

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian yang relevan

Dilakukan studi literatur dalam penelitian ini untuk mengidentifikasi dan mengkaji beberapa referensi terkait yang sesuai dengan topik penelitian. Referensi tersebut di dapat dari jurnal, artikel dan penelitian sebelumnya terkait dengan *monitoring* tegangan baterai dan notifikasi dini kerusakan. Berikut merupakan beberapa referensi terkait yang relevan dengan penelitian penulis:

Tabel 2.1 Penelitian Relevan

Judul penelitian	Hasil penelitian	relevansi
Audio and Visual Warning Tool for Vehicle Battery Condition Monitoring to Simplify Vehicle Battery Monitoring[11]	Pengembangan sistem <i>monitoring</i> tegangan berbasis arduino nano yang mampu memudahkan dalam pemeliharaan preventif dan dapat memberikan peringatan terkait kesehatan baterai dengan berbagai status.	Persamaan: sama-sama <i>monitoring</i> tegangan baterai dengan notifikasi dini kerusakan. Perbedaan: objek penelitian penulis merupakan baterai gardu induk serta <i>monitoring</i> menggunakan IoT sehingga dapat di lakukan dalam jarak jauh, sedangkan penelitian ini berfokus pada baterai kendaraan dan notifikasi <i>offline</i> .
Real Time Monitoring System for Lithium-Ion Cell Using IoT[12]	Pengembangan sebuah system pemantauan yang memiliki basis IoT dan menggunakan raspberry pi yang terhubung ke blynk sebagai <i>interface</i> dan terdapat notifikasi apabila terjadi kondisi tertentu, hal ini mempermudah dalam <i>monitoring</i> baterai dan antisipasi interval pemeliharaan dengan notifikasi kerusakan.	Persamaan: sama-sama <i>monitoring</i> baterai dengan notifikasi kerusakan. Perbedaan: objek penelitian penulis merupakan baterai gardu induk per sel dengan notifikasi kerusakan drop tegangan, sedangkan penelitian ini berfokus pada baterai secara umum dan notifikasi <i>overcharge</i> dan <i>undercharging</i>
Design of a monitoring and protection system for lithium ion (Li-Ion) batteries on solar panels[13]	Pengembangan sistem <i>monitoring</i> dan proteksi baterai berbasis arduino uno yang dapat memantau arus dan tegangan serta memberikan keamanan dengan sistem <i>cut off</i> tegangan dengan kondisi tertentu.	Persamaan: sama-sama <i>monitoring</i> baterai. Perbedaan: objek penelitian penulis merupakan baterai gardu induk per sel yang terintegrasi dengan IoT dan notifikasi kerusakan drop tegangan, sedangkan penelitian ini berfokus <i>monitoring</i> arus dan tegangan serta keamanan sistem <i>cut off</i>
IoT-Powered UPS Battery Monitoring: Ensuring High availability and reliability for Critical Systems[14]	Pengembangan sistem pemantauan Ups dengan basis IoT dan menggunakan Microcontroller sebagai inti sistem ini, sistem ini dapat memantau arus, tegangan, kapasistas dan suhu secara real time serta terdapat peringatan secara <i>real-time</i> melalui buzzer	Persamaan: sama-sama <i>monitoring</i> baterai. Perbedaan: objek penelitian penulis merupakan baterai gardu induk per sel yang terintegrasi dengan IoT dan notifikasi kerusakan drop tegangan, sedangkan penelitian ini berfokus <i>monitoring</i> serta sistem keamanan yang terintegrasi langsung dengan mikrokontroler tersebut.

