

**RANCANG BANGUN MONITORING KINERJA DAYA
BATERAI JENIS LITHIUM-ION DENGAN LITHIUM
PHOSPHATE PADA BIDANG PERTANIAN
BERBASIS IoT**

SKRIPSI

Oleh:

**DEVIN PRAYOGA AGUSTIRA SARAGIH
218120037**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 30/4/26

Access From (repositori.uma.ac.id)30/4/26

**RANCANG BANGUN MONITORING KINERJA DAYA
BATERAI JENIS LITHIUM-ION DENGAN LITHIUM
PHOSPHATE PADA BIDANG PERTANIAN
BERBASIS IoT**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh:

Devin Prayoga Agustira Saragih

218120037

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

LEMBAR PENGESAHAN

Judul skripsi : Rancang Bangun Monitoring Kinerja Daya Baterai Jenis Lithium-ION dengan Lithium Phosphate pada bidang pertanian berbasis IoT

Nama : Devin Prayoga Agustira Saragih

NPM : 218120037

Fakultas : Teknik Elektro



Dr. Supriatno, ST., MT
Dekan



Ir. Habib Satria, MT.M.Kom, IPM, ASEAN Eng
Ka.Prodi

Tanggal Lulus: 03 September 2025

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelarsarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentudalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telahdituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisanilmiah.

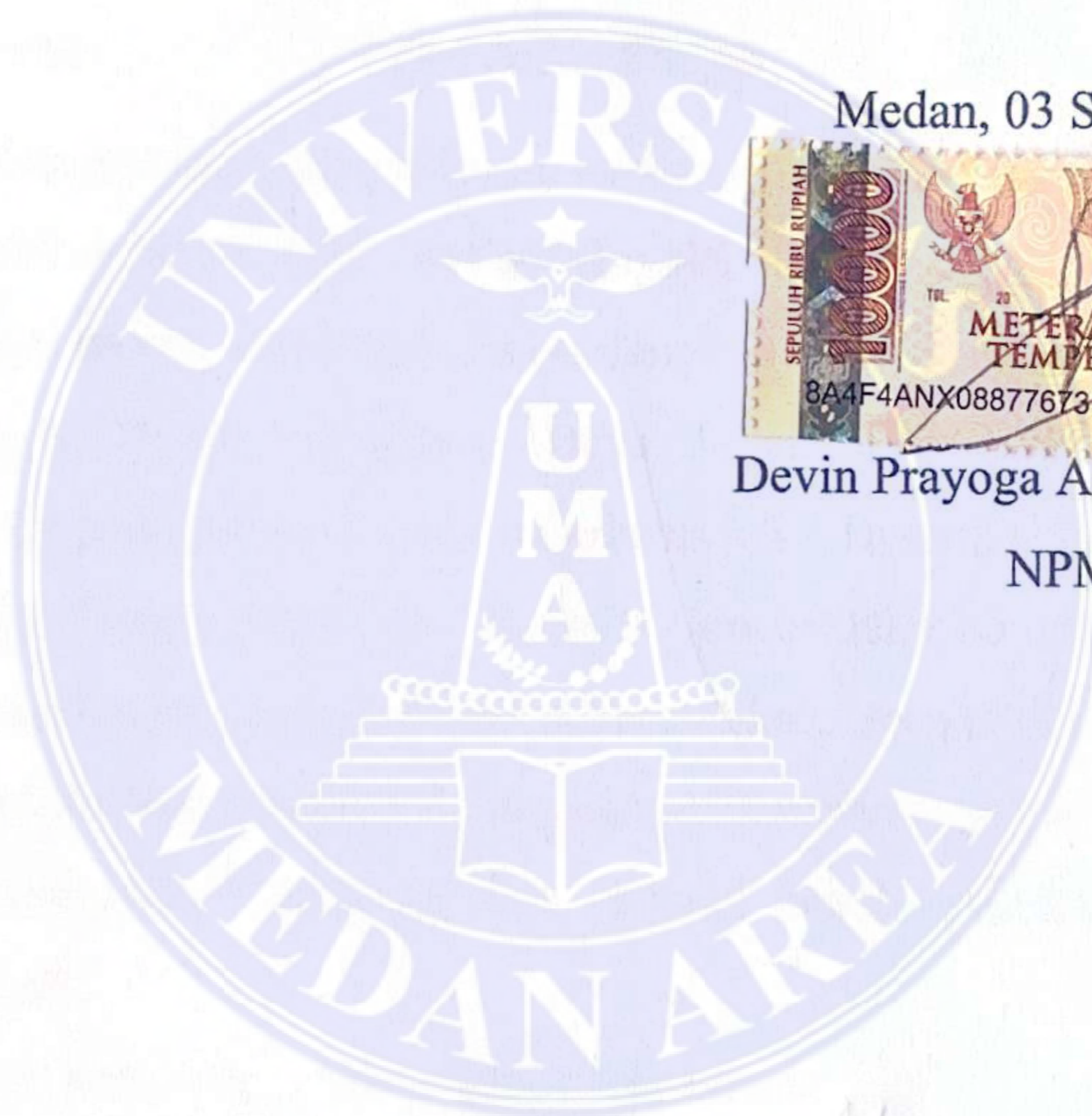
Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dansanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hariditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 03 September 2025



Devin Prayoga Agustira Saragih

NPM. 21.812.0037



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS/UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Devin Prayoga Agustira Saragih
NPM : 218120037
Program Studi : Teknik Elektro
Falkultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Rancang Bangun Monitoring Kinerja Daya Baterai Jenis Lithium-Ion dengan lithium phosphate pada bidang pertanian Berbasis IoT”. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini universitas medan area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Medan
Pada Tanggal 03 September, 2025
Yang menyatakan



(Devin Prayoga Agustira Saragih)

ABSTRAK

Perkembangan *Internet of Things* (IoT) sdi bidang pertanian sejatinya membawa tantangan didalam pemilihan sumber daya yang efisien dan andal. Baterai sebagai sumber energi portabel menjadi sangat penting dalam implementasi perangkat IoT di bidang pertanian yang sering kali terpencil dan minim infrastruktur listrik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kinerja daya baterai Lithium-Ion dan Lithium-LifePO4 sebagai sumber arus DC pada perangkat IoT di bidang pertanian. Metode penelitian melibatkan pengujian eksperimental kedua jenis baterai selama periode 24 jam dengan interval pengukuran setiap jam. Parameter yang diukur mencakup tegangan dan arus menggunakan sensor INA219. Analisis komparatif dilakukan untuk mengevaluasi stabilitas tegangan, konsistensi arus, efisiensi energi, dan daya tahan kedua jenis baterai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa baterai Lithium-LifePO4 memiliki keunggulan signifikan dalam hal stabilitas tegangan dan konsistensi arus selama periode pengujian. Baterai ini mempertahankan tegangan antara 3,0 V hingga 3,6369 V dan arus antara 89,9538 mA hingga 91 mA selama 15 jam pertama. Sebaliknya, baterai Lithium-Ion menunjukkan penurunan kinerja yang signifikan setelah fase transisi, dengan penurunan tegangan dan arus yang tajam setelah 15-20 jam penggunaan. Selain itu, pengujian setelah dilakukan *step-down* menunjukkan bahwa baterai tetap mampu memberikan daya yang cukup selama sekitar 15 jam pertama, tetapi kemudian terjadi penurunan signifikan pada parameter tegangan dan arus. Kesimpulannya, baterai Lithium-LifePO4 lebih sesuai untuk aplikasi IoT pertanian yang memerlukan operasi jangka panjang dan keandalan tinggi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pemilihan sumber daya yang optimal untuk perangkat IoT di bidang pertanian, mendorong efisiensi dan keberlanjutan dalam implementasi teknologi *smart farming*.

Kata Kunci: *Internet of Things* (IoT), Lithium-Ion, Lithium-Fosfat, Sensor INA219

ABSTRACT

The development of the Internet of Things (IoT) in agriculture presents challenges in selecting energy sources that are both efficient and reliable. Batteries, as portable power sources, play a crucial role in implementing IoT devices in agricultural settings, which are often remote and lack electrical infrastructure. This study aims to analyze and compare the power performance of Lithium-Ion and Lithium-LifePO4 batteries as DC power sources for agricultural IoT devices. The research method involves experimental testing of both battery types over a 24-hour period with hourly measurement intervals. Parameters measured include voltage and current using the INA219 sensor. A comparative analysis was conducted to evaluate voltage stability, current consistency, energy efficiency, and durability of the two battery types. The results show that the Lithium-LifePO4 battery has significant advantages in terms of voltage stability and current consistency during the testing period. This battery maintained a voltage range between 3.0 V and 3.6369 V, and a current between 89.9538 mA and 91 mA during the first 15 hours. In contrast, the Lithium-Ion battery showed a notable performance drop after the transition phase, with a sharp decline in voltage and current after 15–20 hours of use. Additionally, testing after the step-down process indicated that the battery could still supply adequate power for approximately the first 15 hours, followed by a significant drop in voltage and current parameters. In conclusion, the Lithium-LifePO4 battery is more suitable for agricultural IoT applications that require long-term operation and high reliability. This research is expected to contribute to the optimal selection of power sources for agricultural IoT devices, promoting efficiency and sustainability in the implementation of smart farming technologies.

Keywords: *Internet of Things (IoT), Lithium-Ion, Lithium-Phosphate, INA219 Sensor*

RIWAYAT PENELITI

Penulis dilahirkan di Medan pada tanggal 07 Februari 2003 dari ayah Syahrizal Saragih dan ibu Poniem. Penulis merupakan anak ke 2 dari 3 bersaudara. Tahun 2021 Penulis lulus dari SMK SWASTA PAB 3 MEDAN ESTATE dan pada tahun 2021 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Selama masa perkuliahan, penulis melakukan praktek kerja lapangan (PKL) di PT PLN Nusantara Power UPDK Belawan. Pengamalan ini memberikan wawasan praktis dalam bidang elektro dan memperkaya pengetahuan penulis dalam aplikasi ilmu yang di pelajari di bangku kuliah.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul: “Rancang Bangun Sistem Pengairan Otomatis Berbasis IoT dan Tenaga Surya untuk Sawah dengan Metode Fuzzy Logic” dengan baik dan tepat waktu.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro pada Universitas Medan Area. Dalam proses penyusunan, penulis mendapatkan banyak bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ayahanda Syahrizal Saragih dan ibu Poniem, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, motivasi, serta dukungan moral dan material yang tiada henti.
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Eng. Supriatno, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. Habib Satria, M.Kom., M.T., IPM., ASEAN Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
5. Ibu Dr. Ir. Dina Maizana, M.T., selaku Dosen Pembimbing, yang dengan penuh kesabaran dan ketulusan telah memberikan bimbingan, arahan, serta dorongan selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini.
6. Rekan-rekan seperjuangan di Program Studi Teknik Elektro Universitas Medan Area, serta semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan karya ini di masa mendatang.

