

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi Surya merupakan sumber energi yang tidak terbatas dan tidak akan pernah habis ketersediaannya dan energi ini juga dapat di manfaatkan sebagai energi alternatif yang akan di ubah menjadi energi listrik, dengan menggunakan sel surya. Panel Surya sebagai sumber energi listrik alternatif dapat dimanfaatkan oleh masyarakat yang memerlukan energi listrik, Namun terkendala dengan ketidak tersediaannya energi listrik dari PLN seperti para pedagang kaki lima, masyarakat yang tinggal diwilayah terpencil maupun daerah yang belum teraliri listrik dari PLN. Sumber energi listrik lain yang bisa dimanfaatkan oleh masyarakat sumber energi listrik selain dari PLN adalah generator atau lebih sering disebut dengan Genset[1].

Panel Surya *Polycrystallin* semakin hari semakin bertambah nilai angka penggunanya baik dari kalangan atas maupun dari kalangan menengah. Hal ini memicu dikarenakan kemungkinan besar harga yang sangat terjangkau dan proses pendanaan yang hanya dilakukan cukup sekali dibandingkan dengan listrik PLN yang sedang berjalan saat ini memerlukan biaya yang sangat besar dan memerlukan biaya setiap bulanya. Seperti pada kWh (*kilowatt hour*) meter dengan bentuk tagihan Pulsa prabayar sepenuhnya di monitoring oleh pihak PLN sendiri sehingga apabila terjadinya suatu permasalahan pada kWh, Pengguna tidak dapat mengetahui permasalahannya dan wajib melapor pada pihak PLN. Panel Surya *Polycrystallin* dibentuk dalam system upaya penggunaan listrik bertenaga

matahari dengan system pengguna dapat memonitoring proses daya pada panel surya sehingga dapat memudahkan dalam perbaikan jika terjadi suatu masalah pada listrik nantinya[2].

Masyarakat perumahan afdeling 3 PT.Torganda merupakan mayoritas pekerja dalam pengelola kebun sawit PT. Torganda. Pekerja diberikan beberapa fasilitas berupa rumah yang layak huni. Namun bentuk listrik masih menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) dan terkadang masyarakat sering mengalami kendala seperti pemadaman listrik yang cukup lama yaitu 2-5 hari dan arus listrik yang tidak stabil dengan jangka waktu penggunaan 18.00 WIB – 06.00 WIB. Jangka yang ditentukan membuat pekerja merasa kurang karna tidak sesuai dengan kebutuhan jika karyawan dalam posisi berkeluarga.

Sehingga 8% karyawan yang berada di perumahan Afdeling 3 PT. Torganda mencoba mencari cara untuk mendapatkan arus listrik dengan menggunakan Panel surya. Namun memiliki kendala dengan proses penggunaan, hampir 8% pula berhenti menggunakan panel surya karna kondisi panel surya yang cepat rusak.

Berdasarkan hasil wawancara kerusakan yang terjadi disebabkan karna beberapa faktor yaitu karna panel surya kotor, panel surya terhalang sinar matahari dan tegangan arus tidak stabil sehingga menyebabkan rusak.

Penelitian terkait yang telah dilakukan oleh Haryanto tahun 2022 dengan judul *Smart Monitoring Sistem Panel Surya Berbasis Internet Of Things(IOT)*. Penelitian ini dirancang untuk mendapatkan informasi-informasi yang berhubungan dengan pengukuran energi listrik antara lain arus, daya, dan tegangan secara *real time* yang dapat diakses dari jaringan Internet kapan saja.Proses kerja monitoring ini

dimulai dari pembacaan beban oleh sensor ZPEM-004T kemudian data dikirim oleh *ESP32* ke *web*. *Smart Monitoring* ini mampu dan bisa beroperasi secara otomatis berdasarkan input yang kali ini ditangani oleh web. Untuk mendapatkan nilai energi listrik seperti tegangan, arus, daya, dan faktor daya menggunakan sensor ZPEM-004T dan untuk monitoring jarak jauh dengan menggunakan web. Hasil dari sistem monitoring ini adalah pengukuran dari setiap sensor yang diproses secara langsung dan ditampilkan pada web dan mantau *performa* tersebut secara jarak jauh atau melalui Internet[3].

Sedangkan penelitian yang dilakukan habib satria tahun 2020 dengan judul Perancangan Sistem Pemantauan *Panel Surya Polycrystalline* Menggunakan Teknologi *Web Firebase* Berbasis *IOT*. Penelitian ini digunakan untuk mengukuran dengan berbasis web, monitoring *photovoltaic online* ini dengan memanfaatkan *NodeMCU* sebagai mikrokontroler sekaligus wifishield untuk mengirimkan data melalui koneksi jaringan internet. Konsep *Internet of Things* yang didesain menggunakan *ESP8266* yang terdapat pada *NodeMCU* agar alat dapat terkoneksi ke internet. Sensor dalam membaca arus dan tegangan yang mengalir dari panel surya menggunakan sensor *INA219*[4].

