

**PENGEMBANGAN APLIKASI ANDROID *AUTO SOLAR TRACKING SYSTEM*
BERBASIS IoT PADA INOVASI PEMBANGKIT LISTRIK SOLAR CELL**

SKRIPSI

DENAYA PRAMUDYA

191402003



**PROGRAM STUDI S1 TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

PENGEMBANGAN APLIKASI ANDROID *AUTO SOLAR TRACKING SYSTEM*
BERBASIS IoT PADA INOVASI PEMBANGKIT LISTRIK SOLAR CELL

SKRIPSI

Diajukan untuk melengkapi tugas dan memenuhi syarat dan memperoleh ijazah Sarjana
Teknologi Informasi

DENAYA PRAMUDYA
191402003



PROGRAM STUDI S1 TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
MEDAN
2023

PERSETUJUAN

Judul : PENGEMBANGAN APLIKASI ANDROID AUTO
 SOLAR TRACKING SYSTEM BERBASIS IoT
 PADA INOVASI PEMBANGKIT LISTRIK SOLAR
 CELL

Kategori : SKRIPSI

Nama : DENAYA PRAMUDYA

Nomor Induk Mahasiswa : 191402003

Program Studi : TEKNOLOGI INFORMASI

Fakultas : FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN
 TEKNOLOGI INFORMASI

Medan, 10 Januari 2024

Komisi Pembimbing:

Pembimbing 2



Niskarto Zendrato S.Kom., M.Kom
 NIP. 198909192018051001

Pembimbing 1



Ainul Hizriadi S.Kom., M.Sc
 NIP. 198510272017061001

Diketahui/disetujui oleh

Program Studi S1 Teknologi Informasi



Dedy Arisandi, S.Kom, M.Kom
 NIP. 197908312009121002

PERNYATAAN

PENGEMBANGAN APLIKASI ANDROID *AUTO SOLAR TRACKING*
SYSTEM BERBASIS IoT PADA INOVASI PEMBANGKIT LISTRIK SOLAR
CELL

SKRIPSI

Selain beberapa kutipan dan ringkasan yang telah disebutkan sumbernya, saya mengakui bahwa skripsi ini adalah karya saya sendiri.

Medan, 10 Januari 2024

Denaya Pramudya
191402003

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis puji dan syukur kehadirat ALLAH SWT yang telah memberikan nikmat keberkahan dan kesehatan serta karunia kelapangan waktu sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi sebagai salah satu syarat kelulusan penulis dan resmi untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer di Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara.

Tidak dapat dipungkiri bahwasanya Penulis mendapatkan banyak doa, bimbingan, inspirasi, dan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini. Maka dari itu, penulis sangat ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang membantu penulis dari tenaga ataupun motivasi. Pada kesempatan kali penulis ingin mengucapkan syukur dan terima kasih kepada:

1. Kepada diri penulis sendiri yang sudah melewati semua rintangan dan tidak pernah menyerah dalam kondisi dan situasi apapun untuk fokus menyelesaikan tugas akhir.
2. Keluarga Penulis, Bapak Dedi Mawardi dan Ibu Alm Wiwik Jayanti yang tiada henti memberikan kasih sayang kepada penulis yang mendidik dari kecil sampai sejauh ini dengan semangat yang tiada henti serta dukungan dan doa yang terbaik untuk penulis. Begitu juga Abang penulis, Windy Romansa yang tiada henti memberikan kebahagiaan penulis dari kecil, dan selalu memberi dukungan kepada penulis dalam kondisi apapun.
3. Bapak Ainul Hizriadi S.Kom., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing 1 penulis yang telah banyak memberikan motivasi serta membimbing untuk tugas akhir ke arah yang terbaik.
4. Bapak Niskarto Zendrato S.Kom., M.Kom . selaku Dosen Pembimbing 2 penulis yang juga sangat baik membantu dalam proses penulisan dan memberikan saran dalam proses pengerajan skripsi.
5. Ibu Dr. Maya Silvi Lydia, B.Sc., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara.
6. Seluruh Dosen Program Studi S1 Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Universitas Sumatera Utara yang telah mengajarkan ilmu yang baik,

pengalaman pengabdian masyarakat yang baik selama perkuliahan dan untuk masa depan penulis.

7. Seluruh Staff dan Pegawai Fasilkom-TI Universitas Sumtera Utara yang sudah membantu dengan baik dalam hal urusan administrasi penulis selama masa perkuliahan.
8. Seluruh Saudara Penulis khususnya keluarga Bapak dan Ibu yang senantiasa memberikan dorongan motivasi yang tiada henti sehingga penulis menyelesaikan skripsi ini.
9. Kepada Nida'ul Hasanah, yang mendampingi penulis dari semester 2 hingga sekarang dalam kondisi apapun, menjadi *support system* bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir, dan menjadi tempat berkeluh kesah dalam hal permasalahan dalam proses pengerjaan skripsi.
10. Tim Fore, Nanda, Faris, Irsyad, Lais, Nathan, Pesal, dan Fadil yang telah membantu dan fokus untuk proses sedikit demi sedikit dalam hal pengerjaan proses skripsi.
11. Teman-teman Teknologi Informasi angkatan 19, yang telah membersamai penulis selama masa perkuliahan.
12. Kepada Teman-Teman Kontrakan, Reza, Sholihin, Ican, Gibran, Wandi, Bang Habibi, Ridho yang telah membantu untuk proses dalam hal pengerjaan proses skripsi.
13. Kepada Senior, Junior, Saudara, Kerabat, Teman-teman dan pihak lainnya yang pastinya memberi semangat dan doa untuk menyelesaikan penulisan skripsi.

Medan, 8 Agustus 2023

Penulis

ABSTRAK

Energi listrik tambahan diperlukan untuk perkembangan zaman kontemporer. Setelah menyerap cahaya matahari, sel surya menghasilkan listrik. Ini memungkinkan solar cell untuk menghasilkan lebih banyak energi listrik selama kehidupan sehari-hari. Sulit untuk menentukan jumlah energi yang dapat dihasilkan dan mengikuti arah sinar matahari membuat sel surya tidak dapat menyerap sepenuhnya energi cahaya. Akan mengatasi masalah ini dengan mengembangkan aplikasi untuk smartphone berbasis Android yang dapat mengontrol dan melacak solar cell. Aplikasi ini dirancang untuk memungkinkan pengawasan dan pengendalian dari jarak jauh dengan Rellay pada panel surya, yang menghasilkan tegangan arus dan daya pada aplikasi. Data tampilan aplikasi diakses melalui internet melalui database Firebase, yang dikirim melalui perangkat mikrokontroler menggunakan ESP32. Data menunjukkan tegangan arus dan daya, serta arah matahari agar solar cell mendapatkan tegangan terbaik.

Kata Kunci: Android, IoT, *Solar Cell*, NodeMCU, *Firebase*

ABSTRACT

Additional electrical energy is needed for the development of contemporary times. After absorbing sunlight, solar cells generate electrical energy. This enables solar cells to produce more electrical energy for daily life. It is challenging to determine the amount of energy that can be generated, and the changing direction of sunlight makes it difficult for solar cells to fully absorb light energy. To overcome this issue, an application for Android-based smartphones is being developed to control and track solar cells. This application is designed to allow remote monitoring and control with a relay on the solar panel, which generates voltage, current, and power for the application. The application's display data is accessed via the internet through the Firebase database, transmitted through a microcontroller device using ESP32. The data shows voltage, current, and power, as well as the direction of the sun to ensure optimal voltage for the solar cell.

Keywords: *Android, IoT, Solar Cell, NodeMCU, Firebase.*

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metologi Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 LANDASAN TEORI	6
2.1 Internet <i>of Things</i>	6
2.2 Monitoring dan Kontrol	6
2.3 Mikrokontroler	6
2.4 Firebase	7
2.4.1 Firebase Analytics	8
2.4.2 Firebase Cloud Messanging and Notifications	8
2.4.3 Firebase Authentication	9
2.4.4 Firebase Cloud Firestore	10
2.4.5 Firebase Realtime Database	10
2.4.6 Firebase Hosting	11
2.5 Android Studio	11
2.6 Solar Panel	12
2.7 ESP 32	13
2.8 <i>Solar Charger Controller</i>	14
2.9 Baterai (Aki kering)	15
2.10 Router	15
2.11 Inverter	16

2.12 Motor Servo	17
2.13 Relay	17
2.14 Sensor	18
2.14.1 Sensor LDR (light Dependent Resistor)	18
2.14.2 Sensor Arus	19
2.14.3 Sensor Tegangan	19
2.15 Penelitian Terdahulu	20
2.16 Perbedaan Penelitian Terdahulu	27
BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM	29
3.1 Analisis Sistem	29
3.1.1 Flowchart	29
3.1.2 <i>Flowchart</i> Sistem Monitoring	29
3.1.3 Flowchart Sistem Kontrol	30
3.2 Perancangan <i>Hardware</i>	31
3.2.1 Peralatan dan Bahan	33
3.2.2 <i>Data Acquisition</i>	34
3.2.3 Perancangan <i>Software</i> Pada ESP32	35
3.2.4 Bagian <i>library</i>	36
3.2.5 Bagian Deklarasi	36
3.2.6 Bagian <i>Void Setup</i>	36
3.2.7 Bagian <i>Void Loop ()</i>	37
3.3 Perancangan Aplikasi	38
3.3.1 Perancangan Sistem	38
3.4 Rancangan <i>Interface</i>	39
3.4.1 Tampilan <i>Splash Screen</i>	39
3.4.2 Tampilan <i>Home Screen</i>	39
3.4.3 Tampilan Halaman <i>History</i>	40
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM	44
4.1 Implementasi Sistem	44
4.1.1 Spesifikasi <i>Hardware</i> dan <i>Software</i> Laptop	44
4.1.2 Spesifikasi Hardware dan Software handphone	44
4.2 Implementasi Data	44
4.2.1 Pengujian Sensor Tegangan	45

	xii
4.2.2 Pengujian Sensor Arus	46
4.2.3 Pengujian Data Arus dan Tegangan Tanpa Beban dan Pakai Beban	47
4.2.4 Pengujian Servo dan LDR	49
4.2.5 Pengujian Firebase	50
4.2.6 Pengujian Sudut Panel dan Intensitas Cahaya	51
4.3 Implementasi Perancangan <i>Interface</i>	60
4.3.1 Tampilan Utama	60
4.3.2 Tampilan Halaman <i>Home Screen</i>	61
4.3.3 Tampilan Halaman <i>History</i>	61
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	66

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Tegangan	43
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Arus	44
Tabel 4. 3 Hasil Tanpa Beban	46
Tabel 4. 4 Hasil Pakai Beban Lampu 5W	46
Tabel 4. 5 Hasil Pakai Beban Kipas Angin	47
Tabel 4. 6 Hasil Sudut dan Intensitas Cahaya	50
Tabel 4. 7 Pengujian Sudut Panel	50
Tabel 4. 8 Pengujian Intensitas Cahaya	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komponen Mikrokontroler	7
Gambar 2. 2 <i>Firebase Analytics</i>	8
Gambar 2. 3 <i>Firebase Cloud Messaging</i>	9
Gambar 2. 4 <i>Firebase Authentication</i>	9
Gambar 2. 5 <i>Firebase Cloud Firestore</i>	10
Gambar 2. 6 <i>Firebase Realtime Database</i>	11
Gambar 2. 7 <i>Firebase Hosting</i>	11
Gambar 2. 8 Software Android Studio	12
Gambar 2. 9 Sel Surya	13
Gambar 2. 10 Node MCU ESP32	14
Gambar 2. 11 Solar Charger Controller	15
Gambar 2. 12 Baterai Aki	15
Gambar 2. 13 Router	16
Gambar 2. 14 Inverter	16
Gambar 2. 15 Motor Servo	17
Gambar 2. 16 Relay	18
Gambar 2. 17 Sensor LDR	19
Gambar 2. 18 Sensor Arus	19
Gambar 2. 19 Sensor Tegangan	20
Gambar 3. 1 Flowchart Sistem Monitoring	30
Gambar 3. 2 Flowchart Sistem Kontrol	31
Gambar 3. 3 Rangkaian Perangkat Keras Keseluruhan	32
Gambar 3. 4 Arsitektur Umum	35
Gambar 3. 5 Perancangan Software	36
Gambar 3. 6 Data Flow Diagram	38
Gambar 3. 7 <i>Wireframe Splash Screen</i>	39
Gambar 3. 8 <i>Wireframe Home Screen</i>	40
Gambar 3. 9 <i>Wireframe History</i>	41
Gambar 3. 9 <i>Wireframe History</i>	41
Gambar 3. 7 <i>Wireframe Splash Screen</i>	48
Gambar 3. 9 <i>Wireframe History</i>	48
Gambar 4. 1 Rata-Rata Sensor Tegangan	43
Gambar 4. 2 Rata- Rata Multimeter	44
Gambar 4. 3 Nilai Rata-Rata Sensor Arus	45
Gambar 4. 4 Rata-Rata Multimeter	45
Gambar 4. 5 Nilai Rata-Rata	48
Gambar 4. 6 Pengujian Firebase	48
Gambar 4. 7 Halaman <i>Splash Screen</i>	57
Gambar 4. 8 Halaman <i>Home Screen</i>	58
Gambar 4. 9 Halaman <i>History</i>	58

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banyak orang di dunia menggunakan energi listrik., dan sangat penting untuk kehidupan modern. Ada perbedaan muatan antara dua titik pengantar, yang menghasilkan energi listrik. Energi cahaya, Salah satu jenis energi listrik yang dapat dihasilkan dari berbagai sumber, juga disebut energi surya, termasuk bahan bakar, air, panas, angin, dan cahaya. Energi cahaya atau surya ini dapat merubah menjadi energi listrik, tetapi energi listrik yang didapatkan tidak sebesar energi yang didapat dari energi lainnya, karena penggunaanya terbatas. Energi cahaya ini didapatkan dari sinar matahari namun tidak bisa menghasilkan energi yang selalu ada di seluruh Bumi. Penggunaan energi cahaya di buat menjadi energi listrik lalu digunakan untuk mengisi baterai sepanjang siang dan digunakan pada malam hari agar manusia dapat menggunakannya.

Internet sudah menjadi bagian esensial yang melekat pada sebagian besar manusia di Bumi. Salah satu penerapan penggunaan internet dalam kehidupan sehari-hari melalui teknologi *Internet of Things* (IoT) yang tertanam di rumah pintar, jaringan pintar, pendidikan, komunikasi, bisnis, pertanian, layanan pemerintah, dan energi (Al-Fuqaha *et al.*, 2015). Dengan memanfaatkan internet, sistem yang terintegrasi IoT memiliki keunggulan berupa kemudahan pengelolaan perangkat yang terhubung secara real time serta pengendalian perangkat dari jarak jauh, sehingga meningkatkan efisiensi pengguna dalam pengelolaannya.

Menanggapi hal tersebut solar panel digunakan sebagai solusi baru untuk sumber energi listrik terbarukan yang memanfaatkan kekurangan dari tenaga listrik. Panas yang terbuang diambil melalui proses konduksi panas pada plat semikonduktor yang bertujuan untuk menyimpan energi panas yang akan dimanfaatkan untuk menciptakan perbedaan suhu yang konstan untuk meningkatkan produktivitas dari solar panel. Untuk meningkatkan akses penggunaan maka dimanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk mengontrol dan mengamati perangkat dengan penggunaan mikrokontroler ESP 32 yang terkoneksi dengan *smartphone* untuk memberikan akses kontrol pengguna ke pembangkit listrik. Maka dibuatlah sebuah prototipe yaitu Pembangkit Listrik yang dilengkapi dengan sensor Ldr, sensor tegangan, dan sensor arus. Untuk menampilkan keluaran listrik yang sesuai ukuran skala kecil dengan harga

yang terjangkau.

Sumber energi baru harus menghasilkan banyak energi, terjangkau, dan tidak berdampak negatif terhadap lingkungan. Akibatnya, penggunaan energi matahari secara tidak langsung dan langsung melalui penggunaan panel surya, yang dapat menghasilkan energi listrik dari sinar matahari. Teknologi panel surya dikenal sejak lama sebagai penangkap panas yang mengumpulkan panas dari matahari.

Pada penelitian sebelumnya, rancangan solar cell ini dapat menghasilkan energi yang berbeda yang sesuai dengan mengikuti posisi arah cahaya. Akan tetapi sistem pada alatnya masih secara manual dengan langsung dikontrol di tempat, sehingga butuh dikembangkan agar sistem bisa dilakukan dari jarak jauh. Solar cell ini sudah cukup dalam penggunaanya namun disisi lain perkembangan zaman harus dilengkapi agar dapat lebih baik lagi penggunaannya. Dalam mengembangkan solar cell ini membutuhkan adanya perubahan pada sisi mikrokontroler supaya bisa dihubungkan pada perangkat agar dapat terhubung dari jarak jauh. Untuk mempermudah dalam kontrol dan monitoring yaitu dengan menggunakan smart phone.

Penelitian ini membuat aplikasi berbasis Internet of Thing (IoT) untuk mempermudah dalam mengontrol dan memonitor intensitas tegangan arus dan daya *solar cell* tersebut. Pada sistem monitoring pada aplikasi berfungsi untuk menampilkan besarnya tegangan arus dan daya oleh alat *solar cell*. Sedangkan pada sistem aplikasi kontrol dapat turn on off lampu dan kipas angin dengan menggunakan rellay lalu memutuskan tegangan aliran listrik. Aplikasi ini menggunakan smart phone dan dihubungkan pada mikrokontroler melalui internet dan data yang dikirim melalui Firebase. Sehingga memudahkan dalam mengontrol dan memonitor dari jarak jauh.

1.2 Rumusan Masalah

Solar panel tracking adalah alat yang bisa mendeteksi pergerakan dari sinar matahari sebagai sumber energi yang terkoneksi dengan mikrokontroler untuk memonitoring dan mengontrol nilai tegangan, arus, daya, dan rellay yang berbasis internet of things (IoT). Menciptakan aksesibilitas yang lebih baik bagi pengguna dengan memungkinkan kontrol jarak jauh terhadap pembangkit listrik solar cell melalui aplikasi android, mengintegrasikan teknologi Internet of Things (IoT) dengan sensor LDR, sensor tegangan, dan sensor arus untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi sistem pembangkit listrik solar cell, memungkinkan pengguna untuk mengontrol dan memonitor sistem ini

dari jarak jauh.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam kegiatan ini adalah:

1. mengembangkan sebuah pembangkit listrik energi terbarukan yang bersumber dari cahaya dan panas matahari. Membuat aplikasi monitoring dan controling melalui smartphone untuk meningkatkan produktivitas energi listrik yang dihasilkan.
2. Sebagai inovasi pembangkit listrik yang terhubung satu sama lain dengan kendali *Internet of Things* sehingga dapat berbagi daya satu sama lain ketika diantara pembangkit membutuhkan daya yang lebih untuk dikonsumsi.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah untuk mencegah meluasnya ruang lingkup permasalahan dalam penelitian ini adalah:

1. Menggunakan smart phone android sebagai pengontrol dan pemonitor solar cell melalui aplikasi yang dibuat.
2. Menggunakan Firebase sebagai database untuk mengirimkan data.
3. Menggunakan ESP 32 sebagai mikrokontroler pada alat solar cell.
4. Software yang digunakan untuk membuat aplikasi adalah Android Studio.
5. Menggunakan solar panel 10WP mono.