Judul penelitian	Hasil penelitian	relevansi
	yang terintegrasi dengan sistem keamanan lainnya.	
PERANCANGAN PROTOTYPE SISTEM MONITORING TEGANGAN PER SEL BATERAI BERBASIS IoT[15]	Pengembangan sistem <i>monitoring</i> baterai gardu induk dapat mempermudah dalam pemeliharaan dan untuk pengamanan dalam waktu antar pemeliharaan, sistem ini menggunakan IoT dan menggunakan ESP 32 sebagai inti dari sistem ini, pada sistem <i>monitoring</i> ini dapat memantau tegangan masing-masing sel baterai dengan notifikasi terkait penurunan tegangan.	Persamaan: sama-sama <i>monitoring</i> baterai per sel dengan notifikasi kerusakan berbasis IoT. Perbedaan: notifikasi dini penulis menggunakan aplikasi android Telegram dan objek penelitian penulis merupakan 110vdc, sedangkan penelitian ini menggunakan objek 48 vdc menggunakan buzzer sebagai indikasi kerusakan dan notifikasi otomatis aplikasi blynk.
IoT-Based Electrical Vehicle's Energy Management and Monitoring System[16]	Pengembangan sistem <i>monitoring</i> baterai penelitian ini terintegrasi dengan internet of things (IoT) dengan ESP 32 sebagai inti dari sistem ini, sistem ini mampu melakukan <i>monitoring</i> arus dan SoH dari baterai dengan memberikan notifikasi untuk melakukan pengisian ketika baterai berada pada kondisi tertentu.	Persamaan: sama-sama <i>monitoring</i> baterai. Perbedaan: objek penelitian penulis merupakan baterai gardu induk per sel dengan notifikasi kerusakan drop tegangan, sedangkan penelitian ini berfokus <i>monitoring</i> baterai kendaraan serta notifikasi pengisian baterai.
IoT-Based Real-Time Monitoring And Control System for Distribution Substation[17]	Pada penelitian ini pengembangan sistem pemantauan baterai dengan basis IoT dan dengan menggunakan arduino uno dan node mcu sebagai otak utama dengan beberapa sensor yang berfungsi mengukur tegangan, arus dan suhu. Nilai yang di dapat akan di kirimkan ke blynk. Penelitian ini memiliki relai sebagai pengaman baterai, relai akan aktif apabila kondisi tertentu terpenuhi	Persamaan: sama-sama <i>monitoring</i> baterai. Perbedaan: objek penelitian penulis merupakan baterai gardu induk per sel dengan notifikasi kerusakan drop tegangan, sedangkan penelitian ini berfokus <i>monitoring</i> baterai dengan kontrol otomatis tergantung dengan situasinya.
Design of IoT-Based Battery Monitoring for DC Backup[18]	penelitian ini di dapat pengembangan dari sistem <i>monitoring</i> gardu induk berbasis IoT dengan menggunakan ESP 32 sebagai inti dari sistem ini dapat membuat pemeliharaan menjadi lebih efisien. Sistem ini dapat memantau tegangan masing-masing sel serta memberikan notifikasi terkait penurunan tegangan	Persamaan: sama-sama <i>monitoring</i> baterai per sel dengan notifikasi terkait penurunan tegangan. Perbedaan: notifikasi terkait penurunan tegangan penulis menggunakan aplikasi telegram. sedangkan penelitian ini memberikan notifikasi melalui aplikasi blynk.
Android-Based Monitoring of 110 Volt DC System in Substations within	Pada penelitian ini terdapat pengembangan sistem <i>monitoring</i> baterai gardu induk berbasis IoT dengan menggunakan wemos d1	Persamaan: sama-sama <i>monitoring</i> baterai dengan notifikasi terkait penurunan tegangan.