Berdasarkan permaalahan yang ada, dapat dirancang sebuah alat perancangan “system pemantauan panel surya *polycrystalline* menggunakan teknologi aplikasi berbasis *IOT*”. Sistem *output* kerja alat ini yaitu dapat memonitoring penggunaan listrik dengan tenaga surya atau yang lebih dikenal dengan nama solar panel surya. Penggunaan alat ini, pengguna akan login dengan menggunakan login *wifi* setelah berhasil secara otomatis alat monitoring panel surya akan menyala dengan

ditandainya suara monitoring panel surya berhasil. Setelah itu pada android pengguna akan tampil seruluh data listrik bertenaga surya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu, bagaimana merancang dan membuat pemantauan tegangan panel surya *polycrystalline* menggunakan teknologi aplikasi berbasis *IOT*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membuat alat pemantauan panel surya *polycrystalline* menggunakan teknologi aplikasi berbasis *IOT*.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu :

1. Sistem yang dibuat hanya dapat memantau tegangan penggunaan panel surya.
2. *SSD1360* sebagai hasil *Output* pemantauan penggunaan *Panel surya PolyCrystalline*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Dapat dijadikan sebagai pengimplementasian pengetahuan yang di dapat selama menempuh kegiatan pembelajaran mahasiswa.

2. Dapat dijadikan sebagai alternatif energi listrik terbarukan untuk menambah penerangan dengan sistem monitoring.
3. Sebagai bentuk kontribusi di lingkungan dalam mewujudkan pengembangan teknologi.

1.6 Metodelogi Penelitian

Tahapan-tahapan yang akan dilakukan pada pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Pada tahap ini penulis mengumpulkan bahan referensi berkaitan dengan *Panel surya*, *Relay*, dan *ESP8266*, dari berbagai jurnal, skripsi dan berbagai sumber referensi lainnya.

2. Analisis Masalah

Pada tahap ini dilakukan analisis untuk setiap informasi yang telah di peroleh dari tahap sebelumnya agar mendapatkan pemahaman akan masalah dan solusi yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan.

3. Perancangan Sistem *hardware* dan *Software*

Perancangan *hardware* meliputi penyesuaian proses kerja perancangan system pemantauan panel surya *polycrystalline* menggunakan teknologi aplikasi berbasis *IOT*.

4. Implementasi

Pada tahap ini hasil dari analisis dan perancangan sistem *hardware* dan *software* akan diimplementasikan pada alat yang akan dibuat.

5. Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian komputer untuk memastikan bahwa alat yang dibuat dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsi yang diharapkan.

6. Dokumentasi dan Penyusunan Laporan

Pada tahap terakhir membuat dokumentasi dan menyusun laporan hasil dari analisis dan implementasi dari penelitian tersebut.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari skripsi ini terdiri dari lima bagian utama sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini berisi teori-teori yang digunakan pada penelitian ini. Teori-teori yang berhubungan dengan perancangan system pemantauan panel surya *polycrystalline* menggunakan teknologi aplikasi berbasis *IOT*.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tahapan-tahapan dalam perancangan sistem perumusan masalah dan analisa.

BAB 4 ANALISA DAN PERANCANGAN

Bab ini berisi analisa dan perancangan aplikasi dalam penerapan metode *Internet of Things* untuk merancang alat perancangan sistem pemantauan panel surya *polycrystalline* menggunakan teknologi aplikasi berbasis *IOT*.

BAB 5 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Bab ini berisi implementasi dari analisa dan perancangan dan pengujian pada sistem alat yang berhasil dibangun.

BAB 6 PENUTUP

Bab ini berisi rangkuman dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran–saran untuk pengembangan sistem alat penelitian selanjutnya.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Panel Surya

Panel Surya adalah alat yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Panel surya terbuat dari bahan semikonduktor. Bahan yang sering dipakai untuk pembuatan panel surya adalah silikon. Jumlah energi yang dihasilkan oleh panel surya bergantung kepada energi matahari yang tersedia, yang pada khususnya bergantung pada arah modul surya terhadap matahari. Ketika panel surya mendapat masukan berupa intensitas cahaya matahari maka akan dapat menghasilkan arus. Besar arus yang dihasilkan oleh panel surya berbanding lurus dengan besar intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam sel surya. Besar intensitas cahaya matahari berubah sesuai dengan pergeseran posisi matahari. Dalam kenyataannya, panel surya yang selama ini digunakan memiliki banyak variasi meliputi daya maksimum, tegangan, dan arus yang mampu dihasilkan oleh modul saat operasi. Tiap panel surya memiliki parameter yang berbeda-beda. Perbedaan utama terlihat dari tegangan rangkaian terbuka (Voc) dan arus hubung singkat (Isc)[5]. Dapat diperhatikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Panel surya[6]

2.2 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP-8266 merupakan sebuah *open source platform IoT* dan pengembangan kit dari *ESP8266* yang menggunakan bahasa pemrograman eLua untuk membantu pembuat dalam membuat produk IoT atau bisa dengan memakai sketch dengan arduino IDE. *ESP8266* sendiri merupakan chip *WiFi* dengan protokol TCP/IP yang lengkap. *NodeMCU ESP-8266* juga memiliki board yang berukuran sangat kecil yaitu panjang 4.83cm, lebar 2.54cm. *NodeMCU ESP8266* menawarkan kemudahan untuk melakukan pengembangan perangkat berbasis Internet karena sudah dilengkapi modul komunikasi *Wireless Firewall (WiFi)*.[7]

Spesifikasi yang dimiliki oleh *NodeMCU* sebagai berikut :

1. *Board* ini berbasis *ESP8266* serial *Wi-Fi SoC (Single on Chip)* dengan *on board USB to TTL*. *Wireless* yang digunakan adalah *IEEE 802.11b/g/n*.
2. 2 *tantalum capacitor* 100 *micro farad* dan 10 *micro farad*.
3. 3.3v *LDO regulator*.
4. *Blue led* sebagai indikator.
5. *Cp2102 usb to UART bridge*.
6. Tombol *reset*, *port usb*, dan *tombol flash*.
7. Terdapat 9 *GPIO* yang di dalamnya ada 3 pin *PWM*, 1 x *ADC Channel*, dan pin *RX TX*
8. 3 *pin ground*.
9. *S3* dan *S2* sebagai pin *GPIO 4*
10. *S1 MOSI (Master Output Slave Input)* yaitu jalur data dari master dan masuk ke dalam *slave*, *sc cmd/sc*.