1.5 Manfaat Penelitian

Peningkatan kinerja pada Penelitian ini, juga berfokus dalam inovasi teknologi Pembangkit Listrik *Solar Cell*. Dengan mengembangkan aplikasi android berbasis IoT yang terintegrasi dengan panel surya. Penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan kinerja sistem, efisiensi konversi energi, dan daya tahan panel surya terhadap fluktuasi suhu dan kondisi lingkungan.

1.6 Metologi Penelitian

Berikut merupakan tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini:

Studi Literatur

- 1) Tahap ini merupakan tahapan pembelajaran, pencarian dan pengumpulan informasi data yang di butuhkan pada penelitian ini. Adapun referensi terkait adalah tentang membuat aplikasi *monitoring* dan *controling* solar panel,

mengkonversi dari cahaya sinar matahari menjadi aliran listrik, dan penggunaan metode kualitatif yang dapat dari berbagai sumber seperti artikel, jurnal, skripsi, informasi di internet lainnya.

2) Analisis Permasalahan

Beberapa bahan referensi yang telah dikumpulkan pada tahapan sebelumnya dianalisis dalam tahap ini untuk memperoleh pemahaman yang baik dan jelas tentang metode yang digunakan untuk penelitian yaitu kualitatif dalam menyelesaikan permasalahan cahaya sinar matahari menjadi aliran listrik menggunakan aplikasi android.

3) Perancangan Sistem

Langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam tahapan ini yaitu meliputi seluruh perancangan seperti rancangan arsitektur umum penentuan pengujian dan pelatihan dataset serta pembuatan rancangan antarmuka hingga sampai pada hasil akhir yang diperoleh berdasarkan tahapan hasil dari studi literatur dan analisis permasalahan sebelumnya.

4) Implementasi

Pada tahap ini merupakan proses implementasi dari sistem yang telah dirancang dengan melakukan pengujian terhadap model efek *photovoltaic* dimana setiap rancangan proses dibuat dalam susunan kode program agar menjadi sebuah sistem yang *outputnya* sesuai dengan tujuan penelitian.

5) Pengujian Sistem

Pada Bagian ini merupakan hasil dari rancangan sistem yang diimplementasikan setelah dilaksanakan pengujian agar mengetahui sistem yang telah dibuat dapat mendeteksi aplikasi *monitoring* dan *controling* solar panel cahaya sinar matahari menjadi aliran listrik yang dilakukan benar atau salah dengan baik serta sesuai dengan tujuan.

6) Dokumentasi dan Penyusunan Laporan

Dalam tahap ini, merupakan tahapan penelitian melakukan dokumentasi dan menyusun laporan dari hasil keseluruhan yang telah dikerjakan diantaranya seperti analisis,membuat aplikasi perancangan sistem *monitoring* dan *controling* implementasi dan pengujian sistem untuk pemaparan hasil akhir dari penelitian.

1.7 Sistematika Penulisan

Skripsi ini di rangkai dengan lima bagian dengan lima bagian utama dalam proses penulisannya, yaitu:

BAB 1. PENDAHULUAN

Pada pendahuluan skripsi ini, dibahas mengenai latar belakang pemilihan judul yang berfokus pada "Pengembangan Aplikasi Android *Auto Solar Tracking System* Berbasis IoT Pada Inovasi Pembangkit Listrik *Solar cell*". Selain itu, juga disampaikan rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2. LANDASAN TEORI

Penelitian sebelumnya termasuk berbagai teori yang dibahas dalam bab ini, rancangan solar cell ini dapat menghasilkan energi yang berbeda yang sesuai dengan mengikuti posisi arah cahaya. Akan tetapi sistem pada alatnya masih secara manual dengan langsung dikontrol di tempat, sehingga butuh dikembangkan agar sistem bisa dilakukan dari jarak jauh, Penelitian Terdahulu, dan Perbedaan dengan Penelitian Sebelumnya.

BAB 3. ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini, akan dibahas studi tentang arsitektur keseluruhan sistem yang dibuat dengan fungsi kontrol dan monitoring dimana pengguna dapat melakukan pemantauan langsung secara *real time*.

BAB 4. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

Dalam bab ini, akan dijelaskan tentang implementasi sistem yang telah disusun tentang menyajikan hasil dari pengujian sistem.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini, akan diuraikan kesimpulan serta rekomendasi yang dapat diterapkan untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Internet of *Things*

Internet of Things (IoT) adalah suatu teknologi yang memungkinkan benda, mesin, dan komputer untuk saling berhubungan melalui jaringan internet (Atzori et al., 2010). Internet of Things adalah internet yang terhubung ke peralatan atau perangkat. Secara sederhana, ini berarti bahwa peralatan yang biasa digunakan terhubung ke internet.

IoT bekerja dengan menggunakan argumen pemrograman untuk terhubung secara otomatis di mana pun dan tanpa campur tangan manusia. Jika alat tersebut digunakan secara langsung, manusia hanya bertindak sebagai pengatur dan pengawas. Jika digunakan, Internet of Things memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi, melacak, dan memantau secara otomatis secara real time.

2.2 Monitoring dan Kontrol

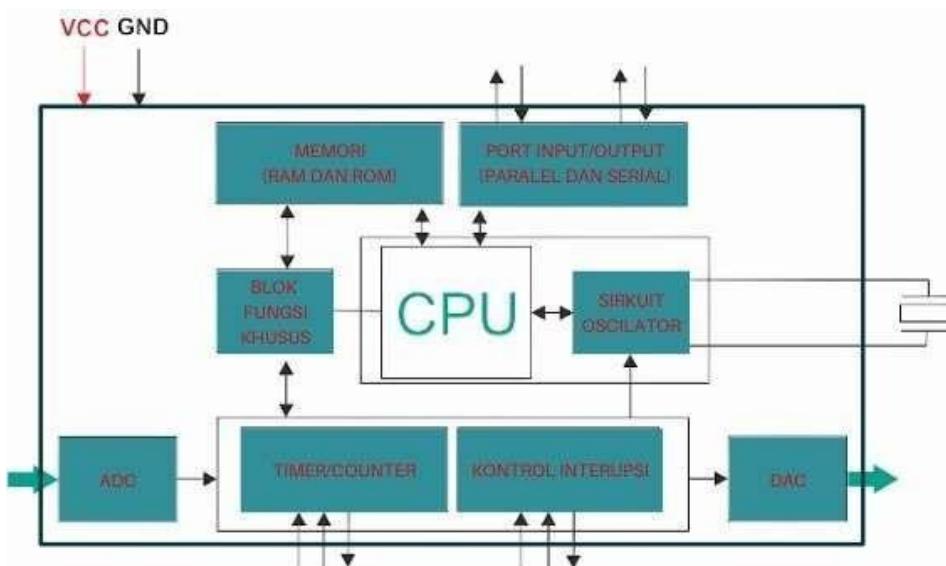
Monitoring adalah proses rutin pengumpulan suatu data yang dipantau setiap perubahan terbaru dari keluaran dan prosedur. Analisis dilakukan dengan tujuan khusus, seperti mengevaluasi proses objek untuk melihat kondisi atau progres agar dapat mempertahankan objek yang sedang berjalan; pemantauan juga dapat memberikan informasi tentang suatu kasus dan kecenderungan. Monitoring ini menyediakan data yang didapat dan data tersebut menjadi dasar untuk dari permasalahan.

Sistem kontrol adalah proses penting dalam mengendalikan, menggerakan, atau mengatur dari suatu sistem. Sistem kontrol ini merupakan pengendalian yang biasa dilakukan sehari-hari seperti menyetir mobil atau menyetir motor, itu akan membutuhkan kendali atau kontrol agar kendaraan tersebut tetep berjalan dan dapat mengatur sesuai ketentuan. Sistem kontrol ini dapat memberikan kemudahan dalam memudahkan pekerjaan rutin pada manusia. Sistem kontrol ini merupakan proses suatu pengendalian terhadap satu atau beberapa variabel. Dalam istilah lain sistem kontrol ini bisa disebut sistem pengatur atau sistem pengendalian.

2.3 Mikrokontroler

Chip disebut mikrokontroler adalah chip yang memiliki kemampuan tentang mengendalikan rangkaian digital dan biasanya menyimpan aplikasi. Mikrokontroler terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*),

memori, beberapa I/O, dan unit pendukung, seperti pengubah analog ke digital (ADC). Salah satu keunggulan utama mikrokontroler ini adalah ketersediaan RAM dan peralatan pendukung I/O, yang memungkinkan penggunaan board mikrokontroler yang sangat kecil. Ditunjukkan pada gambar 2.1



Gambar 2. 1 Komponen Mikrokontroler

(Sumber : <https://mediacenter.itbmg/>)

Mikrokontroler terdiri dari satu chip dan berfungsi sebagai kontrol sistem dengan prosesor, memori, dan I/O yang terintegrasi. Oleh karena itu, Mikrokontroler adalah komputer kecil yang memiliki kemampuan untuk bekerja secara kreatif dan efisien sesuai dengan kebutuhan sistem.

Sederhananya mikrokontroler merupakan otak dari suatu sistem atau perangkat yang dapat berhubung dengan lingkungan sekitar.

2.4 Firebase

Firebase, yang dikenal sebagai BaaS (*Backend as a Service*), adalah layanan yang dibuat oleh Google yang memungkinkan developer aplikasi untuk lebih mudah dan bahkan lebih cepat mengembangkan aplikasi mereka. App developer dapat fokus pada pembuatan aplikasi mereka tanpa memperhatikan backend.

Untuk layanan, Firebase menyediakan layanan trial namun, saat ini dapat menggunakan dan memanfaatkan pelayanan tersebut secara gratis. Pasti dengan batasan tertentu.

2.4.1 Firebase Analytics

Fitur Analytics pada Firebase memungkinkan koleksi data dan laporan untuk aplikasi Android dan iOS. Sebagai contoh, memiliki kemampuan untuk membuat laporan hanya untuk pengguna yang menggunakan aplikasi di Indonesia, atau mungkin dapat melakukannya untuk *user* di negara lain seperti Singapura. Selain itu, dapat melihat elemen aplikasi mana digunakan paling sering oleh pengguna.

Dengan fitur ini, dapat membagi user berdasarkan fitur mereka. Fitur user adalah parameter yang dapat kita gunakan sebagai filter untuk laporan dan, peringatan. Salah satu contohnya, adalah aplikasi toko online. Dengan fitur user dapat mengetahui berapa banyak orang yang membeli ponsel merk "O" atau bahkan jam berapa transaksi yang paling sering dilakukan oleh pengguna. seperti yang terlihat pada gambar 2.2



Gambar 2. 2 Firebase Analytics
(Sumber: Rendi Julianto,2020)

2.4.2 Firebase Cloud Messaging and Notifications

FCM, yang merupakan singkatan dari *Firebase Cloud Messaging*, memungkinkan koneksi server-to-device yang cepat dan hemat baterai. karena integrasi penuh pesan notifikasi ini dengan Google Analytics untuk Firebase dapat mengirim dan menerima pesan dan notifikasi tanpa biaya di Android, iOS, dan web. Ini memungkinkan melacak interaksi dan mengawasi konversi tanpa harus membuat program sendiri. Lihat gambar 2.3



Gambar 2. 3 Firebase Cloud Messaging

(Sumber: Rendi Juliarto,2020)

2.4.3 Firebase Authentication

Firebase Authentication adalah layanan back-end yang memiliki antarmuka yang siap pakai yang membantu mengautentikasi pengguna ke aplikasi. fitur untuk Android dan iOS, dan SDK yang mudah digunakan. Firebase Authentication, memungkinkan autentikasi menggunakan nomor telepon, sandi, dan menyediakan identitas umum seperti Facebook, Google, dan lainnya.

Authentication Firebase terkait dengan standar industri seperti OAuth 2.0 dan OpenID Connect. Digunakan oleh sistem ini untuk mempermudah integrasi dengan backend khusus buatan sendiri. seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.4

Identifier	Providers	Created	Signed In	User UID
[REDACTED]@gmail.com	✉	17 Feb 2020	17 Feb 2020	[REDACTED]
[REDACTED]@gmail.com	✉	18 Feb 2020	18 Feb 2020	[REDACTED]

Gambar 2. 4 Firebase Authentication

(Sumber: Rendi Juliarto,2020)

2.4.4 Firebase Cloud Firestore

Database Cloud Firestore berfungsi sebagai Firebase dan Google Cloud Platform yang dapat digunakan untuk menciptakan peranti seperti ponsel, web, dan server. Seperti Database Realtime Firebase, Cloud Firestore memastikan bahwa data pengguna tetap terkoneksi dengan aplikasi pengguna melalui pelacak real-time dan menyediakan layanan untuk diakses secara offline melalui aplikasi seluler dan web. Ini memungkinkan mereka untuk membuat aplikasi yang responsif, kuat, dan berfungsi tanpa bergantung pada kecepatan internet yang lambat. Cloud Firestore adalah database NoSQL yang dihosting di cloud. Aplikasi web, aplikasi iOS, dan aplikasi Android dapat mengaksesnya melalui SDK asli. Gambar 2.5 menunjukkan hal ini.

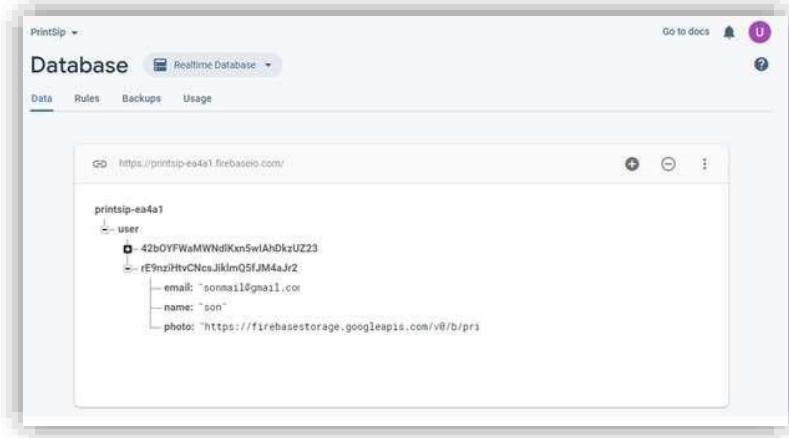


Gambar 2. 5 Firebase Cloud Firestore
(Sumber: Rendi Juliarto,2020)

2.4.5 Firebase Realtime Database

Database *realtime* Firebase dihost di *cloud*. Setiap *user* yang terhubung menerima data yang disinkronkan secara real-time, yang disimpan dan dieksekusi dalam format JSON. Hal ini berfungsi untuk membantu mengelola database yang sangat besar. Saat membuat aplikasi multiplatform/lintas platform menggunakan SDK Android, iOS, dan JS (JavaScript), setiap pengguna akan berbagi instance Database Realtime dan secara otomatis menerima update data.

Karena SDK Firebase Realtime Database menyimpan data ke memori lokal atau disk device, kemampuan Firebase Realtime Database lainnya tetap responsif bahkan saat *offline*. Setiap perubahan akan diinformasikan ke perangkat pengguna (*user*) setelah perangkat terhubung ke internet. Gambar 2.6 menunjukkan hal ini.



Gambar 2. 6 Firebase Realtime Database

(Sumber: Rendi Juliarto,2020)

2.4.6 Firebase Hosting

Selain itu, ada Firebase Hosting, suatu layanan yang memungkinkan hosting konten web. Mereka dapat memulai aplikasi web dan mengirimkan konten statis dan dinamis ke jaringan penayangan konten global (CDN) dengan mengikuti satu instruksi. Salah satu manfaat Firebase Hosting adalah mendukung pengiriman konten yang cepat untuk berbagai jenis konten, mulai dari file HTML dan CSS hingga API atau layanan mikro Express.js.

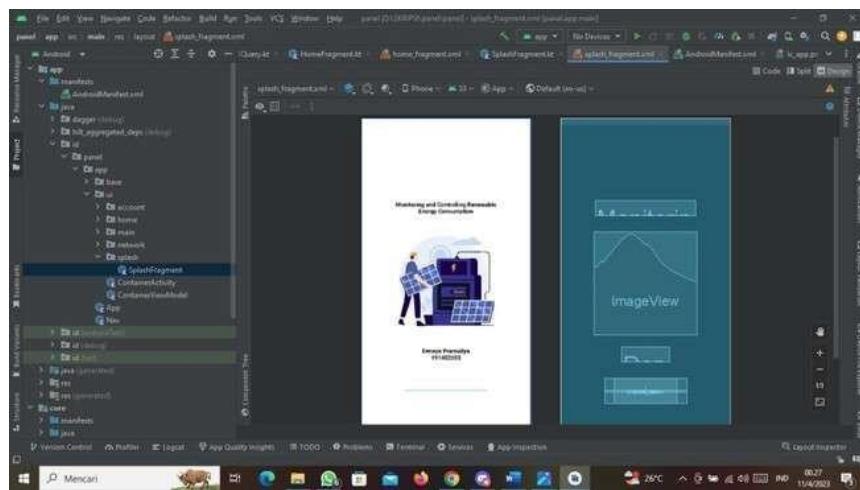


Gambar 2. 7 Firebase Hosting

(Sumber: Rendi Juliarto,2020)

2.5 Android Studio

Google memperkenalkan Android Studio pada acara Google I/O 2013 sebagai Arduino IDE (Integrated Development Environment). Ini dibangun dari Eclipse IDE dan didasarkan pada IDE Java 6 seperti IntelliJ IDEA. Ini adalah Asisten pengembangan aplikasi Android resmi. Gambar 2.8 menunjukkan hal ini



Gambar 2. 8 Software Android Studio

Berbeda dengan IDE Eclipse, Android Studio memiliki banyak fitur baru. Selain itu, berbeda dengan IDE Eclipse yang menggunakan Ant, Android Studio menggunakan Gradle sebagai lingkungan pembuatan.menggunakan *Gradle* sebagai lingkungan pembuatan.

2.6 Solar Panel

Sistem yang terdiri dari bagian-bagian dari modul-modul surya yang digabungkan menjadi satu panel disebut panel surya. Sistem ini menghasilkan energi listrik dari energi matahari, yang dapat digunakan untuk memenuhi permintaan energi setiap hari. Ini karena panel surya adalah pembangkit listrik yang beroperasi secara sendiri dan mampu menghasilkan lebih banyak energi daripada yang dihasilkan oleh sumber lain.

Sebagai solar cell, hamparan semi konduktor menyerap photon dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Potongan silikon yang sangat kecil terdiri dari sel surya, yang dilapisi dengan bahan kimia khusus untuk membentuk dasar. Biasanya, sel surya memiliki ketebalan kurang dari 0,3 milimeter dan terdiri dari irisan bahan semikonduktor yang memiliki kutub positif dan negatif. Semikonduktor berjenis "P" (positif) dan "T" (negatif) adalah sambungan atau fungsi di antara dua lapisan tipis bahan semikonduktor. Di bagian P, lapisan nikel berbentuk cincin membentuk terminal keluaran positif karena lapisan nikel jenis P sangat tipis.