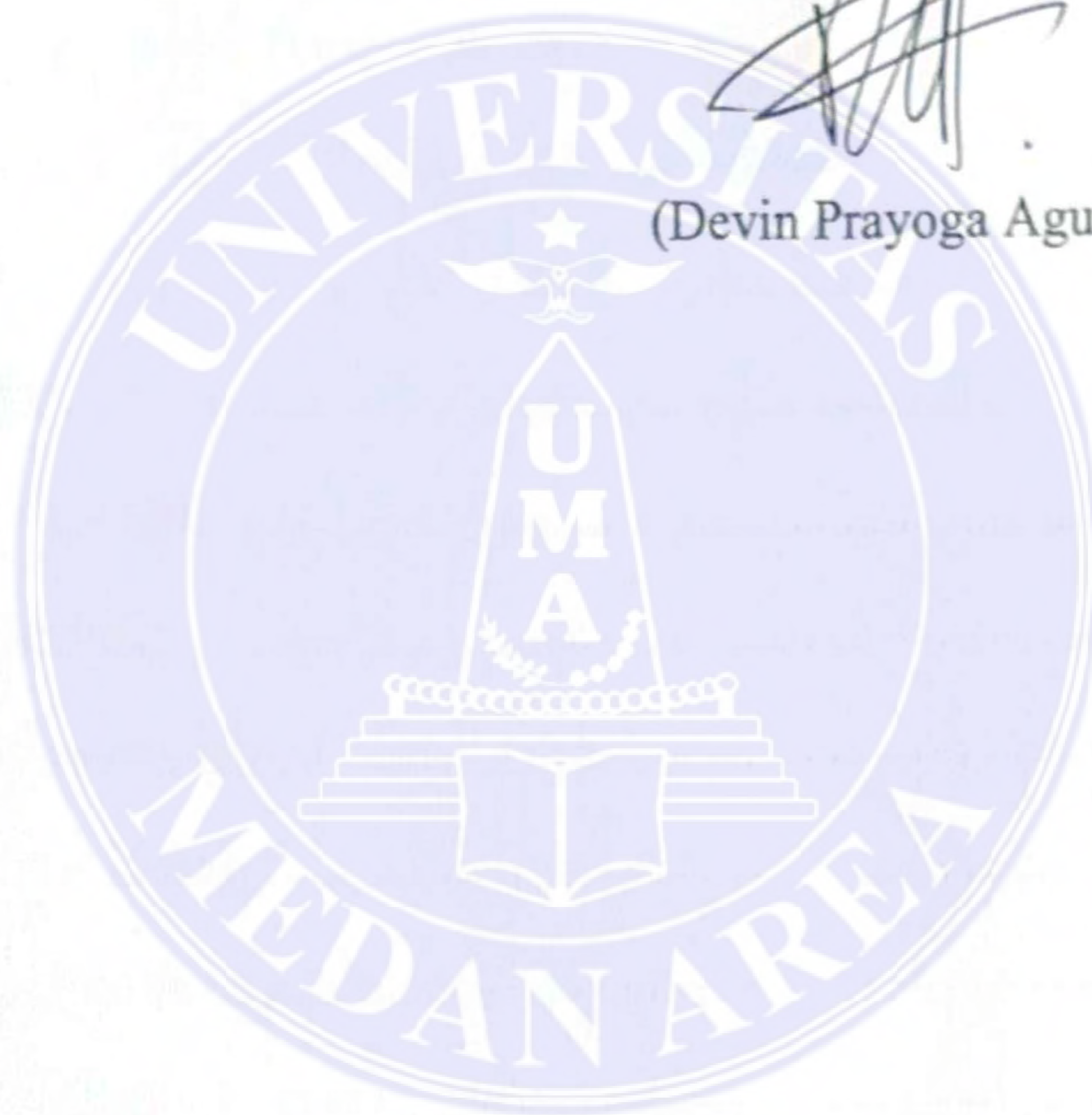
Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi kontribusi nyata dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang Teknik Elektro dan penerapan teknologi IoT untuk pertanian berkelanjutan.

Medan, 03 September 2025

Penulis



(Devin Prayoga Agustira Saragih)



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
RIWAYAT PENELITI.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.4.1 Manfaat Teoritis	4
1.4.2 Manfaat Praktis.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Peneliti Terdahulu.....	5
2.2 Pengenalan <i>Internet of Things</i>	6
2.3 Mikrokontroler ESP8266.....	8
2.4 Baterai	11
2.4.1 Primary Battery	11
2.4.2 Secondary Battery	11
2.4.3 Baterai Lithium-Ion	12

2.4.4	Baterai Lithium Iron Phosphate (LiFePO4)	13
2.4.5	Spesifikasi Baterai Lithium-Ion dan Lithium Phosphate	15
2.5	Komponen Perangkat IoT di bidang Pertanian	16
2.5.1	Sensor DHT11	16
2.5.2	Sensor Soil Moisture	17
2.5.3	Sensor INA219	19
2.6	Catu Daya Listrik.....	21
BAB III METODE PENELITIAN		22
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.1.1.	Tempat Penelitian	22
3.1.2.	Waktu Penelitian	22
3.2.	Peralatan yang dibutuhkan.....	23
3.3.	Tahapan Penelitian.....	24
3.4.	Diagram Blok	28
3.5.	Perancangan Wiring Hardware dan Software	29
3.4.1	Perancangan Desain Wiring Hardware	29
3.4.2	Perancangan Software	30
3.6.	Pengujian alat dan baterai	31
3.7.	Pengambilan Data.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		34
4.1	Perancangan Software dan Hardware Sistem.....	34
4.1.1	Perancangan Software Sistem Mikrokontroler	34
4.1.2	Pengujian Software Blynk.cloud	36
4.1.3	Perancangan Hardware Mikrokontroler pada Breadboard	36
4.1.4	Perancangan PCB	37
4.2	Hasil Analisis Kinerja Baterai.....	38
4.2.1	Pengujian Kinerja Baterai Lithium-Fosphat	38

4.2.2	Pengujian Kinerja Baterai Lithium-Ion.....	43
4.2.3	Pengujian Kinerja Baterai Lithium-Ion Setelah di <i>Step-down</i>	47
4.3	Analisis Perbandingan Kinerja Baterai	49
4.3.1	Perbandingan Stabilitas Tegangan.....	49
4.3.2	Perbandingan Kestabilan Arus.....	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		53
5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran	54
DAFTAR PUSTAKA		55



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Model ESP8266.....	10
Tabel 2. 2 Spesifikasi Lithium	15
Tabel 3. 1 Jadwal Kegiatan	22
Tabel 3. 2 Alat dan Bahan.....	24
Tabel 3. 3 Tabel Pengukuran Daya Baterai	33
Tabel 4. 1 Data Tabel Hasil Pengujian Daya Pengukuran Baterai Lithium-Life..	39
Tabel 4. 2 Data Tabel Hasil Pengujian Daya Pengukuran Baterai Lithium-Ion...	44
Tabel 4. 3 Perbandingan Parameter Tegangan Baterai Lithium	50
Tabel 4. 4 Perbandingan Kestabilan Arus.....	51



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penerapan IoT dibidang pertanian.....	7
Gambar 2. 2 ESP8266 Lolin	9
Gambar 2. 3 Baterai Lithium Ion	12
Gambar 2. 4 Baterai Lithium-Phospat	14
Gambar 2. 5 Sensor DHT11	16
Gambar 2. 6 Sensor Moisture YL-69.....	18
Gambar 2. 7 Sensor INA219	20
Gambar 3.1 Flowchart Tahapan Kegiatan Penelitian	27
Gambar 3. 2 Diagram Blok Penelitian	28
Gambar 3. 3 Desain Wiring Wiring Hardware	29
Gambar 4. 1 Tampilan Program Software Arduino IDE	34
Gambar 4. 2 Pemrograman pada IoT Pertanian	35
Gambar 4. 3 Tampilan Serial monitor Arduino IDE.....	36
Gambar 4. 4 Hasil tampilan Monitoring Blynk	36
Gambar 4.5 Rancangan rangkaian yang akan ditaruh ke desain alat.....	37
Gambar 4. 6 Tahapan Pemasangan Sensor ke Baterai	38
Gambar 4. 7 Grafik Nilai Tegangan (volt) baterai lithium	42
Gambar 4. 8 Grafik Nilai Arus (Amper) baterai lithium-Ion.....	43
Gambar 4. 9 Grafik Nilai tegangan (volt) pada baterai lithium-Lithium Ion.....	45
Gambar 4. 10 Grafik Nilai arus (mili amper) pada baterai lithium-Fosfat	46
Gambar 4. 11 Grafik Tegangan sebelum dan sesudah di stepdown	48
Gambar 4. 12 Grafik Arus Sebelum dan Sesudah di Stepdown	48

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai negara dengan sektor agraris yang dominan, Indonesia sangat bergantung pada pertanian dalam perekonomiannya (Azizah et al., 2024). Sektor ini punya peranan yang sangat penting dalam menghasilkan swasembada pangan dan oleh karena itu membutuhkan perhatian lebih, terutama dari pemerintah. Dalam forum G-20, dijelaskan bahwa meskipun sektor pertanian di Indonesia sudah menunjukkan kemajuannya, ada tiga isu utama yang masih perlu mendapat perhatian. Salah satu hal yang disoroti oleh CNN adalah pentingnya memajukan kewirausahaan pertanian melalui inovasi, salah satunya dengan digitalisasi untuk meningkatkan kesejahteraan petani di daerah pedesaan (Yunandar, 2024).

Digitalisasi pertanian erat kaitannya dengan konsep pertanian presisi, di mana *Internet of Things* (IoT) menjadi salah satu teknologi yang umum dipergunakan sebagai penghasil inovasi terbaru. Penemuan alat pertanian berbasis IoT seperti sistem irigasi otomatis dan sistem pendeteksi hama telah membawa kemudahan dan efisiensi bagi para petani (Sari & Syari, 2024). Namun, implementasi IoT di bidang pertanian menghadapi tantangan lainnya, yakni terutama dalam hal sumber energi listriknya. Kebutuhan akan sumber listrik yang stabil di lahan pertanian seringkali sulit dipenuhi karena keterbatasan infrastruktur dan biaya yang tinggi.

Penggunaan baterai sebagai sumber daya sendiri telah menjadi solusi yang menjanjikan. Dimana baterai tidak hanya memungkinkan penghematan biaya karbon, tetapi juga meningkatkan efektivitas dan produktivitas perangkat IoT di lahan pertanian (Sandro & Petar, 2020). Penggunaan baterai juga mendorong

kemandirian petani dengan mengurangi ketergantungan pada jaringan listrik yang seringkali tidak dapat diandalkan di daerah pedesaan. Namun, pemilihan jenis baterai yang tepat menjadi krusial, mengingat keandalan dan daya tahan adalah faktor penting dalam aplikasi IoT pertanian.

Dua jenis baterai yang kerap dipertimbangkan untuk aplikasi IoT adalah baterai Lithium-Ion (Li-ion) dan Lithium Phosphate (LiFePO₄). Kedua jenis baterai ini sejatinya mempunyai karakteristik yang berbeda yang dapat mempengaruhi kinerja perangkat IoT pada kondisi pertanian. Baterai Li-ion dikenal karena kepadatan energinya yang tinggi dan berat hingga ringan, sementara baterai LiFePO₄ unggul dalam hal keamanan, stabilitas termal dan umur pakai yang lebih panjang (Zusrifal, 2024).