11. *S0 MISO (Master Input Slave Input)* yaitu jalur data keluar dari *slave* dan masuk ke dalam *master*.
12. *SK* yang merupakan *SCLK* dari *master* ke *slave* yang berfungsi sebagai *clock*.
13. *Pin Vin* sebagai masukan tegangan.
14. *Built in 32-bit MCU*.



Gambar 2.2 NodeMCU ESP8266[8]

1. *RST* : berfungsi mereset modul
2. *ADC: Analog Digital Converter*. Rentang tegangan masukan 0-1v, dengan skup nilai digital 0-1024
3. *EN: Chip Enable, Active High*.
4. *IO16 :GPIO16*, dapat digunakan untuk membangunkan *chipset* dari *mode deep sleep*
5. *IO14 : GPIO14; HSPI_CLK*
6. *IO12 : GPIO12; HSPI_MISO*
7. *IO13: GPIO13; HSPI_MOSI; UART0_CTS 5*
8. *VCC*: Catu daya 3.3V (VDD)

9. *CS0 :Chip selection*
10. *MISO : Slave output, Main input*
11. *IO9 : GPIO9*
12. *IO10 GBIO10*
13. *MOSI: Main output slave input*
14. *SCLK: Clock*
15. *GND: Ground*
16. *IO15: GPIO15; MTDO; HSPICS; UART0_RTS*
17. *IO2 : GPIO2;UART1_TXD*
18. *IO0 : GPIO0*
19. *IO4 : GPIO4*
20. *IO5 : GPIO5*
21. *RXD : UART0_RXD; GPIO3*
- TXD : UART0_TXD; GPIO*

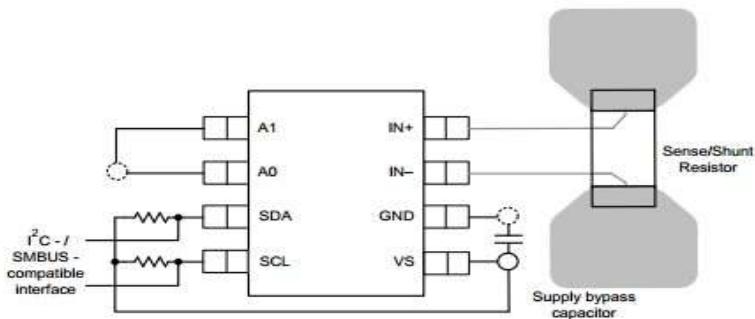
2.3 Sensor Tegangan INA219

INA219 merupakan modul sensor yang dapat memonitoring tegangan dan arus pada suatu rangkaian listrik. Perangkat memonitor penurunan tegangan, arus listrik dan tegangan suplai bus, dengan waktu konversi dan penyaringan yang dapat diprogram. Nilai kalibrasi yang dapat diprogram, dikombinasikan dengan pengali internal, memungkinkan langsung pembacaan arus dalam ampere.[9] Dapat diperhatikan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.3 Sensor INA219

Register pengali tambahan menghitung daya dalam *watt*. Antarmuka yang kompatibel dengan I²C atau SMBUS menampilkan 16 alamat yang dapat diprogram. *INA219* tersedia dalam dua kelas: A dan B. Versi kelas B memiliki akurasi yang lebih tinggi dan spesifikasi presisi yang lebih tinggi. *INA219* merasakan seluruh shunt pada bus yang dapat bervariasi dari 0 hingga 26 V. Perangkat ini menggunakan satu hingga tiga Pasokan 5,5-V, yang menggambarkan arus pasokan maksimum 1 mA. *INA219* beroperasi dari -40°C hingga 125°C . Dapat diperhatikan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.4 Scematic *INA219*

Sirkuit *input* perangkat dapat secara akurat mengukur sinyal pada tegangan mode-umum di luar kekuatannya tegangan suplai, VS. Misalnya, tegangan yang diterapkan ke terminal catu daya VS 5 V, sedangkan tegangan memuat tegangan

catu daya yang dipantau (tegangan mode-umum) dapat setinggi 26 V. Tempatkan kapasitor bypass catu daya yang diperlukan sedekat mungkin dengan terminal catu daya dan pentahanan perangkat untuk memastikan stabilitas. Nilai tipikal untuk kapasitor bypass pasokan ini adalah $0,1 \mu\text{F}$ catu daya impedansi tinggi mungkin memerlukan kapasitor decoupling tambahan untuk menolak kebisingan catu daya[10].

