

RANCANG BANGUN PENDINGIN SOLAR PANEL MENGUNAKAN *COPPER COILS* BERBASIS IoT

SKRIPSI

Oleh:

M.ALFIN

20.812.0017



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/1/25

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)15/1/25

RANCANG BANGUN PENDINGIN SOLAR PANEL MENGUNAKAN COPPER COILS BERBASIS IoT

SKRIPSI

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



Oleh:

M. Alfin

20.812.0017

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2024

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/1/25

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)15/1/25

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Rancang Bangun Pendingin Solar Panel Menggunakan
Copper Coils Berbasis *IoT*
Nama : M. Alfin
NPM : 20.812.0017
Fakultas : Teknik Elektro

Disetujui
Komisi Pembimbing


Ir. Habib Satrio, MT, IPM, ASEAN. Eng

Pembimbing



Dr. Eng. Suprianto, ST, MT

Dekan




Ir. Habib Satrio, MT, IPM, ASEAN Eng

Ka. Prodi

Tanggal Lulus : 18 September 2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

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

Medan, 10 September 2024



M. Alfin
M. Alfin

NPM. 20.812.0017

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : M. Alfin
NPM : 20.812.0017
Program Studi : Teknik Elektro
Falkultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

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

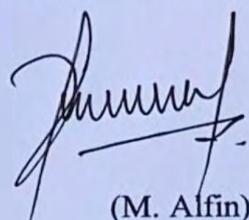
**“RANCANG BANGUN PENDINGIN SOLAR PANEL MENGGUNAKAN
COPPER COILS BERBASIS IoT”.**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini universitas medan area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal : 20 Maret 2024

Yang menyatakan


(M. Alfin)

ABSTRAK

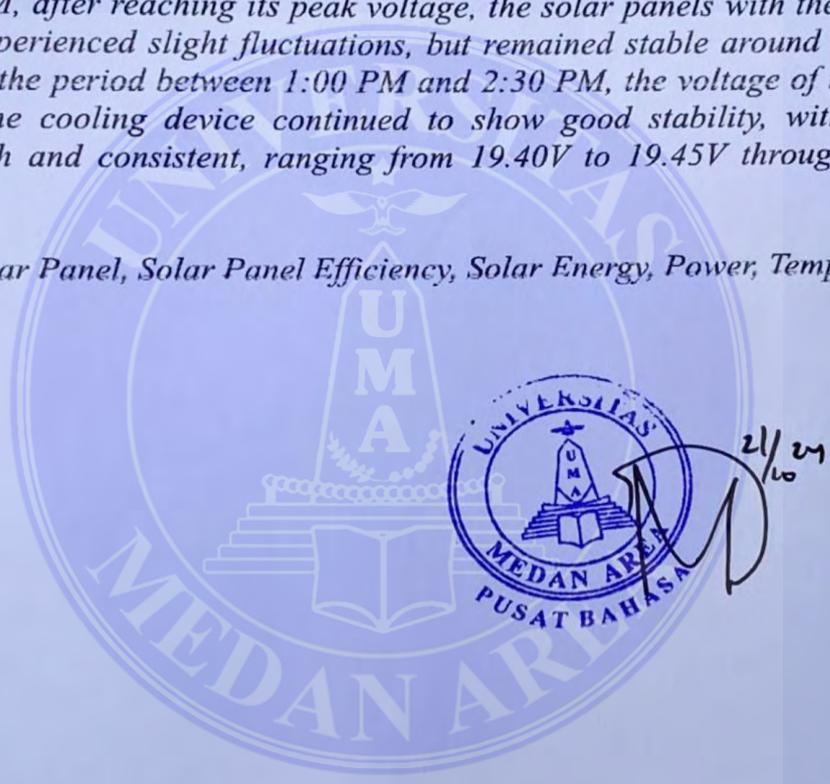
Tenaga listrik yang dihasilkan oleh panel surya mengalami penurunan substansial disebabkan oleh peningkatan suhu pada sel surya, yang secara langsung mengakibatkan penurunan efisiensi panel. Berdasarkan data hasil pengukuran yang telah dilakukan, dapat dilihat adanya hubungan yang erat antara suhu, tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan oleh panel surya. Sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan ini, peneliti merancang sebuah alat pendingin untuk panel surya yang menggunakan copper coils (kumparan tembaga) guna menurunkan suhu panel dan mempertahankan efisiensi yang lebih baik. tegangan yang dihasilkan oleh panel surya yang menggunakan alat pendingin tersebut diukur selama periode waktu dari pukul 10.00 Wib hingga 16.00 Wib. Pada pukul 11.00 Wib hingga 12.00 Wib, panel surya yang dilengkapi dengan alat pendingin menunjukkan peningkatan tegangan yang signifikan, mencapai sekitar 19,43V pada periode waktu tersebut. Selanjutnya, pada pukul 12.00 Wib hingga 13.00 Wib, setelah mencapai puncak tegangannya, panel surya yang menggunakan alat pendingin hanya mengalami sedikit fluktuasi, namun tetap berada dalam kondisi yang stabil di sekitar nilai puncak tersebut. Pada periode waktu antara pukul 13.00 Wib hingga 14.30 Wib, tegangan pada panel surya dengan alat pendingin terus menunjukkan kestabilan yang baik, dengan nilai yang tetap tinggi dan konsisten, berada di kisaran 19,40V hingga 19,45V sepanjang periode tersebut.