Judul penelitian	Hasil penelitian	relevansi
PLN UIT JBM Region to Improve Maintenance Efficiency[7]	mini sebagai inti sistem. Sistem ini mampu meningkatkan efisiensi dalam pemeliharaan serta pengamanan tambahan dari notifikasi dengan keterlambatan waktu kurang dari 1 menit. Sistem ini menggunakan wemos d1 mini untuk mengirimkan data yang di dapat dari sensor ke blynk serta di tampilkan melalui lcd serta menggunakan aplikasi whatsapp sebagai pemberi notifikasi dini terkait penurunan tegangan.	Perbedaan: penulis mengukur tegangan per sel baterai dan tegangan total. sedangkan penelitian ini mengukur total tegangan dari baterai tersebut
Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Baterai Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Kontrol Beban Berbasis Internet of Things [19]	Pada penelitian ini dilakukan pengembangan sistem <i>monitoring</i> DC. Sistem ini menggunakan raspberry pi serta sensor tegangan untuk memantau sistem. Sistem ini dapat di pantau melalui web untuk besar tegangan dan notifikasi kondisi baterai. Sistem ini menggunakan relay yang dapat di kontrol melalui aplikasi. Sistem ini berguna untuk membantu mengatur pemakaian daya dan juga membantu untuk mencegah kerusakan.	Persamaan: sama-sama <i>monitoring</i> baterai. Perbedaan: penulis mengukur beberapa sel baterai serta terdapat notifikasi menggunakan telegram, akibat penurunan tegangan. sedangkan penelitian ini memantau tegangan dari satu sel dan notifikasi menggunakan aplikasi buatan.
Perancangan Sistem Monitoring Tegangan Baterai 110 VDC Berbasis Blynk Pada Gardu Induk[20]	Pada penelitian ini dilakukan pengembangan pada sistem <i>monitoring</i> baterai gardu induk. Sistem ini berhasil memantau tegangan output baterai yang kemudian di tampilkan ke dalam blynk serta berhasil memberikan peringatan menggunakan beberapa lampu sesuai dengan kondisinya, serta memiliki notifikasi terkait kondisi baterai berbasis blynk dan email. Sistem ini terintegrasi dengan IoT dengan inti sistem berupa node mcu dan sensor pzem 017 sebagai sensor tegangan. Data yang di dapat akan di kirimkan ke blynk serta digunakan sebagai parameter kondisi baterai.	Persamaan: sama-sama <i>monitoring</i> baterai. Perbedaan: penulis mengukur tegangan per sel baterai dan terdapat notifikasi akibat penurunan tegangan melalui telegram. sedangkan penelitian ini memantau tegangan total baterai dengan notifikasi melalui blynk dan email.
Prototipe Sistem Pemantauan Tegangan Drop pada Sel Baterai 110 Vdc berbasis Aplikasi Telegram[10]	Pada penelitian ini berhasil mengembangkan alat <i>monitoring</i> tegangan gardu induk berbasis IoT dengan data yang di kirimkan ke telegram sehingga membantu dalam mempermudah pemeliharaan baterai. Sistem ini menggunakan arduino mega2560	Persamaan: sama-sama <i>monitoring</i> baterai. Perbedaan: penulis terdapat notifikasi akibat penurunan tegangan melalui telegram dan <i>monitoring</i> secara real time dan kontinu melalui blynk. sedangkan penelitian ini memantau baterai melalui telegram

Judul penelitian	Hasil penelitian	relevansi
	yang terintegrasi dengan IoT sehingga nilai hasil dari sistem ini akan dikirimkan ke telegram melalui internet.	

Penggunaan internet of things (IoT) dalam pengembangan *monitoring* dan notifikasi dini memiliki dampak yang signifikan untuk efisiensi dan keamanan pemeliharaan. Karena pemeliharaan memiliki interval waktu yang cukup lama sehingga tidak dapat memastikan kondisi baterai secara kontinu maka sistem berbasis IoT ini sangat berguna sebagai solusi terhadap permasalahan ini, selain dapat diakses dari mana saja dapat mempermudah dalam pemeliharaan bulanan baterai, selain mempermudah dalam pemeliharaan sistem ini juga mempermudah dalam memantau kondisi baterai terkait penurunan tegangan baterai. Menggunakan pengembangan sistem ini membuat efisien waktu yang cukup tinggi dibandingkan dengan pemeliharaan konvensional.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Sistem *Monitoring*

monitoring merupakan kegiatan secara berkala untuk mendapatkan data melalui pemantauan yang berfungsi untuk menemukan suatu kerusakan, pemantauan akan menghasilkan informasi tentang status ataupun kemajuan dari perubahan di sistem tersebut[21]. Sistem *monitoring* merupakan sistem yang dapat melakukan pengumpulan data dan pemantauan sebagai bentuk antisipasi kerusakan dalam konteks penelitian ini merupakan kerusakan pada baterai gardu induk. Sistem *monitoring* penting guna dalam pemeliharaan, dengan adanya sistem ini maka suatu komponen dapat di pantau kondisinya melalui sistem dan tidak konvensional sehingga lebih efektif dan efisien.

