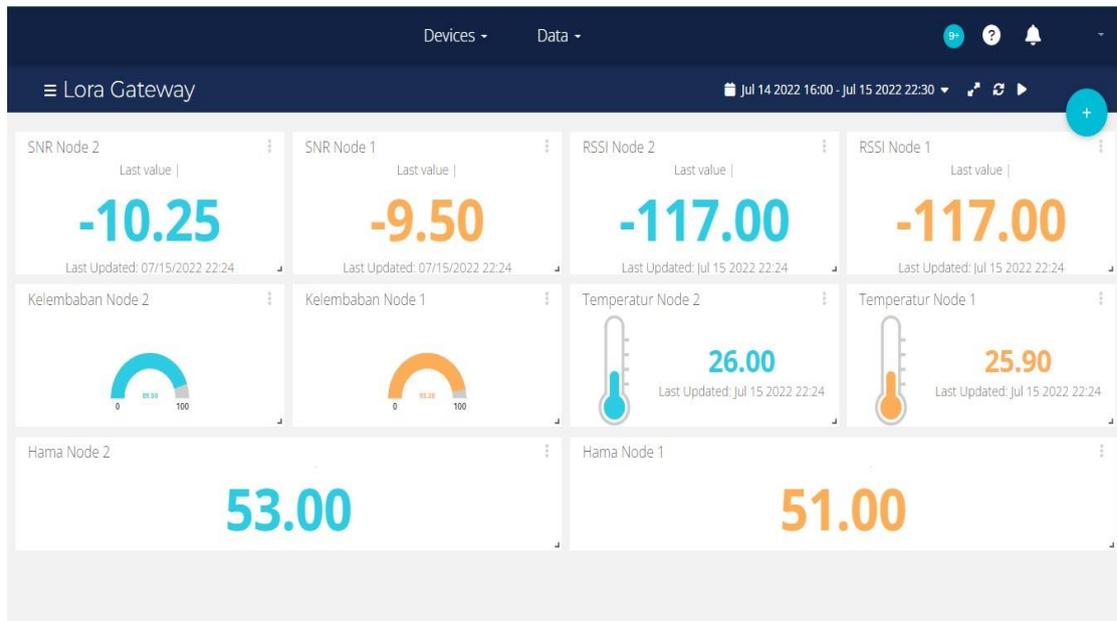
Gambar 5.10. Grafik Pengujian Kualitas Jaringan SNR (dB) Node 2.

Berdasarkan beberapa gambar grafik hasil pengujian pada lahan berponon diatas, beberapa hal dianalisis sebagai berikut ini.

- Pada jarak 200 meter: Nilai RSSI yang didapatkan rata-rata pada node 1 sebesar = -105.867 dBm dan SNR sebesar 5.71 dB sedangkan Node 2 RSSI = -108.963 dBm dan SNR = 3.125 dB. Sehingga data pada jarak 200 meter dengan nilai RSSI dan SNR dari kedua node masih sangat baik dan data yang terkirimkan semuanya berhasil diterima di server Ubidots.
- Pada jarak 400 meter: Nilai RSSI yang didapatkan rata-rata pada node 1 sebesar = -114.912 dBm dan SNR sebesar -4.081 dB sedangkan Node 2 RSSI = -114.893 dBm dan SNR = -4.089 dB. Sehingga data pada jarak 400 meter dengan nilai RSSI dan SNR dari kedua node masih cukup baik dan data yang terkirimkan semuanya berhasil diterima di server Ubidots.
- Pada jarak 700 meter: Nilai RSSI yang didapatkan rata-rata pada node 1 sebesar = -116.649 dBm dan SNR sebesar -7.568 dB sedangkan Node 2 RSSI = -116.5 dBm dan SNR = -6.884 dB. Sehingga kualitas dan kekuatan jaringan mulai menurun namun data yang terkirimkan ke server berhasil diteruskan mengakibatkan beberapa data yang dikirimkan dari node sensor tidak diteruskan ke server.

Setelah beberapa hasil pengujian dilakukan, selanjutnya hasil yang didapat dari beberapa data monitoring akan ditampilkan melalui Ubidots, ataupun tampilan pada Ubidots

diantaranya : Data penghitung hama, suhu, kelembaban, nilai RSSI, dan nilai SNR. Tampilan UI (*User Interface*) Ubidots sebagai *web server* sistem pengiriman data:



Gambar 5.11. Tampilan UI (*User Interface*) Ubidots.

## 5.2 Pengalaman Pengguna

Sesudah melalui tahapan uji coba maka prototipe alat sistem catu daya dan pengiriman data akan coba di implementasikan, terdapat beberapa aspek capaian dan aksi terhadap sistem yang telah dibuat dengan pengguna yang dapat dilihat pada Tabel 5.13 berikut.

Tabel 5.13 Pengalaman Pengguna.