Namun, masih terdapat permasalahan dalam pemahaman tentang kinerja kedua jenis baterai ini secara spesifik dalam perangkat IoT pertanian. Beberapa faktor seperti kondisi lingkungan yang berubah-ubah, paparan terhadap suhu ekstrem dan penggunaan kinerja baterai yang ekstrem dalam aplikasi pertanian dapat mempengaruhi kinerja baterai secara dalam (Rusmayadi et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukan analisis yang lebih spesifik untuk membandingkan kinerja baterai Li-ion dan LiFePO₄ pada *device* atau perangkat IoT pertanian.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka peneliti mengangkat judul **"Rancang Bangun Monitoring Kinerja Daya Baterai Jenis Lithium-ION Dengan Lithium Phosphate Pada Bidang Pertanian Berbasis IoT"**. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis dan membandingkan kinerja daya antara baterai Lithium-Ion dan Lithium Phosphate dalam penggunaan perangkat atau *device* IoT di bidang pertanian, yakni seperti sensor suhu DHT11, sensor

kelembaban tanah (*Soil Moisture*), dan sensor lainnya yang relevan. Prinsip kerja analisis ini yaitu mengukur parameter-parameter nilai seperti kapasitas baterai, efisiensi energi, dan tingkat degradasi kinerja dalam kondisi penggunaan yang mensimulasikan lingkungan pertanian menggunakan NodeMCU ESP8266 yang terhubung dengan sensor INA219. Harapan dari penelitian ini adalah dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang karakteristik dan kinerja kedua jenis baterai dalam aplikasi IoT pertanian, sehingga dapat membantu petani dan pengembang teknologi dalam memilih jenis baterai yang optimal untuk perangkat IoT pertanian.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik kinerja daya baterai Lithium-Ion dan Lithium Iron Phosphate (LiFePO_4) dalam memberikan suplai daya pada perangkat IoT di bidang pertanian?
2. Bagaimana perbandingan efisiensi energi dan waktu operasional antara baterai Lithium-Ion dan baterai LiFePO_4 saat digunakan pada perangkat IoT pertanian?
3. Bagaimana pengaruh penurunan tegangan (step-down) terhadap kinerja daya baterai Lithium-Ion dalam mendukung kestabilan tegangan dan arus pada perangkat IoT pertanian?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan ini, yaitu meliputi beberapa aspek sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui karakteristik kinerja daya dari baterai Lithium-Ion dan Lithium Iron Phosphate (LiFePO_4) dalam memberikan suplai daya terhadap perangkat IoT pertanian berbasis mikrokontroler.
2. Untuk menganalisis dan membandingkan efisiensi energi serta durasi waktu operasional antara baterai Lithium-Ion dan LiFePO_4 saat digunakan dalam skenario kerja perangkat IoT di lingkungan pertanian.
3. Untuk mengevaluasi dampak penggunaan modul *step-down* terhadap kestabilan tegangan dan arus dari baterai Lithium-Ion dalam mendukung kebutuhan daya perangkat IoT pertanian.

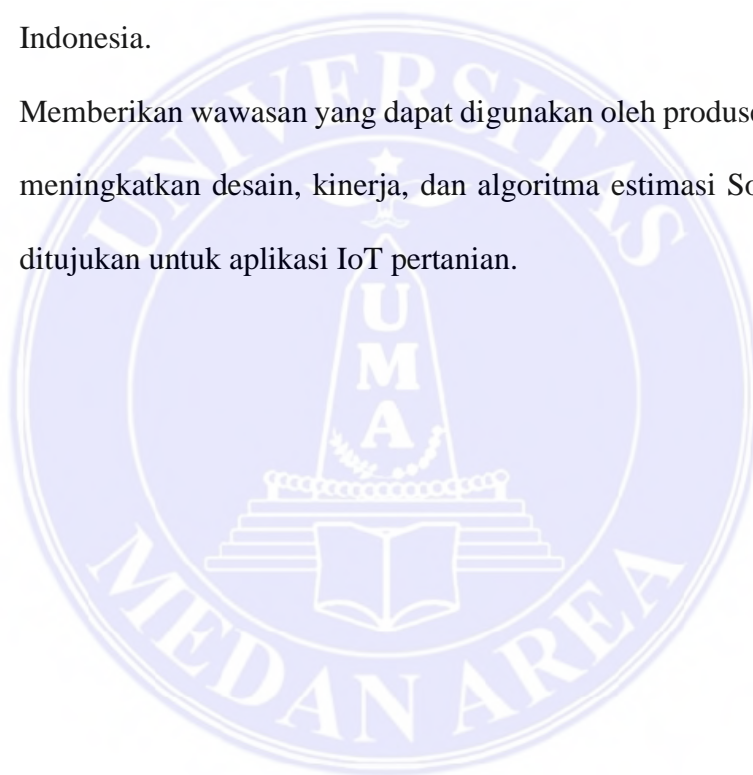
1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

1. Memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan pengetahuan tentang kinerja baterai dan karakteristik State of Charge (SoC) dalam aplikasi IoT pertanian.
2. Menyediakan data dan analisis yang dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut dalam bidang teknologi penyimpanan energi dan manajemen daya untuk IoT pertanian.

1.4.2 Manfaat Praktis

1. Membantu petani dan pengembang teknologi dalam memilih jenis baterai yang optimal untuk perangkat IoT pertanian berdasarkan data kinerja dan karakteristik SoC yang akurat.
2. Mendukung pengembangan solusi IoT pertanian yang lebih efisien, andal, dan berkelanjutan, dengan pemahaman yang lebih baik tentang manajemen daya dan estimasi SoC dalam kondisi lingkungan pertanian di Indonesia.
3. Memberikan wawasan yang dapat digunakan oleh produsen baterai untuk meningkatkan desain, kinerja, dan algoritma estimasi SoC baterai yang ditujukan untuk aplikasi IoT pertanian.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peneliti Terdahulu

Berikut adalah beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan topik perbandingan kinerja daya baterai Lithium-Ion dan Lithium Phosphate pada perangkat IoT pertanian:

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	Penelitian Terdahulu	Judul	Metode Penelitian
1.	(Zusrifal, 2024)	Studi Analisa Penggunaan Baterai Li-Ion Dan Li-Po Pada System Iot Hidroponik	Pada penelitian ini melakukan analisis ketahanan baterai pada sistem monitoring hidroponik dengan menggunakan dua jenis baterai yang berbeda: Baterai Lithium-polymer (Li-Po) dan Lithium-ion (Li-ion) dengan kapasitas masing-masing 12V 5000mAH
2.	Febriansyah Kumaraning Akbar, Fatkhur Rohman (2020) (Kumaraning Akbar & Rohman, 2020)	Analisis Variasi Nilai Duty Cycle pada PWM Terhadap Durasi Pengisian Baterai Lithium-Ion dan Lithium-Polymer	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi nilai <i>duty cycle</i> pada <i>pulse width modulation</i> terhadap durasi pengisian baterai
3.	Tedy Muhammadhy, Unit Three Kartini, Endryansyah, Nur Kholis (2022) (Muhammadhy et al., 2022)	Monitoring Penggunaan Daya Baterai pada Sistem Alat <i>Water Level Control</i> Berbasis IoT	Penelitian ini bertujuan mengetahui hasil perbandingan monitoring penggunaan arus dan tegangan baterai dan sel surya pada intensitas cahaya matahari yang berbeda

			selama enam jam pada sistem ketinggian air.
4.	(PAMBUDI et al., 2023)	Analisis Penggunaan Baterai Lead Acid dan Lithium Ion dengan Sumber Solar Panel Experimental Analysis of Lithium Iron Phosphate Battery Performances.	penelitian ini melakukan pengujian untuk membandingkan karakteristik jenis baterai Lead-Acid 12 Ah dan baterai Lithium-Ion 12 Ah pada sistem Off-Grid panel surya 120 Wp. Pengujian charging maksimal 5 jam, discharging dengan beban adjustable resistor 12 Ohm dengan maksimal pengujian 12 jam (Cut Off). Metode yang digunakan adalah modified Coulomb Counting, dan Pendekatan SoC dengan Simulasi Constant Current.
5.	B. Sri Kaloko, T. Hadiano, T. Puji Cahyono (Cahyono et al., 2020)	Pengujian Karakteristik Baterai Lithium-Ion dengan Beban Bervariasi	Penelitian ini bertujuan mengetahui beban dari baterai Lithium-Ion untuk dipasang pada kendaraan listrik
6.	A. Akbar Mukhlisin, Suhanto, Lady Silk(2019) (Mukhlisin et al., 2019)	Rancang Bangun Kontrol dan Monitoring Baterai <i>Uninterruptible Power Supply</i> (UPS) Menggunakan <i>Hybrid</i> dengan Konsep <i>Internet of Things</i> (IoT)	Penelitian ini bertujuan untuk meneliti Baterai <i>Uninterruptible Power Supply</i> (UPS) menggunakan IoT dengan menggunakan sel surya dan motor DC

2.2 Pengenalan *Internet of Things*

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep di mana berbagai perangkat atau objek dapat terhubung ke internet dan saling bertukar data. IoT memungkinkan perangkat untuk berkomunikasi satu sama lain dan dengan sistem cloud atau server

terpusat (Rusli, 2021). Di dalam dunia industry sendiri, IoT berfungsi untuk memungkinkan pemantauan dan pengendalian proses produksi secara real-time dan jarak jauh.

Salah satu manfaat utama IoT secara umum khususnya di dunia industri adalah kemampuannya untuk memungkinkan pemantauan dan pengendalian proses produksi secara real-time dan jarak jauh. Dengan sensor-sensor yang terhubung ke perangkat-produksi dan sistem kontrol, data dapat dikumpulkan secara terus-menerus dari berbagai titik dalam proses produksi (Chen et al., 2020). Data ini kemudian dapat dianalisis secara cepat dan akurat untuk memberikan wawasan yang berharga tentang performa proses produksi.

Penggunaan IoT dalam industri juga membawa keuntungan dalam hal efisiensi dan produktivitas. Dengan data yang dikumpulkan dari sensor, perusahaan dapat mengidentifikasi pola dan tren dalam operasi mereka yang mungkin tidak terlihat sebelumnya. Hal ini memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih tepat waktu dan berdasarkan data, yang pada akhirnya dapat meningkatkan efisiensi operasional dan produktivitas secara keseluruhan. Di bidang pertanian sendiri, IoT digunakan untuk berbagai aplikasi seperti sistem irigasi otomatis, pemantauan kondisi tanah, dan deteksi hama.



Gambar 2.1 Penerapan IoT dibidang pertanian

Sensor yang terhubung ke perangkat IoT dapat memberikan informasi real-time tentang kelembaban tanah, suhu, dan kondisi tanaman, yang memungkinkan petani untuk mengambil keputusan yang lebih baik dan lebih cepat. Implementasi IoT dalam pertanian membantu meningkatkan hasil panen, mengurangi penggunaan air, dan meminimalkan kerugian akibat hama dan penyakit tanaman.