2.4 SSD1306 OLED Display

Display OLED ssd1306 mempunyai ukuran kecil, hanya sekitar 1", tetapi sangat mudah dibaca karena kontras tinggi pada layar OLED. *Display* ini terbuat dari 128x64 individu piksel OLED putih, masing- masing dihidupkan atau dimatikan oleh chip. Controller IC ini dirancang untuk jenis common katoda pada panel OLED. Tidak diperlukan backlight karena membuat cahaya sendiri sehingga OLED ini hemat dalam pengkonsumsian daya dan memiliki 256 langkah kontrol kecerahan OLED. Sangat cocok untuk banyak aplikasi portable seperti ponsel sub display MP3 player dan kalkulator dan lain sebagainya. *OLED (Organic Light Emitting Diode)* adalah salah satu tampilan yang banyak digunakan.[11]



Gambar 2.5 SSD1306 OLED Display

2.5 Handphone

Handphone adalah telepon selular dengan mikroprosesor, memori, layar dan modem bawaan. *Handphone* merupakan ponsel multimedia yang menggabungkan fungsionalitas *PC* dan *handset* sehingga menghasilkan gadget yang mewah, dimana terdapat pesan teks, kamera, pemutar musik, video, game, akses *email*, tv digital, *search engine*, pengelola informasi pribadi, fitur GPS, jasa telepon internet dan bahkan terdapat telepon yang juga berfungsi se bagai kartu kredit.[12]



Gambar 2.6 Handphone

2.6 Arduino IDE

Arduino IDE merupakan kependekan dari *Integrated Development Environment*, atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan program. *Arduino IDE* adalah program yang merupakan kumpulan instruksi yang ditujukan untuk komputer atau perangkat keras agar melaksanakan suatu tugas tertentu di *Arduino* dinamakan sketsa. Sketsa dapat ditulis dengan menggunakan editor yang tersedia di *Arduino IDE*. *Arduino IDE* adalah program yang bersifat “*Open Source*”. *Arduino IDE* adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program,

mengcompile menjadi kode *biner* dan mengupload ke *dalam memory microcontroller*[13]. *Software IDE Arduino* terdiri dari 3 (tiga) bagian:

1. *Editor program*, untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*. *Listing program* pada *arduino* disebut *sketch*.
2. *Compiler*, modul yang berfungsi mengubah bahasa *processing* (kode program) kedalam kode *biner* karena kode *biner* adalah satu–satunya bahasa program yang dipahami oleh *mikrokontroller*.
3. *Uploader*, modul yang berfungsi memasukkan kode *biner* kedalam memori *mikrokontroller*.



Gambar 2.7 Logo Arduino IDE

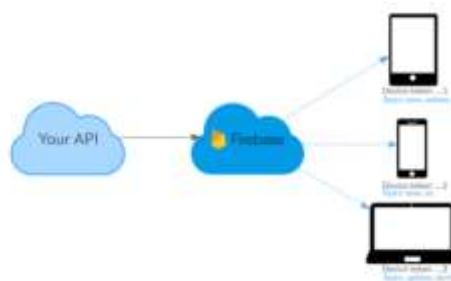
2.7 Firebase

Firebase adalah suatu layanan dari *Google* yang digunakan untuk mempermudah para pengembang aplikasi dalam mengembangkan aplikasi. Dengan adanya *Firebase*, pengembang aplikasi bisa fokus mengembangkan aplikasi tanpa harus memberikan usaha yang besar. Fitur-fitur *firebase* yang digunakan dalam pembuatan aplikasi *chatting*:

1. *Firebase Authentication* Sebagian besar aplikasi perlu mengetahui identitas user. Dengan mengetahui identitas *user*, aplikasi dapat menyimpan data user secara aman di *cloud* dan memberikan pengalaman personal yang sama di setiap perangkat *user*. 16 *Firebase Authentication* menyediakan layanan

backend, SDK yang mudah digunakan, dan library UI yang siap pakai untuk mengautentikasi user ke aplikasi. *Firebase Authentication* mendukung autentikasi menggunakan sandi, nomor telepon, penyedia identitas gabungan yang populer, seperti *Google*, *Facebook*, dan *Twitter*, dan lain-lain.

2. *Firebase Realtime Database* *Firebase Realtime Database* adalah *database* yang di-*host* di *cloud*. Data disimpan sebagai *JSON* dan disinkronkan secara *realtime* ke setiap klien yang terhubung. Ketika kita membuat aplikasi lintas-platform dengan SDK *Android*, *iOS*, dan *JavaScript*, semua klien akan berbagi sebuah *instance* realtime database dan menerima *update* data terbaru secara otomatis. 17 3.
3. *Firebase Cloud Storage* *Cloud Storage* untuk *Firebase* adalah layanan penyimpanan objek yang andal, sederhana, dan hemat biaya yang dibuat untuk skala *Google*. *Firebase* SDK untuk *cloud storage* menambahkan keamanan *Google* pada *upload* dan *download file* untuk aplikasi *Firebase*, bagaimanapun kualitas jaringannya. Kita dapat menggunakan SDK untuk menyimpan gambar, audio, video, atau konten buatan user lainnya. Di *server*, kita dapat menggunakan *Google cloud storage* untuk mengakses file yang sama.
4. *Firebase Cloud Functions* Dengan *Cloud Functions* untuk *Firebase*, kita dapat menjalankan kode *backend* secara otomatis sebagai *respon* terhadap peristiwa yang dipicu oleh fitur *firebase* dan permintaan HTTPS. Kode Anda disimpan di *cloud Google* dan dijalankan di lingkungan yang terkelola. Anda tidak perlu mengelola atau menyesuaikan skala server sendiri[14].