Kata kunci: Panel Surya, Efisiensi Panel Surya, Energi Matahari, Daya, Suhu.

ABSTRACT

The electrical power generated by solar panels experiences a substantial decrease due to the increase in temperature on the solar cells, which directly results in a reduction in the panel's efficiency. Based on the measurement data that have been collected, it can be observed that there is a close correlation between temperature, voltage, current, and the power generated by the solar panels. As a solution to address this issue, researchers designed a cooling device for solar panels using copper coils to lower the panel temperature and maintain better efficiency. The voltage generated by the solar panels using this cooling device was measured over a period from 10:00 AM to 4:00 PM. Between 11:00 AM and 12:00 PM, the solar panels equipped with the cooling device showed a significant increase in voltage, reaching approximately 19.43V during that time period. Furthermore, from 12:00 PM to 1:00 PM, after reaching its peak voltage, the solar panels with the cooling device only experienced slight fluctuations, but remained stable around the peak value. During the period between 1:00 PM and 2:30 PM, the voltage of the solar panels with the cooling device continued to show good stability, with values remaining high and consistent, ranging from 19.40V to 19.45V throughout the period.

Keywords: *Solar Panel, Solar Panel Efficiency, Solar Energy, Power, Temperature.*



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan pada tanggal 07 Januari 2002 dari ayah M. Nur jumadli Batu-Bara dan ibu Netti Herawati Br.ginting. Penulis merupakan anak ke-3 dari 4 bersaudara. Tahun 2020 Penulis lulus dari SMK NEGERI 2 MEDAN dan pada tahun 2020 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Pada tanggal 09 Juni sampai 09 Juli tahun 2024 penulis melakukan praktek kerja lapangan (PKL) di Cv. Lidarpa Elektrik.



KATA PENGANTAR

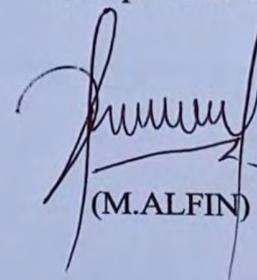
Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Pembuatan alat ini berjudul "*Rancang Bangun Pendingin Solar Panel Menggunakan copper coils berbasis IoT*"

Dalam penulisan skripsi ini, penulis mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik berupa materi, moral dan spiritual. Selayaknya Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua Orang Tua penulis yang selalu memberikan doa dan dukungan secaramoral maupun material.
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, selaku Rektor UniversitasMedan Area.
3. Bapak Dr. Eng. Supriatno, ST., MT, selaku Dekan Fakultas TeknikUniversitas Medan Area.
4. Bapak Ir. Habib Satria, M.T, IPM selaku Ketua Program Studi TeknikElektro Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.
5. Bapak Ir. Habib Satria, M.T, IPM selaku Dosen Pembimbing I.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro dan Staff Pegawai di FakultasTeknik Elektro Universitas Medan Area.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