2.2.2 Baterai



Gambar 2.1 baterai ni-cd[22]

Baterai didefinisikan sebagai sel elektrokimia yang cara kerjanya mengubah energi kimia untuk menghasilkan energi listrik. [23]. Terdapat 2 cara kerja elektrokimia pada baterai, yaitu proses *charging* yaitu terjadinya proses mengubah energi listrik dan menghasilkan energi kimia, dan cara kerja *discharging* yaitu terjadinya proses mengubah energi kimia dan menghasilkan energi listrik.[22] pada gardu induk baterai merupakan komponen vital, karena baterai merupakan energi cadangan ketika terjadinya suatu gangguan[15]. Baterai menghasilkan energi listrik karena terdapat beda potensial antar dua elektroda. Jenis baterai nikel kadmium mempunyai tegangan sebesar 1,2 V dan memiliki kerapatan energi sebesar 2 kali lipat dari baterai asam timbal. Keuntungannya baterai ini dapat di isi ulang dan mampu melakukan *charge* dan *discharge* dengan waktu yang singkat, hal ini disebabkan rendahnya hambatan internal pada baterai [15]. Pada gardu induk baterai difungsikan sebagai penyuplai energi listrik pada motor pemutus tenaga, sistem kontrol, dan lain-lain. Baterai Ni-Cd memiliki karakteristik umum sebagai berikut [23]:

- A. Baterai Ni-Cd memiliki tegangan sebesar 1,2 V.
- B. Kapasitas dari baterai Ni_Cd tidak searah dengan beratnya jenis elektrolit yang digunakan.
- C. Merek, kondisi operasional baterai dan cara pemeliharaan baterai tersebut mempengaruhi masa pakai dari baterai tersebut.

D. Ketika melakukan pengisian baterai memiliki tegangan sebagai berikut:

- Kondisi *float charge* atau pengisian baterai dengan cara terapung memiliki tegangan sebesar 1,4 hingga 1,44 V.
- Kondisi *equalizing charge* atau pengisian secara seimbang menghasilkan tegangan baterai sebesar 1,5 hingga 1,6 V.
- Kondisi *boosting charge* atau pengisian secara cepat menghasilkan tegangan baterai sebesar 1,65 hingga 1,7 V.
- Kondisi pengosongan akhir dari baterai yaitu memiliki tegangan 1 V per sel baterainya.

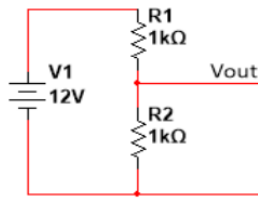
2.2.3 Internet Of Things (IoT)

Internet of things (IoT) merupakan kemampuan jaringan menghubungkan berbagai jenis peralatan menggunakan internet[24] IoT memiliki konsep berupa perangkat yang dapat mengirimkan data tanpa campur tangan manusia[25]. Untuk menciptakan *internet of things* di butuhkan internet sebagai penghubung antar mesin, sedangkan *user* bertugas sebagai pengawas mesin tersebut, penggunaan IoT sendiri mempermudah dan mempercepat dalam melakukan pekerjaan [26]. Penggunaan IoT ini sangat populer saat ini, karena dapat meningkatkan efisiensi pekerjaan juga dapat melakukan otomatisasi. Penggunaan IoT dalam konteks penelitian ini dapat digunakan sebagai pemantau tegangan baterai dan kondisi tegangan tersebut sehingga mempermudah dalam pemeliharaan. IoT memiliki beberapa sistem dasar sebagai berikut:

- A. Hardware sebagai komponen penghubung ke internet, sebagai contoh ESP 32
- B. Internet, sebagai penghubung antara *cloud* data dengan *hardware*
- C. *Cloud* Data Center, sebagai penerima data dari *hardware* serta untuk mengelola data tersebut sesuai dengan kebutuhan.