Panel surya sering digunakan sebagai alternatif energi untuk mengimbangi kenaikan harga listrik konvensional dan non subsidi. Energi matahari adalah sumber utama, gratis. Indonesia sangat kaya akan sumber energi surya karena lokasinya di garis khatulistiwa. Intensitas radiasi matahari rata-rata setiap hari sekitar 4,8 kilowatt jam

permeter persegi. Dapat menghemat tagihan listrik dengan memaksimalkan penggunaan energi surya sebagai sumber energi alternatif untuk organisasi, perindustrian, dan rumah tangga. Dapat mengalokasikan dana yang simpan dari penghematan listrik untuk keperluan lain. Menurut informasi praktis, teknologi panel tenaga surya dapat menurunkan biaya listrik hingga 50%.

Teknologi fotovoltaik, juga dikenal sebagai panel surya, menggunakan radiasi matahari untuk menghasilkan energi listrik. Energi ini akan disimpan dalam baterai, yang dapat Anda gunakan untuk berbagai perangkat elektronik sesuai kebutuhannya. Gambar 2.9 menunjukkan hal ini.



Gambar 2.9 Sel Surya

(Sumber: Aditya Nur,2022)

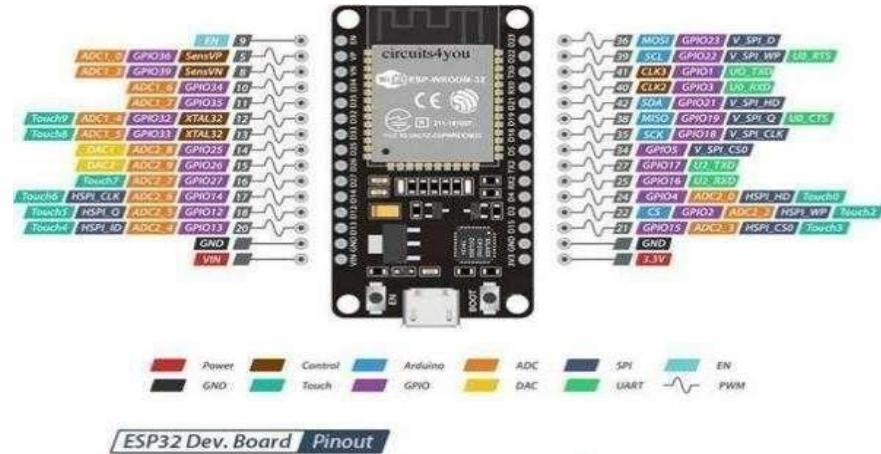
2.7 ESP 32

ESP32 adalah sebuah modul mikrokontroler berbasis Wi-Fi dan Bluetooth yang diproduksi oleh perusahaan elektronik asal Tiongkok, *Espressif Systems*. Modul ini dapat terhubung secara nirkabel dengan sangat baik, pengolahan data, dan kontrol yang membuatnya ideal untuk digunakan dalam berbagai aplikasi IoT. Selain itu, ESP32 juga dilengkapi dengan fitur-fitur seperti sensor dan kemampuan untuk berkomunikasi dengan perang lainnya melalui jaringan Wi-Fi atau Bluetooth.

ESP32 memiliki kemampuan yang lebih baik dibandingkan dengan ESP8266, dengan dukungan untuk protokol Wi-Fi yang lebih baik *Bluetooth Low Energy* (BLE), serta kemampuan pengolahan sinyal digital dan analog yang lebih baik. Mikrokontroller ini sudah menjadi dasar yang sempurna untuk IoT.

Selain itu, ESP32 juga memiliki fitur keamanan yang diperbarui, seperti kemampuan untuk menjalankan kode dari dalam memori *flash* dan dukungan untuk enkripsi SSL/TLS. Hal ini memungkinkan ESP32 untuk dapat menjalankan aplikasi yang lebih kompleks dan memerlukan lebih banyak sumber daya.

ESP32 sangat populer di kalangan pengembang IoT dan digunakan untuk berbagai macam aplikasi, seperti sensor suhu, pemantauan lingkungan kendali pintu gerbang, sistem keamanan, dan lain sebagainya. Dapat dilihat pada gambar 2.10



Gambar 2. 10 Node MCU ESP32

(Sumber: Fadhlwan Muhammad,2018)

2.8 Solar Charger Controller

Controller pengisian surya mengontrol tegangan maksimum dan minimal baterai untuk menjaga keseimbangan energi. Selain itu, alat ini melindungi sistem dari pengisian baterai yang berlebihan, yang dikenal sebagai *overcharge*, pengisian berlebih (*over discharge*) baterai oleh beban, mencegah arus balik ke modul surya, dan melindungi dari hubungan.

Alat pengontrol pengisian yang dikenal sebagai pengontrol pengisian PWM (modulasi lebar pulsa) berfungsi untuk mengecas panel surya aki dengan menggunakan modulasi frekuensi untuk mengontrol berlangsungnya waktu pengisian. Saat Aki semakin dekat dengan kondisi terisi penuh, Metode PWM akan secara bertahap menurunkan jumlah daya yang masuk ke baterai untuk mengurangi stres yang ditimbulkan pada aki. Alat pengecas PWM yang murah dan tersedia dalam berbagai ukuran untuk berbagai aplikasi.

Salah satu kontroler PWM memiliki keterbatasan: kapasitas alat PWM biasanya hanya 60 amper, dan tegangan pengecas harus sesuai dengan tegangan bank baterai. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.11, ini adalah keterbatasan kontroler PWM.



Gambar 2. 11 Solar Charger Controller

(Sumber: Fadhlhan Muhammad, 2018)

2.9 Baterai (Aki kering)

Accumulator digunakan pada solar cell sebagai alat penyimpanan energi listrik. Mereka biasanya digunakan untuk menyalakan rangkaian kelistrikan di tempat di mana tidak ada sumber listrik. Seperti yang terlihat pada gambar 2.12



Gambar 2. 12 Baterai Aki

(Sumber: [Baterai Aki - Bing images](#))

2.10 Router

Router adalah alat yang digunakan untuk menciptakan hubungan beberapa jaringan yang lebih kecil hingga sebuah jaringan lebih luas yang dikenal sebagai kerja di internet, atau membagi sebuah jaringan dengan orang lain yang sangat besar ke dalam beberapa jaringan kecil. Proses routing terjadi di lapisan 3 stack protokol (jaringan, seperti Internet Protocol). *Open Systems Interconnection (OSI)* (Ridwan, 2017). Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.13



Gambar 2. 13 Router
(Sumber: Fadhlhan Muhammad,2018)

2.11 Inverter

Salah satu komponen elektronik adalah inverter. Dapat mengubah arus listrik DC (searah) menjadi arus AC atau sebaliknya. Dengan perkembangan, inverter ini dapat digunakan untuk mengubah arus listrik menjadi frekuensi yang diinginkan dan juga dapat mengubah daya ke frekuensi.

Jika digunakan di daerah dengan pasokan listrik yang sangat terbatas, inverter ini sangat bermanfaat karena dapat mengubah arus listrik DC yang berasal dari baterai, sel surya, aki, atau sumber lain menjadi arus listrik bolak-balik atau AC. Dengan demikian, arus ini dapat digunakan untuk menjalankan berbagai jenis alat elektronik, seperti setrika, mesin cuci, kipas angin, dan lain-lain.

Alat ini akan membuat listrik tersebar di seluruh Indonesia. Panel surya dapat menghasilkan listrik setiap hari di Indonesia, dan inverter ini dapat mengubah arus listrik. Tidak perlu menunggu PLN; ini lebih hemat biaya dan tentu saja lebih ramah lingkungan. Seperti yang di tunjukkan pada gambar 2.14



Gambar 2. 14 Inverter
(Sumber: Fadhlhan Muhammad, 2018)

2.12 Motor Servo

Motor servo adalah aktuator atau perangkat putar (motor) yang memiliki sistem kontrol *feedback loop* tertutup (*loop tertutup*) untuk memastikan dan menentukan sudut poros keluaran motor. Motor servo digunakan untuk berbagai tujuan, seperti sistem pelacakan, peralatan mesin, dan sebagainya. Daya mereka berkisar dari beberapa watt hingga ratusan watt. Dua jenis motor servo berbeda adalah AC dan DC.

Sementara motor servo AC yang kuat cocok untuk banyak motor servo DC yang lebih baik untuk aplikasi industri. Ini karena motor servo AC dapat menangani beban atau arus yang lebih besar. Motor servo AC dua fasa digunakan untuk aplikasi berdaya rendah, dan motor servo AC tiga fasa digunakan untuk aplikasi berdaya tinggi. Motor servo dibuat dengan sangat presisi dan akurasi sehingga pengguna memiliki banyak kontrol.

Pulse Wide Modulation/PWM diberikan ke motor servo melalui kabel pengendalian. Ketika Durasi "denyut" atau pulse, posisi sudut putaran poros motor servo akan ditentukan. Poros motor servo akan bergerak dan tetap berada di posisinya. Ketika seseorang Motor servo akan mencoba menahan atau melawan torsi besar saat mencoba memutar atau mengubah posisi. Karena sinyal "denyut" yang diulang setiap 20 milisecond (atau milidetik), posisi motor servo tidak akan tetap diam selamanya. Seperti yang di tunjukan pada gambar 2.15



Gambar 2. 15 Motor Servo
(Sumber: Miftachul Ulum dkk, 2019)

2.13 Relay

Komponen elektronika yang dikenal sebagai relay memiliki kemampuan untuk berfungsi ketika dihubungkan ke arus listrik. Komponen penyusun relay terdiri dari *coil*, tuas, saklar dan pegas (Saleh & Haryanti, 2017). Cara kerja relay adalah dengan

memberikan tegangan ke *coil* yang akan menarik dan melepas tuas sehingga terjadi hubungan arus listrik pada kutub saklar. Ada 2 kutub saklar yang memiliki fungsi yang berbeda, yaitu kutub *Normally Close* (NC) yang merupakan kondisi selalu tertutup saat sebelum dialirkan arus listrik, dan kutub lainnya adalah *Normally Open* (NO) yang selalu dalam kondisi terbuka sebelum diberikan arus listrik seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.16



Gambar 2. 16 Relay

(Sumber: Saleh & Haryanti, 2017)

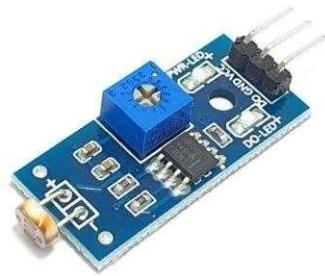
2.14 Sensor

Sensor biasanya digunakan untuk mengidentifikasi selama proses pengukuran atau pengendalian karena dapat mengubah besaran mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi tegangan dan arus listrik.

2.14.1 Sensor LDR (light Dependent Resistor)

Salah satu bagian resistor, LDR memiliki nilai resistansi yang berubah seiring intensitas cahaya yang mengenainya. Dengan kata lain, semakin banyak cahaya yang mengenainya, nilai resistansinya lebih rendah, dan semakin sedikit cahaya yang mengenainya, nilai resistansinya lebih tinggi, yang berarti bahwa arus listrik terhambat.

Nilai resistansi sensor LDR biasanya 200 Kilo Ohm di tengah kegelapan dan 500 Ohm ketika terkena cahaya. Oleh karena itu, wajar saja jika komponen elektronik yang peka cahaya ini sering digunakan sebagai sensor alarm, penerang jalan, dan lampu kamar tidur, seperti yang terlihat pada gambar 2.17

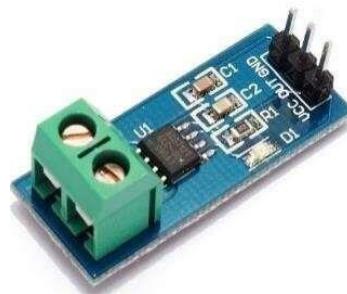


Gambar 2.17 Sensor LDR

(Sumber: Akbar, Muhari, 2019)

2.14.2 Sensor Arus

Sensor arus menggunakan alat, komponen, atau komponen yang dapat mendeteksi arus listrik melalui kabel dan menghasilkan sinyal yang proporsional dengan nilai arus yang dilihat. Sinyal bisa berupa tegangan analog atau data digital., dan dapat digunakan untuk mengukur besaran arus. Sinyal ini dapat disimpan dalam penyimpanan seperti server untuk analisis atau pengendalian. Seperti yang di tunjukkan pada gambar 2.18



Gambar 2.18 Sensor Arus

(Sumber: Fadhlwan Muhammad, 2018)

2.14.3 Sensor Tegangan

Sensor yang mengukur elektrik digunakan tentang menghitung kualitas voltase masuk ke fase dan memahami besarnya tegangan yang terjadi antar fasa. Untuk membuatnya, rangkaian pembagi tegangan, transformasi langkah bawah, dan kumpulan penyearah digunakan. Rangkaian sensor Tegangan mengambil tegangan ke sistem pengukuran. Dalam praktiknya sensor tegangan diletakan paralel terhadap jaringan sumber. (Resnu, 2017) Seperti yang di tunjukkan pada gambar 2.19



Gambar 2. 19 Sensor Tegangan
(Sumber: Fadhlwan Muhammad, 2018)

2.15 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh (Ali Basrah Pulungan dkk,2022) adalah salah satu dari banyak penelitian yang membahas sistem pemantauan waktu nyata di taman panel surya. Mikrokontroller arduino uno dan nodeMCU digunakan untuk melakukan penelitian ini. Dengan menggunakan fungsi multiplexer, Arduino Uno berfungsi sebagai penerjemah sinyal dari empat sensor tegangan dan empat sensor arus. Sementara itu, Arduino Uno berfungsi sebagai penyimpan data, menerjemahkan dan mengatur proses tersebut. Selanjutnya, NodeMCU akan meminta data dari Arduino Uno dan mengirimkannya ke thinger, yang merupakan website pemantauan Internet of Things. Data dikumpulkan dan diukur di lantai 5 gedung baru FT-UNP pada hari Jumat dan Sabtu dari pukul 07.00 hingga 17.00 WIB.

Penelitian berikutnya dilakukan (Rustiawan dkk,2022) mengenai Jika proses monitoring dan pengolahan data dilakukan secara manual, itu membutuhkan waktu yang lama dan menghasilkan hasil yang kurang akurat. Namun, proses pengolahan data yang menggunakan komputer berjalan lebih cepat dan menghasilkan lebih banyak informasi yang lebih akurat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat proses sistem pendataan yang masih dilakukan secara manual menjadi lebih terkomputerisasi dan membuat tampilan interface yang mudah digunakan untuk semua orang.

Selanjutnya ada penelitian dari (Michelin Radina Dkk,2022) Penelitian ini merancang sebuah alat yang tidak hanya dapat mengontrol intensitas cahaya yang dilepaskan dari panel surya sebagai beban, tetapi juga dapat melihat arus dan tegangan yang mengalir melalui smartphone berbasis Internet of Things. Panel surya menopang daya yang akan dialirkkan ke beban, dan baterai aki menjadi tempat.

Penelitian selanjutnya dari (Khairunnisak dkk,2022) Penelitian ini mengembangkan teknologi untuk memantau kebun hidroponik yang berbasis Internet of Things yang dapat diakses melalui smartphone dan melaporkan kadar nutrisi. Hasilnya menunjukkan bahwa aplikasi yang dikembangkan dapat memantau kondisi

kebun hidroponik secara real time. Selain itu, dengan menggunakan teknologi panel surya, kebun hidroponik juga dapat mendapatkan listrik untuk beroperasi tanpa bergantung pada PLN.

Terdapat juga penelitian oleh (Sudirman Syam dkk,2021) Untuk mengatasi masalah sumber daya listrik, perusahaan penjualan dan pembakaran ikan telah menggunakan teknologi solar sel untuk pembakaran ikan pada malam hari sebagai pengganti lampu petromaks. Selain itu, kipas angin yang digunakan untuk membakar ikan memiliki sumber energi yang tersedia. Untuk mengubah tegangan DC menjadi AC, dipasang satu panel sel surya 100 Wp, baterai/aki 140 Ah, dan inverter 1.300 W. Ini menghasilkan peningkatan pendapatan karena kegiatan penjualan dapat dilakukan pada malam hari tanpa mengeluarkan biaya seperti menggunakan minyak tanah untuk lampu petromaks. Dengan kemiringan 250, dapat mengoperasikan hingga 350W. Selanjutnya, lima lampu neon dengan daya masing-masing 11 dipasang dalam kegiatan ini.

Penelitian dengan judul Penggunaan energi surya untuk memantau kualitas udara melalui jaringan sensor nirkabel (Maitsa'a Rafasani et al., 2022). Penelitian ini menyelidiki implementasi SEH pada sistem jaringan sensor nirkabel untuk mendeteksi kualitas udara. SEH menggunakan panel surya untuk mengubah foton sinar matahari menjadi daya yang disimpan pada baterai. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan SEH pada sistem pemantauan kualitas udara dapat membuat baterai bertahan lebih lama, dua kali lebih lama dari masa pakai baterai pada node sensor tanpa SEH. Dalam sistem ini, antarmuka memantau kualitas udara dan kondisi baterai dari masing-masing node sensor.

Penelitian berikutnya berkaitan dengan penerapan teknologi *solar panel* yang dilakukan oleh (Lauhil Mahfudz Hayusman dkk, 2021) pada penelitian ini dilakukan implementasi teknologi panel surya untuk penerangan jalan dan tempat wudhu. Hasil identifikasi di lokasi mitra menunjukkan bahwa beberapa lokasi di lingkungan Musala memiliki penerangannya yang buruk. Bahkan tempat wudhu di sebelah kiri Musala tidak memiliki penerangannya. Tidak diragukan lagi, hal ini akan berdampak langsung pada ketidaknyamanan para jamaah dan meningkatkan kemungkinan kejahanan. Tujuan dari kegiatan pangabdian ini adalah untuk memasang lampu penerangan tenaga surya di beberapa tempat di sekitar Musala dan mengajarkan para pengurus tentang teknologi panel surya.

Selanjutnya penelitian oleh (Mirsad Hyder Shah dkk, 2020) dalam penelitian ini membahas pekerjaan eksperimental yang dilakukan tentang bagaimana IoT dapat memantau daya/tegangan dan produksi saat ini dari sumber energi terbarukan mandiri yaitu panel surya. Makalah ini juga membahas bagaimana meningkatkan efisiensi panel surya dengan mengoreksi sudut kemiringan panel surya. Pemantauan panel surya dilakukan melalui sistem yang saling terhubung menggunakan NodeMCU, Node-RED, Arduino dan saluran MQTT. Pemantauan panel surya dapat dipermudah dengan mengimplementasikan pekerjaan yang diusulkan di pembangkit listrik fotovoltaik (PV). Selain itu pemantauan produksi energi akan sangat meningkatkan kesehatan sistem PV. Peningkatan *output* daya sebesar 24% terlihat setelah koreksi sudut kemiringan yang dikoreksi menggunakan pelacak surya.