10 September 2024



(M.ALFIN)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMA PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematik Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Sel Surya.....	6
2.2. Jenis-Jenis Panel Surya	6
2.3 Karakteristik Panel Surya (solar cell)	9
2.4. Prinsip kerja panel surya	10

2.5. Pengaruh pendingin terhadap panel surya.....	10
2.6 Perpindahan Panas	11
2.7 Copper coils	12
2.8. Solar Charge controller	13
2.9. Node MCU	14
2.10 Sensor DHT22	14
2.11 Sensor arus ACS712	15
BAB III METODOLOGI	19
3.1 Waktu Pelaksanaan	19
3.2 Alat dan Bahan.....	20
3.3 Jenis Data.....	20
3.3.1 Data Primer	20
3.4 Teknik Pengumpulan Data	21
3.4.1 Observasi	21
3.4.2 Studi Dokumentasi	21
3.5 Teknik Analisa Data.....	21
3.6. Metode Penelitian	21
3.7. Design Gambar	23
3.8. Gambar Rangkaian.....	25
3.9. Parameter yang akan Dianalisis	26
3.10. Monitoring/ Pemantauan	26
3.11. Prosedur Kerja	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1 Hasil pembuatan alat dan IoT monitoring	28
4.2 Percobaan alat pendingin panel surya menggunakan <i>copper coils</i>	30

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN	39



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi cara kerja panel surya	6
Gambar 2.2 <i>Monocrystalline Silicon</i>	7
Gambar 2.3 <i>Polycrystalline Silicon</i>	8
Gambar 2.4 <i>Thin film solar cell</i>	9
Gambar 2.5 Prinsip kerja panel surya	10
Gambar 2.6 <i>copper coils</i>	13
Gambar 2.7 Solar charge.....	13
Gambar 2.8 Node MCU	14
Gambar 2.9 DHT22	15
Gambar 2.10 ACS712	16
Gambar 2.11 Baterai.....	16
Gambar 2.12 Pompa Air	18
Gambar 3.1 Flowchart Kegiatan Penelitian	22
Gambar 3.2 Design gambar rangkaian.....	24
Gambar 3.3 Rangkaian gambar	25
Gambar 4.1 Pendingin solar panel menggunakan <i>copper coils</i>	28
Gambar 4.2 Aplikasi Blynk.....	29
Gambar 4.3 Web Blynk	30
Gambar 4.4 Grafik pengukuran tegangan pendingin <i>copper coils</i>	32
Gambar 4.5 Grafik pengukuran arus pendingin <i>copper coils</i>	32
Gambar 4.6 Grafik pengukuran daya pendingin <i>copper coils</i>	33
Gambar 4.7 Grafik pengukuran suhu pendingin <i>copper coils</i>	34
Gambar 4.8 Grafik pengukuran instensitas cahaya pada panel surya.....	34

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu penelitian.....	19
Tabel 3.2 Bahan dan Alat	20
Tabel 4.1 Hasil pengukuran panel surya menggunakan alat pendingin.....	30



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu jenis energi terbarukan yang terus mengalami perkembangan adalah energi matahari. Energi ini dapat diubah menjadi bentuk energi yang berguna, seperti energi listrik. Energi listrik adalah energi yang banyak digunakan dalam kebutuhan manusia saat ini. Penggunaannya pun beragam, mulai dari bidang industri hingga untuk konsumsi rumah tangga. Kebutuhan listrik makin hari semakin meningkat karena berkembangnya zaman, sehingga kebutuhan listrik ini meningkat karena banyaknya peralatan yang menggunakan energi listrik. Energi listrik adalah energi yang banyak digunakan dalam kebutuhan manusia saat ini. Penggunaannya pun beragam, mulai dari bidang industri hingga untuk konsumsi rumah tangga. Kebutuhan listrik makin hari semakin meningkat karena berkembangnya zaman, sehingga kebutuhan listrik ini meningkat karena banyaknya peralatan yang menggunakan energi listrik. (Rahajoeningroem and Jatnika 2022)