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
1	Fungsi	Tujuan utama alat dapat berfungsi sebagai sistem catu daya penyuplai beban <i>smart trapping</i> dan sistem pengiriman data dapat beroperasi dengan baik.	Dipertahankan
2	Kemudahan	Pengoperasian sistem prototipe alat tergolong mudah, karena pengguna hanya menyalakan sistem catu daya menggunakan saklar saja dan pada sistem pengiriman data pengguna hanya memantau indikator - indikator yang terdapat pada sistem dan web server	Dipertahankan
3	Sistem IoT	Penggunaan teknologi LoRa yang dapat memungkinkannya sistem IoT dapat bekerja walau berada pada lokasi yang jauh dari jaringan internet, sehingga hasil monitoring hama serangga dapat terpantau dari jauh.	Upgrade jarak pengiriman LoRa lebih jauh dan monitoring sistem catu daya terintegrasi dengan IoT
4	Sistem Monitoring	Sistem monitoring <i>web server</i> secara <i>Real Time</i> untuk mengetahui data jumlah hama yang diperangkap, suhu, dan kelembaban berjalan baik.	Font pada UI / <i>Interface</i> lebih diperbesar

### 5.3 Dampak Implementasi Sistem

#### 5.3.1 Teknologi/Inovasi

Alat perangkat dan penghitung hama serangga (*smart trapping*) dapat memberikan banyak dampak positif dalam beberapa aspek, salah satunya pada aspek teknologi / inovasi. Peningkatan produktivitas panen, sistem pemantauan yang mudah dioperasikan hingga perkembangan teknologi yang membuatnya dapat mengatasi beragam permasalahan yang hadir pada lahan pertanian atau perkebunan. Prototipe alat yang kami buat ini coba menawarkan beberapa inovasi dan pengembangan jika dibandingkan dengan alat yang saat ini sudah ada dengan nama alat : ITRAP. Berikut perbandingan sistem alat yang kami buat dengan alat ITRAP pada Tabel 5.14 dibawah ini.

Tabel 5.14. Fitur/Komponen Alat Perangkat dan Penghitung Hama.

No	Fitur/Komponen	Sistem yang dibuat	ITRAP UGM
1	Sistem catu daya	Berbasis panel surya	Berbasis panel surya, tetapi belum dapat bekerja untuk menyuplai daya beban
2	Kapasitas penyimpanan energi	44,1 Wh	Belum bekerja
3	Sistem pengiriman data tanpa jaringan internet	Ya	Tidak
4	IoT	Monitoring penghitung hama serangga, suhu dan kelembaban	Monitoring penghitung hama serangga, suhu dan kelembaban
5	Teknologi Sistem IoT	LoRa	Wifi

#### 5.3.2 Sosial

Sistem catu daya dan pengiriman data alat *smart trapping* ini dapat memonitoring secara otomatis kondisi lahan pertanian atau perkebunan Pengguna sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi lahan pertanian ketika terjadi serangan hama terhadap tanaman. Perangkat hama serangga yang dahulunya menggunakan alat manual untuk menangkap hama, dengan menggunakan alat perangkat dan penghitung hama memudahkan pengguna untuk melanjutkan aktifitas lain tanpa menghiraukan kondisi lahan atau kebun. Karena dapat dimonitoring secara langsung dari jarak yang cukup jauh dengan menggunakan alat ini.

#### 5.3.3 Ekonomi

Alat ini nantinya akan memberikan dampak meningkatnya produktivitas hasil panen perkebunan maupun pertanian, sehingga akan memberikan nilai ekonomis bagi penggunanya jika digunakan dalam jangka waktu yang lama. Akan tetapi biaya awal yang harus dikeluarkan oleh

pengguna akan cukup besar, sehingga akan menjadi pertimbangan paling penting bagi calon pengguna nantinya.

#### 5.3.4 Lingkungan

Prototipe alat *smart trapping* ini akan menggunakan bahan feromon untuk dapat memerangkap hama serangga sehingga tidak menggunakan bahan kimia yang dapat merusak lingkungan sekitar. Selain itu alat ini dilengkapi sistem catu daya berbasis energi matahari melalui panel surya sebagai penyuplai energi pada komponen elektronis didalam alat, sehingga alat ini mendukung dan memiliki konsep *green energy* dalam rangka menjaga kelestarian lingkungan yang berkelanjutan.



## BAB 6 : Kesimpulan dan Saran

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan dan juga pengujian pada prototipe alat ini, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Sistem Catu daya pada alat memanfaatkan sumber energi terbarukan dari sinar matahari. Sistem catu daya alat ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan komponen-komponen elektronis perangkat dan penghitung hama serangga. Memiliki spesifikasi penggunaan panel surya 10 Wp dengan penyimpanan kapasitas energi sebesar 44,1 Wh dengan ketahanan umur baterai yang dirancang dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama.
2. Sistem catu daya pada alat ini mendapatkan nilai efisiensi sebesar 96% pada saat pengecasan menggunakan panel surya dengan total energi yang tersimpan di dalam baterai sebesar  $\pm 42$  Wh.
3. Sistem catu daya pada alat ini dapat bertahan selama 2-3 hari tanpa kondisi pengecasan yang berasal dari sinar matahari, hal ini bertujuan agar pada saat cuaca sedang tidak optimal untuk melakukan pengecasan sistem pada alat masih dapat beroperasi secara optimal.
4. Sistem *monitoring* lahan perkebunan berupa perangkat dan penghitung hama serangga, suhu juga kelembaban pada alat ini berbasis teknologi *internet of things* (IoT). Sehingga dapat dimonitoring secara langsung menggunakan *web server*
5. Sistem pengiriman data hasil *monitoring* pada alat ini sudah berhasil menggunakan *long range area* (LoRa), sehingga dapat beroperasi pada kondisi lokasi tanpa jaringan internet dan dengan konsumsi energi listrik yang rendah.
6. Pengiriman data dapat bekerja secara efektif dalam jarak 200-700 meter, sehingga alat dapat di fungsikan pada lahan perkebunan.
7. Berdasarkan data pengujian di dapatkan *packet loss* pada jarak 700 meter pada rentang 0,05 % - 0,1 % dengan nilai indeks 4 dimana didapatkan kualitas dan kekuatan jaringan rata-rata RSSI = -116.5 dBm dan SNR = -6.884 dB. Sehingga alat dapat melakukan pengiriman data dari jarak 200-700 meter.
8. Data hasil *monitoring* sudah dapat tersimpan dengan baik pada database *web server* Ubidots.