Penelitian selanjutnya dari (Mahendra Satria Hadiningrat dkk, 2020) Tujuan penelitian tersebut adalah memberikan pelatihan dan pengembangan diri kepada siswa, terutama di sekolah MA NU Lekok, dan menyediakan bantuan alat panel surya untuk sepuluh titik penerangan jalan di Dusun Semongkrong Barat-Tengah. Diharapkan, setelah pelatihan dan pelatihan rutin, siswa dan masyarakat dusun sudah memiliki kemampuan untuk membuat panel surya secara mandiri dan dapat diperbanyak atau diproduksi secara massal. Panel surya alternatif yang kami kembangkan melalui penelitian terus menerus ini memiliki daya yang lebih kecil dan mampu menghasilkan listrik hingga 100 Watt untuk penerangan atau lampu jalan. Mereka berfungsi dengan baik dan layak digunakan. Memanfaatkan alat kami, terutama di area akses jalan Dusun Semongkrong, dapat mengurangi tingkat kejahatan yang merajalela. Untuk kelanjutan teknis, kami akan mengontrol alat dengan dua hingga tiga kali frekuensi.

Pada penelitian ini dilakukan oleh (T.Asha Rakshana dkk, 2020) membantu mengambil output daya yang efisien dari pembangkit listrik sambil memantau panel surya yang rusak, koneksi, debu yang terakumulasi pada panel yang menurunkan output, dan masalah lain yang memengaruhi kinerja surya. Proyek ini menyajikan desain perangkat keras gerbang rumah jaringan pintar yang mengintegrasikan jaringan rumah pintar agar kompatibel untuk integrasi pv dengan tata surya untuk identifikasi lokasi kesalahan. Jadi di sini mengusulkan sistem pemantauan tenaga surya berbasis IOT otomatis yang memungkinkan pemantauan tenaga surya otomatis dari mana saja melalui internet. Dalam pekerjaan ini sistem berbasis Arduino terintegrasi dengan sensor LDR, CT dan PT untuk mengukur parameter untuk memantau panel surya.

Tabel 2 1 Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Judul	Tahun	Keterangan
1.	Ali Basrah Pulungan dkk	Sistem <i>Monitoring Real Time Pada Solar Panel Park</i>	2022	Penelitian ini adalah salah satu dari banyak penelitian yang membahas sistem pemantauan waktu nyata di taman panel surya. Mikrokontroller arduino uno dan nodeMCU digunakan untuk melakukan penelitian ini. Dengan menggunakan fungsi multiplexer, Arduino Uno berfungsi sebagai penerjemah sinyal dari empat sensor tegangan dan empat sensor arus.
2.	Khairunnisak dkk,	Aplikasi <i>Internet OfThings Monitoring Kebun Hidroponik ModelNft Menggunakan Panel Solar</i>	2022	Penelitian ini mengembangkan teknologi untuk memantau kebun hidroponik yang berbasis Internet of Things yang dapat diakses melalui smartphone dan melaporkan kadar nutrisi. Hasilnya menunjukkan bahwa aplikasi yang dikembangkan dapat memantau kondisi kebun hidroponik secara real time. Selain itu, dengan menggunakan teknologi panel surya, kebun hidroponik juga dapat mendapatkan listrik untuk beroperasi tanpa bergantung pada PLN.
3.	Lauhil Mahfudz Hayusman dkk	Penerapan <i>Teknologi Panel Surya Untuk Penerangan Jalan</i>	2021	pada penelitian ini dilakukan implementasi teknologi panel surya untuk penerangan jalan dan tempat wudhu. Hasil identifikasi di lokasi mitra menunjukkan bahwa beberapa lokasi di lingkungan Musala

No	Penulis	Judul	Tahun	Keterangan
		dan Tempat Wudhu di Musala Da'watul Khair Kota Banjarbaru		memiliki penerangannya yang buruk. Bahkan tempat wudhu di sebelah kiri Musala tidak memiliki penerangannya. Tidak diragukan lagi, hal ini akan berdampak langsung pada ketidaknyamanan para jamaah dan meningkatkan kemungkinan kejahanatan. Tujuan dari kegiatan pangabdian ini adalah untuk memasang lampu penerangan tenaga surya di beberapa tempat di sekitar Musala dan mengajarkan para pengurus tentang teknologi panel surya.
4.	Mahendra Satria Hadiningrat dkk	Edukasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Buatan “ <i>Integrated Solar Panel-Sensitized Solar Cell</i> ” Bagi Madrasah Aliyah NU Lekok dan Masyarakat Dusun Semongkrong, Pasinan, Pasuruan	2020	Tujuan penelitian tersebut adalah memberikan pelatihan dan pengembangan diri kepada siswa, terutama di sekolah MA NU Lekok, dan menyediakan bantuan alat panel surya untuk sepuluh titik penerangan jalan di Dusun Semongkrong Barat-Tengah. Diharapkan, setelah pelatihan dan pelatihan rutin, siswa dan masyarakat dusun sudah memiliki kemampuan untuk membuat panel surya secara mandiri dan dapat diperbanyak atau diproduksi secara massal.
5.	Maitsa'a Rafasani dkk	Aplikasi solar energy harvesting dalam jaringan sensor nirkabel pemantauan	2022	Penelitian ini menyelidiki implementasi SEH pada sistem jaringan sensor nirkabel untuk mendeteksi kualitas udara. SEH menggunakan panel surya untuk

No	Penulis	Judul	Tahun	Keterangan
		kualitas udara		mengubah foton sinar matahari menjadi daya yang disimpan pada baterai. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan SEH pada sistem pemantauan kualitas udara dapat membuat baterai bertahan lebih lama, dua kali lebih lama dari masa pakai baterai pada node sensor tanpa SEH. Dalam sistem ini, antarmuka memantau kualitas udara dan kondisi baterai dari masing-masing node sensor.
6.	Michelin Radina dkk	Sistem Kontrol Beban Dan Monitoring Daya Baterai Pada Panel Surya 50WP Untuk Aplikasi Penerangan Berbasis Internet Of Things	2022	Penelitian ini merancang sebuah alat yang tidak hanya dapat mengontrol intensitas cahaya yang dilepaskan dari panel surya sebagai beban, tetapi juga dapat melihat arus dan tegangan yang mengalir melalui smartphone berbasis Internet of Things. Panel surya menopang daya yang akan dialirkan ke beban, dan baterai aki menjadi tempat.
7.	Mirsad Hyder Shah dkk	<i>IoT Based Efficient Solar Panel Monitoring</i>	2020	dalam penelitian ini membahas pekerjaan eksperimental yang dilakukan tentang bagaimana IoT dapat memantau daya/tegangan dan produksi saat ini dari sumber energi terbarukan mandiri yaitu panel surya. panel surya dengan mengoreksi sudut

No	Penulis	Judul	Tahun	Keterangan
				kemiringan panel surya.
8.	Rustiawan dkk	Sistem Informasi <i>Monitoring</i> Garansi Lampu <i>Solar All In One</i> <i>di PT Signify</i> <i>Commercial</i> <i>Indonesia</i>	2022	mengenai Jika proses monitoring dan pengolahan data dilakukan secara manual, itu membutuhkan waktu yang lama dan menghasilkan hasil yang kurang akurat. Namun, proses pengolahan data yang menggunakan komputer berjalan lebih cepat dan menghasilkan lebih banyak informasi yang lebih akurat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat proses sistem pendataan yang masih dilakukan secara manual menjadi lebih terkomputerisasi dan membuat tampilan interface yang mudah digunakan untuk semua orang.
9.	Sudirman Syam dkk,	Aplikasi Panel <i>Solar Sel</i> Pada Usaha Lapak Ikan Bakar Sebagai Sumber Energi Listrik	2021	Untuk mengatasi masalah sumber daya listrik, perusahaan penjualan dan pembakaran ikan telah menggunakan teknologi solar sel untuk pembakaran ikan pada malam hari sebagai pengganti lampu petromaks. Selain itu, kipas angin yang digunakan untuk membakar ikan memiliki sumber energi yang tersedia.

No	Penulis	Judul	Tahun	Keterangan
10.	T.Asha Rakshana dkk,	Pemantauan Kesalahan Panel Surya IoT Dan Kontrol Dengan Menggunakan Modem WI-FI	2020	Penelitian ini membantu mengambil output daya yang efisien dari pembangkit listrik sambil memantau panel surya yang rusak, koneksi, debu yang terakumulasi pada panel yang menurunkan <i>output</i> , dan masalah lain yang memengaruhi kinerja surya. Penelitian ini menyajikan desain perangkat keras gerbang rumah jaringan pintar yang mengintegrasikan jaringan rumah pintar agar kompatibel untuk integrasi pv dengan tata surya untuk identifikasi lokasi kesalahan.

2.16 Perbedaan Penelitian Terdahulu

Ada beberapa perbedaan dalam penelitian sebelumnya yang mencakup objek penelitian, waktu dan lokasi penelitian, batasan yang digunakan selama penyelidikan juga. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan proses monitoring dan controling pengelolahan data secara automatis membutuhkan sedikit waktu, hasil yang akurat sehingga pengelolahan data yang efektif, yang dimana pada penelitian oleh (Rustiawan dkk, 2022) mengenai Proses *monitoring* dan pengolahan data yang masih manual membutuhkan waktu yang lama, hasil yang kurang akurat sehingga terjadinya pengolahan data yang kurang efisien. Selain itu penulis telah mengembangkan sebuah aplikasi berbasis *Android* untuk mempermudah pengguna dalam menggunakan sistem secara *real-time* dalam penelitian ini. Dengan adanya aplikasi ini, pengguna dapat dengan lebih mudah dan praktis menggunakan sistem dalam waktu nyata.

Selanjutnya, perbedaan pada dari penelitian (Maitsa'a Rafasani dkk, 2022) Penelitian ini menyelidiki implementasi SEH pada sistem jaringan sensor nirkabel untuk mendeteksi kualitas udara. SEH menggunakan panel surya untuk mengubah foton sinar matahari menjadi daya yang disimpan pada baterai. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan SEH pada sistem pemantauan kualitas udara dapat membuat baterai bertahan lebih lama, dua kali lebih lama dari masa pakai baterai pada

node sensor tanpa SEH. Dalam sistem ini, antarmuka memantau kualitas udara dan kondisi baterai dari masing-masing node sensor.

Selanjutnya, perbedaan dari penelitian (T.Asha Rakshana dkk, 2020) Penelitian ini membantu mengambil output daya yang efisien dari pembangkit listrik sambil memantau panel surya yang rusak, koneksi, debu yang terakumulasi pada panel yang menurunkan *output*, dan masalah lain yang memengaruhi kinerja surya.

Perbedaan secara keseluruhan antara penelitian ini dan penelitian sebelumnya terletak pada berbagai aspek. Pertama, fokus penelitian ini adalah pada monitoring dan controling solar panel menggunakan aplikasi berbasis android secara *realtime*. Hal ini merupakan perbedaan signifikan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang mungkin hanya mempertimbangkan alat bahan tertentu bahkan jenis proses pengelolahan data secara automatis atau secara manual.

BAB 3

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Bagian ini akan membahas penelitian dan, pengembangan aplikasi berbasis android yang menggunakan intensitas tegangan arus dan daya solar cell. Tahap awal akan fokus pada sistem monitoring pada aplikasi berfungsi untuk menampilkan besarnya tegangan arus dan daya oleh alat solar cell. Selanjutnya pada sistem aplikasi kontrol dapat turn on off lampu dan kipas angin dengan menggunakan rellay lalu memutuskan tegangan aliran listrik. Rincian mengenai proses pelatihan dan pengujian akan diuraikan di dalam bagian ini juga.

3.1 Analisis Sistem

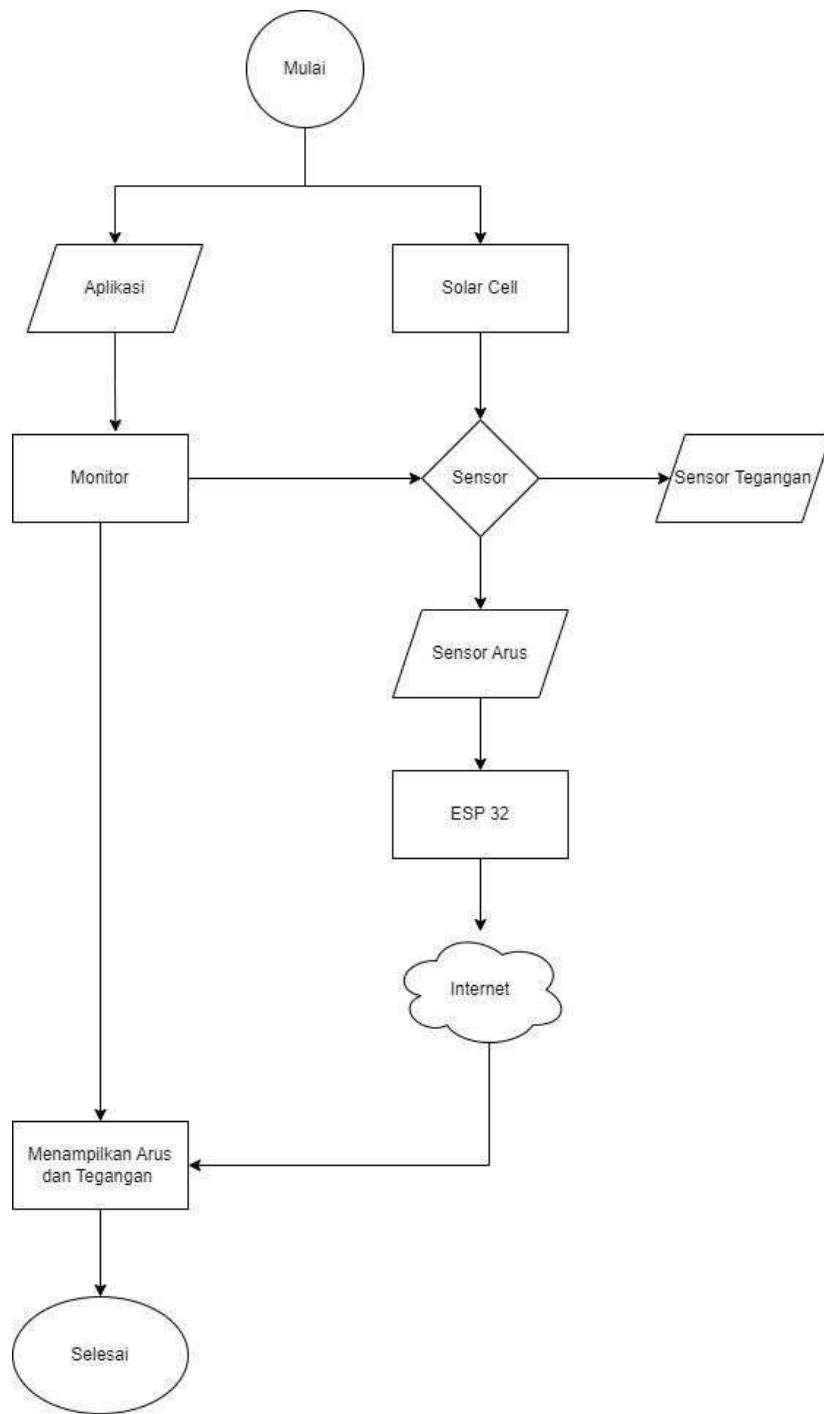
Tahap pertama dalam pembuatan sistem adalah analisis sistem. Memiliki beberapa pembagian kedalam potongan yang lebih sederhana agar nantinya dapat lebih mudah untuk mengidentifikasi masalah yang ingin diselesaikan. Dengan hasil identifikasi dari analisis sistem maka akan didapatkan gambaran konektivitas masing- masing komponen yang akan digunakan sebagai landasan perancangan sistem. Untuk melakukan analisis sistem, akan menggunakan sejumlah langkah, yang akan dijelaskan di bawah ini.

3.1.1 Flowchart

Flowchart merupakan skema yang menunjukkan langkah yang dilakukan untuk menggambarkan suatu program dengan simbol dan garis agar mudah dipahami untuk diterapkan ke dalam bahasa pemrograman.

3.1.2 *Flowchart* Sistem Monitoring

Pada gambar 3.1 merupakan sistem *monitoring* yang dimulai melalui aplikasi dengan perintah monitoring lalu menampilkan data arus, tegangan, dan daya yang diterima oleh aplikasi melalui firebase, sehingga menampilkan data tegangan, arus, dan daya secara *real time*. User memilih monitoring maka aplikasi secara langsung meminta data menuju sensor yang ada pada ESP32. Ada 3 sensor pada solar *cell* tegangan arus dan daya, masing-masing data dikirim melalui internet menuju database, pada database dikirim kembali ke aplikasi, sehingga kita dapat mengetahui data hasil dari sensor tersebut.

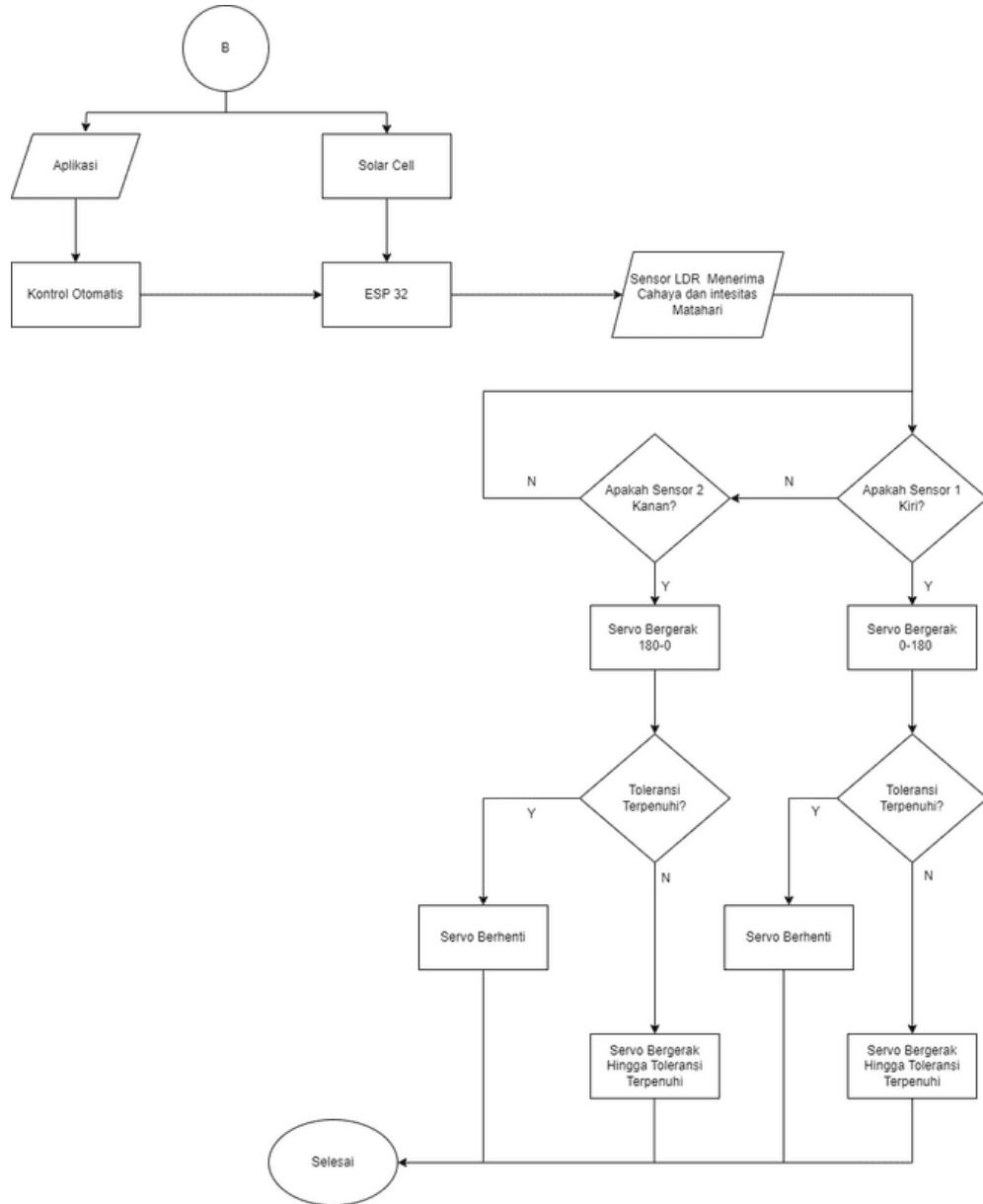


Gambar 3. 1 Flowchart Sistem Monitoring

3.1.3 Flowchart Sistem Kontrol

merupakan *flowchart* sistem kontrol yang menjelaskan proses *controlling* pada *solar cell* dengan mode otomatis. Sistem kontrol ini sesuai dengan perintah dari *user* untuk melakukan pergerakan pada *solar cell*. Gambar 3.3 merupakan proses sistem kontrol otomatis, dimulai dari *user* memberikan perintah melalui aplikasi data dikirimkan melalui *firebase*. ESP 32 menerima data dari *firebase* dan memerintah pada sensor LDR(*Light Dependent Resistor*) untuk mengetahui intensitas cahaya matahari terbesar. Servo bergerak secara otomatis mengikuti intensitas cahaya matahari tertinggi. Ketika

user memilih dari aplikasi untuk mengontrol secara otomatis, maka pada *solar cell* akan bergerak mengikuti arah dari sinar matahari yang intensitasnya tertinggi. Ada 2 sensor LDR(*Light Dependent Resistor*) untuk menggerakan sistem otomatis, dalam penggabungannya dapat dilihat dari *flowchart*. Setiap penggabungan data yang diterima si sensor akan menuju pada servo untuk menggerakan *solar cell* menuju intensitas matahari tertinggi.