Pengembangan teknologi panel surya dilakukan untuk meningkatkan efisiensi kinerjanya secara signifikan. Dalam penelitian laboratorium, efisiensi beberapa panel surya telah mencapai lebih dari 40%. Namun, secara ekonomi, efisiensi masih jauh lebih rendah dari itu. Pengujian efisiensi pada skala laboratorium solar panel monokristalin sekitar 24%, sedangkan efisiensi praktiknya hanya mencapai 11-17%. Tenaga listrik dari panel surya menurun secara substansial setiap kali suhu sel surya meningkat. Hampir 5-20% sinar matahari yang memasuki permukaan sel surya diubah menjadi tenaga listrik. Salah satu cara yang perlu dilakukan adalah menjaga temperatur lingkungan selalu terjaga lebih rendah

pada kondisi panas matahari. Hal ini diperlukan agar suhu permukaan panel surya tidak meningkat seiring dengan tingginya radiasi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa peningkatan suhu pada sel surya sekitar 1 derajat Celsius dapat menurunkan efisiensi sebesar 0.45%. Dalam mengurangi suhu kerja panel surya, dapat dilakukan dengan menggunakan aliran udara untuk mendinginkan suhu panel surya, yang menghasilkan peningkatan efisiensi sebesar 12%. Selain itu, penggunaan teknologi semprotan air dengan kecepatan tinggi untuk mendinginkan panel surya mengalami kenaikan efisiensi sebesar 60% dan 17% listrik yang dikeluarkan. Pengembangan teknologi panel surya dilakukan untuk meningkatkan efisiensi kinerjanya secara signifikan. Dalam penelitian laboratorium, efisiensi beberapa panel surya telah mencapai lebih dari 40%. Namun, secara ekonomi, efisiensi masih jauh lebih rendah dari itu. Pengujian efisiensi pada skala laboratorium solar panel monokristalin sekitar 24%, sedangkan efisiensi praktiknya hanya mencapai 11-17%. Tenaga listrik dari panel surya menurun secara substansial setiap kali suhu sel surya meningkat. Hampir 5-20% sinar matahari yang memasuki permukaan sel surya diubah menjadi tenaga listrik. Salah satu cara yang perlu dilakukan adalah menjaga temperatur lingkungan selalu terjaga lebih rendah pada kondisi panas matahari. Hal ini diperlukan agar suhu permukaan panel surya tidak meningkat seiring dengan tingginya radiasi.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa peningkatan suhu pada sel surya sekitar 1 derajat Celsius dapat menurunkan efisiensi sebesar 0.45%. Dalam mengurangi suhu kerja panel surya, dapat dilakukan dengan menggunakan aliran udara untuk mendinginkan suhu panel surya, yang menghasilkan peningkatan efisiensi sebesar 12%. Selain itu, penggunaan teknologi semprotan air dengan

kecepatan tinggi untuk mendinginkan panel surya mengalami kenaikan efisiensi sebesar 60% dan 17% listrik yang dikeluarkan.(Saputra et al. 2022)

1.2. Perumusan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Pengoptimalan efisiensi pendingin solar panel menggunakan copper coils dalam mengatasi penurunan efisiensi akibat kenaikan suhu panel surya saat terpapar sinar matahari intensif.
2. Pengembangan sistem kontrol IoT yang dapat memantau dan mengatur operasi pendingin solar panel secara otomatis berdasarkan data suhu lingkungan dan suhu panel surya.

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Fokus pada perancangan dan pembangunan pendingin solar panel menggunakan copper coils sebagai media pendingin.
2. Penelitian akan difokuskan pada pengukuran dan pengaturan suhu panel surya, dengan penekanan pada pengurangan suhu untuk meningkatkan efisiensi panel surya.
3. Penelitian ini terbatas pada implementasi teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk mengontrol dan memantau operasi pendingin solar panel secara otomatis.
4. Mendesain alat pendingin solar panel menggunakan tembaga *copper coils*

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan alat prototype pendingin solar panel menggunakan media tembaga *copper coils*
2. Pengujian alat solar panel yang menggunakan *copper coils* dengan yang tidak menggunakan *copper coils*

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan efisiensi energi: Penelitian ini dapat membantu meningkatkan efisiensi energi dalam penggunaan panel surya di rumah pintar (smarthome) dengan mengurangi penurunan efisiensi yang disebabkan oleh kenaikan suhu panel surya.
2. Kenyamanan Pengguna: Teknologi ini akan meningkatkan kenyamanan penghuni rumah pintar dengan menjaga suhu panel surya dalam kisaran optimal, sehingga meningkatkan performa panel surya tanpa mempengaruhi kenyamanan pengguna.
3. Pengurangan Biaya energi: Dengan mengoptimalkan suhu panel surya, pengguna rumah pintar dapat mengurangi biaya energi listrik yang diperlukan untuk menghasilkan daya listrik yang sama dari panel surya.