2.3 Mikrokontroler ESP8266

Mikrokontroler ESP8266 adalah salah satu jenis mikrokontroler yang populer dan banyak digunakan dalam berbagai proyek berbasis *Internet of Things* (IoT). Mikrokontroler ini dikembangkan oleh Espressif Systems dan memiliki berbagai fitur yang memudahkan integrasi dan pengembangan sistem elektronik yang cerdas dan terkoneksi dengan jaringan (Yahya, 2020).

ESP8266 memiliki beberapa fitur utama yang menjadikannya pilihan favorit untuk aplikasi IoT yakni:

1. **Konektivitas Wi-Fi:** ESP8266 memiliki modul Wi-Fi terintegrasi yang memungkinkan perangkat untuk terhubung ke jaringan internet dengan mudah. Hal ini memungkinkan pengembangan perangkat IoT yang dapat berkomunikasi dengan server atau cloud untuk pengumpulan dan analisis data (Espressif Systems, 2021).
2. **Prosesor yang Kuat:** Mikrokontroler ini dilengkapi dengan prosesor Tensilica L106 32-bit yang beroperasi pada kecepatan hingga 160 MHz. Prosesor ini mampu menangani berbagai tugas komputasi dengan efisien, membuatnya ideal untuk aplikasi IoT yang memerlukan pengolahan data secara real-time (Almalki et al., 2021).

3. **GPIO (General Purpose Input/Output):** ESP8266 memiliki beberapa pin GPIO yang dapat digunakan untuk menghubungkan sensor, aktuator, dan perangkat eksternal lainnya. Pin-pin ini memungkinkan interaksi langsung dengan lingkungan fisik, menjadikan ESP8266 sangat fleksibel untuk berbagai aplikasi (Ray, 2017).
4. **Memori:** Mikrokontroler ini dilengkapi dengan memori flash sebesar 4 MB dan RAM sebesar 160 KB, yang cukup untuk menyimpan kode program dan data aplikasi IoT. Kapasitas memori ini memungkinkan pengembangan aplikasi yang kompleks dan kaya fitur (Smith et al., 2019).
5. **Dukungan Protokol Jaringan:** ESP8266 mendukung berbagai protokol jaringan seperti TCP/IP, UDP, HTTP, dan MQTT. Dukungan ini memudahkan pengembangan aplikasi IoT yang membutuhkan komunikasi data melalui jaringan internet (Shahrir et al., 2020).



Gambar 2. 2 ESP8266 Lolin

Sumber: (Dokumen Pribadi, 2024)

ESP8266 sendiri sudah didukung oleh chip ESP8266EX yang merupakan salah satu chip WiFi terintegrasi paling populer. Berikut adalah beberapa spesifikasi utama dari mikrokontroler ini:

Tabel 2. 2 Spesifikasi Model ESP8266

No.	Model	Spesifikasi
1	Chipset	ESP8266EX
2	Antarmuka	WiFi 802.11 b/g/n
3	Tegangan Operasi	3.3 Volt
4	Pemrograman	Arduino IDE (mirip C/C++)
5	Memori	4MB Flash

ESP 8266 merupakan mikrokontroler yang difasilitasi dengan koneksi WIFI. Mikrokontroler ini dapat diintegrasikan dengan sensor dan actuator melalui pin GPIO. Mempunyai fitur seperti mendukung standar IEEE 802.11 b/g/n, bisa digunakan untuk WIFI direct (P2P), AccesPoint soft-AP, mempunyai RAM 81 Mb dan Flash memory 1Mb.

Berikut ini Spesifikasi dari ESP 8266:

- a) MCU : Xtensa Single-core 32-bit L106
- b) Wi Fi : 802.11 b/g/n tipe HT2010
- c) Typical Frequency : 80 MHz
- d) Total GPIO : 17
- e) Total SPI,UART,I2C,I2S : 2-2-1-2
- f) Resolusi ADC : 10 bit
- g) Suhu Kerja : -40°C to 125°C

Jenis Board yang menggunakan ESP8266 sendiri salah satunya adalah board NodeMCU. NodeMCU adalah sebuah platform open source dan pengembangan KIT yang menggunakan Lua sebaga bahasa pemrogramannya atau juga dapat menggunakan ARDUINO IDE untuk menuliskan sintak pemrogramannya, NodeMCU berdimensi panjang 4.83cm, lebar 2.54 cm, dan berat 7 gram.

2.4 Baterai

Baterai merupakan sebuah sel listrik di mana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia dengan efisiensi yang tinggi. Di dalam baterai terdapat perubahan energi kimia menjadi energi listrik maupun sebaliknya. Pengisian baterai dapat dilakukan dengan cara arus listrik yang dipolaritaskan berlawanan arah. Baterai tersebut juga disebut sebagai storage battery, yaitu suatu baterai yang dapat digunakan berulang kali pada sumber AC.

2.4.1 Primary Battery

Primary battery adalah jenis baterai yang habis pakai dan langsung dibuang, juga dikenal sebagai baterai non-rechargeable. Material pada baterai ini tidak dapat berbalik arah jika dilepaskan. Contoh primary battery yang umum digunakan adalah baterai alkaline dan *zinc-carbon*. *Primary battery* banyak digunakan dalam perangkat yang membutuhkan daya rendah dan penggunaan jangka panjang seperti remote kontrol, jam dinding, dan mainan anak-anak (Wahyu et al., 2021).

2.4.2 Secondary Battery

Secondary battery adalah jenis baterai yang dapat diisi ulang kembali. Proses kimia yang terjadi dalam baterai ini bersifat *reversible*, artinya bahan aktif yang ada di dalamnya dapat kembali ke kondisi semula setelah mengalami siklus pengisian dan pengosongan. Secondary battery banyak digunakan dalam perangkat yang membutuhkan daya besar dan penggunaan berulang seperti ponsel, laptop, dan kendaraan listrik (Setiawan & Widodo, 2020).

2.4.3 Baterai Lithium-Ion

Baterai lithium-ion adalah salah satu jenis secondary battery yang paling dikenal oleh masyarakat. Baterai ini menggunakan senyawa litium interkalasi sebagai bahan katodanya, berbeda dengan litium metalik yang digunakan pada baterai non-rechargeable. Baterai lithium-ion dikenal karena kepadatan energinya yang tinggi, tidak memiliki efek memori, dan kehilangan daya yang lambat ketika tidak digunakan. Baterai ini banyak digunakan dalam berbagai perangkat elektronik seperti ponsel, laptop, dan kamera digital (Susilo et al., 2021).



Gambar 2. 3 Baterai Lithium Ion

Selain digunakan pada perangkat elektronik khususnya di bidang pertanian, baterai lithium-ion juga digunakan dalam kendaraan listrik, militer, dan aplikasi ruang angkasa. Namun, pengembangan terkait dengan baterai lithium-ion masih memiliki tantangan terutama dalam hal biaya, efisiensi, dan daya tahan. Penelitian terus dilakukan untuk meningkatkan performa dan keamanan baterai ini.

Terdapat kelebihan dan kekurangan dari baterai lithium-Ion pada umumnya, yaitu:

1. Kelebihan:

- a) Baterai lithium-ion memiliki kepadatan energi yang tinggi, memungkinkan penyimpanan lebih banyak energi dalam ukuran yang lebih kecil.
- b) Tidak seperti beberapa jenis baterai lainnya, baterai lithium-ion tidak mengalami efek memori yang berarti dapat diisi ulang pada tingkat apa pun tanpa kehilangan kapasitas maksimum.
- c) Baterai lithium-ion memiliki tingkat self-discharge yang lebih rendah dibandingkan dengan jenis baterai lainnya, sehingga lebih efisien dalam menyimpan daya ketika tidak digunakan.

2. Kekurangan:

- a) Produksi baterai lithium-ion masih relatif mahal dibandingkan dengan jenis baterai lainnya yang dapat mempengaruhi harga akhir produk yang menggunakannya.
- b) Baterai lithium-ion memiliki risiko kebakaran dan ledakan jika tidak dirawat dengan baik atau jika mengalami kerusakan fisik.
- c) Meskipun dapat diisi ulang, baterai lithium-ion memiliki batasan jumlah siklus pengisian ulang yang dapat dilakukan sebelum kapasitasnya menurun secara signifikan (Fauzi et al., 2022).

2.4.4 Baterai Lithium Iron Phosphate (LiFePO₄)

Baterai Lithium Iron Phosphate (LiFePO₄) atau yang biasa disebut dengan Baterai LFP (*Lithium Ferro Phosphate*) adalah jenis baterai isi ulang yang menggunakan LiFePO₄ sebagai bahan katodanya. Baterai LiFePO₄

dikombinasikan dengan konverter dan inverter dapat digunakan sebagai solusi penyimpanan energi untuk memberi daya pada berbagai beban listrik di lingkungan yang tidak berdaya. Misalnya, banyak perangkat elektronik portabel yang dapat diisi dengan baterai LiFePO₄, termasuk laptop dan smartphone (Fauzan et al., 2022).



Gambar 2. 4 Baterai Lithium-Phospat

Selain memiliki daya beban listrik yang baik, baterai Lithium jenis LifePO₄ memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing, yaitu sebagai berikut ini:

1. Kelebihan:
 - a) Baterai LiFePO₄ memiliki stabilitas termal dan kimia yang lebih baik, mengurangi risiko kebakaran dan ledakan.
 - b) Baterai ini memiliki siklus hidup yang lebih panjang dibandingkan dengan baterai lithium-ion, membuatnya lebih ekonomis untuk penggunaan jangka panjang.
 - c) Baterai LiFePO₄ dapat beroperasi dengan baik dalam berbagai rentang suhu, menjadikannya cocok untuk aplikasi di lingkungan yang ekstrem.

2. Kekurangan:

- a) Kapadatan energi baterai LiFePO4 lebih rendah dibandingkan dengan baterai lithium-ion, sehingga membutuhkan ruang lebih besar untuk menyimpan jumlah energi yang sama.
- b) Baterai LiFePO4 memiliki tingkat *self-discharge* yang lebih tinggi dibandingkan dengan baterai lithium-ion (Rahayu et al., 2023).

2.4.5 Spesifikasi Baterai Lithium-Ion dan Lithium Phosphate

Lithium-Ion (Li-Ion) dan Lithium Phosphate (LiFePO4) adalah dua jenis baterai yang umum digunakan dalam aplikasi elektronik dan kendaraan listrik. Meskipun keduanya berasal dari bahan dasar lithium, terdapat beberapa perbedaan signifikan antara kedua baterai ini. Berikut adalah spesifikasi dari baterai Lithium-Ion dan Lithium Phosphate:

Tabel 2. 3 Spesifikasi Lithium

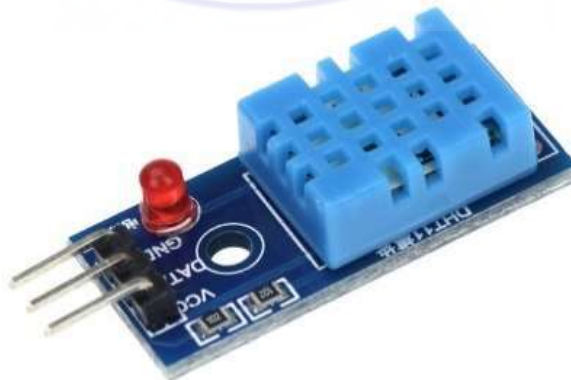
Jenis	Spesifikasi					
	Tegangan (volt)	Kapasitas (mAh)	Dimensi (cm)	Seri	Resistansi (Ω)	Arus (A)
Li-Ion	3.7 V	6000	6.5 x 1.5	NCR 18650	17-20	10
LiFePo4	3.2 V	6000	7 x 3.3	32700	0,01	3

2.5 Komponen Perangkat IoT di bidang Pertanian

2.5.1 Sensor DHT11

Sensor DHT11 adalah sensor yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban dalam suatu ruangan atau lingkungan tertentu. Sensor ini terdiri dari sensor suhu dan kelembaban yang dikalibrasi dengan presisi dan memiliki sinyal digital yang dapat diolah oleh mikrokontroler. Prinsip kerja dari sensor DHT11 sendiri menggunakan sensor resistif untuk mengukur suhu dan kelembaban. Perubahan resistansi sensor akibat perubahan suhu dan kelembaban diubah menjadi sinyal digital oleh komponen internal sensor (Hanggara & Eka Putra, 2021).