### 6.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan sistem, pengujian hingga tahap implementasi. Sistem alat ini masih dapat dikembangkan kedepannya guna menghasilkan sebuah alat dengan teknologi dan fungsi yang tepat guna untuk masyarakat luas, Beberapa hal-hal yang dapat dikembangkan kedepannya pada sistem alat ini ialah sebagai berikut:

1. Sistem pengiriman data menggunakan komponen mikrokontroller yang lebih murah dibandingkan mikrokontroller MAPPI32, sehingga dapat lebih ekonomis pada masyarakat luas.
2. *Gateway* yang digunakan harus menyesuaikan *firmware* untuk dapat bekerja dengan baik.
3. Pengujian jarak dapat lebih ditingkatkan, sehingga dapat lebih berdampak optimal pada sektor bisnis dan industri.
4. Catu daya dapat menggunakan panel surya dan baterai dengan kapasitas yang lebih besar untuk lebih mendukung perkembangan dan penggunaan teknologi pada alat ini kedepannya.
5. Sistem catu daya pada alat ini dapat dimonitoring secara *real time* menggunakan teknologi *internet of things* (IoT) terkait kapasitas energi yang tersisa maupun pada saat sistem catu daya. Ketika melakukan pengisian energi listrik.
6. Memanfaatkan fitur *sleep mode* pada LoRa ketika tidak melakukan pengiriman data, sehingga dapat menghemat energi baterai (*low consumption energy*).



## Daftar Pustaka

- [1] Lip M. Aditya., “Ternyata, Indonesia adalah Negara Penghasil Kelapa Terbesar di Dunia” 2020, Diakses: Juli 16, 2022. [Online]. Tersedia di: <https://www.goodnewsfromindonesia.id/2020/10/10/ternyata-indonesia-adalah-negara-penghasil-kelapa-terbesar-di-dunia>.
- [2] Cindy Mutia Annur, “Luas Areal Perkebunan Sawit di Indonesia Capai 14,60 Juta Hektare”, Oktober.2020, Diakses: Februari 2,2022.[Online]. Tersedia di: [Luas Areal Perkebunan Sawit di Indonesia Capai 14,60 Juta Hektare | Databoks \(katadata.co.id\)](#).
- [3] M. L. Bandu, D. Tarore, and R. W. Tairas, “SERANGAN HAMA KUMBANG (*Oryctes rhinoceros* L.) PADA TANAMAN KELAPA (*Cocos nucifera* L.) DI DESA MAPANGET KECAMATAN TALAWAAN KABUPATEN MINAHASA UTARA,” *COCOS*, vol. 1, no. 4, Art. no. 4, Oct. 2018.
- [4] Nurfadillah, “Intensitas Serangan Hama Kumbang Tanduk (*oryctes rhinoceros*) Pada Tanaman Kelapa Sawit Belum Menghasilkan” Tugas Akhir, Jurusan Budidaya Tanaman Perkebunan Politeknik Pertanian Negeri Pangkep, 2017.
- [5] A. Haidar, B. Adhitya, A. Kasyful. “Pengembangan Sistem Perantara Pengiriman Data Menggunakan Modul Komunikasi LoRa dan Protokol *MQTT* pada Wireless Sensor Network”, *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. Vol. 3, No. 2, Februari. 2019.
- [6] M. Suyanto, S. Subandi, and E. I. Cademas, “Sistem Peralatan Perangkat Serangga Tanaman Padi Dengan Panel Surya Sebagai Catu Daya,” *Kampus Institut Teknologi Nasional - Bandung*, Dec. 2018, pp. 1–6. Accessed: Jul. 24, 2022.
- [7] M. F. Riyanto, R. P. Astutik, and D. Irawan, “Sistem Informasi Perangkat Hama Serangga Dan Kondisi Perairan Di Persawahan Berbasis Internet Of Things,” 1, vol. 3, no. 1, Art. no. 1, Sep. 2020.
- [8] Yofan Hakiki, Yusnita Rahayu, “Analisa Performansi LORA Pada Sistem Absensi Mahasiswa”, *Jurnal Online Mahasiswa, Bidang Teknik dan Sains*, Vol 7, 2020.
- [9] Felix Gerald S.Satio, Rizki Ardianto Primaradhi, Brahmanthya Aji Pramudita, “Rancang Bangun Sistem Pengukuran Intensitas Hujan Sebagai Early Warning System Hama Pada Tanaman The Berbasis Internet Of Things” vol.8, No.5 Oktober 2021.
- [10] Marias Muhammad, Idum Satya Santi, Samsuri Tarmadja, “PENGUNAAN FEROMON DAN WARNA PERANGKAP UNTUK PENGENDALIAN HAMA KUMBANG TANDUK DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT”, *Jurnal Agromast*, Vol2, No 1 , 2017.
- [11] J. Muhrimansyah, R. Primananda, and K. Amron, “Implementasi Protokol Zigbee Pada Wireless Sensor Network,” p. 6.