2.2.4 Voltage Divider

Hambatan atau resistor berfungsi untuk mengontrol arus listrik pada suatu rangkaian, namun selain dapat mengontrol arus resistor juga dapat mengontrol tegangan sehingga tercipta *voltage divider*[27]



Gambar 2.2 rangkaian *Voltage Divider* [27]

Voltage divider adalah kombinasi dari beberapa komponen yang mampu menurunkan tegangan dari tegangan tinggi menjadi tegangan rendah, tegangan yang di hasilkan sesuai dengan nilai perbandingan resistor terhadap tegangan masukannya[15] *Voltage divider* sering digunakan sebagai pembantu dalam *internet of things* untuk menurunkan tegangan agar dapat di ukur melalui sensor. Berikut persamaan untuk mencari nilai tegangan yang dihasilkan:

$$V_{out} = V_{in} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (2.1)$$

2.2.5 PZEM-017

PZEM-017 merupakan komponen mikrokontroller yang berfungsi melakukan pengukuran baik arus ataupun tegangan DC secara langsung dengan memanfaatkan *shunt external*, yang kemudian data tersebut di kirimkan menggunakan modbus RTU melalui RS-485 ke mikrokontroller [28].



Gambar 2.3 PZEM-017[7]

PZEM-017 menggunakan prinsip hukum ohm pada *shunt external*, karena penggunaan resistansi tersebut maka tegangan dan arus dapat di ukur[7]. Keunggulan dari penggunaan modul ini terletak pada daya ketahanannya terhadap daya tinggi serta kemudahan dalam pengiriman data yang di dapat.

2.2.6 Multiplexer Analog 16-Channel

Multiplexer dengan IC 74CH4067 merupakan sejenis saklar analog dengan pengontrolan secara digital[32]. multiplexer sering digunakan untuk menambah jumlah *output* ataupun *input* pada mikrokontroller, sehingga tidak diperlukan penambahan mikrokontroller lagi.



Gambar 2.4 Multiplexer Analog 16-Channel[33]

Multiplexer ini menggunakan 4 *input* untuk mengatur 16 *channel* dimana ke 16 *channel* ini bekerja secara independen[33]. Hal ini memudahkan dalam menambahkan sensor sehingga masing-masing sensor dapat bekerja secara independen. Berikut merupakan spesifikasi dari modul Multiplexer ini:

Tabel 2.2 Spesifikasi Multiplexer Analog 16-Channel[33]

Simbol	Keterangan
Vcc	Supply Tegangan
Gnd	Ground
E (EN)	Enable (Active Low)
COMMON Input/Output (SIG)	Input / Output tambahan

S₀, S₁, S₂, S₃

Select Input

(Channel): I₀, I₁, I₂, I₃, I₄, I₅, I₆, I₇, I₈, I₉, I₁₀, I₁₁, I₁₂, I₁₃,
I₁₄, I₁₅

Independent Output / Input

2.2.7 ESP32

Mikrokontroler merupakan rangkaian terpadu yang lengkap, yang di dalamnya terintegrasi komponen elektronik seperti *memori*, *clock*, *konverter* dan periferan lainnya. Kehadiran beberapa komponen yang terintegrasi menjadi 1 ini sangat efisien dan mudah di aplikasikan pada berbagai sistem. ESP32 merupakan mikrokontroller yang hasil perancangan dari perusahaan di shanghai, china yaitu Espressif Systems, mikrokontroller ini memiliki fitur WIFI sehingga dapat terhubung ke internet. Seiring dengan meningkatnya teknologi *internet of things* (IoT) kebutuhan perangkat yang dapat memproses data dan juga mampu berkomunikasi secara nirkabel menjadi semakin tinggi.



Gambar 2.5 ESP32[30]

ESP32 DevKit V1 salah satu jenis dari mikrokontroller yang di kembangkan oleh espressif systems. modul ini banyak di pakai dalam bidang *internet of things*, karena mampu memproses data dengan kecepatan tinggi serta koneksi yang stabil[31]. ESP32 DevKit V1 menggunakan prosesor Tensilica Xtensa LX6 dual-core yang dapat memproses tugas secara bersamaan [31]. Adapun spesifikasi dari modul sebagai berikut:

Tabel 2.3 Spesifikasi ESP32 devkit v1[31]

Item	Spesifikasi
Mikrokontroler	Dual-core LX6 microprocessor
Tegangan Operasi (V)	2,3–3,6
Tegangan <i>Input</i> (V)	4–12
ROM (KB)	448
SRAM (KB)	520
<i>Clock Speed</i> (MHz)	Up to 240
<i>Programmable</i> GPIO	30

2.2.8 Arduino Uno R3

Arduino Uno merupakan papan mikrokontroler dengan basis Atmega328p yang dapat diprogram dengan mudah dan sudah banyak di integrasikan dalam proyek elektronika dan robotika dalam skala kecil[34] .