Salah satu keunggulan utama dari sensor DHT11 adalah akurasi yang cukup baik untuk kebutuhan umum. Untuk suhunya, sensor ini memiliki ketelitian sekitar $\pm 2^{\circ}\text{C}$, sedangkan untuk kelembabannya memiliki ketelitian sekitar $\pm 5\%$. Dengan harga yang relatif terjangkau, sensor ini menjadi salah satu pilihan yang populer dalam berbagai aplikasi berbasis IoT dan otomasi. Dalam hal pemasangannya, DHT11 dirancang dengan tiga pin utama, yaitu VCC, Data, dan GND, yang memudahkan pengguna dalam mengintegrasikannya dengan sistem mikrokontroler (RANCANG BANGUN PENGONTROL SUHU, 2022).



Gambar 2. 5 Sensor DHT11

2.5.2 Sensor Soil Moisture

Sensor soil moisture adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur kadar air dalam tanah. Informasi ini penting dalam berbagai aplikasi pertanian dan hortikultura untuk menentukan waktu dan jumlah irigasi yang diperlukan untuk tanaman. Sensor soil moisture bekerja dengan mengukur resistansi atau kapasitansi tanah, yang berubah seiring dengan kadar air dalam tanah. Semakin banyak air dalam tanah, semakin rendah resistansi dan semakin tinggi kapasitansinya (Prasetyo et al., 2021).

Terdapat beberapa jenis sensor soil moisture yang umum digunakan, di antaranya:

1. **Sensor Resistif:** Sensor ini mengukur kadar air dengan mendeteksi perubahan resistansi tanah. Ketika kadar air meningkat, resistansi tanah menurun, dan sebaliknya. Sensor resistif relatif murah dan mudah digunakan, namun dapat terpengaruh oleh salinitas tanah.
2. **Sensor Kapasitif:** Sensor ini mengukur kadar air dengan mendeteksi perubahan kapasitansi tanah. Sensor kapasitif umumnya lebih stabil dan tidak terpengaruh oleh salinitas tanah seperti sensor resistif. Sensor tersebut juga lebih tahan lama dan lebih akurat dalam berbagai kondisi lingkungan.
3. **Sensor Tensiometer:** Sensor ini mengukur kadar air dengan mengukur tekanan air dalam tanah. Tensiometer cocok untuk aplikasi pertanian di mana presisi tinggi diperlukan, namun mereka lebih mahal dan memerlukan perawatan rutin.

4. **Sensor Neutron Probe:** Sensor ini menggunakan neutron untuk mengukur kadar air tanah dengan presisi tinggi. Sensor neutron probe biasanya digunakan dalam penelitian ilmiah dan aplikasi industri besar karena biaya dan kompleksitasnya yang tinggi (Susanto et al., 2020).

Sensor soil moisture bekerja berdasarkan prinsip bahwa air dalam tanah mempengaruhi sifat-sifat listrik tanah, seperti resistansi dan kapasitansi. Sensor ini terdiri dari dua elektroda yang ditempatkan dalam tanah. Tegangan kecil diterapkan antara elektroda dan resistansi tanah diukur. Perubahan resistansi tanah diinterpretasikan sebagai perubahan kadar air tanah.



Gambar 2. 6 Sensor Moisture YL-69

Sensor kelembaban tanah Soil tersebut mampu mengukur kadar air di dalam tanah, dengan cara dimasukkan ke dalam tanah untuk mengukur kelembapan yang terkandung dalam tanah, sensor kelembaban tanah Capacitive Soil Sensor kapasitif ini menggunakan pengindraan kapasitif untuk mendeteksi kelembaban tanah. Sensor memiliki chip pengatur tegangan built-in yang mendukung lingkungan kerja 3,3 volt.

2.5.3 Sensor INA219

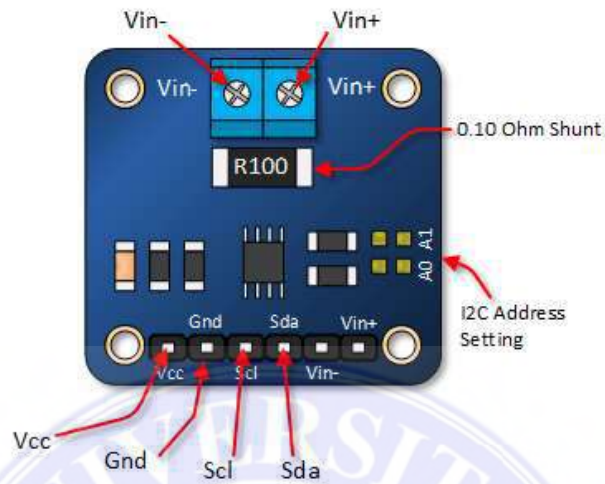
Sensor INA219 adalah modul sensor yang dirancang untuk mengukur arus listrik dan tegangan pada sistem elektronik. Sensor ini memiliki kemampuan untuk memantau penggunaan daya secara real-time dengan presisi yang tinggi. INA219 bekerja dengan tegangan suplai (V_{cc}) sebesar 3V atau 5V, sehingga cocok digunakan dalam berbagai aplikasi mikrokontroler dan sistem berbasis IoT (Internet of Things).

Sensor INA219 dilengkapi dengan berbagai fitur yang membuatnya ideal untuk pemantauan daya dalam sistem elektronik. Beberapa fitur utamanya adalah:

- a) Tegangan Suplai: 3V atau 5V yang memungkinkan fleksibilitas dalam penggunaannya pada berbagai platform mikrokontroler.
- b) Akurasi Tinggi: Tingkat presisi hingga 1%, memungkinkan pengukuran yang sangat akurat.
- c) Komunikasi I2C: Menggunakan protokol komunikasi I2C (Inter-Integrated Circuit) yang memungkinkan integrasi yang mudah dengan berbagai mikrokontroler.
- d) Pengukuran Real-time: Sensor ini dapat membaca data secara real-time, sehingga memungkinkan pemantauan kontinu terhadap arus dan tegangan dalam sistem.
- e) Kisaran Pengukuran: Dapat mengukur tegangan hingga 26V dan arus hingga 3.2A, dengan resolusi 12-bit.

Sensor INA219 bekerja dengan cara mengukur tegangan jatuh pada sebuah resistor shunt yang ditempatkan dalam rangkaian arus. Perangkat ini kemudian

mengkonversi tegangan jatuh tersebut menjadi nilai arus. Berikut gambar dari sensor INA219 yaitu:



Gambar 2. 7 Sensor INA219

Sensor INA219 banyak digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik, terutama yang memerlukan pemantauan daya yang akurat. Beberapa aplikasi umum dari sensor INA219 adalah: (Erwanto et al., 2020)

1. Digunakan untuk mengukur penggunaan daya dan efisiensi baterai dalam perangkat elektronik portabel dan sistem energi terbarukan.
2. Memungkinkan pemantauan daya dalam perangkat IoT yang terhubung, memastikan penggunaan energi yang efisien dan mencegah kerusakan komponen.
3. Banyak digunakan dalam proyek DIY (*Do It Yourself*) dan aplikasi pendidikan untuk mempelajari konsep dasar pengukuran arus dan tegangan.
4. Digunakan untuk memantau dan mengoptimalkan penggunaan daya dalam kendaraan listrik, baik pada sistem pengisian maupun selama operasi kendaraan

2.6 Catu Daya Listrik

Catu daya listrik, atau dalam bahasa Inggris disebut dengan "Electrical Power Supply," adalah sebuah perangkat atau sistem yang menyediakan energi listrik kepada beban listrik yang terhubung. Catu daya listrik merupakan elemen penting dalam sistem elektronik dan kelistrikan, karena tanpa catu daya yang memadai, perangkat elektronik tidak dapat beroperasi dengan baik. Energi listrik ini bisa berasal dari berbagai sumber, seperti baterai, generator, atau jaringan listrik.

Daya listrik (P) adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit atau rangkaian per satuan waktu. Daya listrik ini dapat dihasilkan oleh sumber energi seperti tegangan listrik, dan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut. Berdasarkan hal tersebut, rumus dasar daya listrik adalah:

$$P = V \times I \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

P = Daya Listrik dengan satuan Watt (W)

V = Tegangan Listrik dengan Satuan Volt (V)

I = Arus Listrik dengan satuan Ampere (A)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1. Tempat Penelitian

Adapun tempat penelitian dalam melakukan pengujian dan analisis perbandingan kinerja daya baterai ini yaitu dilakukan di:

1. Nama Tempat : -
2. Alamat : =

3.1.2. Waktu Penelitian

Proses Penelitian ini membutuhkan waktu kurang lebih 3 bulan dengan uraian seperti ditunjukkan pada Tabel 3.1 dibawah ini:

Tabel 3. 1 Jadwal Kegiatan

No	Nama Kegiatan	Bulan Ke											
		I				II				III			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Identifikasi Masalah												
2	Studi Literature												
3	Perancangan Hardware dan Software												
4	Pengambilan Data												
5	Analisis dan perbandingan												
6	Penyusunan Laporan Skripsi												

Jadwal penelitian dimulai dengan tahap identifikasi masalah pada bulan pertama. Identifikasi masalah ini bertujuan untuk menemukan isu terkait kinerja baterai, seperti performansi, daya tahan, dan konsumsi daya dalam perangkat IoT, khususnya di bidang pertanian. Selama periode 4 minggu, dilakukan pengujian baterai untuk menilai kualitas dari kedua jenis baterai yang diuji. Pengujian ini mencakup evaluasi kinerja baterai, konsumsi daya, dan performansi baterai dalam aplikasi nyata. Setelah pengujian selesai, pengambilan data dilakukan untuk menganalisis waktu akhir penggunaan baterai.

Proses pengambilan data juga berlangsung selama 4 minggu, untuk memastikan keakuratan hasil yang diperoleh. Data yang terkumpul kemudian dianalisis dan dibandingkan, dan hasilnya akan disajikan dalam bentuk grafik. Tahapan terakhir dari penelitian ini adalah penyusunan laporan, yang mencakup pembuatan laporan akhir dan penarikan kesimpulan dari hasil penelitian. Selain itu, perancangan hardware dan software juga dilakukan sebagai bagian dari proses penelitian untuk memastikan implementasi yang sesuai dengan kebutuhan studi.