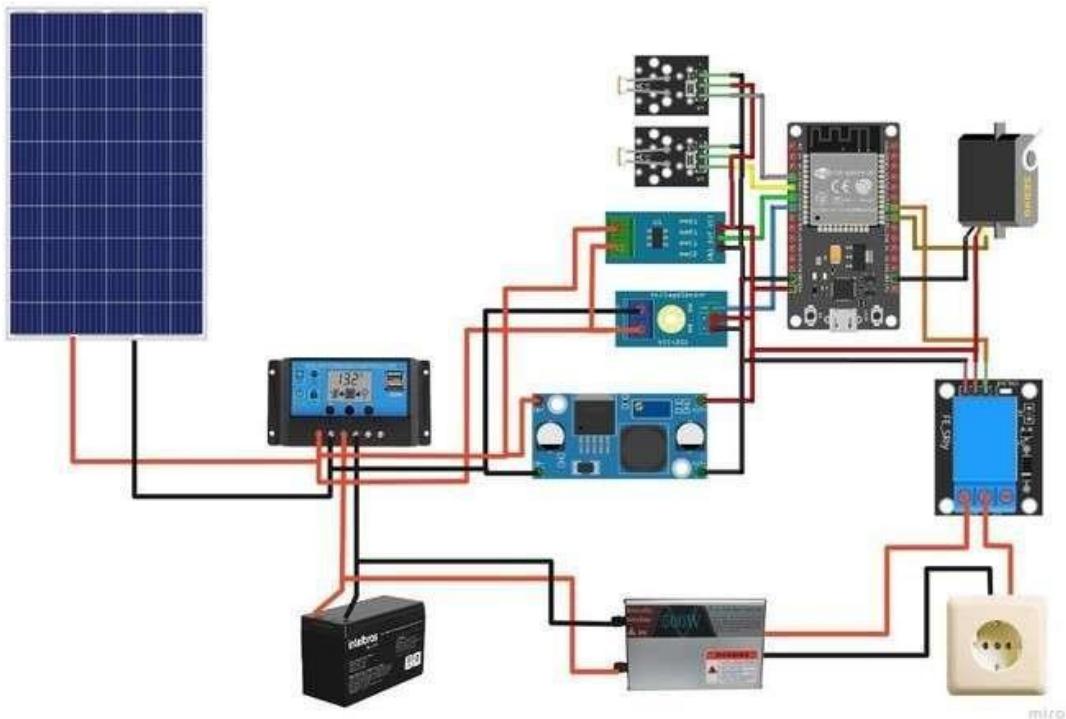


Gambar 3. 2 Flowchart Sistem Kontrol

3.2 Perancangan *Hardware*

sistem yang terdiri dari dua bagian, masing-masing perancangan software dan hardware digunakan untuk merancang penelitian ini. *Hardware* dibangun menggunakan perangkat elektronika sehingga membentuk sebuah sistem *elektronika*. Adapun *software* yang

dibangun adalah aplikasi yang digunakan pada perangkat android dan terintegrasi dengan perangkat keras. *Hardware* dibangun dengan menggabungkan beberapa komponen elektronika seperti *main board*, dan sensor. Perangkat keras dirancang sederhana dengan tujuan memudahkan *user* dalam mengoperasikan perangkat keras. Beberapa kemampuan dari membangun perangkat lunak yaitu untuk menghubungkan *smartphone* dan ESP32, mendapatkan data yang telah diproses dari sensor tegangan dan arus.



Gambar 3. 3 Rangkaian Perangkat Keras Keseluruhan

Keterangan:

Tabel 3. 1 Keterangan Rangkaian Kabel

—	Vcc (Baterai 12 V), Baterai 12 V Diturunkan Ke 5 V Menuju Vin Esp32 Dan Sensor-Sensor
—	Gnd (Ground)
—	Pin Signal Sensor Arus ACS712 ----- Pin 32 Esp32
—	Pin Signal Sensor Tegangan ----- Pin 33 Esp32
—	Pin Signal Sensor Ldr Bawah----- Pin 35 Esp32
—	Pin Signal Sensor Ldr Atas ----- Pin 34 Esp32

	Pin Signal Motor Servo ----- Pin 5 Esp32
	Pin Signal Relay ----- Pin 18 Esp32

3.2.1 Peralatan dan Bahan

Perancangan sistem di atas menunjukkan bahwa pemilihan bahan baku sangat penting untuk keberhasilannya. Berikut beberapa bahan yang digunakan untuk membuat sistem alat *tracking solar cell* diantaranya ialah.

a. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam perancangan sistem monitoring dan kontrol energi listrik dari solar panel berbasis android dan IoT (*internet of things*) ini adalah pada tabel 3.2 berikut.

b. Bahan

Bahan yang digunakan dalam desain sistem monitoring dan kontrol dari Solar panel berbasis android dan IoT (*internet of things*) ini adalah pada tabel 3.3 berikut.

Tabel 3. 2 Daftar Peralatan

Peralatan	Keterangan
Laptop	1 buah
Bor	1 buah
Obeng	1 buah
Solder	1 buah
Tang Potong	1 buah
Lem Tembak	1 buah
Double Tip	1 buah

Tabel 3. 3 Daftar Bahan

Bahan	Keterangan
Panel Surya 10 WP	1 buah, Maximum Power 10 W Maximum Power Voltage 18.57V Maximum Power Current 0.54A Open Circuit Voltage 22.64 Short Circuit Current 0.58A Maximum System

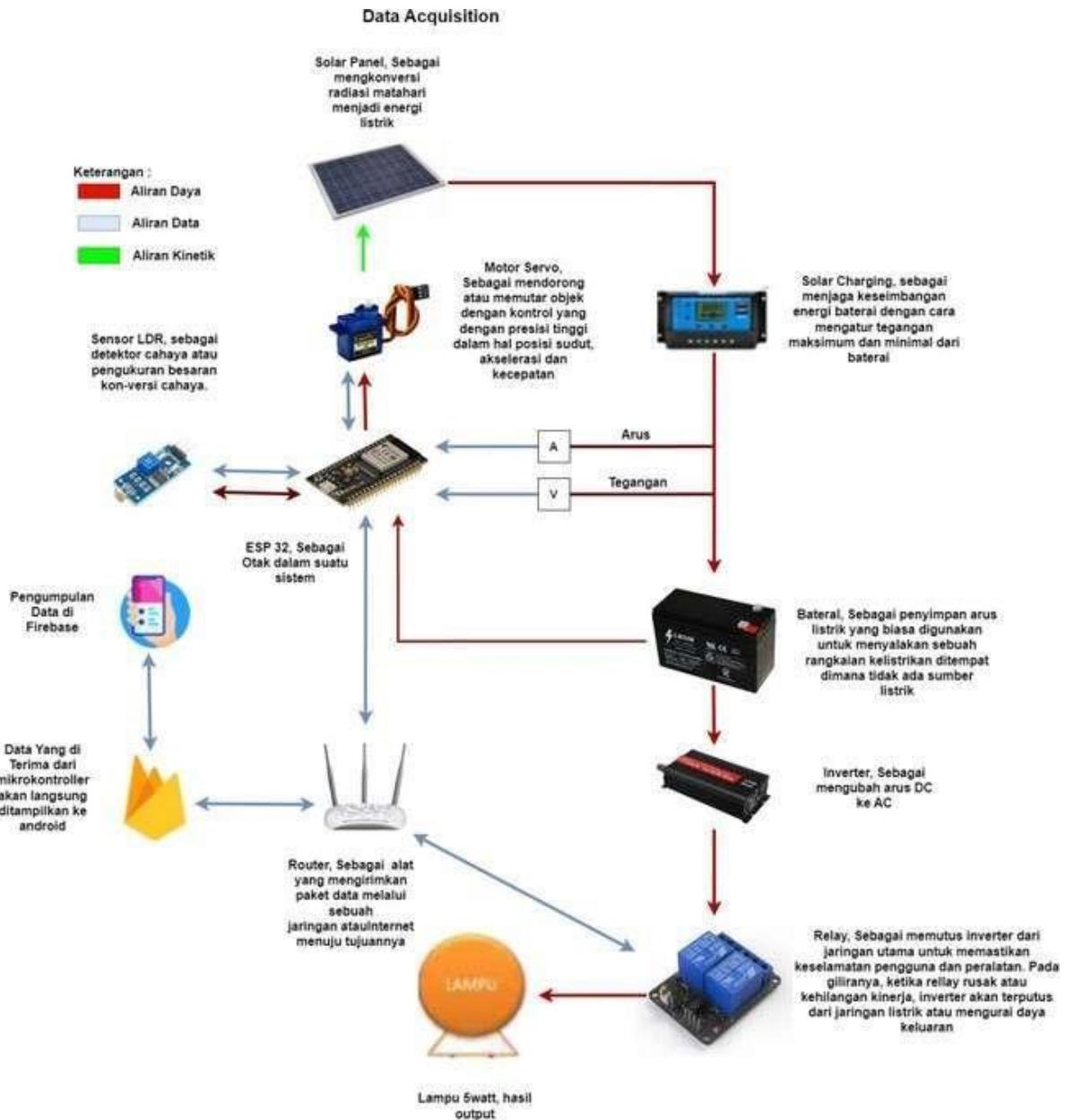
Bahan	Keterangan
	Voltage 715 VDC Maximum Series Fuse 18A Size Solar Panel = 25 x 35cm
SCC (<i>Solar Charge Controller</i>)	1 buah
Inverter 500 Watt	1 buah, Model: SAA-500N (Model baru dari SAA-500W) Tegangan Masukan : 12V Tegangan Keluaran: 220V Daya Rata-rata: 500W Efisiensi: 70% - 80% Perlindungan : Overload beban pemakaian, Proteksi tegangan input ketinggian, Proteksi tegangan input kerendahan, Proteksi suhu panas.
Aki Kering 12 V 7ah	1 buah, Model: SAA-500N (Model baru dari SAA-500W) Tegangan Masukan : 12V Tegangan Keluaran: 220V Daya Rata-rata: 500W Efisiensi: 70% - 80% Perlindungan : Overload beban pemakaian, Proteksi tegangan input ketinggian, Proteksi tegangan input kerendahan, Proteksi suhu panas.
MCB 10 A (<i>Miniatuer Circuit Breaker</i>)	1 buah, Merek: Chint Model: NXB-63 1P Voltage (V): 220 VAC Current (A): 1, 2, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63 Breaking capacity: 6kA Mechanical lifetime: 20,000 times Electrical lifetime: 10,000 times C curve (Electro Magnetic 5 In~10 In) Conform to SNI Standard 04-6507.1-2002, IEC/EN 60898-1
Stop Kontak	1 buah
Lampu 5 Watt	1 buah
ESP 32	1 buah, Operating voltage : 3.3V Input voltage : 7-12V (Vin) Digital IO Pin (DIO) : 25 Analog Input Pin (ADC) : 6

Bahan	Keterangan
	Analog Output Pin (DAC) : 2 UART : 3 SPI : 2 I2C : 3 Flash Memory 4 MB SRAM : 520 KB Clock Speed : 240 Mhz Wi Fi : IEEE 802.11 b/g/n/e/i Mode supported : AP, STA, AP+STA CP2102 USB controller
Sensor Arus ACS712	1 buah, ACS712ELCTR-05B-T Current Sense IC AC/DC Current to Voltage Conversion Accurate Sensing Range: -5A to +5A Current to Voltage Ratio: 185mV/A Operating Voltage: 5V Total Output Error: 1.5% On-board Power Indikator Size: 1.2" x 0.5"
Sensor Tegangan	1 buah, Tegangan input: 0-25v DC Tegangan deteksi: 0.02445-25v DC Ketelitian pengukuran: 0.00489v Ukuran: 25x13mm
Relay	1 buah, Opto-isolated inputs Maximum load : AC 250V/10A, DC 30V/10A Jumlah channel : 2 Working voltage : 5V, active LOW Indication LEDs for Relay output status
Saklar On Off	1 buah
Kabel Penghubung/Pelangi	1 meter
Kabel Penghubung AC	1 meter
Sensor LDR	1 buah, Uses photosensitive resistance sensor Uses LM393 wide voltage comparator Clean signal, good waveform, strong driving ability for more than 15 mA With adjustable potentiometer to adjust light sensitivity Has single mounting hole Visit

Bahan	Keterangan
	Tokoduino dot com Small board PCB size: 3.2 cm x 1.4 cm Operating voltage of 3.3 V to 5 V tduino Output Type: Digital Output (0 and 1) Output Low: when light intensity is higher than set point Output High: when light intensity is lower than set point
Motor Servo	1 buah, Weight: 55 g Dimension: 40.7 x 19.7 x 42.9 mm approx. Gear Type: Tidak full metal gear Stall torque: 9.4 kgfcm (4.8 V), 11 kgfcm (6 V) Degree: max 180 degrees servo rotation Operating speed: 0.17 s/60 (4.8 V), 0.14 s/60 (6 V) Operating voltage: 4.8 V a 7.2 VRunning Current 500 mA - 900 mA (6V) Stall Current 2.5 A (6V) Dead band width: 5us Stable and shock proof double ball bearing design Temperature range: 0C - 55C

3.2.2 Data Acquisition

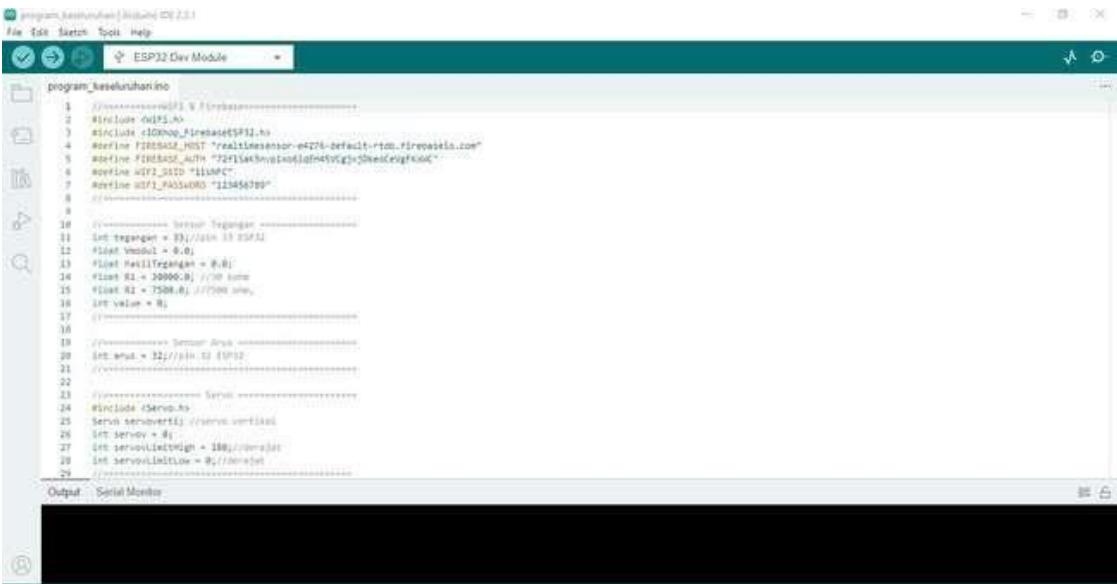
Dalam tahap ini merupakan tahapan awal yaitu tahap untuk melakukan penginputan dan pengumpulan data sistem *monitoring* dan *controlling* yang akan digunakan. Penelitian ini menggunakan data sensor, menghitung daya keluaran dari panel, menggunakan *inverter* pengontrol muatan sebagai entitas terpisah, unit pengondisionan daya dipasang untuk memenuhi tujuan tersebut. Sensor yang di tempatkan di lokasi berbeda digunakan untuk memantau operasi sistem. Tahapan akhir ini setelah semua proses yang dilakukan pada solar panel sistem akan menghasilkan *output* berupa sistem yang dapat menghasilkan daya arus listrik yang bisa di monitoring dan controlling melalui aplikasi *android*.



Gambar 3. 4 Arsitektur Umum

3.2.3 Perancangan Software Pada ESP32

Software yang dirancang menggunakan keluaran IDE Arduino ditulis dalam Java dan dipasang pada NodeMCU sehingga dapat diprogram pada alat. Berikut adalah beberapa tahapan dalam pembuatan program.



Gambar 3. 5 Perancangan Software

3.2.4 Bagian *library*

Pada bagian pustaka, ada file yang dapat melakukan hal-hal lebih di dalam sketch yang penulis buat, agar Arduino dapat bekerja dengan hardware yang digunakan. Didalam library sudah terprogram agar dapat terkoneksi dan menjalakan komponen yang digunakan sesuai dengan library-nya. Padapembuatan hardware ini menggunakan 4 buah library, yaitu :

- a. Arduinojson 5.13 : Library untuk membaca bahasa c++
 - b. IOXhop_FirebaseESP32 : Library untuk menghubungkan Firebase
 - c. Wifi.h : Library dari ESP32 untuk wifi
 - d. Servo.h : Library dari motor Servo

3.2.5 Bagian Deklarasi

Pada bagian ini digunakan untuk menjelaskan variabel yang akan digunakan dalam program utama, serta untuk menambahkan file program yang diperlukan untuk menjalankan program utama.