Gambar 2.6 Arduino uno [35]

Arduino merupakan kombinasi dari perangkat keras, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* yang canggih[36] kombinasi dalam arduino ini dapat membuat suatu proyek elektronika menjadi lebih efisien, dengan kombinasi dari *pin input* dan *pin output* baik digital maupun analog, arduino dapat menerima data dari berbagai sensor dan juga memberikan instruksi kepada *aktuator* secara *real-time*. Arduino merupakan platform dengan sumber terbuka yang dapat digunakan untuk membuat proyek elektronika[37] Sifat dari arduino yang *open source* ini memberikan fleksibilitas dalam melakukan pengembangan sistem secara mandiri.

Tabel 2.4 Spesifikasi Arduino Uno R3[35]

Parameter	Spesifikasi
Mikrokontroler	ATmega328
<i>Flash Memory</i>	32 KB
SRAM	2 KB
Jumlah Pin <i>Input/Output</i> Digital	14 <i>pin</i>
Pin PWM	6 <i>pin</i>
Jumlah Pin <i>Input</i> Analog	6 <i>pin</i>
Frekuensi Osilator Kristal	16 MHz
Koneksi	USB
Jack Daya	Tersedia
<i>Header</i> ICSP	Tersedia
Tombol Reset	Tersedia

2.2.9 *Liquid Crystal Display* (LCD)

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan komponen elektronik yang dapat menampilkan suatu data, karakter, huruf dan grafik[38]. LCD standarnya

menggunakan 16 *pin* kabel agar dapat beroperasi. LCD sering kali di integrasikan dengan modul tambahan berupa *Inter-Integrated Circuit* (I2C) . Modul I2C converter ini memakai chip IC PCF8574 merupakan produk NXP sebagai inti pengontrolnya. IC ini merupakan 8 bit input dan output bus yang di dasarkan pada



shift register[38]

Gambar 2.7 LCD dan I2C[39]

keunggulan dari penggunaan LCD dan I2C adalah hanya membutuhkan 4 pin untuk beroperasi[39]. Dengan keunggulan LCD dan I2C membuat komponen ini lebih efisien untuk digunakan dalam proyek elektronika.

2.2.10 blynk



Gambar 2.8 Platform Blynk

Blynk merupakan platform yang dapat digunakan untuk mengendalikan mikrokontroler seperti arduino wemos dan sejenisnya melalui internet[40]. pada aplikasi blynk kita mendapat kemudahan dalam membuat *dashboard* proyek dengan fitur-fitur yang telah disediakan oleh blynk [41] Blynk dapat dihubungkan dengan mikrokontroler seperti arduino, ESP32, dan lain lain. Keuntungan dari blynk adalah *user* dapat melakukan pengawasan serta kontrol terhadap mikrokontroler tersebut [42] Blynk bekerja dengan cara komponen mikrokontroler mengirimkan data yang di dapat dari sensor-sensor yang kemudian dikirimkan ke server blynk, kemudian server blynk akan menampilkan data

sesuai dengan *widget* yang telah di buat. Karena kemudahan dalam penggunaannya blynk banyak digunakan dalam sistem *monitoring* dan otomatisasi dengan menggunakan konsep IoT sehingga dapat mempermudah dan mempercepat dalam melakukan pekerjaan.

2.2.11 *Software* arduino ide



Gambar 2.9 Platform Arduino Ide [43]

arduino ide Adalah suatu perangkat lunak yang membantu dalam membuat skecth program atau sebagai media u[44]. Bahasa java yang disertai dengan library bahasa C atau C++ membuat arduino ide menjadi mudah melakukan pemrograman dan membuat mudah oprasi *input* ataupun *output*. [44]. Pada penelitian ini arduino ide digunakan untuk memprogram board berupa ESP32. Arduino menjadi salah satu platform pilihan bagi profesional, karena *hardware* dan *softwarena* bersifat open *source* [44] Platform ini banyak di gunakan saat ini sebagai otomatisasi serta perangkat untuk menggunakan konsep IoT, penggunaan platform banyak digunakan untuk memprogram komponen mikrokontroller seperti ESP32.