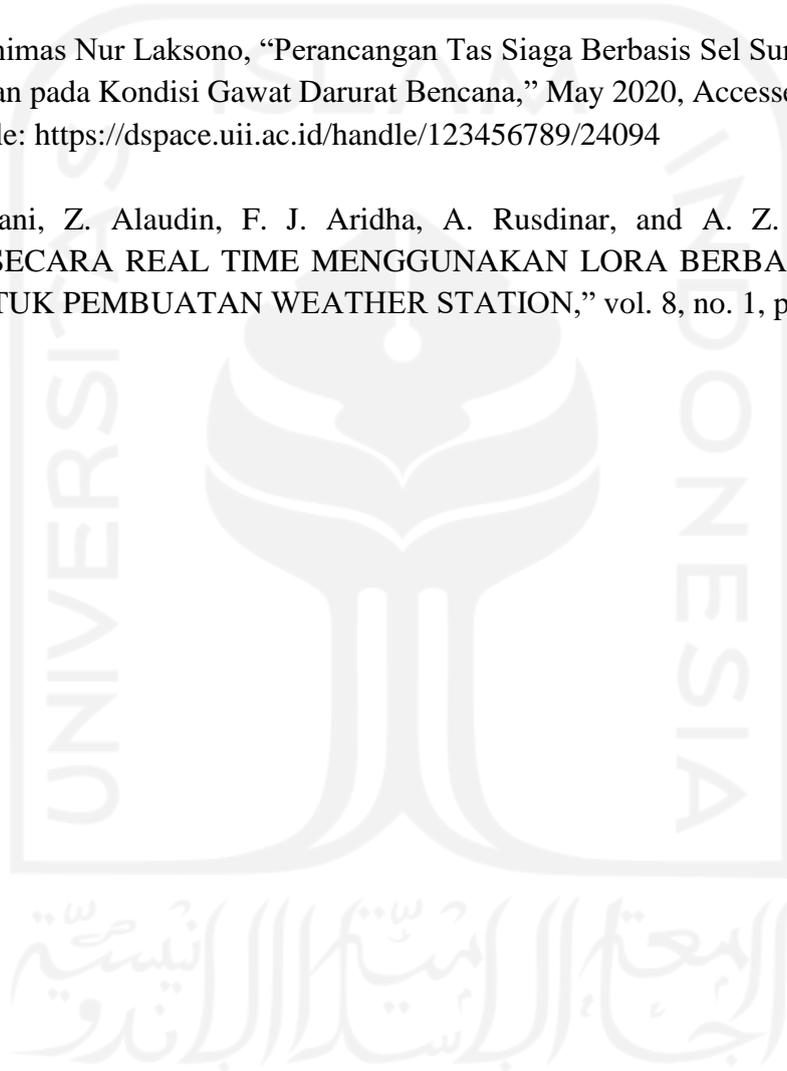
[12] "Frequency Plans by Country," *The Things Network*. <https://www.thethingsnetwork.org/docs/lorawan/frequencies-by-country/> (accessed Jul. 24, 2022).

[13] H. Arijuddin, A. Bhawiyuga, and K. Amron, "Pengembangan Sistem Perantara Pengiriman Data Menggunakan Modul Komunikasi LoRa dan Protokol *MQTT* Pada Wireless Sensor Network," p. 5.

[14] I. P. Sari and T. Hariyanto, "Sistem Pengiriman Data Antar Mesin Menggunakan Modul Radio LoRa HC-12 pada Prototipe Smart Water Meter Berbasis Mikrokontroler," p. 7, 2020.

[15] 16524097 Dhimas Nur Laksono, "Perancangan Tas Siaga Berbasis Sel Surya untuk Pompa Air dan Penerangan pada Kondisi Gawat Darurat Bencana," May 2020, Accessed: Jul. 24, 2022. [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/24094>

[16] A. Ramadhani, Z. Alaudin, F. J. Aridha, A. Rusdinar, and A. Z. Fuadi, "DATA KOMUNIKASI SECARA REAL TIME MENGGUNAKAN LORA BERBASIS INTERNET OF THINGS UNTUK PEMBUATAN WEATHER STATION," vol. 8, no. 1, p. 12.



## LAMPIRAN – LAMPIRAN

- *Logbook* Kegiatan Selama Proses Tugas Akhir 2 Achmad Ryan Al Fajri

Hari, Tanggal	Deskripsi Kegiatan
Senin, 7 Maret 2022	a) Mempelajari algoritma LoRa dan <i>library</i> Lora b) Mengetahui sistem pengiriman data antara lora node sensor ke gateway dan diteruskan ke server.
Jumat, 11 Maret 2022	Diskusi mengenai komponen elektronik, kode pemrograman dan desain alat bersama teman kelompok <i>design capstone</i> .
Sabtu, 12 Maret 2022	Membangun program lora node sensor.
Minggu, 17 Maret 2022	Membangun program node sensor yang terhubung dengan Lora Gateway dragino OLG02
Rabu, 23 Maret 2022	Melakukan konfigurasi Lora gateway Dragino OLG02 agar dapat terhubung dengan server thingspeak
Jumat, 1 April 2022	Melanjutkan pemrograman Lora node sensor
Sabtu, 9 April 2022	Melakukan uji coba pengiriman data antara node 1 dan node 2 ke gateway dragino OLG02.
Jumat, 15 April 2022	Melakukan perbaikan program lora node sensor
Sabtu, 23 april 2022	Melakukan uji coba pengiriman data antara node 1 dan node 2 ke gateway dragino OLG02
Minggu, 24 April 2022	Melakukan perbaikan program node sensor dan melakukan konfigurasi pada gateway dragino OLG02
Jumat, 29 april 2022	Melakukan percobaan pengiriman data dari gateway dragino OLG02 ke server thingspeak
Jumat, 6 mei 2022	Melakukan diskusi kelompok <i>design capstone</i> mengenai kekurangan alat dan melakukan pembuatan logbook TRP201.
Minggu, 8 mei 2022	Melakukan pembuatan TRP201.