3.2. Peralatan yang dibutuhkan

Dalam melakukan analisa ini, diperlukan beberapa alat dan bahan untuk memperoleh data-data tersebut hingga dapat tercipta sesuai dengan apa yang diinginkan. Adapun alat dan bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini yaitu dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 3. 2 Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Unit	Spesifikasi
1	Mikrokontroler ESP8266	1 Unit	Modul Mikrokontroler NodeMCU
2	Sensor Soil Moisture	1 Unit	YL-69, tegangan 1.3-2.2 volt
3	Baterai Lithium-Ion	3 unit	Kapasitas Baterai 18650 mAh 3.7 volt
4	Sensor Lithium Iron Phosphate	3 Unit	3200 mAh 3.2 volt
5	Sensor INA219	1 Unit	Modul INA219 DC
6	Power Supply Adaptor	1 Unit	12 Volt 3 Amper
7	Kabel Jumper	1 Unit	- Male to Male - Female to Male - Female to Female
8	Breadboard	1 Unit	White board

3.3. Tahapan Penelitian

Adapun beberapa tahapan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Studi Literatur

- a) Mengumpulkan informasi dan literatur terkait baterai Lithium-Ion dan Lithium Iron Phosphate, termasuk karakteristik, kelebihan, dan kekurangan masing-masing jenis baterai.

- b) Meneliti teknologi IoT yang digunakan dalam pertanian serta sensor-sensor relevan seperti sensor suhu DHT11 dan sensor kelembaban tanah.
 - c) Mengkaji metode analisis kinerja baterai dalam aplikasi IoT.
2. Perancangan Sistem
 - a) Merancang skema sistem yang mencakup integrasi baterai dengan perangkat IoT untuk pertanian, termasuk diagram blok dan skema koneksi antara komponen seperti mikrokontroler, sensor, dan baterai.
 - b) Memilih komponen yang dibutuhkan, termasuk baterai, sensor, dan mikrokontroler, serta merancang sirkuit dan koneksi yang diperlukan.
 3. Pembuatan Prototipe
 - a) Membangun prototipe sistem IoT yang mencakup baterai Lithium-Ion dan Lithium Iron Phosphate, serta sensor-sensor.
 - b) Melakukan instalasi dan konfigurasi perangkat keras, termasuk pemasangan baterai, sensor, mikrokontroler, dan komponen lainnya.
 4. Pengembangan Perangkat Lunak
 - a) Mengembangkan kode program untuk mikrokontroler ESP8266 menggunakan arduino IDE
 - b) Membuat atau mengonfigurasi aplikasi untuk memonitor dan mengontrol perangkat IoT, jika diperlukan, serta untuk mengumpulkan data dari sensor.
 5. Pengujian

Melakukan pengujian perangkat keras dan lunak yang sudah dirancang dan melakukan pengambilan data

6. Pengambilan Data

- a) Pengumpulan Data Kinerja Baterai: Mengumpulkan data terkait kapasitas, efisiensi, dan tingkat degradasi baterai Lithium-Ion dan Lithium Iron Phosphate selama periode uji coba. Data ini diambil secara berkala selama 4 minggu pengujian untuk memastikan hasil yang akurat dan representatif.
- b) Pengumpulan Data Sensor: Mengumpulkan data dari sensor suhu DHT11 dan sensor kelembaban tanah untuk menilai bagaimana performa baterai mempengaruhi data yang dikumpulkan dari perangkat IoT.
- c) Analisis Data Penggunaan Energi: Menganalisis data penggunaan energi dari baterai dalam kondisi operasional yang mensimulasikan lingkungan pertanian untuk mendapatkan gambaran yang jelas tentang performa dan efisiensi baterai.

7. Evaluasi dan Analisis Hasil

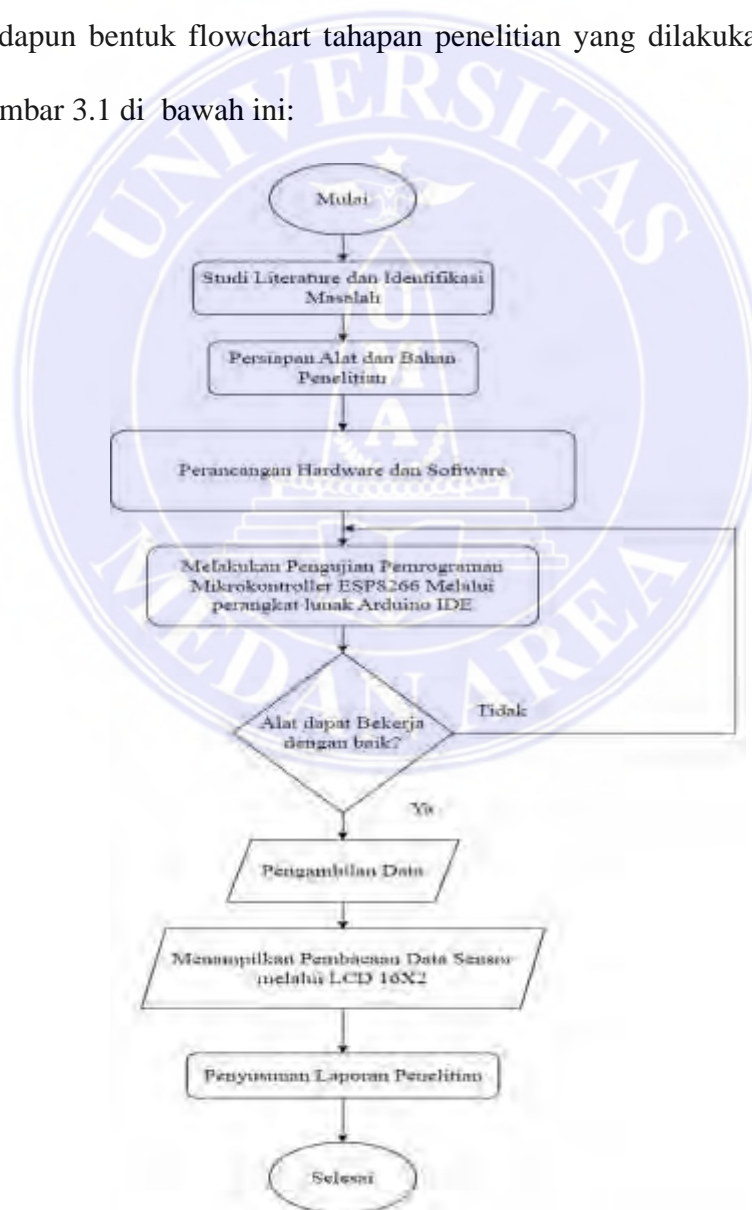
- a) Analisis Data Kinerja Baterai: Mengolah data yang diperoleh dari pengujian kinerja baterai Lithium-Ion dan Lithium Iron Phosphate untuk menilai kapasitas, efisiensi, dan tingkat degradasi masing-masing baterai.
- b) Analisis Data Sensor: Menilai bagaimana performa baterai mempengaruhi data yang dikumpulkan dari sensor suhu DHT11 dan sensor kelembaban tanah.
- c) Perbandingan Kinerja: Mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan dari masing-masing jenis baterai berdasarkan hasil pengujian.

d) Visualisasi Hasil: Menyajikan hasil analisis dalam bentuk grafik dan tabel untuk memudahkan pemahaman. Grafik dapat menunjukkan perbandingan kinerja baterai, sedangkan tabel dapat merangkum hasil analisis data sensor dan pengukuran efisiensi baterai.

8. Kesimpulan

Menarik kesimpulan berdasarkan analisis data untuk menentukan jenis baterai yang paling sesuai untuk aplikasi IoT pertanian.

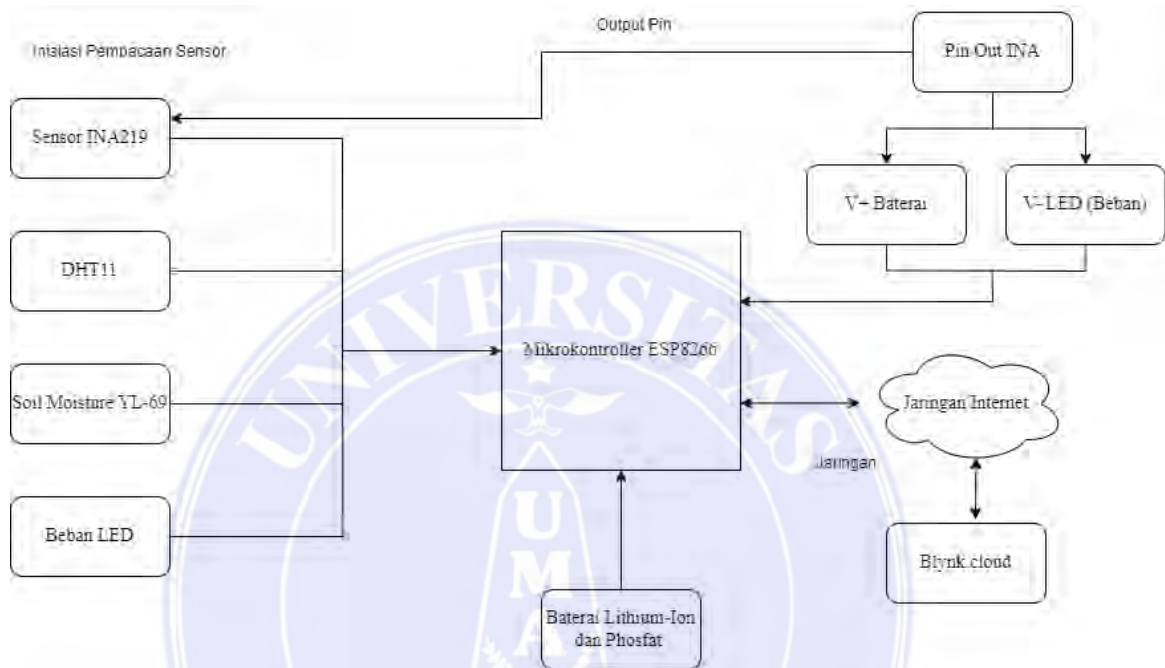
Adapun bentuk flowchart tahapan penelitian yang dilakukan, dapat dilihat pada gambar 3.1 di bawah ini:



Gambar 3.1 Flowchart Tahapan Kegiatan Penelitian

3.4. Diagram Blok

Untuk memudahkan pemahaman mengenai konektivitas dan mekanisme alat ukur, interaksi antara system yang dirancang digambarkan dalam bentuk diagram blok sebagai berikut ini:



Gambar 3. 2 Diagram Blok Penelitian

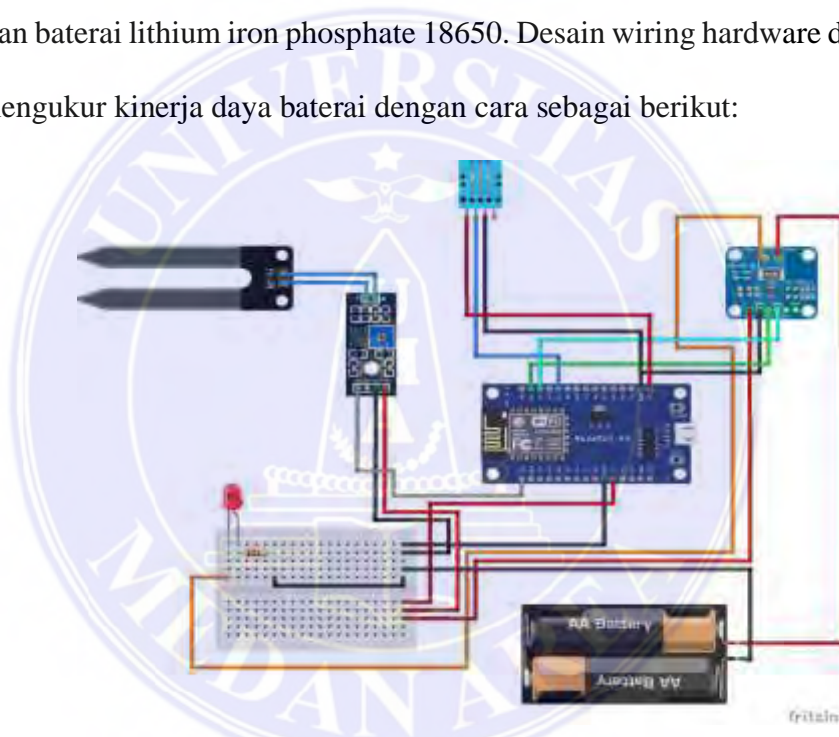
Dalam perancangan diagram blok di atas, komponen yang digunakan antara lain sensor INA219 yang berfungsi sebagai pengukur nilai tegangan, arus dan daya yang dihasilkan oleh baterai lithium yang digunakan. Pada pin output INA219 terdapat datasheet pin V+ dan V-, dimana V+ adalah pin positif sumber yang digunakan, sedangkan V- adalah pin positif beban yang digunakan. Dalam penelitian ini, sumber yang diukur adalah baterai lithium, sehingga kutub positif pada baterai dihubungkan pada pin out V+ INA219, beban yang digunakan antara lain LED, sensor Soil Moisture, dan DHT11 yang dihubungkan pada pin out V- Ina219. Data yang terbaca akan dikirim melalui mikrokontroler ESP8266 dan mengirimkan data-data tersebut ke dalam blynk.cloud melalui jaringan internet

hotspot. Data yang terukur nantinya akan dibaca secara real-time oleh mikrokontroller berdasarkan pembacaan sensor-sensor yang digunakan.

3.5. Perancangan Wiring Hardware dan Software

3.4.1 Perancangan Desain Wiring Hardware

Perancangan hardware untuk penelitian ini melibatkan penggunaan dua jenis mikrokontroler, yaitu ESP8266, serta dua tipe baterai, yaitu baterai lithium-ion 18650 dan baterai lithium iron phosphate 18650. Desain wiring hardware dirancang untuk mengukur kinerja daya baterai dengan cara sebagai berikut:



Gambar 3. 3 Desain Wiring Wiring Hardware

Sensor-sensor yang terhubung dalam sistem berfungsi sebagai beban bagi baterai. Dengan bertambahnya beban, konsumsi arus, tegangan, dan daya baterai akan dapat terukur dan terlihat pada website Blynk. Pada rancangan awal, baterai lithium-ion 4,2 volt digunakan. Untuk menyesuaikan tegangan dengan kebutuhan proyek yang lebih kecil, yaitu 3,2 volt, akan digunakan pembagi tegangan selama pengambilan data. Desain ini memastikan bahwa data konsumsi arus, tegangan, dan

daya baterai dapat dipantau secara real-time melalui platform Blynk, memberikan wawasan yang akurat mengenai kinerja baterai dalam sistem IoT pertanian. Adapun rancangan kedua menggunakan Baterai Lithium Fosfat atau LifePO4 sebagai sumber arus DC. Desain perancangan yang digunakan tidak ada perbedaan seperti perancangan IoT yang pertama.

3.4.2 Perancangan Software

Perancangan software bertujuan untuk mengelola dan menjalankan perangkat IoT, khususnya mikrokontroler, serta untuk memproses dan menampilkan data yang dikumpulkan. Berikut adalah aplikasi yang digunakan dalam perancangan software:

1. Arduino IDE

Arduino IDE digunakan untuk pemrograman mikrokontroler yang terlibat dalam penelitian ini. IDE ini memungkinkan pengembangan dan pengujian kode program yang akan diunggah ke mikrokontroler ESP8266. Setelah kode dijalankan, data yang dikumpulkan akan diproses oleh perangkat keras dan dikirim ke platform Blynk untuk pemantauan dan analisis lebih lanjut.

2. Blynk.cloud

Blynk berfungsi sebagai platform untuk menampilkan data dari perangkat IoT. Melalui Blynk, data yang dihasilkan oleh mikrokontroler akan ditampilkan dalam bentuk dashboard yang mudah dipahami. Dashboard ini menyajikan informasi terkait performa baterai dan sensor yang

terhubung, memungkinkan pemantauan kondisi secara real-time dan pengambilan keputusan berdasarkan data yang ditampilkan.

3.6. Pengujian alat dan baterai

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa rancangan perangkat keras, perangkat lunak, dan baterai berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Pada tahap pengujian perangkat keras, fokus utama adalah untuk memverifikasi apakah komponen-komponen seperti mikrokontroler, sensor, dan pengabelan bekerja dengan baik. Ini meliputi pemeriksaan mikrokontroler untuk memastikan tidak ada malfungsi dan sensor untuk memverifikasi respons yang akurat. Pengabelan juga diperiksa untuk memastikan semua sambungan dan kabel terhubung dengan benar. Pengujian perangkat lunak bertujuan untuk mendeteksi adanya error dalam kode program dan memastikan integrasi yang baik antara mikrokontroler pengirim dan penerima. Aspek yang diuji meliputi kode program itu sendiri, proses pengiriman data dari mikrokontroler ke platform Blynk serta ke database di web server, dan tampilan dashboard monitoring di Blynk yang harus menyajikan data secara akurat. Selain itu, pengujian baterai dilakukan untuk mengevaluasi kesehatan dan kondisi baterai, memastikan bahwa baterai berfungsi secara optimal. Pengujian ini mencakup penilaian apakah baterai terisi penuh, terisi sebagian, atau habis. Pengukuran arus dan tegangan baterai dilakukan menggunakan multimeter, serta pemantauan presisi arus dan tegangan menggunakan sensor INA219 untuk mendapatkan data yang akurat tentang performa baterai.

3.7. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan untuk mengevaluasi tegangan, arus, dan daya dari kedua jenis baterai, yaitu Lithium-Ion dan Lithium-Fosfat. Tujuannya adalah untuk memahami performansi, daya tahan, dan konsumsi daya dari masing-masing baterai dalam kondisi pengujian yang sama. Data akan dikumpulkan pada proyek dengan tegangan operasi 3,3 volt untuk menjaga konsistensi pengujian. Pengambilan data dimulai dengan baterai Lithium-Ion yang memiliki spesifikasi 3,7 volt. Untuk menghindari arus berlebih, baterai ini akan menggunakan pembagi tegangan. Data akan dikumpulkan hingga baterai habis, dan proses pemantauan akan dilakukan secara terus-menerus menggunakan platform Blynk. Data yang terkumpul juga akan disimpan ke dalam SD Card untuk memastikan bahwa data tetap tersedia meskipun sistem tidak dipantau secara langsung.

Selanjutnya, pengambilan data untuk baterai Lithium-Fosfat (LiFePO_4) akan dilakukan dengan menyambungkan baterai langsung ke sistem tanpa pembagi tegangan. Pengambilan data akan dilakukan hingga baterai habis, dengan rentang waktu pengambilan data setiap 5 menit setelah sistem dinyalakan. Data akan mencakup pengukuran isi daya baterai pada interval waktu tersebut. Setelah data dikumpulkan, akan dilakukan analisis untuk menentukan baterai mana yang lebih efektif dalam hal performansi, daya tahan, dan konsumsi daya di antara kedua tipe baterai yang diuji.

Berikut adalah tabel yang dapat digunakan untuk mencatat parameter-parameter pengukuran:

1. Pengukuran Kinerja Daya Baterai

a) Baterai Lithium-ION

Tabel 3. 3 Tabel Pengukuran Daya Baterai

No.	Waktu	Tegangan	Arus (A)	Daya (W)
				$P = VX1$
1				
2				
3				
4				

b) Baterai Lithium-LIFO4

No.	Waktu	Tegangan	Arus (A)	Daya (W)
				$P = VX1$
1				
2				
3				
4				

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian dan analisis performansi daya menunjukkan bahwa baterai Lithium-LifePO₄ menunjukkan kinerja yang stabil selama fase awal hingga pertengahan periode pengujian, dengan tegangan rata-rata berkisar antara 3,0 hingga 3,6369 Volt dan arus rata-rata berkisar antara 89,9538 hingga 91 miliampere. Stabilitas ini menunjukkan bahwa baterai mampu memberikan daya yang konsisten dan cukup untuk perangkat IoT seperti sensor suhu dan sensor kelembaban tanah. Namun, pada fase transisi dan penurunan drastis, terjadi penurunan signifikan dalam tegangan dan arus yang mengindikasikan deplesi kapasitas baterai dan peningkatan resistansi internal. Baterai lithium ion juga menunjukkan pola discharge yang serupa dengan penurunan tegangan yang linier selama sebagian besar siklus discharge, diikuti oleh penurunan yang cepat mendekati akhir kapasitas baterai.
2. Hasil pengujian yang dilakukan pada kinerja daya baterai lithium setelah di *step-down* menunjukkan bahwa baterai tetap mampu memberikan daya yang cukup selama sekitar 15 jam pertama. Tegangan rata-rata berkisar antara 3,18 hingga 2,85 Volt dan arus rata-rata berkisar antara 100,0833 hingga 99,58182 miliampere selama fase awal hingga pertengahan pengujian. Namun, setelah periode tersebut, terjadi penurunan bertahap

dan akhirnya penurunan drastis pada parameter tegangan dan arus, yang menunjukkan habisnya kapasitas baterai. Penurunan ini menunjukkan bahwa meskipun baterai dapat mempertahankan kinerja yang baik untuk waktu yang lama, pada akhirnya baterai mengalami deplesi kapasitas yang signifikan, terutama setelah melalui proses step-down.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan di atas, beberapa saran dapat diajukan untuk pengembangan lebih lanjut:

1. Untuk pengembangan lebih lanjut, peneliti menyarankan untuk melakukan pengujian jangka panjang (lebih dari 24 jam) pada kedua jenis baterai dalam berbagai kondisi lingkungan yang mewakili situasi pertanian yang beragam. Hal ini akan memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang daya tahan dan kinerja baterai dalam skenario penggunaan yang lebih realistis.
2. Penelitian selanjutnya sebaiknya mempertimbangkan analisis tingkat keaktifan dan dampak lingkungan dari kedua jenis baterai. Ini termasuk evaluasi aspek-aspek seperti biaya produksi, ketersediaan bahan baku, proses daur ulang, dan dampak ekologis jangka panjang. Analisis ini akan membantu dalam membuat keputusan tentang pemilihan teknologi baterai yang paling sesuai untuk aplikasi IoT di bidang pertanian, dengan mempertimbangkan tidak hanya kinerja teknis tetapi juga keberlanjutan dan efisiensi ekonomi.

DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, N. Z., Niswatin, S., & Wijayanti, D. T. (2024). Ketergantungan Petani pada Aliran Pembuangan Air Pabrik Kertas: Kajian Teori Depensi. *Jurnal Ilmu Humaniora*, 08(01).
- Cahyono, T. P., Hardianto, T., & Kaloko, B. S. (2020). Pengujian Karakteristik Baterai Lithium-Ion Dengan Metode Fuzzy Dengan Beban Bervariasi. *Jurnal Arus Elektro Indonesia*, 6(3), 82. <https://doi.org/10.19184/jaei.v6i3.19708>
- Erwanto, D., Widhining K., D. A., & Sugiarto, T. (2020). Sistem Pemantauan Arus Dan Tegangan Panel Surya Berbasis Internet of Things. *Multitek Indonesia*, 14(1), 1. <https://doi.org/10.24269/mtkind.v14i1.2195>
- Hanggara, F. D., & Eka Putra, R. D. (2021). PURWARUPA PERANGKAT DETEKSI DINI BANJIR BERBASIS INTERNET of THINGS. *Jurnal Informatika Dan Rekayasa Elektronik*, 4(1), 87–94. <https://doi.org/10.36595/jire.v4i1.349>
- Kumaraning Akbar, F., & Rohman, F. (2020). Analisis Variasi Nilai Duty Cycle pada PWM Terhadap Durasi Pengisian Baterai Lithium-Ion dan Lithium-Polymer. *Jurnal Aplikasi Sains, Informasi, Elektronika Dan Komputer*, 2, 1–10.
- Muhammadhy, T., Penggunaan Daya Baterai, M., Three Kartini, U., Kholis, N., & Teknik Elektro, J. (2022). Monitoring Penggunaan Daya Baterai pada Sistem Alat Water Level Control Berbasis IoT. *Indonesian Journal of Engineering and Technology (INAJET)*, 5(1), 2623–2464.
- Mukhlisin, A. A., Suhanto, S., & Moonlight, L. S. (2019). Rancang Bangun Kontrol Dan Monitoring Baterai Uninterruptible Power Supply (Ups) Menggunakan Energi Hybrid Dengan Konsep Internet Of Thing (IOT). *Prosiding SNITP ...*, 1–7.
- PAMBUDI, W. S., FIRMANSYAH, R. A., SUHETA, T., & WICAKSONO, N. K. (2023). Analisis Penggunaan Baterai Lead Acid dan Lithium Ion dengan

Sumber Solar Panel. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 11(2), 392.
<https://doi.org/10.26760/elkomika.v11i2.392>

RANCANG BANGUN PENGONTROL SUHU. (2022). Vol. 2.

Rusli, S. J. (2021). Implementasi Konsep *Smart farming* Berbasis Iot Dan Manfaatnya. *Jurnal Ilmu Teknik Dan Komputer*, 5(1), 233–237.

Rusmayadi, G., Silamat, E., Abidin, Z., Anripa, N., Rubijantoro, S., Sitopu, J. W., Pangan, P. T., & Pertanian, A. (2024). *Analisis dampak perubahan iklim terhadap produktivitas tanaman pangan*. 7, 9488–9495.

Sandro, & Petar. (2020). *Internet of Things (IoT): Opportunities, issues and challenges towards a smart and sustainable future*. *PubMed Central*, 20(14).
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122877>

Sari, P. M., & Syari, M. A. (2024). *Rancang Bangun Alat Pendeteksi dan Pengusir Hama Tanaman Kangkung menggunakan Sensor Pir dan Cairan Peptisida Berbasis Internet of Things (IOT)*. 4, 221–230.

Yunandar, D. T. (2024). *Peningkatan Minat Generasi Petani Muda Melalui Program Digitalisasi Guna Peningkatan Kewirausahaan Pertanian dan Implikasinya Terhadap Ketahanan Wilayah di Bogor , Jawa Barat*. 30(2), 243–257.

Zusrifal, K. (2024). *STUDI ANALISA PENGGUNAAN BATERAI LI-ION DAN LI-PO PADA SYSTEM IOT HIDROPONIK*. 4, 1–5.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Penelitian

Berikut merupakan data hasil pengujian baterai Lithium-Ion dan Lithium-Phosphate selama periode 24 jam, yang dilakukan menggunakan sensor INA219 pada perangkat IoT pertanian.

Data Tabel Hasil Pengujian Daya Pengukuran Baterai Lithium-LifePo4

		Rata-rata Tegangan (Volt)	Rata-rata Arus (miliAmper)
Waktu/Jam	08.00	3.6369	89.9538
	09.00	3.6038	86.06154
	10.00	3.5715	89.06923
	11.00	3.5	89.91538
	12.00	3.4515	90.37692
	13.00	3.41	90.5
	14.00	3.39	90.26923
	15.00	3.33	91
	16.00	3.2784	90.62308
	17.00	3.22	90.69231
	18.00	3.1838	90.7
	19.00	3.1692	89.85385
	20.00	3.1584	90.10769
	21.00	3.1438	89.43077
	22.00	3.1282	89.44615
	23.00	3.1023	90.17692
	24.00	3.099	90
	01.00	3.07	90.3
	02.00	2.9807	89.58462
	03.00	2.8084	89.03846
	04.00	1.9792	87.91538
	05.00	1.06307	86.64615
	06.00	0.93230	69.84615
	07.00	0.896153	22.80769
08.00	0.87846	6.876923	

Data Tabel Hasil Pengujian Daya Pengukuran Baterai Lithium-Ion

		Nilai Rata-Rata Tegangan (Volt)	Nilai Rata-Rata Arus (miliAmper)
Waktu (Jam)	08.00	4,1775	106,05
	09.00	4,134167	106,475
	10.00	4,1	107,1333
	11.00	4,065	107,8083
	12.00	4,011667	107,6583
	13.00	3,959167	106,7417
	14.00	3,9	106,3273
	15.00	3,873636	105,5727
	16.00	3,855455	104,8545
	17.00	3,834167	104,6583
	18.00	3,784167	103,7917
	19.00	3,725	102,475
	20.00	3,710833	102,1667
	21.00	3,656667	101,2
	22.00	2,756667	70,075
	23.00	1,884167	11,94167
	24.00	1,785	5,075
	01.00	1,7675	4,108333
	02.00	1,73	2,933333
	03.00	1,691	2,67
04.00	1,665	2,383333	
05.00	1,625833	2,241667	
06.00	1,5825	2,041667	
07.00	1,547	1,97	
08.00	1,376	1,3	

Pengujian Kinerja Baterai Lithium-Ion Setelah di *Step-down*

		Nilai Rata-Rata Tegangan (Volt)	Nilai Rata-Rata Arus (miliAmper)
	08.00	3,181667	100,0833
	09.00	3,14	100,5833
	10.00	3,074167	101,0667
	11.00	2,975833	101,5583
	12.00	2,9325	100,7083
	13.00	2,885833	100,2667

Waktu (Jam)	14.00	2,869091	100,3182
	15.00	2,849091	99,58182
	16.00	2,828182	93,41818
	17.00	2,775	98,825
	18.00	2,72	98,83333
	19.00	2,670833	97,21667
	20.00	2,649167	96,91667
	21.00	2,454167	94,44167
	22.00	0,931667	9,733333
	23.00	0,9375	4,091667
	24.00	0,935	2,566667
	01.00	0,921667	2,383333
	02.00	0,885556	2,344444
	03.00	0,876	2,13
	04.00	0,8375	2,008333
	05.00	0,801667	1,958333
	06.00	0,768333	1,866667
	07.00	0,745	1,69
08.00	3,181667	100,0833	

```

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass, "blynk.cloud", 80);

  if (!ina219.begin()) {
    Serial.println("Failed to find INA219 chip");
    while (1) {
      delay(10);
    }
  }

  dht.begin();
}

void loop() {
  Blynk.run();

  float shuntVoltage = 0;
  float busVoltage = 0;
  float current_mA = 0;
  float loadVoltage = 0;
  float power_mW = 0;

  shuntVoltage = ina219.getShuntVoltage_mV();
  busVoltage = ina219.getBusVoltage_V();
  current_mA = ina219.getCurrent_mA();
  power_mW = ina219.getPower_mW();
  loadVoltage = busVoltage - (shuntVoltage / 1000);

  float humidity = dht.readHumidity();
  float temperature = dht.readTemperature();

  int soilMoistureValue = analogRead(SOILMOISTURE_PIN);

  Blynk.virtualWrite(V1, busVoltage); // Kirim tegangan ke grafik V1 di Blynk
  Blynk.virtualWrite(V2, current_mA); // Kirim arus ke grafik V2 di Blynk
  Blynk.virtualWrite(V3, power_mW); // Kirim daya ke grafik V3 di Blynk
  Blynk.virtualWrite(V4, humidity); // Kirim kelembapan ke grafik V4 di Blynk
  Blynk.virtualWrite(V5, temperature); // Kirim suhu ke grafik V5 di Blynk
  Blynk.virtualWrite(V6, soilMoistureValue); // Kirim nilai kelembapan tanah ke grafik V6 di Blynk
  }
  
```

Tampilan Program Software Arduino IDE



Lampiran 2 Dokumentasi Penelitian



Proses Pengujian Sistem Pengairan Otomatis Berbasis IoT di Lahan Pertanian

Peneliti sedang melakukan pengujian alat pengairan otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan sensor kelembaban tanah dan tenaga surya di area lahan sawah sebagai bagian dari penelitian “Rancang Bangun Sistem Pengairan Otomatis Berbasis IoT dan Tenaga Surya dengan Metode Fuzzy Logic”.

Lampiran 3 Surat Penelitian

 CV. ANGKASA MOBIE TECH CONTRACTOR, SUPPLIER & ELECTRICAL Jl. Sultan Sirdang Dusun II Sena Gg. Ikhlas Batang Kuis Telp. : 081396834847 - 085374069837	
Medan, 25 Juni 2025	
Nomor	: E21/AMT/SSP.121/2025
Lamp	: =
Perihal	: Surat Selesai Penelitian
Kepada Yth. Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area	
Di	Tempat.
Dengan hormat, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa :	
Nama	: Devin Prayoga Agustira Saragih
NPM	: 218120037
Program Studi	: Teknik Elektro
Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan penelitian untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan studinya yang berjudul "Rancang Bangun Monitoring Kinerja Daya Baterai Jenis Lithium-Ion dan Phospat pada Bidang Pertanian Berbasis IoT" Penelitian tersebut telah dilaksanakan pada tanggal 17 April 2025 sampai dengan 25 Juni 2025.	
Demikian surat ini disampaikan untuk dapat diketahui dan dipergunakan seperlunya.	
Direktur, CV. Angkasa Mobie Tech  Moranain Mungkin, ST, M.Si	
Tembusan	: Mahasiswa File