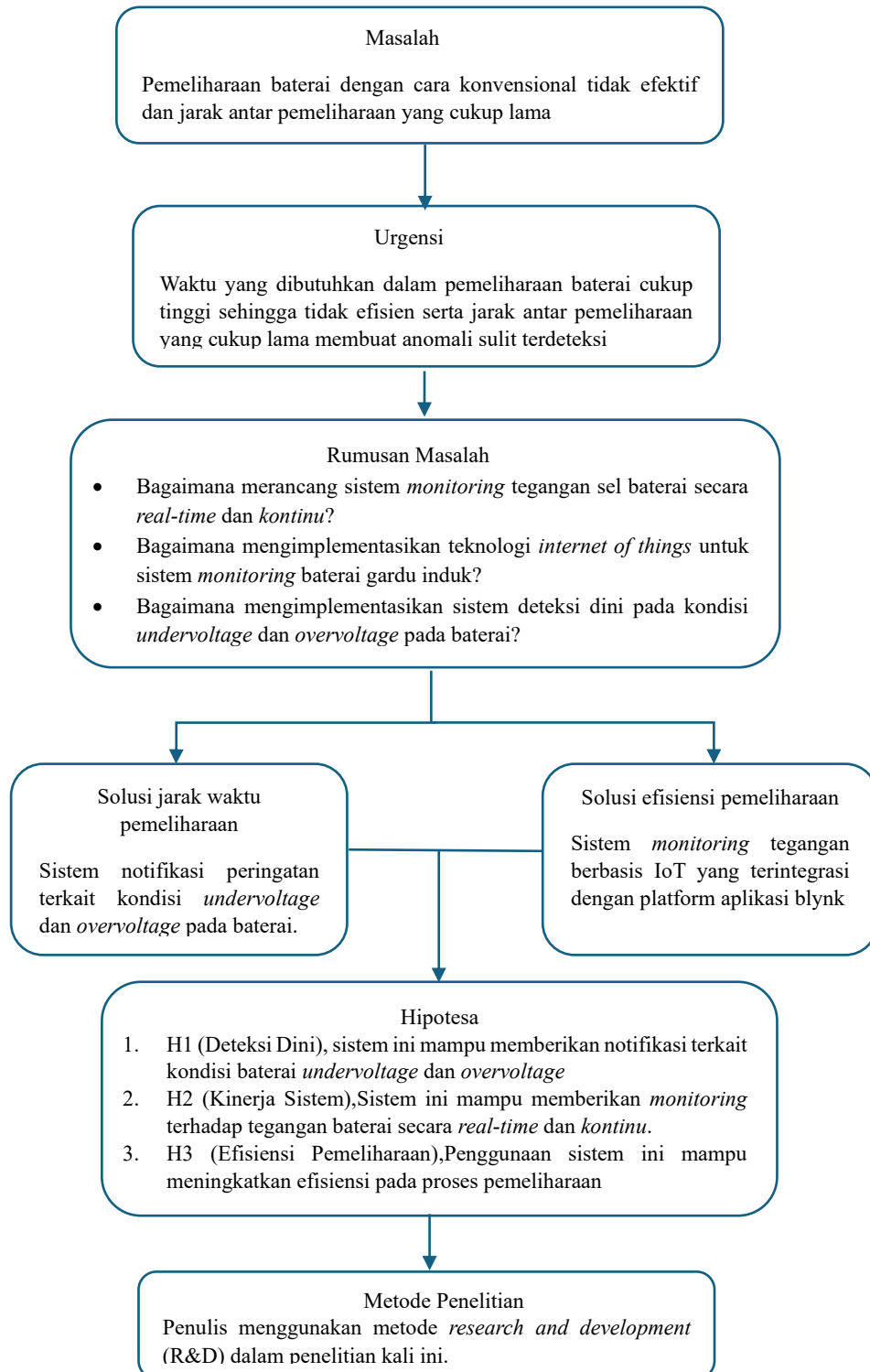
2.2.12 Telegram



Gambar 2.10 Platform Telegram[45]