Hari, Tanggal	Deskripsi Kegiatan
Rabu, 25 Mei 2022	Melakukan perancangan dan perakitan setiap komponen elektronis pada alat
Jumat, 27 Mei 2022	Melakukan pemrograman pada modul LoRa yang difungsikan sebagai <i>transmitter</i> dan telah terhubung dengan beberapa sensor.
Selasa, 29 Mei 2022	Melakukan pengecekan dan ujicoba manual pada modul LoRa yang difungsikan sebagai <i>transmitter</i>

Selasa, 30 Mei 2022	Melanjutkan pemrograman pada modul LoRa yang difungsikan sebagai <i>receiver</i> pada sistem
Rabu, 1 Juni 2022	Melakukan pengecekan dan ujicoba manual pada modul LoRa yang difungsikan sebagai <i>receiver</i> pada sistem pengiriman data
Kamis, 2 Juni 2022	Melakukan pengaturan pada komponen dragino OLG 02 sebagai gateway pada sistem pengiriman data
Jumat, 3 Juni 2022	Melakukan <i>troubleshooting</i> pada sistem pengiriman data yang belum berhasil terhubung.
Sabtu, 4 Juni 2022	Melakukan konfigurasi gateway agar dapat terhubung dengan thingspeak.
Minggu, 5 Juni 2022	Melakukan konsultasi dan bimbingan pada dosen pembimbing 1
Selasa, 7 Juni 2022	Melanjutkan konfigurasi gateway agar dapat terhubung dengan server.
Rabu, 8 Juni 2022	Melakukan konfigurasi gateway untuk dapat mengupgrade firmware gateway dragino OLG02.  Mengikuti pelatihan <i>IoT Creation Hands On Workshop</i> untuk mendapatkan solusi dari sistem pengiriman data pada alat
Jumat, 10 Juni 2022	Melakukan konfigurasi gateway dengan mengganti web server menggunakan TTN (The things network) agar gateway dragino OLG02 dapat terhubung dengan server.
Selasa, 11 Juni 2022	Melakukan Kontak terhadap perusahaan dragino untuk dapat mengatasi masalah firmware gateway dragino OLG02.
Rabu, 12 Juni 2022	Melanjutkan konfigurasi Gateway agar dapat terhubung dengan server
Rabu, 13 Juni 2022	Melakukan Konsultasi dengan dosen Pembimbing 1 perihal masalah terhadap komponen sistem pengiriman data gateway dragino OLG02 dan modul LoRa yang tidak dapat mengirimkan data sejauh 100 meter.
Selasa, 14 Juni 2022	Merancang perubahan komponen sistem pengiriman data dan melakukan pengadaan barang mikrokontroler MAPPI32.
Rabu, 15 Juni 2022	Membuat program lora node sensor menggunakan board MAPPI32.
Rabu, 16 Juni 2022	Melakukan konfigurasi node sensor dan gateway agar dapat terhubung dengan server Ubidots
Sabtu, 18 Juni 2022	Membuat program pengiriman data dari node sensor ke gateway dengan menirinkan data RSSI, hama, suhu, dan kelembaban
Senin, 20 Juni 2022	Melanjutkan program pengiriman data dari node sensor ke gateway.
Selasa, 21 Juni 2022	Melakukan pengujian fungsional untuk pengiriman data dari node sensor ke gateway dan diteruskan ke Ubidots  Melakukan Perakitan alat smart trapping.
Minggu, 26 Juni	Terjadinya kerusakan pada Mikrokontroler MAPPI32 sehingga harus menghubungi kontak dari Pihak perusahaan KM TECH untuk dapat menindak lanjuti masalah pada board MAPPI32.

	Melakukan finishing alat smart trapping.
Senin, 27 Juni 2022	Melanjutkan program node sensor ke gateway dan diteruskan ke Ubidots (server). Melakukan perakitan alat smarttrapping.
Jumat, 1 Juli 2022	Melanjutkan program node sensor ke gateway dan diteruskan ke Ubidots (server).
Minggu, 3 Juli 2022	Melakukan pengujian fungsional sistem pengiriman data dari node sensor ke gateway dan di teruskan ke server Ubidots. Melakukan finishing terhadap box MAPPI32 dan gateway.
Senin, 4 Juli 2022	Melanjutkan pengujian fungsional sistem pengiriman data dari node sensor ke gateway dan di teruskan ke server Ubidots. Melakukan perakitan box Mappi32.
Selasa, 5 Juli 2022	Melanjutkan perakitan box Mappi32 dan gateway.
Rabu, 6 Juli 2022	Melanjutkan perakitan box Mappi32 dan gateway. Melakukan perakitan pada alat smart trapping.
Kamis, 7 Juli 2022	Melanjutkan perakitan box Mappi32 dan perakitan pada alat smart trapping.
Jumat, 8 Juli 2022	Melanjutkan perakitan box Mappi32 dan perakitan pada alat smart trapping
Sabtu, 9 Juli 2022	Melakukan perbaikan program sistem pengiriman data lora node sensor.
Minggu, 10 Juli 2022	Melanjutkan program sistem pengiriman data lora node sensor dan perbaikan program pada gateway.
Senin, 11 Juli 2022	Melakukan finishing pada box mappi32.
Selasa, 12 Juli 2022	Melakukan pengujian fungsional pada sistem pengiriman data.
Kamis, 14 Juli 2022	Melakukan pengambilan data sistem pengiriman data pada lahan lapang dengan jarak 200-700 meter.
Jumat, 15 Juli 2022	Melakukan pengambilan data sistem pengiriman data pada lahan berpoohon dengan jarak 200-700 meter.
Sabtu, 16 Juli 2022	Melakukan pembuatan laporan akhir dan melengkapi data pengiriman data pada TRP02