3.2.6 Bagian Void Setup

Pada bagian void setup () program ini hanya dijalankan sekali saat sistem dihidupkan, sehingga coding-an ini berguna untuk memulai komunikasi data serial. Berikut merupakan codingan-an program yang terdapat pada void setup () .

```

void setup() {
  Serial.begin(115200);

  //===== Sensor Tegangan =====
  pinMode(tegangan, INPUT);
  //=====

  //===== Sensor Arus =====
  pinMode(arus, INPUT);
  //=====

  //===== Servo =====
  servoverti.attach(5); //pin 5 ESP32
  servoverti.write(90);
  //=====

  //=====relay=====
  pinMode(relay,OUTPUT);
  digitalWrite(relay,HIGH);//mati
  //=====

  //=====WiFi & Firebase=====
  WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
  Serial.print("connecting");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.print(".");
    delay(500);
  }
  Serial.println();
  Serial.print("connected: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());

  Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);
  // =====

  delay(100);
}

```

Coding-an ini merupakan komunikasi antara *arduino* dan perangkat agar dapat dijalankan.

3.2.7 Bagian Void Loop ()

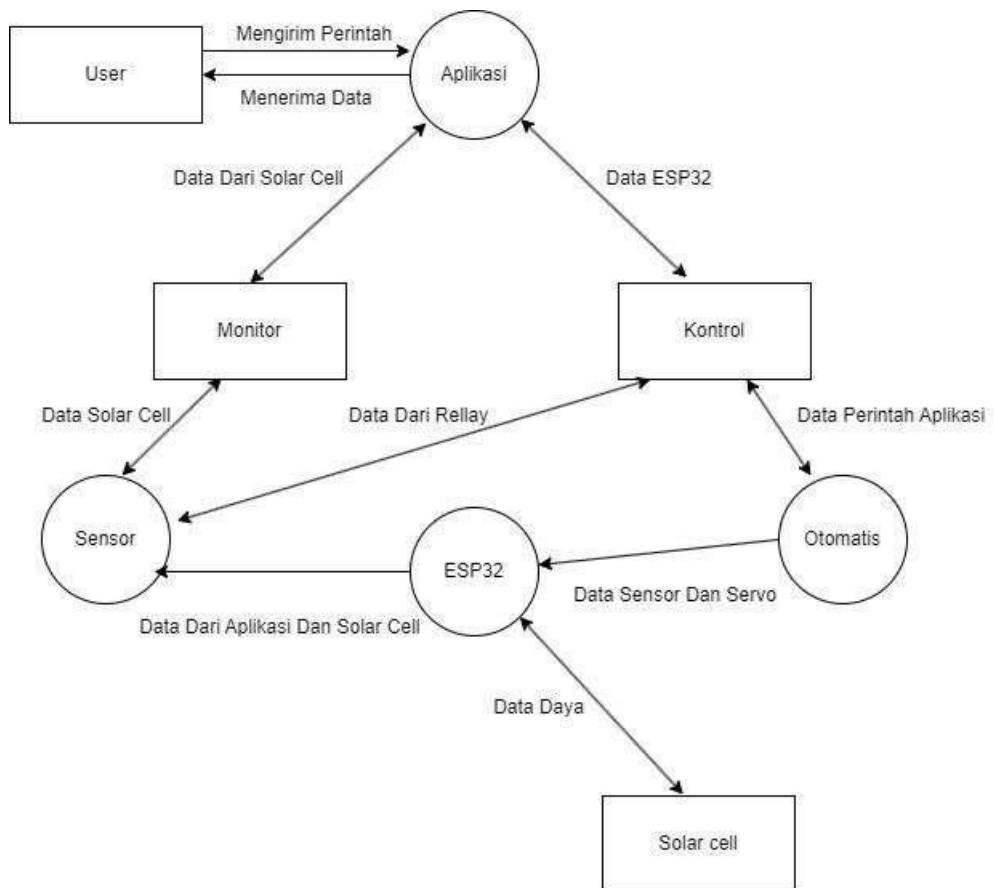
Kode yang terdapat pada void loop () akan dibaca secara terus menerus dan berulang kali oleh arduino. Dalam void loop () terdapat kode yang sangat penting dalam struktur pengendalian suatu perangkat yang terhubung. Dalam pemograman di void loop () jika kondisinya terpenuhi maka akan melaksanakan perintah yang sudah ditentukan. Dalam void loop () ini terdapat banyak perintah yang dikirimkan.

3.3 Perancangan Aplikasi

Aplikasi yang dibuat adalah aplikasi yang ditujukan kepada user yang memiliki alat panel surya yang sudah menggunakan mikrokontroler. Tujuan dari pembuatan aplikasi ini untuk mempermudah dalam pemantauan dan pengendalian panel surya tanpa harus menggunakan tenaga manusia.

3.3.1 Perancangan Sistem

A. Data Flow Diagram.



Gambar 3. 6 Data Flow Diagram

Dalam gambar Data Flow Diagram merupakan alur perintah data dari user, aplikasi dan alat. User mengirim perintah melalui aplikasi dan diterima oleh database. Database meneruskan perintah hingga sampai ke solar cell. Setelah solar cell menerima data, data yang sudah diperoleh oleh solar cell tersebut dikirimkan lagi ke database hingga aplikasi menerima data langsung data hasil dari solar cell. Pada Gambar 3.6 tersebut telah dijelaskan bahwa proses pengiriman data yang dilakukan dari aplikasi ke alat begitu juga sebaliknya.

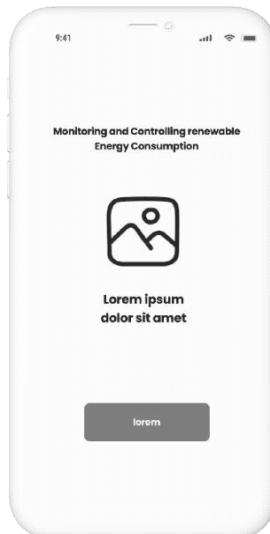
3.4. Rancangan Interface

Pada tahap ini, Penulis membuat dan menjelaskan sistem aplikasi yang menggunakan smartphone berbasis Android yang berbasis Internet of Things (IoT) untuk melacak dan mengontrol panel surya dari jarak jauh dengan menggunakan Rellay pada panel surya, yang menunjukkan tegangan arus dan daya pada aplikasi.

Data tampilan aplikasi diakses melalui internet melalui database Firebase, yang dikirim melalui perangkat mikrokontroler menggunakan ESP32. Oleh karena itu, pengguna dapat menampilkan data seperti tegangan arus dan daya, serta arah matahari sehingga sel surya menghasilkan tegangan yang paling tinggi.

3.4.1 Tampilan *Splash Screen*

Screen splash adalah antarmuka pertama dari sebuah aplikasi yang menampilkan logo dan nama aplikasi setiap kali pengguna menjalankan aplikasi tersebut. Yang akan ditunjukkan pada gambar 3.7



Gambar 3. 7 Wireframe Splash Screen

3.4.2 Tampilan *Home Screen*

Tampilan ini merupakan pratinjau aplikasi saat berjalan yang berisi logo aplikasi dan 2 menu berupa tombol yang memiliki fungsional masing-masing. Pada menu home terdapat 3 hasil yang ditampilkan pada halaman ini yaitu: Tegangan, arus, dan daya. Terdapat juga dua *button* yang berfungsi untuk kontrol relay. Yang akan ditunjukkan pada gambar 3.8



Gambar 3. 8 Wireframe Home Screen

Keterangan:

1. Monitoring

Merupakan *textview* yang menerangkan judul *activity*

2. Nilai Tegangan

Merupakan *textview* yang menampilkan nilai tegangan dalam satuan *volt*.

3. Nilai Arus

Merupakan *textview* yang menampilkan nilai arus dalam satuan mA.

4. Nilai Daya

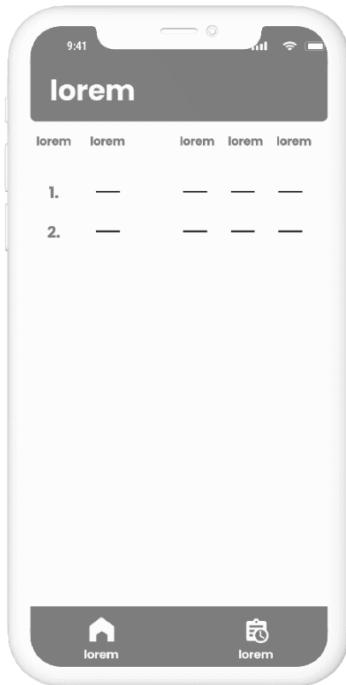
Merupakan *textview* yang menampilkan nilai daya dalam satuan mW.

5. Tombol On/Off

Merupakan *button* untuk menghidupkan atau menghentikan sistem input/output pada rellay.

3.4.3 Tampilan Halaman *History*

Tampilan ini adalah sebuah *textview* untuk menampilkan data tegangan, arus, dan daya pada hari ini dan hasil sebelumnya bisa disimpan dan ditampilkan di menu *history*. Yang akan ditampilkan pada gambar 3.9



Gambar 3. 9 Wireframe History

Keterangan:

1. *History*

Merupakan *textview* yang menerangkan judul *activity*

2. Nilai Tegangan, Arus dan Daya

Sebuah *textview* untuk menampilkan data tegangan, arus dan daya.

BAB 4

IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

Tahap pengujian dan analisis sistem hasil akan dipaparkan mengenai hasil pengujian sistem yang telah dirancang. Dari parameter pengujian inilah akan diketahui sejauh mana kinerja dari alat dan aplikasi.

4.1 Implementasi Sistem

Pada tahap ini, sistem diterapkan dan diuji yang telah dibuat sebelumnya menggunakan perangkat *android*. Untuk itu, sistem ini membutuhkan perangkat lunak dan *hardware* yang mendukung, yaitu:

4.1.1 Spesifikasi *Hardware* dan *Software* Laptop

Persyaratan untuk mengikuti pelatihan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Processor: AMD Ryzen 5 2500U
2. RAM 8GB
3. Windows 10 *Education* 64-bit
4. System Model X505ZA
5. *Firebase*
6. Arduino IDE
7. *Android Studio*

4.1.2 Spesifikasi Hardware dan Software handphone

1. Oppo F9 MediaTek Helio P70
2. RAM 4GB
3. Octa-core (4x2.1 GHz Cortex-A73 & 4x2.0 GHz Cortex-A53)
4. Wi-Fi 802.11 a/b/g/n/ac, dual-band, Wi-Fi Direct, hotspot
5. microUSB 2.0, USB On-The-Go

4.2 Implementasi Data

Data dibawah ini diperoleh menggunakan Solar tracking yang terintegrasi oleh mikrokontroler ESP32. Pengambilan data dilakukan di Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara, Jl. Lap. Golf No.120, Kp. Tengah, Kec. Pancur Batu. Penelitian ini dilakukan dari Jam 08.00WIB – 17.00WIB.

4.2.1 Pengujian Sensor Tegangan

Sensor tegangan berfungsi menghitung tegangan inputan panel surya yang kemudian data nya yang akan di baca atau di olah oleh ESP32 yang kemudian dikirim ke firebase dan juga di tampilkan di android. Sensor tegangan bekerja pada tegangan 5 Volt. Berikut adalah tabel pengukuran tegangan panel pada beberapa percobaan.

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Tegangan

No.	Pengujian	Sensor Tegangan	Multimeter	%D
1.	Pertama	12,48 V	12,58 V	0,8
2.	Kedua	12,50 V	12,69 V	1,52
3.	Ketiga	12,45 V	12,55 V	0,8
4.	Keempat	12,50 V	12,60 V	0,8
5.	Kelima	12,50 V	12,60 V	0,8

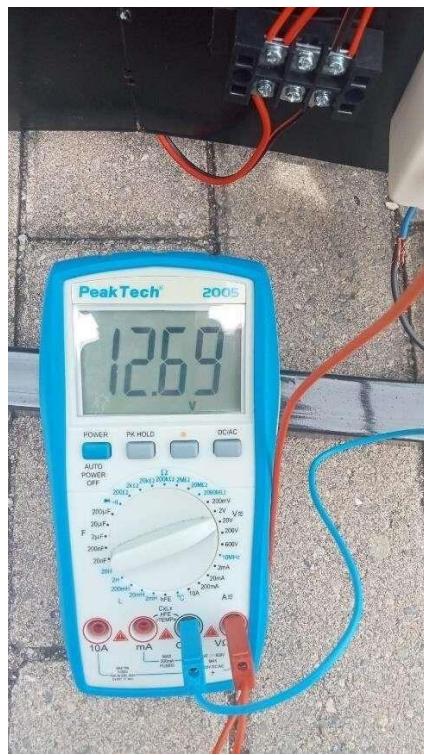
Setelah dilakukan pengujian sebanyak 5 kali di dapat rata-rata sensor tegangan adalah 12,486 V dan rata-rata tegangan multimeter adalah 12,604, sehingga di dapat ralat atau prentasi deviasi sebesar 0,94% dan akurat. seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2

```

COM5
15:32:54.859 -> Hasil pengukuran = 12.50 volt
15:32:55.306 -> Hasil pengukuran = 12.50 volt
15:32:55.831 -> Hasil pengukuran = 12.45 volt
15:32:56.373 -> Hasil pengukuran = 12.48 volt
15:32:56.816 -> Hasil pengukuran = 12.50 volt
15:32:57.317 -> Hasil pengukuran = 12.50 volt
15:32:57.816 -> Hasil pengukuran = 12.48 volt
15:32:58.339 -> Hasil pengukuran = 12.48 volt
15:32:58.833 -> Hasil pengukuran = 12.50 volt
15:32:59.343 -> Hasil pengukuran = 12.50 volt
15:32:59.843 -> Hasil pengukuran = 12.50 volt
15:33:00.330 -> Hasil pengukuran = 12.50 volt
15:33:00.828 -> Hasil pengukuran = 12.50 volt
15:33:01.326 -> Hasil pengukuran = 12.50 volt
15:33:01.826 -> Hasil pengukuran = 12.50 volt
15:33:02.326 -> Hasil pengukuran = 12.48 volt
15:33:02.840 -> Hasil pengukuran = 12.48 volt
15:33:03.317 -> Hasil pengukuran = 12.48 volt
15:33:03.852 -> Hasil pengukuran = 12.48 volt
15:33:04.318 -> Hasil pengukuran = 12.48 volt
15:33:04.841 -> Hasil pengukuran = 12.48 volt
15:33:05.334 -> Hasil pengukuran = 12.50 volt
15:33:05.837 -> Hasil pengukuran = 12.45 volt
15:33:06.329 -> Hasil pengukuran = 12.50 volt
15:33:06.820 -> Hasil pengukuran = 12.50 volt
15:33:07.317 -> Hasil pengukuran = 12.50 volt
15:33:07.843 -> Hasil pengukuran = 12.45 volt
15:33:08.346 -> Hasil pengukuran = 12.48 volt
15:33:08.854 -> Hasil pengukuran = 12.50 volt

```

Gambar 4. 1 Nilai Rata-Rata Sensor Tegangan



Gambar 4. 2 Rata- Rata Multimeter

4.2.2 Pengujian Sensor Arus

Sensor arus menggunakan alat, komponen, atau perangkat yang mengidentifikasi arus listrik yang mengalir melalui kabel dan menghasilkan sinyal yang sebanding dengan arus yang diidentifikasi. Sinyal yang dihasilkan dapat berupa tegangan analog atau data digital. Sinyal ini dapat digunakan untuk mengukur besaran arus atau disimpan dalam penyimpanan seperti server untuk dianalisa atau digunakan sebagai alat pengendalian. Berikut adalah tabel pengukuran arus panel pada beberapa percobaan.

Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Arus

No.	Pengujian	Sensor Arus	Multimeter	%D
1.	Pertama	0,06 A	0,05 A	16,6
2.	Kedua	0,06 A	0,05 A	16,6
3.	Ketiga	0,06 A	0,05 A	16,6
4.	Keempat	0,06 A	0,05 A	16,6
5.	Kelima	0,06 A	0,05 A	16,6

Setelah dilakukan pengujian sebanyak 5 kali di dapat rata-rata sensor arus adalah 0,06 A dan rata-rata tegangan multimeter adalah 0,05 A, sehingga di dapat ralat atau prentasi deviasi sebesar 16,6% dan akurat. dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4

```

COM5
16:07:23.449 -> Current: i 655
16:07:23.730 -> Current: i 655
16:07:23.730 -> Current: i 0.06
16:07:24.054 -> Current: i 694
16:07:24.054 -> Current: i 0.06
16:07:24.364 -> Current: i 700
16:07:24.364 -> Current: i 0.06
16:07:24.680 -> Current: i 695
16:07:24.680 -> Current: i 0.06
16:07:24.948 -> Current: i 695
16:07:24.948 -> Current: i 0.06
16:07:25.258 -> Current: i 691
16:07:25.258 -> Current: i 0.06
16:07:25.550 -> Current: i 698
16:07:25.550 -> Current: i 0.06
16:07:25.870 -> Current: i 697
16:07:25.870 -> Current: i 0.06
16:07:26.145 -> Current: i 700
16:07:26.145 -> Current: i 0.06
16:07:26.464 -> Current: i 694
16:07:26.464 -> Current: i 0.06
16:07:26.765 -> Current: i 693
16:07:26.765 -> Current: i 0.06
16:07:27.048 -> Current: i 692
16:07:27.048 -> Current: i 0.06
16:07:27.347 -> Current: i 695
16:07:27.347 -> Current: i 0.06
16:07:27.648 -> Current: i 695
16:07:27.648 -> Current: i 0.06

```

Gambar 4.3 Nilai Rata-Rata Sensor Arus



Gambar 4.4 Rata-Rata Multimeter

4.2.3 Pengujian data arus dan tegangan tanpa beban dan pakai beban

Pada pengujian ini, data arus dan tegangan tanpa beban, dilakukan pengamatan terhadap karakteristik arus dan tegangan pada sistem tanpa adanya beban eksternal. Secara khusus, pengujian ini mencakup pemantauan arus dan tegangan pada kondisi nol beban untuk mengevaluasi performa dan stabilitas sistem. Selain itu, pengujian dengan beban akan melibatkan penambahan beban eksternal untuk mengukur respons sistem terhadap beban tambahan, memungkinkan analisis yang lebih mendalam terhadap karakteristik beban

pada sistem tersebut. Pendekatan ini memungkinkan pemahaman yang holistik terhadap respons sistem terhadap variasi beban dan memberikan wawasan yang diperlukan untuk peningkatan performa secara keseluruhan. Berikut adalah tabel pengukuran arus dan tegangan tanpa beban dan pakai beban.