Gambar 2.8 Firebase

2.8 Internet Of Things

Internet of Things atau dikenal juga dengan singkatan *IOT*, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari koneksi internet yang tersambung secara terus-menerus. Adapun kemampuan seperti berbagi data, *remote control*, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata. Contohnya bahan pangan, elektronik, koleksi, peralatan apa saja, termasuk benda hidup yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global melalui sensor yang tertanam dan selalu aktif. Pada dasarnya, *Internet of Things* mengacu pada benda yang dapat diidentifikasi secara unik sebagai representasi virtual dalam struktur berbasis Internet. Istilah *Internet of Things* awalnya disarankan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 dan mulai terkenal melalui Auto-ID Center di MIT. Dan kini IoT menjadi salah satu tugas bagi seorang mahasiswa di sebuah perguruan tinggi[15].



Gambar 2.9 Internet Of Things

2.9 Metode *Trial dan Error*

Pada mulanya, pendidikan dan pengajaran di Amerika Serikat didominasi oleh pengaruh dari Thorndike (1874-1949) yang disebut “*Connectionism*” karena belajar merupakan proses pembentukan koneksi – koneksi antara stimulus dan respon. Teori ini sering disebut “*Trial and Error*” dalam Hamalik. *Thorndike* dengan *S-R Bond Theory*-nya menyusun hukum – hukum belajar, salah satunya yaitu hukum latihan (*The law exercise*) atau prinsip *use and diuse*[16].

Metode *Trial and error* (coba-salah) telah dikenal secara *universal* dan tidak memerlukan penjelasan panjang lebar. Metode *trial and error* cenderung disebut “*learning by doing*” dari pada “*learning by thinking*”, semua itu dikemukakan dalam bentuk sederhana yang mengandung refleksi. Berpikir reflektif disebut juga “*trial and error by ideas*”. Dalam reflektif pemecahannya diselesaikan dalam imajinasi. Dalam refleksi dan imajinasi mengecek mana yang cocok dan mana yang tidak. *Trial and error* pada taraf ideologis dan imajinatif menghemat waktu, tenaga, dan seringkali dalam kehidupan itu sendiri.

Trial dalam bentuk uji coba dapat di jelaskan sebagai bentuk gambaran simulasi yang akan ditayangkan merupakan bentuk aslinya namun belum tentu hasil sesuai dengan aslinya.

Error atau kesalahan adalah perbedaan antara nilai sebenarnya dengan nilai yang terukur dari besaran-besaran seperti: perpindahan, tekanan, suhu, dan lain-lain. Peralatan instrumentasi elektronik yang baik dirancang agar dapat membatasi kesalahan yang mungkin terjadi, yang tidak dapat dihindari dalam setiap proses

pengukuran. Pembatasan kesalahan ini diarahkan kepada suatu nilai atau range yang ketelitiannya diperlukan di dalam analisa teknik atau pada suatu proses kontrol. Kesalahan-kesalahan pengukur dapat terjadi disebabkan oleh hal-hal sebagai berikut:

1. Akumulasi dari kesalahan-kesalahan yang ada dan diketahui pada setiap elemen dari sistem instrumentasi.
2. Terdapatnya elemen di dalam sistem yang tidak berfungsi dengan benar.
3. Efek dari transduser di dalam proses.
4. Sensivitas atau kepekaan ganda dari transduser.
5. Sumber-sumber kesalahan lainnya.

2.10 *Buzzer*

Buzzer adalah komponen elektronik yang digunakan untuk menghasilkan suara atau bip. Ini adalah perangkat output yang mengubah sinyal listrik menjadi suara. Fungisi utamanya adalah memberikan sinyal audio, baik sebagai peringatan, notifikasi atau indicator operasional dalam berbagai perangkat.[17]

2.11 *Breadboard dan Kabel Jumper*

Breadboard dan kabel jumper adalah dua komponen penting dalam elektronik, terutama untuk perakitan dan pengujian rangkaian elektronik.[18]

Breadboard adalah papan prototype yang memungkinkan perakitan rangkaian sementara tanpa penyolderan, sedangkan kabel jumper digunakan untuk menghubungkan komponen-komponen pada breadboard atau dengan perangkat lain seperti arduino.[19]

2.12 Penelitian Terkait

2.2 Tabel Penelitian Terkait

No	Penulis dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
1	Brilliant B. Rarumangkay, (2021)	Solar Panel Monitoring Sistem	-	Monitoring panel surya merupakan suatu sistem yang digunakan untuk memantau kapasitas daya pada panel surya. Dalam pemakaiannya dari waktu kewaktu, terdapat masalah pada panel surya seperti peningkatan jamur yang dapat mengakibatkan penurunan daya listrik yang dikonvensi oleh sel surya serta pengukuran yang tidak efektif karena harus dilakukan pengukuran manual secara terus-menerus. Penelitian memiliki tujuan untuk membuat suatu sistem interface yang dapat memonitor daya listrik yang dikonversi dari sel surya dengan menggunakan metode penelitian Waterfall. Dari penelitian ini didapat beberapa hasil dan kesimpulan bahwa sistem monitoring panel surya telah berhasil dibuat yang merujuk pada konsep IoT serta didapat bahwa tegangan hasil pengukuran tegangan listrik dari sistem monitoring lebih besar daripada menggunakan multimeter digital[20].
2	Firdaus Suryansyah, (2023)	Otomasi Penggerak Reflektor Panel Surya Berbasis Internet of Things	-	. Jurnal ini membahas tentang pengembangan dan implementasi sistem otomasi berbasis Internet of Things (IoT) untuk menggerakkan reflektor pada panel surya guna