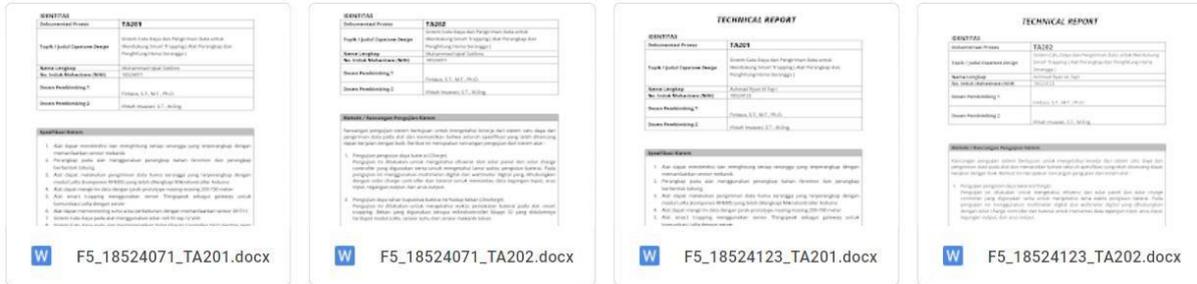
▪ *Logbook Kegiatan Selama Proses Tugas Akhir 2 Muhammad Iqbal Sutikno*

Hari, Tanggal	Deskripsi Kegiatan
Senin, 7 Maret 2022	a) Mempelajari algoritma LoRa dan <i>library</i> Lora b) Mengetahui sistem pengiriman data antara lora node sensor ke gateway dan diteruskan ke server.
Jumat, 11 Maret 2022	Diskusi mengenai komponen elektronik, kode pemrograman dan desain alat bersama teman kelompok <i>design capstone</i> .
Sabtu, 12 Maret 2022	Melakukan <i>troubleshooting</i> pada sistem catu daya
Minggu, 17 Maret 2022	Membangun program node sensor yang terhubung dengan Lora Gateway dragino OLG02 bersama rekan tim
Rabu, 23 Maret 2022	Melakukan konfigurasi Lora gateway Dragino OLG02 agar dapat terhubung dengan server thingspeak
Jumat, 1 April 2022	Melanjutkan pengambilan data sistem catu daya
Sabtu, 9 April 2022	Melakukan uji coba pengiriman data dengan rekan tim
Jumat, 15 April 2022	Melakukan validasi data sistem catu daya
Sabtu, 23 april 2022	Melakukan uji coba pengiriman data antara node 1 dan node 2 ke gateway dragino OLG02
Minggu, 24 April 2022	Melakukan perbaikan program node sensor dan melakukan konfigurasi pada gateway dragino OLG02
Jumat, 29 april 2022	Melakukan percobaan pengiriman data dari gateway dragino OLG02 ke server thingspeak
Jumat, 6 mei 2022	Melakukan diskusi kelompok <i>design capstone</i> mengenai kekurangan alat dan melakukan pembuatan logbook TRP201.
Minggu, 8 mei 2022	Melakukan pembuatan TRP201.

Hari, Tanggal	Deskripsi Kegiatan
25 – 05 - 2022	Melakukan perancangan dan perakitan setiap komponen elektronis pada alat
27 – 05 -2022	Melakukan pemrograman pada modul LoRa yang difungsikan sebagai <i>transmitter</i> dan telah terhubung dengan beberapa sensor
29 – 05 - 2022	Melakukan pengecekan dan ujicoba manual pada modul LoRa yang difungsikan sebagai <i>transmitter</i>
31 – 05 - 2022	Melanjutkan pemrograman pada modul LoRa yang difungsikan sebagai <i>receiver</i> pada sistem

01 – 06 - 2022	Melakukan pengecekan dan ujicoba manual pada modul LoRa yang difungsikan sebagai <i>receiver</i> pada sistem pengiriman data
02 – 06 - 2022	Melakukan pengaturan pada komponen dragino OLG 02 sebagai gateway pada sistem pengiriman data
03 – 06 - 2022	Melakukan <i>troubleshooting</i> pada sistem pengiriman data yang belum berhasil terhubung
05 – 06 - 2022	Melakukan konsultasi dan bimbingan pada dosen pembimbing 1
08 – 06 - 2022	Mengikuti pelatihan <i>IoT Creation Hands On Workshop</i> untuk mendapatkan solusi dari sistem pengiriman data pada alat
10 – 06 - 2022	Memulai pengujian dan pengambilan data sistem catu daya pada alat dan melakukan evaluasi setelah pengujian
11 – 06 - 2022	Melanjutkan pengujian dan pengambilan data sistem catu daya
13 – 06 - 2022	Melakukan konsultasi dan bimbingan pada dosen pembimbing 1
15 – 06 - 2022	Melakukan pembelian komponen mappi 32 dan komponen hardware casing alat secara keseluruhan, melakukan pengerjaan dan pengisian data TRP 202
17 – 06 - 2022	Melakukan proses desain 3D pada alat , melanjutkan pengerjaan TRP 202
18 – 06 - 2022	Melanjutkan pengujian alat dan pengambilan data hasil pengujian, melakukan diskusi rutin bersama rekan kelompok
20 – 06 - 2022	Melanjutkan pengambilan data sistem alat dan pengerjaan TRP 202
22- 06- 2022	Belanja komponen pengganti sistem catu daya
28- 06-2022	Melanjutkan pengerjaan laporan tugas akhir capstone
02 – 07 -2022	Melakukan perakitan casing baterai
06 -07 - 2022	Mencari literatur perhitungan konsumsi daya LoRa
11- 07 -2022	Melakukan finishing pada box mappi32.
12 – 07 - 2022	Melakukan pengujian fungsional pada sistem catu daya .
14 – 07 - 2022	Melakukan pengambilan data sistem catu daya (konsumsi energi pengiriman data) pada lahan lapang dengan jarak 200-700 meter.
15 - 07 - 2022	Melakukan pengambilan data sistem pengiriman data pada lahan berpoohon dengan jarak 200-700 meter.