1.6. Sistematik Penulisan

Dalam penulisan sistematik penulisan skripsi tugas akhir ini ada beberapa sistematik penulisan berdasarkan beberapa pembagian masing-masing bab yang di bahas adalah sebagai berikut:

1. BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika.

2. BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisikan tentang pokok pembahasan landasan teori atau materi yang mendasar dalam pelaksanaan penelitian ini.

3. BAB III. METODE PENELITIAN

Berisikan tentang waktu dan pelaksanaan kegiatan penelitian dan alat yang di gunakan serta metode yang digunakan atau di terapkan dalam tugas akhir ini.

4. BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang hasil pengujian alat sarta pembahasan alat.

5. BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

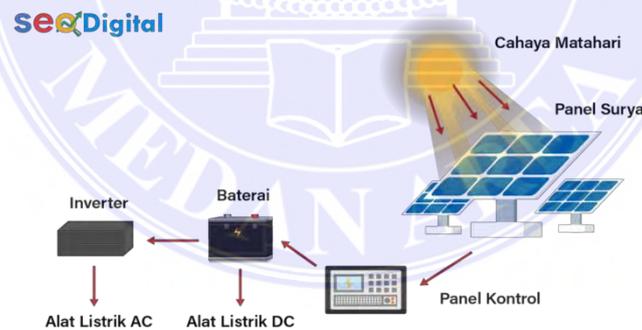
Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran dari pembuatan alat dan laporan sebagai upaya untuk kemajuan alat dan perbaikan kedepannya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sel Surya

Sel surya adalah sebuah perangkat yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik melalui proses efek fotovoltaik. Oleh karena itu, perangkat ini juga dikenal sebagai sel fotovoltaik (Photovoltaic cell – disingkat PV). Ketika sel surya tersusun secara seri, dapat menghasilkan tegangan sekitar 16V. Tegangan ini sudah cukup untuk mensuplai aki 12V. Untuk mencapai tegangan keluaran yang lebih tinggi, diperlukan lebih banyak sel surya. Gabungan dari beberapa sel surya ini dikenal sebagai Panel Surya atau modul surya. Dengan menyusun sekitar 10 - 20 atau lebih Panel Surya, dapat dihasilkan arus dan tegangan yang tinggi, cukup untuk memenuhi kebutuhan listrik sehari-hari. (Purwoto et al. 2018)



Gambar 2.1 Ilustrasi cara kerja panel surya (sumber sanspower)

2.2. Jenis-Jenis Panel Surya

Adapun beberapa jenis-jenis dari panel surya itu sendiri yakni:

1. Monokristal Silikon (Monocrystalline Silicon)

Monocrystalline silicon merupakan panel surya yang memiliki banyak keunggulan seperti terbuat silikon yang diiris tipis menggunakan bantuan mesin potong. Hasil irisan yang tipis tersebut membuat karakteristik monocrystalline silicon lebih menonjol. Selain itu, penampang monocrystalline silicon bisa menyerap cahaya matahari lebih optimal jika dibandingkan dengan jenis sel surya yang lainnya. Meski memiliki banyak keunggulan, monocrystalline silicon juga memiliki kekurangan. Agar bisa berfungsi secara efisien, cahaya harus memiliki kadar terang dan tinggi. Jika cuaca sedang mendung dan berawan, monocrystalline silicon tidak bisa menyerap energi matahari secara maksimal dan efisiensi panel berpotensi menurun.