				meningkatkan efisiensi penerimaan cahaya matahari. Sistem ini mengendalikan dan memantau posisi reflektor, serta menerima nilai parameter kWhmeter secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan peningkatan efisiensi penerimaan cahaya matahari. Dengan penerapan otomasi ini, diharapkan pemanfaatan energi surya dapat dioptimalkan secara berkelanjutan[21].
3	Pamor Gunoto, (2022)	Perancangan Alat Sistem Monitoring Daya Panel Surya Berbasis <i>Internet Of Things</i>	-	Listrik merupakan sebuah kebutuhan pokok umat manusia dalam memenuhi kebutuhan energi. Sumber energi alternatif yang dapat digunakan untuk menghasilkan listrik adalah energi matahari yang merupakan sumber energi baru dan terbarukan. Pembangunan PLTS dalam permasalahan ini merupakan hal yang sangat urgensi untuk dikembangkan. Pemanfaatan PLTS sebagai sumber energi alternatif maka diperlukan alat untuk memonitor sistem PLTS tersebut. Alat sistem monitoring daya PLTS dalam penelitian ini menggunakan sensor arus dan tegangan yang terhubung dengan mikrokontroller ESP8266 serta berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggunakan jaringan internet indihome. Alat ini juga dapat menampilkan data tegangan, arus dan daya yang dihasilkan dengan menggunakan LCD dan alat komunikasi smartphone menggunakan aplikasi Blynk. Hasil yang diperoleh dari pengujian bahwa alat sistem

				monitoring PLTS ini dengan IoT ini bekerja dengan baik dalam membaca dan menampilkan data berupa tegangan, arus, daya serta energi yang dihasilkan panel surya tersebut rata-rata persentase ketepatan yang mencapai diatas95%[22].
4	Gede Widi Kurniawan. (2021)	Rancang Bangun Sistem Pemantauan Panel Surya Berbasis <i>Internet of Things</i>		Penerapan internet of things mulai banyak dimanfaatkan saat ini. Salah satu perkembangan teknologi internet of things adalah memantau suatu sistem dengan aplikasi android secara wireless. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem pemantauan panel surya berbasis Internet of things dengan menggunakan developer board NodeMCU ESP32. Rancangan sistem ini dapat mempermudah pengguna memantau panel surya secara realtime melalui aplikasi android. Pengujian dilakukan dengan mengoperasikan sistem pemantauan panel surya. Data dari masing-masing sensor dibandingkan dengan alat ukur pembanding untuk mendapatkan perbedaan nilai-nilainya. Hasil pengujian sensor INA219 mendapatkan selisih rata-rata tegangan 0.09% dan selisih ratarata arus 4.08%. Hasil pengujian sensor DHT11 mendapatkan selisih rata-rata suhu 0.77% dan selisih kelembaban relatif 1.82%. Hasil pengujian sensor BH1750 mendapatkan selisih rata-rata intensitas cahaya 39.93%. Sistem pemantauan ini sudah dapat beroperasi sesuai dengan

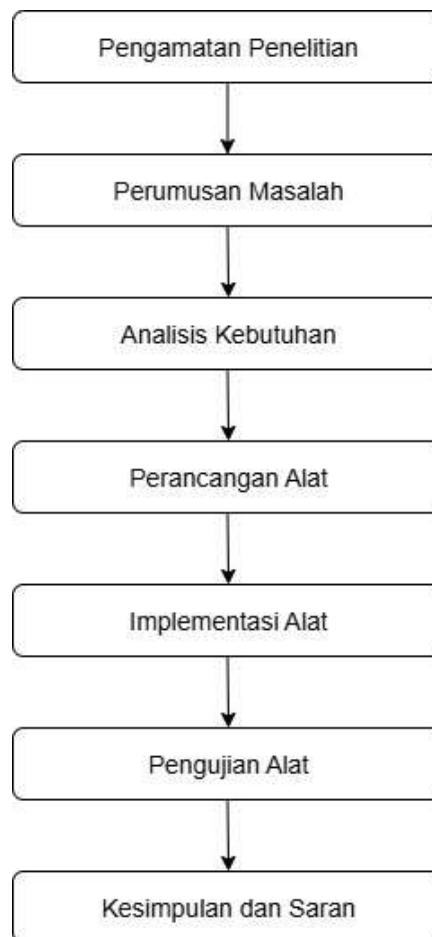
				rancangan dan pembacaan data dari sensor-sensor sudah terkirim menuju Firebase sehingga bisa dilihat pada aplikasi android[23].
5	Moh. Zainul Haq, (2021)	Sistem Monitoring Penentuan Pergerakan Posisi Panel Surya Terintegrasi <i>Internet Of Things</i>		Akibat kebutuhan energi yang terus meningkat, maka diperlukan energi alternatif. Salah satunya adalah energi yang bersumber dari matahari. Untuk memanfaatkan energi matahari tersebut dibutuhkan panel surya yang difungsikan untuk mengumpulkan energi matahari yang akan dikonversi menjadi energi listrik. Permasalahannya, untuk mengoptimalkan kerja dari panel surya tersebut harus dibuat rancangan penentuan posisi panel surya agar selalu berada fokus pada arah datangnya matahari. Rancang bangun sistem monitoring posisi panel surya berbasis Internet of Things bertujuan sebagai sistem monitoring dalam pengoptimalan penerimaan cahaya yang diterima oleh panel surya secara realtime. Metode yang digunakan yaitu metode dual_axis, yaitu metode yang dapat membuat pergerakan panel surya fleksibel mengikuti arah datangnya intensitas cahaya matahari maksimal. Parameter yang dimonitoring dari penelitian ini yaitu nilai tegangan analog dari setiap intensitas cahaya yang mengenai keempat sensor cahaya LDR, kedua sudut pergerakan dual axis dan keterangan posisi panel surya.