Tabel 4. 3 Hasil Tanpa Beban

Jam	Tegangan Panel Surya	Arus Panel Surya	Daya Watt	Tegangan Baterai	Tegangan Inverter	Kondisi Cuaca
08.00	19,14 V	0,30 A	5,74 Watt	12,7 V	228,2 V	Berawan
09.00	19,12 V	0,20 A	3,82 Watt	12,6 V	227,2 V	Berawan
10.00	20,1 V	0,27 A	5,42 Watt	12,5 V	227 V	Berawan
11.00	19,8 V	0,18 A	3,56 Watt	12,6 V	225 V	Mendung
12.00	19,9 V	0,22 A	4,37 Watt	12,7 V	224 V	Berawan
13.00	19,85 V	0,27 A	5,35 Watt	12,7 V	224 V	Berawan
14.00	19,1 V	0,11 A	2,10 Watt	12,5 V	225 V	Mendung
15.00	19,0 V	0,10 A	1,9 Watt	12,5 V	220 V	Mendung
16.00	18,9 V	0,09 A	1,7 Watt	12,3 V	220 V	Mendung
17.00	18,8 V	0,09 A	1,6 Watt	12,1 V	219 V	Mendung

Tabel 4. 4 Hasil Pakai Beban Lampu 5W

Jam	Tegangan Panel Surya	Arus Panel Surya	Daya Watt	Tegangan Baterai	Tegangan Inverter	Kondisi Cuaca
08.00	12,48 V	0,30 A	3,74 Watt	12,4 V	226,5 V	Berawan
09.00	12,47 V	0,30 A	3,74 Watt	12,4 V	226 V	Berawan
10.00	12,48 V	0,30 A	3,74 Watt	12,4 V	227 V	Berawan

11.00	12,4 V	0,18 A	2,23 Watt	12,4 V	225 V	Mendung
12.00	12,49 V	0,23 A	2,87 Watt	12,5 V	224 V	Berawan
13.00	12,53 V	0,26 A	3,25 Watt	12,6 V	224 V	Berawan
14.00	12,34 V	0,11 A	1,35 Watt	12,4 V	225 V	Mendung
15.00	12,30 V	0,10 A	1,23 Watt	12,3 V	224 V	Mendung
16.00	12,30 V	0,09 A	1,10 Watt	12,3 V	224 V	Mendung
17.00	12,10 V	0,08 A	0,96 Watt	12,2 V	223 V	Mendung

Tabel 4. 5 Hasil Pakai Beban Kipas Angin

Jam	Tegangan Panel Surya	Arus Panel Surya	Daya Watt	Tegangan Baterai	Tegangan Inverter	Kondisi Cuaca
08.00	12,57 V	1,45 A	18,2 Watt	11,7 V	224,6 V	Berawan
09.00	12,56 V	1,44 A	18,0 Watt	11,7 V	224,6 V	Berawan
10.00	12,69 V	0,37 A	4,69 Watt	11,7 V	224,7 V	Berawan
11.00	11,65 V	0,17 A	1,98 Watt	11,7 V	224 V	Mendung
12.00	11,64 V	0,24 A	2,79 Watt	11,7 V	223 V	Berawan
13.00	11,73 V	0,27 A	3,16 Watt	11,8 V	224 V	Berawan
14.00	12,45 V	0,11 A	1,36 Watt	11,6 V	219 V	Mendung
15.00	12,30 V	0,10 A	1,23 Watt	11,5 V	219 V	Mendung
16.00	12,20 V	0,09 A	1,09 Watt	11,4 V	218 V	Mendung
17.00	12,10 V	0,06 A	0,72 Watt	11,3 V	218 V	Mendung

4.2.4 Pengujian Servo dan Ldr

Pada pengujian ini servo berfungsi untuk menggerakan panel surya dari posisi 0°-180° atau dari arah timur ke barat. Jika rata-rata nilai ldr analog atas lebih kecil dari ldr bawah

maka servo akan bergerak dari 0° - 180° , sedangkan jika nilai analog ldr bawah lebih kecil dari pada nilai analog ldr atas maka servo akan berputar dari 180° - 0° . Jadi servo berputar atau bergerak pada sesuai posisi matahari pada saat penelitian.

```

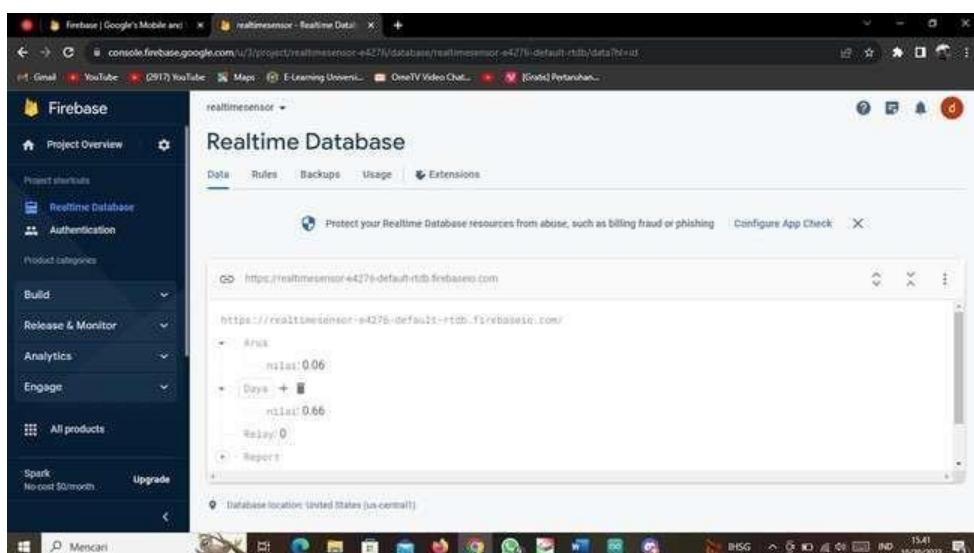
16:22:41.728 -> LDR Atas=213, LDR Bawah=213
16:22:41.836 -> LDR Atas=212, LDR Bawah=212
16:22:41.958 -> LDR Atas=213, LDR Bawah=213
16:22:42.051 -> LDR Atas=212, LDR Bawah=212
16:22:42.177 -> LDR Atas=212, LDR Bawah=212
16:22:42.268 -> LDR Atas=212, LDR Bawah=212
16:22:42.391 -> LDR Atas=213, LDR Bawah=213
16:22:42.486 -> LDR Atas=214, LDR Bawah=214
16:22:42.571 -> LDR Atas=212, LDR Bawah=212
16:22:42.697 -> LDR Atas=212, LDR Bawah=212
16:22:42.822 -> LDR Atas=212, LDR Bawah=212
16:22:42.914 -> LDR Atas=212, LDR Bawah=212
16:22:43.022 -> LDR Atas=212, LDR Bawah=212
16:22:43.146 -> LDR Atas=213, LDR Bawah=213
16:22:43.238 -> LDR Atas=213, LDR Bawah=213
16:22:43.327 -> LDR Atas=212, LDR Bawah=212
16:22:43.470 -> LDR Atas=213, LDR Bawah=213
16:22:43.554 -> LDR Atas=213, LDR Bawah=213
16:22:43.674 -> LDR Atas=212, LDR Bawah=212
16:22:43.789 -> LDR Atas=213, LDR Bawah=213
16:22:43.896 -> LDR Atas=213, LDR Bawah=213
16:22:43.994 -> LDR Atas=214, LDR Bawah=214
16:22:44.085 -> LDR Atas=213, LDR Bawah=213
16:22:44.193 -> LDR Atas=213, LDR Bawah=213
16:22:44.320 -> LDR Atas=213, LDR Bawah=213
16:22:44.431 -> LDR Atas=212, LDR Bawah=212

```

Gambar 4. 5 Nilai Rata-Rata

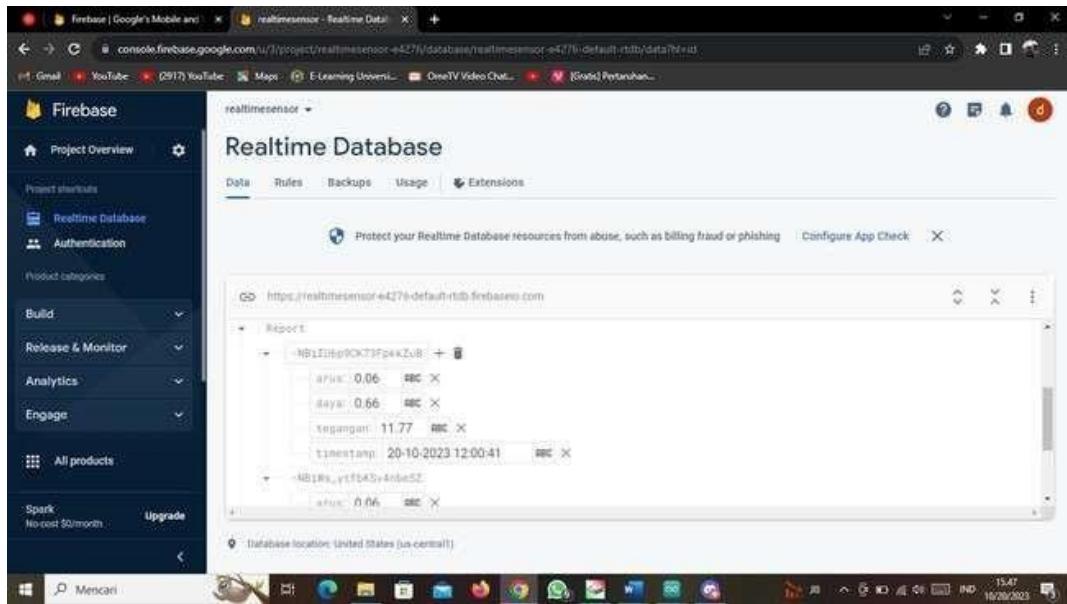
4.2.5 Pengujian Firebase

Pada pengujian firebase data berupa tegangan, arus, daya, relay dan history akan ditampilkan. Nilai tegangan, arus, dan daya dikirim dari pembacaan sensor-sensor dari mikrokontroler akan ditampilkan di firebase, sedangkan relay dikirim dari android dan akan ditampilkan di firebase, dengan konsep data diterima dengan perintah set dan data yang dikirim berupa get yang nanti diolah di software arduino IDE. Adapun tampilan pengiriman data dari mikrokontroler ke firebase sebagai berikut.

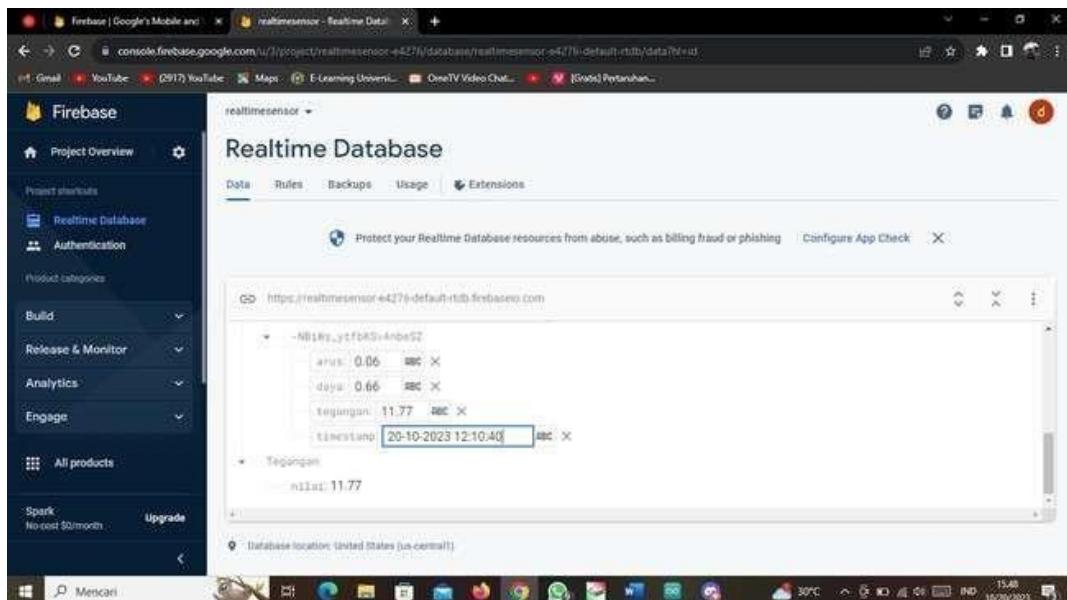


Gambar 4. 6 Pengujian Firebase

(a)



(b)



(c)

4.2.6 Pengujian Sudut Panel dan Intensitas Cahaya

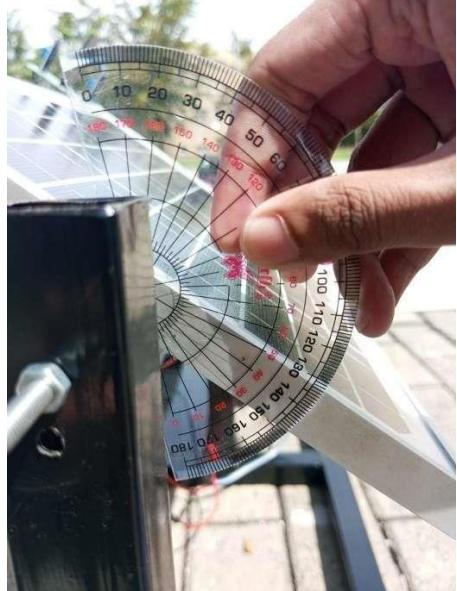
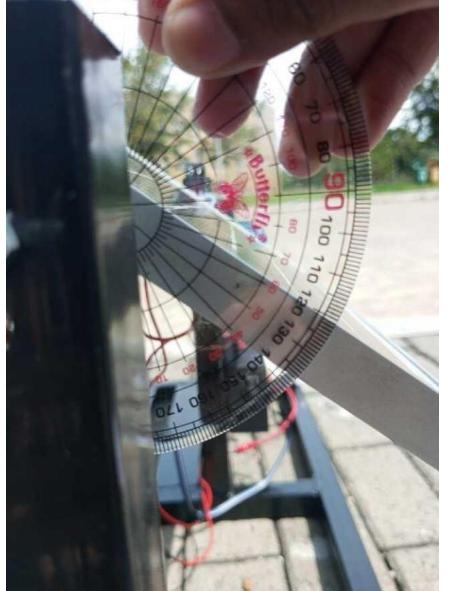
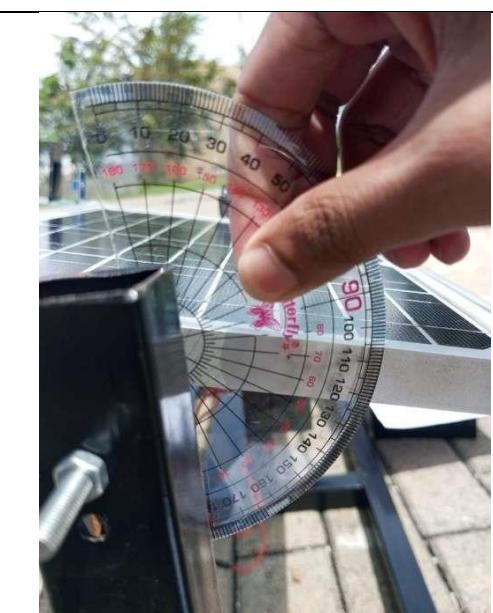
Pada pengujian sudut panel dan intensitas cahaya sangat berpengaruh terhadap pengukuran arus dan tegangan pada panel, pengujian dimulai pukul 08.00-17.00 WIB, adapun gambar dan tabel pengujian sudut panel dan intensitas cahaya sebagai berikut.

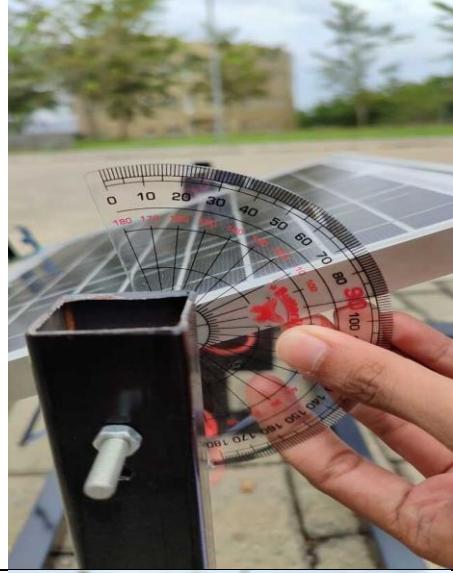
Tabel 4. 6 Hasil Busur Sudut, Motor Servo dan Intensitas Cahaya

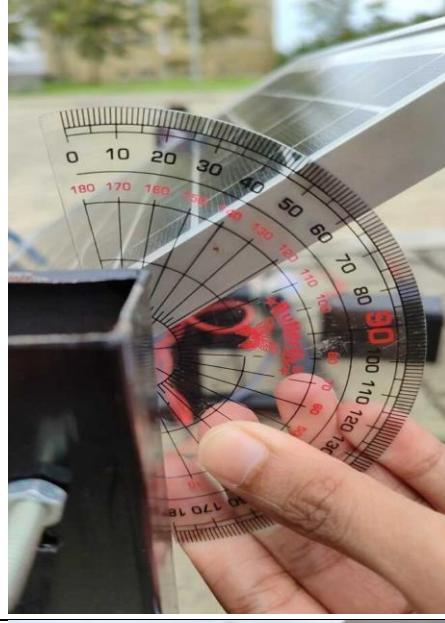
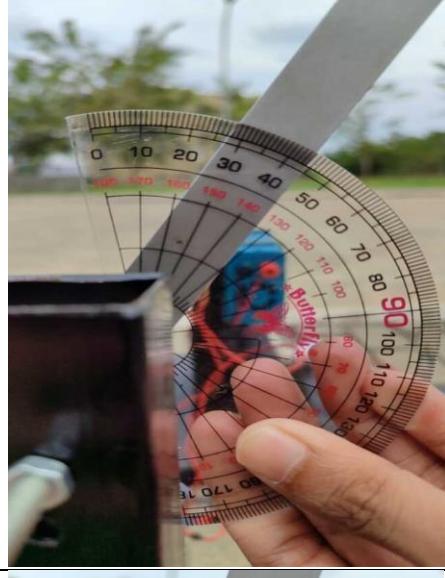
Jam	Busur Sudut	Motor Servo	Suhu (°C)	I (Lux) Intensitas Cahaya
08.00	151°	149°	32°C	24.500
09.00	132°	130°	34°C	30.720
10.00	119°	117°	34°C	24.180
11.00	105°	103°	33,8°C	28.690
12.00	90°	88°	33,5°C	43.980
13.00	75°	73°	33,2°C	45.460
14.00	62°	60°	33,4°C	45.720
15.00	46°	44°	32°C	39.310
16.00	31°	29°	32°C	30.720
17.00	16°	14°	32°C	24.500

Tabel 4. 7 Pengujian Sudut Panel

Jam	Sudut (°)	Dokumentasi
08.00	151°	

09.00	132°	
10.00	119°	
11.00	105°	

12.00	90°	
13.00	75°	
14.00	62°	

15.00	46°	
16.00	31°	
17:00	16°	

Keterangan:

- a. Pada Pukul 08:00 Sudut Yang Terbentuk 151°
- b. Pada Pukul 09:00 Sudut Yang Terbentuk 132°
- c. Pada Pukul 10:00 Sudut Yang Terbentuk 119°
- d. Pada Pukul 11:00 Sudut Yang Terbentuk 105°
- e. Pada Pukul 12:00 Sudut Yang Terbentuk 90°
- f. Pada Pukul 13:00 Sudut Yang Terbentuk 75°
- g. Pada Pukul 14:00 Sudut Yang Terbentuk 62°
- h. Pada Pukul 15:00 Sudut Yang Terbentuk 46°
- i. Pada Pukul 16:00 Sudut Yang Terbentuk 31°
- j. Pada Pukul 17:00 Sudut Yang Terbentuk 16°

Tabel 4. 8 Pengujian Intensitas Cahaya

Jam	Nilai Intensitas Cahaya	Dokumentasi
08:00	24.500	
09:00	30.720	

10:00	24.180	
11:00	28.690	
12:00	43.980	

13:00	45.460	
14:00	45.720	
15:00	39.310	
16:00	30.720	

17:00	24.500	
-------	--------	--

Keterangan:

- a. Pada Pukul 08:00 Intensitas Cahaya Yang Didapat 24.500
- b. Pada Pukul 09:00 Intensitas Cahaya Yang Didapat 30.720
- c. Pada Pukul 10:00 Intensitas Cahaya Yang Didapat 24.180
- d. Pada Pukul 11:00 Intensitas Cahaya Yang Didapat 28.690
- e. Pada Pukul 12:00 Intensitas Cahaya Yang Didapat 43.980
- f. Pada Pukul 13:00 Intensitas Cahaya Yang Didapat 45.460
- g. Pada Pukul 14:00 Intensitas Cahaya Yang Didapat 45.720
- h. Pada Pukul 15:00 Intensitas Cahaya Yang Didapat 39.310
- i. Pada Pukul 16:00 Intensitas Cahaya Yang Didapat 30.720
- j. Pada Pukul 17:00 Intensitas Cahaya Yang Didapat 24.500

Efisiensi Solar Panel

Pengujian dilakukan dari pukul 08.00-17.00 sehingga didapatkan rata-rata intensitas cahaya sebesar 33778 lux (266,8462 W/m²). Dengan standar efisiensi pada panel surya dimana $P_{in}=I \times A$ (Daya Masukan=Intensitas Cahaya x Luas Penampang Panel surya 10 Wp) dan $P_{out}=V_{oc} \times I_{sc} \times FF$ (Daya Keluaran=Tegangan Open Circuit x Arus Short Circuit x fillfac Pengukuran).

$$1) P_{in} = I \times A$$

$$= 266,8462 \text{ W/m}^2 \times 0,0875 \text{ m}^2$$

$$= 23,35 \text{ Watt}$$

$$2) FF = \frac{V_{max} - I_{max}}{V_{oc} - I_{sc}} = \frac{18,57 - 0,54}{22,64 - 0,58} = 0,82$$

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF$$

$$= 22,64 \times 0,58 \times 0,82$$

$$= 10,77 \text{ Watt}$$

Kemudian dilakukan perhitungan efisiensi panel surya menggunakan persamaan

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \%$$

$$3) \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \%$$

$$= \frac{10,77}{23,35} \times 100 \%$$

$$= 46 \%$$

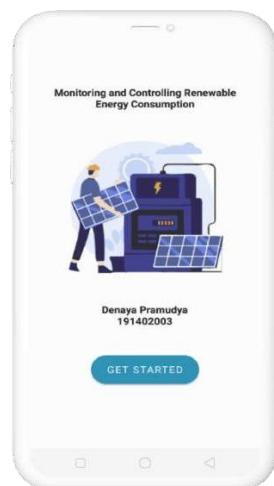
Sehingga didapatkan efisensi panel surya sebesar 46 %.

4.3 Implementasi Perancangan Interface

Hasil rancangan tampilan yang diberikan didukung hasil telah disebutkan pada bab 3, yaitu

4.3.1 Tampilan Utama

Pada halaman ini, pengguna akan melihat *splash screen* awal aplikasi yang menampilkan logo solar panel serta judul monitoring dan controling solar panel. Setelah itu terdapat satu tombol *get started* yang akan membawa pengguna ke halaman *home screen* yang berisi mengenai monitoring dan controling.



Gambar 4. 7 Halaman *Splash Screen*

4.3.2 Tampilan Halaman *Home Screen*

Pada halaman ini, pengguna akan melihat *home screen* yang berisi monitoring dan tombol controling serta dua menu tap. Pada monitoring *activity* akan menampilkan data-data secara *realtime* yang di dapatkan dari *firebase*, lalu ada dua tombol untuk melakukan aktivasi on/off pada sistem transfer data.



Gambar 4. 8 Halaman *Home Screen*

4.3.3 Tampilan Halaman *History*

Pada halaman ini, pengguna akan melihat tampilan *text view* yang menampilkan judul, nilai tegangan, nilai arus, nilai daya, tanggal, bulan, jam dan menit.

The screenshot shows a smartphone displaying the 'History' screen. At the top, it says 'History'. Below that is a table with columns: No, Timestamp, Tegangan, Arus, and Daya. The table contains 10 rows of data. The bottom of the screen has a navigation bar with icons for 'Home' and 'History'.

No	Timestamp	Tegangan	Arus	Daya
1	21-10-2023 12:00:40	11.77	0.06	0.66
2	21-10-2023 13:30:20	11.86	0.15	0.75
3	21-10-2023 12:10:30	11.78	0.07	0.67
4	21-10-2023 12:20:35	11.79	0.08	0.68
5	21-10-2023 12:30:35	11.80	0.09	0.69
6	21-10-2023 12:40:41	11.81	0.10	0.70
7	21-10-2023 12:50:35	11.82	0.11	0.71
8	21-10-2023 13:00:20	11.83	0.12	0.72
9	21-10-2023 13:10:32	11.84	0.13	0.73
10	21-10-2023 13:20:30	11.85	0.14	0.74

Gambar 4. 9 Halaman *History*

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini, dibahas tentang hasil penelitian mengenai pengembangan aplikasi *auto solar tracking system* berbasis iot pada inovasi pembangkit listrik *solar cell*. Selain itu, juga diberikan saran-saran dan referensi untuk penelitian lanjutan.

5.1 Kesimpulan

Hasil dari berbagai pengujian dalam penelitian pengembangan aplikasi android *auto solar tracking* pada inovasi pembangkit listrik *solar cell* menyimpulkan sebagai berikut:

1. Penelitian ini berhasil menghasilkan sebuah sistem pembangkit listrik energi terbarukan berbasis solar panel tracking yang terkoneksi dengan mikrokontroler dan dikendalikan melalui aplikasi Android.
2. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol nilai tegangan, arus, daya, dan relay secara *realtime*, sehingga meningkatkan produktivitas energi listrik yang dihasilkan.
3. Selain itu, sistem ini mengintegrasikan teknologi Internet of Things (IoT) dengan sensor LDR, motor servo, sensor tegangan, dan sensor arus, yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol dan memonitor sistem dari jarak jauh melalui smartphone dengan bantuan teknologi internet dan Firebase.

5.2 Saran

1. Optimalkan Pemantauan dan Kontrol: Untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas sistem, pertimbangkan untuk mengoptimalkan pemantauan dan kontrol jarak jauh. Pastikan aplikasi Android dapat memberikan data yang akurat dan kontrol yang responsif.
2. Keamanan Data: Karena sistem ini terhubung ke internet, pastikan untuk mengimplementasikan langkah-langkah keamanan yang kuat, terutama saat menggunakan Firebase sebagai database. Lindungi data pengguna dari ancaman keamanan dan privasi.
3. Pertimbangkan untuk mengintegrasikan sistem ini dengan sumber energi lain atau pembangkit listrik lainnya sehingga dapat berbagi daya ketika diperlukan. Ini dapat meningkatkan efisiensi dan ketersediaan energi.

4. Lakukan studi tentang dampak lingkungan dari penggunaan teknologi ini. Evaluasi bagaimana penggunaan energi surya dan IoT dapat membantu mengurangi jejak karbon dan efek yang merugikan bagi lingkungan.
5. Penelitian ini dapat menjadi landasan untuk kemajuan lebih lanjut dalam bidang energi terbarukan dan penggunaan IoT. Pertimbangkan untuk melanjutkan penelitian ini dengan fokus pada pengoptimalan sistem, skalabilitas, dan aplikasi praktis.
6. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dalam ruang lingkup yang lebih besar misalnya, dalam ruang lingkup industri yang berbasis internet of things (IoT)
7. Diharapkan menggunakan Sensor Cahaya dan hujan untuk mendekripsi kondisi cuaca
8. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan menambah motor servo (penggerak) untuk bisa menggerakan solar panel ke arah selatan dan ke utara

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah Sani Ridwan, Sudiran, (2017) Penelitian Tindakan Kelas: Pengembangan Profesi Guru, (Tangerang : Tirta Smart)
- Aditya Nur, (2022) Sistem Monitoring Arus dan Tegangan Battery Solar Cell Berbasis Lora. Bachelor Thesis, Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- A.Gunadhi, D. Lestariningsih, and D. L. B. Teguh, “Real Time Online Monitoring Of Solar Power Plants Voltage, Current, Power, And Efficiency To Smartphone, Web, And Email,” Int. J. Sci. Technol. Res., vol. 9, no. 10, pp. 80–86, 2020, [Online]. Available: www.ijstr.org.
- A.H. K. L. U. Abdurrahman, “Sistem Monitoring Output Solar Panel Menggunakan Labview,” Epic, vol. 3, no. 1, pp. 1–6, 2020, doi: 10.32493/epic.v3i1.3796.
- Akbar, Muhari (2019) Pengatur Posisi Panel Surya Terhadap Sinar Matahari Menggunakan Sensor Light Dependent Resistor (LDR) dan Mikrokontroller Arduino Berbasis Android Untuk Memaksimalkan Serapan Energi Matahari.
- Al-Fuqaha, A. et al. (2015) ‘Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications’, IEEE Communications Surveys and Tutorials, 17(4), pp. 2347–2376. doi: 10.1109/COMST.2015.2444095
- Ali, Hasan. 2015. Tourism Marketing. Center for Academic Publishing Service. Yogyakarta.
- Al-Fuqaha, A. et al. (2015) ‘Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications’, IEEE Communications Surveys and Tutorials, 17(4), pp. 2347–2376. doi: 10.1109/COMST.2015.2444095
- Atzori. L, A. Iera, and G. Morabito. (2010). “The internet of things: A survey,” Computer networks, vol. 54, no. 15, pp. 2787–2805.
- Fadhlhan Muhammad Nasution, (2018) Perancangan Sistem Pelacakan Solar Panel Menggunakan Mikrokontroler Atmega16.
- H. Hamdani, A. B. Pulungan, D. E. Myori, F. Elmubdi, and T. Hasannuddin, “Real Time Monitoring System on Solar Panel Orientation Control Using Visual Basic,” J. Appl. Eng. Technol. Sci., vol. 2, no. 2, pp. 112–124, 2021, doi: 10.37385/jaets.v2i2.249.
- I.Bagus Kurniansyah, F. Ronilaya, and M. Fahmi Hakim, “Real Time Monitoring System Dari Active Solar Photovoltaic Tracker Berbasis Internet Of Things,” ELPOSYS J. Sist. Kelistrikan, vol. 7, no. 3, pp. 7–13, 2020, doi: 10.33795/elposys.v7i3.5.

- Krismadinata, Aprilwan, and A. B. Pulungan, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Simulator Modul Surya,” Pros. - Semin. Nas. Tek. Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung, no. Seminar Nasional Teknik Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung (SENTER 2018), pp. 192–201, 2018, [Online]. Available: https://senter.ee.uinsgd.ac.id/repositori/index.php/prosiding/article/view/senter201_8p22.
- Karyadi, A. W. Utama, and Taufiqqurrahman, “Sistem Monitoring Solar Tracker Berbasis Web,” J. Sibernetika, vol. 5, no. 2, pp. 173–180, 2020, [Online]. Available: <http://jurnas.stmikmj.ac.id/index.php/sibernetika/article/view/95>.
- M. Mungkin, H. Satria, J. Yanti, G. B. A. Turnip, and S. Suwarno, “PERANCANGAN SISTEM PEMANTAUAN PANEL SURYA POLYCRYSTALLINE MENGGUNAKAN TEKNOLOGI WEB FIREBASE BERBASIS IoT,” J. Inf. Technol. Comput. Sci., vol. 3, no. 2, pp. 319–327, 2020.
- M. R. Djalal and N. Kadir, “Rancang Bangun Monitoring Kinerja Solar Cell Menggunakan Labview,” PROtek J. Ilm. Tek. Elektro, vol. 8, no. 2, p. 68, 2021, doi: 10.33387/protk.v8i2.2760.
- Miftachul Ulum, (2019) Implementasi Data Logger Sebagai Perangkat Monitoring Pada Sistem Desalinasi Hybrid Berbasis Energi Terbarukan.
- Resnu, (2017) Rancang Bangun Memonitor Arus dan Tegangan Serta Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Web Berbasis Arduino Uno.
- Rendi Juliarto. (2021). Apa itu UML? Beserta Pengertian dan Contohnya - Dicoding Blog. <https://www.dicoding.com/blog/apa-itu-uml/>
- Ridwan. 2017. Pembelajaran Saintifik Untuk Implementasi Kurikulum 2013. Jakarta:Bumi Aksara. Cet. Ke-4.
- Saleh & Haryanti, (2017) Rancang bangun sistem keamanan rumah menggunakan relay
- S. Zholehaw, A. B. Pulungan, and Hamdani, “Sistem Monitoring Realtime Gas Co Pada Asap Rokok Berbasis Mikrokontroler,” Jtev, vol. 9, no. 1, pp. 17–22, 2019.
- Z. K. Simbolon, J. Teknik, E. Politeknik, and N. Lhokseumawe, “Real Time Monitoring Besaran Listrik Untuk Manajemen Real Time Monitoring Besaran Listrik Untuk Manajemen,” 2019.

LAMPIRAN**DOKUMENTASI PENGAMBILAN DATA**

(a)



(b)



(c)



(d)



(d)

HASIL PENELITIAN

No.	Kondisi	Dokumentasi
1.	Tegangan Inverter	 <p>A photograph of a blue digital multimeter with a digital display showing "22.7". The multimeter has various buttons and a small screen above the display. It is connected to a black inverter unit via red and black cables. A piece of paper with handwritten notes is visible behind the multimeter.</p>
2.	Scc Baterai Lampu	 <p>A photograph of a blue rectangular electronic device labeled "SOLAR CHARGE CONTROLLER". It has several ports and a small display screen. A white power cord is connected to one of its ports. The device is mounted on a dark surface, possibly a metal frame.</p>

No.	Kondisi	Dokumentasi
3.	Tegangan Panel Lampu	 A blue digital multimeter labeled "PeakTech 2005" is connected in parallel with a solar panel. The screen displays a voltage reading of 12.48 VDC. The multimeter has various measurement scales and buttons visible on its face.
4.	Arus Lampu	 A blue digital multimeter labeled "PeakTech 2005" is connected in series with a light bulb. The screen displays a current reading of 0.30 A DC. The multimeter has various measurement scales and buttons visible on its face.
5.	Pengujian Lampu	 A black metal frame holds a blue solar panel, a blue DC-DC converter (inverter), and a digital voltmeter. Wires connect the solar panel to the inverter and the inverter to the voltmeter. The voltmeter shows a reading of 12.4 V. The background shows a paved area and some greenery.

No.	Kondisi	Dokumentasi
6.	Arus Kipas	
7.	Tegangan Panel Kipas	
8.	Tegangan Baterai Kipas	

No.	Kondisi	Dokumentasi
9.	Inverter Kipas	 A digital multimeter (CD800A) is connected to an inverter. The screen displays "224.7" followed by "V = ~". The multimeter has four yellow indicator lights above the display. The brand name "sanwa" is visible at the bottom. Red and black test leads are connected to the inverter's output terminals.
10.	Pengujian Kipas Angin	 A blue inverter unit is connected to a three-bladed electric fan via red and black wires. A digital multimeter is placed on the ground next to the setup, with its leads connected to the fan's power source. The fan is standing on a paved surface.



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
DAN TEKNOLOGI INFORMASI**

Jalan Universitas No. 9A Gedung A, Kampus USU Medan 20155, Telepon: (061) 821007
Laman: <http://Fasikomti.usu.ac.id>

**KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER
DAN TEKNOLOGI INFORMASI
NOMOR :247UN5.2.1.14/SK/SPB/2024**

**DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER
DAN TEKNOLOGI INFORMASI UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

Membaca : Surat Permohonan Mahasiswa Fasikom-TI USU tanggal 8 Januari 2024 perihal permohonan ujian skripsi:
 Nama : DENAYA PRAMUDYA
 NIM : 191402003
 Program Studi : Sarjana (S-1) Teknologi Informasi
 Judul Skripsi : Pengembangan Aplikasi Android Auto Solar Tracking System Berbasis IoT Pada Inovasi Pembangkit Listrik Solar Cell

Memperhatikan : Bahwa Mahasiswa tersebut telah memenuhi kewajiban untuk ikut dalam pelaksanaan Meja Hijau Skripsi Mahasiswa pada Program Studi Sarjana (S-1) Teknologi Informasi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Sumatera Utara TA 2023/2024.

Menimbang : Bahwa permohonan tersebut diatas dapat disetujui dan perlu ditetapkan dengan surat keputusan
Mengingat : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional
 2. Peraturan Pemerintah Nomor 17 tahun 2010 tentang pengelolaan dan penyelenggara pendidikan.
 3. Keputusan Rektor USU Nomor 03/UN5.1.R/SK/SPB/2021 tentang Peraturan Akademik Program Sarjana Universitas Sumatera Utara.
 4. Surat Keputusan Rektor USU Nomor 1876/UN5.1.R/SK/SDM/2021 tentang pengangkatan Dekan Fasikom-TI USU Periode 2021-2026

MEMUTUSKAN

Menetapkan Pertama :
 Membentuk dan mengangkat Tim Penguji Skripsi mahasiswa sebagai berikut:
 Ketua : Prof. Drs. Mahyuddin M.IT., Ph.D.
 NIP: 196712251998021001
 Sekretaris : Umaya Ramadhan Putri Nasution S.TI, M.Kom.
 NIP: 199104112021022001
 Anggota Penguji : Ainul Hizriadi S.Kom, M.Sc
 NIP: 198510272017061001
 Anggota Penguji : Niskarto Zendrato S.Kom., M.Kom
 NIP: 198909192018051001
 Moderator : -
 Panitera : -
Kedua : Segala biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan kegiatan ini dibebankan pada Dana Penerimaan Bukan Pajak (PNPB) Fasikom-TI USU Tahun 2024.
Ketiga : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatunya akan diperbaiki sebagaimana mestinya apabila dikemudian hari terdapat kekeliruan dalam surat keputusan ini.

Ditetapkan di : Medan
 Pada Tanggal : 11 Januari 2024
 Dekan,

MAYA SILVILYDIA
 NIP 197401272002122001

Tembusan :

1. Ketua Program Studi Sarjana (S-1) Teknologi Informasi
2. Yang bersangkutan
3. Arsip