▪ Dokumen TA 201 dan 202



▪ Desain Alat *Smart Trapping*

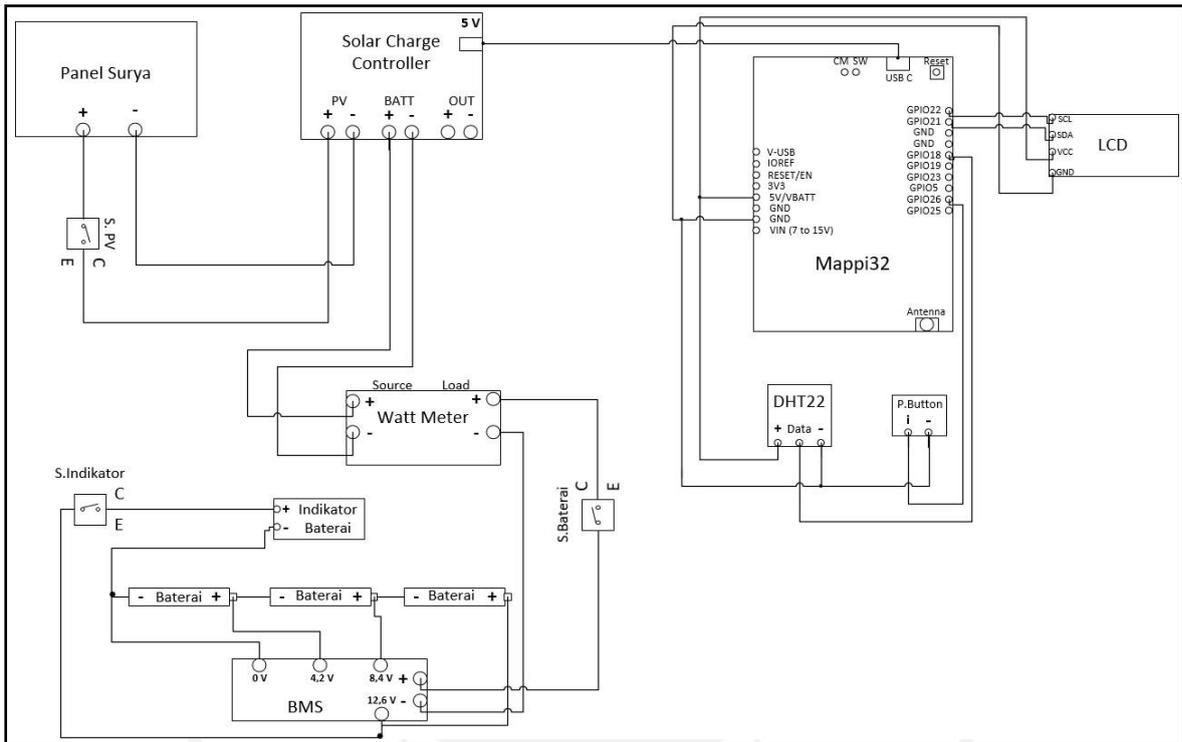


(a)

(b)

Gambar 1. (a) Hasil Produk Alat *Smart Trapping*, (b) Hasil desain 3D Alat

- Skematik elektronik Alat *Smart Trapping*



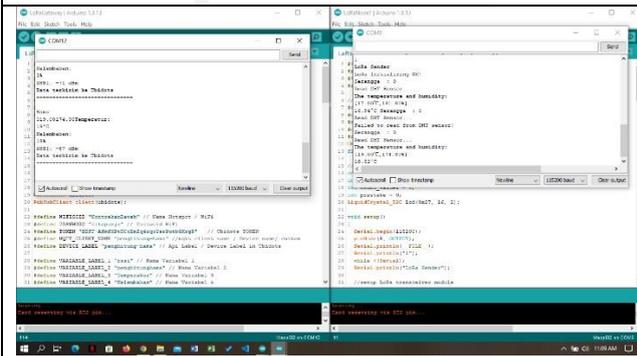
Gambar 2. Skematik Rangkaian Alat *Smart Trapping*.