				Dari pengujian yang telah dilakukan, sistem dapat bekerja dengan baik sebagai sistem monitoring penentuan pergerakan posisi panel surya terintegrasi <i>Internet of Thing</i> [24]s.
--	--	--	--	--

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan melaksanakan tahapan demi tahapan yang berhubungan. Tahapan-tahapan tersebut dijabarkan dalam metode penelitian. Metode penelitian diuraikan kedalam bentuk skema yang jelas, teratur, dan sistematis. Berikut tahapan-tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 11:



Gambar 3.1 Metodelogi Penelitian

Penjelasan dari tahapan-tahapan penelitian pada gambar 3.1 dapat dilihat pada penjelasan berikut :

3.1 Pengamatan Penelitian

Pengamatan penilitian merupakan tahapan awal yang dilakukan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengamati penelitian proses penggunaan panel surya, yang Alat Monitoring Panel Surya Akan Menyala Dengan Ditandainya *Output* Suara yang dijadikan sebagai penelitian studi pustaka dalam penelitian tugas akhir ini. Hasil dari pengamatan penelitian ini berupa penelitian sebelumnya yang melakukan penelitian terkait dengan monitoring panel surya.

3.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan hasil pengamatan proses pengembangan alat dengan cara tradisional, maka pada tahapan perumusan masalah akan dirumuskan masalah yang dianggap sebagai penelitian dalam tugas akhir ini. Permasalahan yang menjadi rumusannya dalam penelitian ini didapatkan dari kurangnya pengontrolan pada penggunaan Panel Surya. Solusi yang didapatkan pada tahapan perumusan masalah ini yang akan menjadi judul penelitian tugas akhir ini tentang Rancang Bangun Alat Sistem Pemantauan *Panel Surya Polycrystalline* Menggunakan *Teknologi Aplikasi Berbasis IoT.*

3.3 Analisa Kebutuhan

3.4.1 Analisa Kebutuhan Perangkat Keras

Tabel 3.1 Kebutuhan Perangkat Keras

No	Nama Alat	Spesifikasi	Fungsi	Jumlah
1	Komputer/ laptop	Windows 11 32/64bit	Untuk memprogram alat yang akan dibuat.	1 unit
2	Multitester	Analog/Digital	Digunakan untuk mengukur tegangan (ACV-DCV), dan kuat arus (mA- μ A)	1 Unit
3	Obeng	Obeng + dan -	Untuk merangkai alat	1 Unit
4	Solder	-	Untuk menempelkan timah ke komponen	1 Unit
5	Bor pcb	-	Untuk membuat lubang baut atau komponen	1 Unit
6	Tang Potong	-	Untuk memotong kabel dan kaki komponen	1 Unit
7	<i>NodeMCU ESP8266</i>	-	Sebagai prosessor dalam Menjalankan komponen	1 Unit
8	<i>SSD1306 OLED</i>		Digunakan untuk menampilkan tegangan .	1 Unit
9	<i>Sensor INA219</i>	-	Digunakan sebagai membaca tegangan.	1 Unit
10	<i>Panel surya</i>	-	Digunakan sebagai pengisian baterai.	1 Unit

11	<i>Buzzer</i>	-	Digunakan sebagai indicator suara untuk memberikan notifikasi saat system aktif atau saat tegangan tertentu terdeteksi.	1 Unit
12	Jumper	-	Digunakan sebagai penghubung/menjumper seluruh komponen	8 Unit
14	<i>Smartphone</i>	OPPO	Untuk tampilan tegangan pada aplikasi monitoring panel surya	1 Unit
15				

3.4.2 Analisa Kebutuhan Perangkat Lunak

Tabel 1.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

No	Nama	Spesifikasi	Fungsi
1	Arduino IDE	Arduino 1.6.3	Membuat program yang akan di download perangkat Arduino
2	<i>Firabase Realtime database</i>	-	Digunakan untuk menyimpan dan mengambil data sensor secara real-time
3	<i>Aplikasi Android</i>	-	Digunakan untuk menampilkan data hasil pembacaan sensor dari firabase secara real-time

3.4 Perancangan Alat

Setelah melakukan analisa kebutuhan Dalam perancangan Sistem Pemantauan *Panel Surya Polycrystalline* Menggunakan *Teknologi Aplikasi Berbasis IoT* meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, maka

tahapan selanjutnya yaitu perancangan. Tahapan ini dibagi menjadi 2 langkah yaitu:

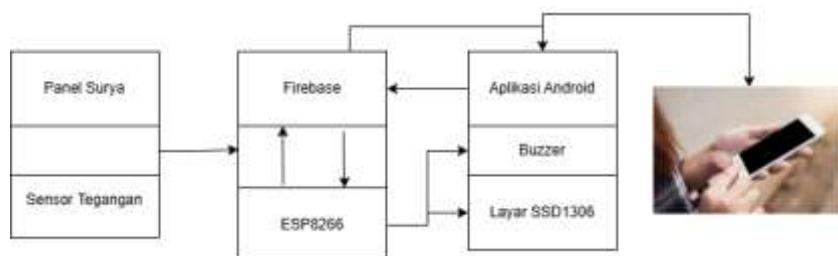
1. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan ini merupakan tahap untuk merakit komponen-komponen perangkat keras atau *hardware* yang telah dianalisa sebelumnya. Pada perancangan ini, Komponen-komponen yang dirakit harus berfungsi sebagaimana mestinya.

2. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan ini dilakukan pada Arduino dengan menggunakan aplikasi Arduino IDE dengan menggunakan bahasa C. Pemrograman berupa intruksi-intruksi yang akan mengaktifkan komponen yang digunakan. Kode program akan dikirim ke arduino melalui kabel USB.

Alat Sistem Pemantauan *Panel Surya Polycrystalline* Menggunakan *Teknologi Aplikasi Berbasis IoT* digambarkan digambarkan pada gambar. *Blok Diagram* Sistem tersebut menjelaskan gambaran umum mengenai cara kerja Alat Sistem Pemantauan *Panel Surya Polycrystalline* Menggunakan *Teknologi Aplikasi Berbasis IoT* yang akan dibuat. Dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Use Case Alat

Panel surya menghasilkan tegangan listrik yang kemudian dibaca oleh sensor tegangan. Nilai tegangan tersebut dikirim ke mikrokontroler ESP8266, yang bertugas untuk memproses dan mengelola data. ESP8266 terhubung dengan Firebase Realtime Database melalui jaringan internet untuk menyimpan data tegangan secara real-time. Data yang tersimpan di Firebase kemudian dapat diakses oleh aplikasi Android yang digunakan oleh pengguna untuk memantau kondisi panel surya dari jarak jauh. Selain itu, ESP8266 juga mengirimkan informasi ke layar OLED SSD1306 untuk menampilkan nilai tegangan secara langsung pada perangkat keras, serta mengaktifkan buzzer sebagai indikator suara jika terjadi kondisi tegangan rendah atau tidak stabil. Sistem ini dirancang agar pengguna dapat melakukan pemantauan secara langsung maupun jarak jauh dengan akurat dan efisien.

- a. *Buzzer* digunakan sebagai indicator suara untuk memberikan notifikasi saat sistem aktif atau saat tegangan tertentu terdeteksi.
- b. *INA219* digunakan sebagai pembaca hasil arus tegangan listrik yang dihasilkan panel surya.
- c. *NodeMCUESP8266* digunakan sebagai *board* proses dari semua komponen.
- d. *SSD1306* digunakan untuk menampilkan tegangan secara langsung.
- e. *Android* digunakan sebagai pembaca hasil monitoring penggunaan panel surya.

3.5 Implementasi Alat

Pada penelitian ini diperlukan beberapa tahapan dalam pembuatannya. Berikut ini tahapan yang digunakan dari proses pembuatan :

1. Menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan sesuai dengan analisa sebelumnya.
2. Merakit komponen-komponen sesuai dengan perancangan sebelumnya.
3. Membuat program berupa intruksi dimana sensor *INA219* dapat membaca tegangan saat panel surya mengisi batrei sebagai proses pengganti arus tegangan listrik.
4. Melakukan pengujian alat untuk mengecek apakah semuanya berfungsi sesuai yang diinginkan.
5. Menarik kesimpulan dari hasil penelitian yang didapatkan.

3.6 Pengujian Alat

Pengujian dilakukan pada alat yang telah dibangun untuk mengetahui kriteria apakah Sistem Pemantauan *Panel Surya Polycrystalline* Menggunakan *Teknologi Aplikasi Berbasis IoT* dapat berfungsi dengan normal atau tidak. Pengujian ini juga dilakukan pada alat Module *NodeMCU ESP8266* yang telah dibangun sebelumnya dengan menggunakan metode manual sebagai hasil layaknya kegunaan alat yang dirancang bagi pengguna. Metode manual adalah jenis pengujian perangkat lunak di mana kasus pengujian dijalankan secara manual oleh penguji tanpa menggunakan alat otomatis apa pun. Tujuan Pengujian Manual adalah untuk mengidentifikasi bug, masalah, dan cacat pada alat yang di buat. Pengujian alat secara manual adalah teknik paling primitif dari semua jenis

pengujian dan membantu menemukan bug kritis dalam pembuat alat. Setiap pembuat alat harus diuji secara manual sebelum pengujinya dapat diotomatisasi. Konsep Pengujian Manual tidak memerlukan pengetahuan tentang alat pengujian apa pun. Salah satu Dasar Pengujian Perangkat Lunak adalah “Otomatisasi 100% tidak dimungkinkan”. Hal ini membuat Pengujian Manual menjadi penting.

Ada 4 tahapan pengujian, yakni :

1. Pengujian *NodeMCU ESP8266*

Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui kriteria apakah *NodeMCU ESP8266* yang digunakan dapat hidup dan berfungsi dengan normal atau tidak.

2. Pengujian *Sensor INA219*

Pengujian bertujuan untuk melihat tegangan yang diberikan oleh panel surya.

3. Pengujian Keseluruhan Alat

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah semua peralatan monitoring panel surya berjalan dan berfungsi dengan yang diinginkan agar bisa diterapkan pada Studi kasus.

3.7 Kesimpulan dan Saran

Penulisan laporan dilakukan dengan penulisan metode penelitian, pengambilan data, analisa dari pengujian dan kesimpulan serta dokumentasi penelitian.