Telegram merupakan aplikasi yang berfungsi sebagai pengirim pesan dengan berbagai macam kelebihan. Salah satu kelebihannya adalah telegram bot API yang menawarkan suatu platform yang dapat menerima data sensor serta mengubah data tersebut menjadi sesuatu yang berguna[46]. Bot API (*Application Programming Interface*) merupakan teknologi untuk melakukan komunikasi dan pertukaran data menggunakan dua perangkat atau lebih dengan memanfaatkan internet, teknologi ini dapat membuat perangkat yang tidak mempunyai ip publik tetap dapat berkomunikasi dengan perangkat lainnya dengan memanfaatkan kode API dengan aman dan rahasia[45]. sistem pengiriman data tanpa IP publik inilah yang sangat dibutuhkan oleh perangkat mikrokontroler, sehingga memungkinkan perangkat mikrokontroller terhubung ke telegram. Dengan memanfaatkan fasilitas open *Application Programming Interface* (API) yang disediakan oleh Telegram, administrator dapat menggunakan bot untuk mengirimkan pesan secara otomatis[47]. Program pesan otomatis ini dapat memudahkan dalam memberikan notifikasi dari perangkat mikrokontroller yang di buat, sehingga aplikasi ini banyak di gunakan dalam proyek elektronika.

2.3 Kerangka Pemikiran



Gambar 2.11 Kerangka Pikiran

Kerangka berpikir dalam penelitian ini di dasarkan pada permasalahan yang ada pada sistem pemeliharaan baterai di gardu induk. Pemeliharaan baterai gardu induk sangat penting dalam menjaga kestabilan kondisi baterai, karena baterai memiliki fungsi sebagai sumber energi cadangan ketika terjadi gangguan. Menggunakan metode konvensional menyita waktu cukup banyak sehingga dinilai kurang baik dalam Pemeliharaan. Jarak antar pemeliharaan cukup lama, sehingga tidak efektif dalam menangani potensi kerusakan pada baterai seperti *undervoltage* dan *overvoltage*. Berdasarkan masalah tersebut pentingnya suatu sistem yang dapat melakukan pemantauan keadaan baterai tanpa jeda waktu dan kontinu dibutuhkan. Dengan adanya sistem yang mampu memantau baterai tersebut maka potensi ditemukannya anomali pada baterai akan lebih mudah terdeteksi sehingga sistem baterai gardu induk dapat terjaga. Dari permasalahan tersebut diperlukan solusi yaitu suatu sistem yang mampu memantau kondisi baterai secara kontinu, serta peringatan atas potensi anomali yang terjadi pada baterai sehingga dapat mengurangi terjadinya gangguan pada baterai. kerusakan pada baterai gardu induk dapat menyebabkan tidak adanya sumber energi listrik cadangan guna menjalankan proteksi pada gardu induk.

Dari permasalahan tersebut pengembangan sistem *monitoring* dan peringatan berbasis IoT bisa menjadi solusi atas permasalahan tersebut. Sistem *monitoring* dengan basis IoT dapat melakukan pemantauan tanpa jeda waktu dan kontinu sehingga di harapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam pemeliharaan. Selain itu sistem ini juga di lengkapi dengan peringatan dini akan anomali yang terjadi pada baterai sehingga lebih aman. Penelitian ini menawarkan dua poin Solusi, yaitu peningkatan efisiensi dalam pemeliharaan dengan menggunakan *internet of things* untuk mengurangi waktu pemeliharaan, serta penggunaan peringatan dini terkait anomali dapat mempermudah petugas dalam mengatasi jarak antar pemeliharaan Sistem ini diharapkan mampu memberikan notifikasi dini terhadap kondisi *undervoltage* dan *overvoltage*, mampu melakukan *monitoring* tegangan sel baterai secara *real-time* dan *kontinu*, serta mampu meningkatkan efisiensi dalam proses pemeliharaan baterai di gardu induk.

Penelitian ini menggunakan metode berupa *research and development* (R&D). metode ini melakukan beberapa proses seperti menganalisis kebutuhan, merancang

sistem, penerapan sistem serta pengambilan data sistem. Dengan pendekatan ini diharapkan dapat membantu dalam efisiensi dan keandalan baterai gardu induk.