- Dokumentasi Hasil Pengerjaan

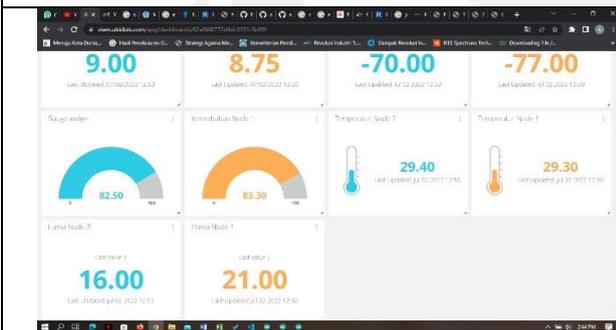
Gambar	Keterangan
	<p>Proses pengujian fungsional gateway dragino OLG02 dan Modul lora radio node v1.0</p>
	<p>Melakukan proses upgrade firmware Gateway Dragino OLG02.</p>
	<p>Melakukan konsultasi mengenai permasalahan gateway dragino OLG02 bersama dosen pembimbing 1.</p>



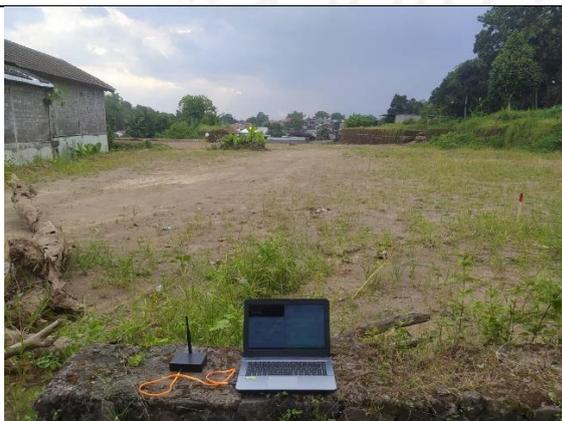
Melakukan pengadaan barang Mikrokontrolle MAPPI32 sebanyak 3 buah.



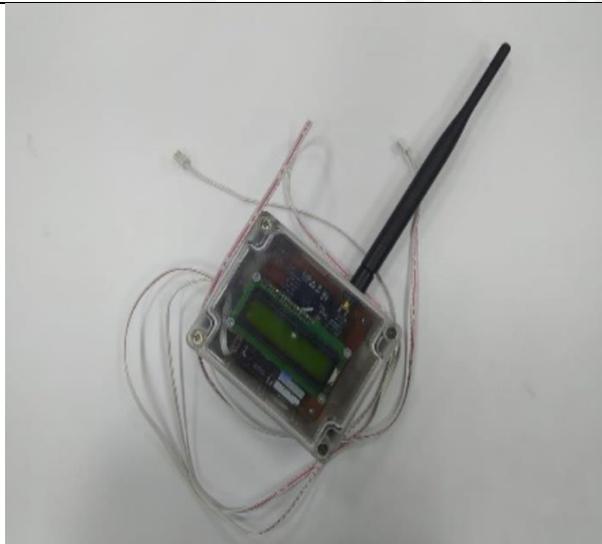
Proses pembuatan program sistem pengiriman data



Proses pengambilan data pada pengiriman data melalui server Ubidots.



Proses Pengambilan data dengan pengujian pengiriman data.

	<p>Proses pengujian pengisian daya pada baterai.</p>
	<p>Hasil <i>prototype end device</i> (LoRa Node Sensor)</p>
	<p>Hasil <i>prototype LoRa Gateway</i></p>

	<p>Tampilan Box Alat <i>smart trapping</i>.</p>
	<p>Hasil produk Alat <i>smart trapping</i>.</p>

- Dokumentasi keuangan (tabel excelnya saja, tidak perlu nota dsb)

No	Jenis Pengeluaran	Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga
1	Panel Surya Polycrystalline 10 Wp	1 pcs	Rp. 200.000,-
2	SCC PWM 10 A	1 pcs	Rp. 90.000,-
3	Baterai 18650 Li-ion	3 pcs	Rp. 315.000,-
4	Watt Meter DC	1 Pcs	Rp. 110.000,-
5	BMS 3S 20 A	1 Pcs	Rp. 25.000,-
6	Indikator Baterai 3S	1 Pcs	Rp. 35.000,-
7	Modul LoRa Dev Board	3 pcs	Rp. 2.039.000,-

8	DHT22	2 pcs	Rp. 130.000,-
9	Push button DS 314	2 pcs	Rp. 5.000,-
10	Box panel	1 pcs	Rp. 90.000,-
11	Tripod penyangga	1 pcs	Rp. 239.000,-
12	Casing sensor DHT	1 pcs	Rp. 79.000,-
13	Saklar Toggle ON OFF	2 pcs	Rp. 25.000,-
14	Holder baterai 18650	1 pcs	Rp. 10.000,-
15	Saklar switch mini	1 pcs	Rp. 2.000,-
16	Skun sedang O	2 pcs	Rp. 4.000,-
17	Kabel NYAF	3 meter	Rp. 50.000,-
18	Box mikrokontroler plastik	3 pcs	Rp. 80.000,-
19	Kabel jumper male to male	40 pcs	Rp. 11.500,-
20	Kabel jumper male to female	40 pcs	Rp. 11.500,-
21	LCD 16x2	2 pcs	Rp. 46.000,-
22	Terminal blok	2 pcs	Rp. 6.000,-
23	Kabel ties	10 pcs	Rp. 2.000,-
24	Pin kabel	4 pcs	Rp. 6.000,-
25	Box plastik F3T	2 pcs	Rp. 60.000,-
26	Box plastik	2 pcs	Rp. 20.000,-
<b>Total</b>			<b>Rp. 3.691.000,-</b>