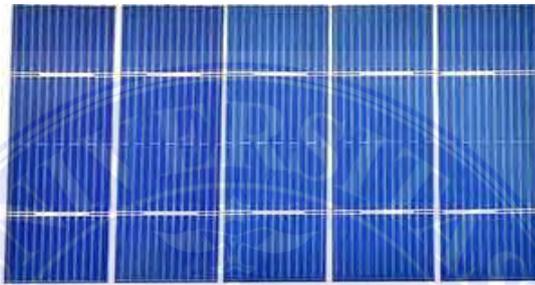


Gambar 2.2 *Monocrystalline Silicon*
(sumber: Tokopedia)

2. Polikristal Silikon (Polycrystalline Silicon)

Polycrystalline silicon merupakan jenis panel surya yang umum digunakan di banyak jenis bangunan. Kebanyakan panel surya yang ditemukan di Indonesia menggunakan jenis yang satu ini. Teknologi panel surya tersebut terbuat dari batang silikon yang bisa dicairkan. Polycrystalline silicon juga memiliki kelebihan dari segi susunan yang lebih

rapat dan rapi. Karakteristik polycrystalline silicon adalah mempunyai tampilan yang cukup unik. Jika dilihat lebih detail, panel surya akan terlihat lebih unik karena terkesan seperti ada retakan-retakan pada bagian dalam sel surya. Sama seperti panel surya yang lain, polycrystalline silicon juga memiliki kelemahan atau kekurangan. Polycrystalline silicon tidak cocok dengan wilayah atau area yang memiliki curah hujan tinggi.



Gambar 2.3 *Polycrystalline Silicon*
(sumber:university wafer)

3. Thin Film Solar Cell

Adalah jenis sel surya yang menggunakan lapisan tipis material fotovoltaik untuk menghasilkan listrik dari energi matahari. Sel surya film tipis dibuat dengan mengendapkan atau menumpuk lapisan material semikonduktor yang relatif tipis (dalam kisaran beberapa mikrometer) di atas substrat atau permukaan yang mendukung. Material semikonduktor ini dapat terdiri dari berbagai senyawa, termasuk silikon amorfus (a-Si), telurium tembaga, dan banyak lagi.



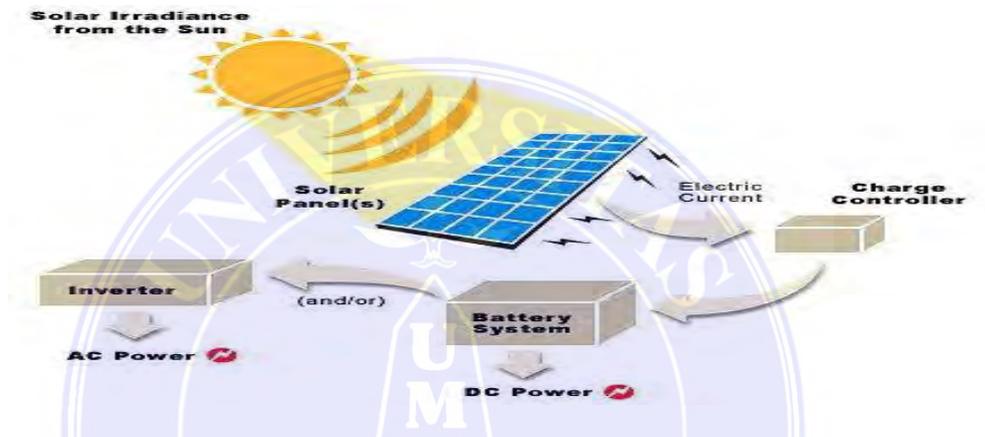
Gambar 2.4 *Thin film solar cell*
(sumber:omnis power)

2.3 Karakteristik Panel Surya (solar cell)

surya adalah peralatan yang penting dalam mengubah energi matahari menjadi listrik, dan kepopulerannya terus meningkat karena banyaknya aplikasi yang memanfaatkannya. Sel surya biasanya menghasilkan tegangan sekitar 0,5 volt. Untuk memenuhi kebutuhan listrik yang lebih tinggi, beberapa sel surya dapat dihubungkan secara seri atau paralel untuk mencapai tegangan dan arus yang diinginkan. Sel surya dilindungi dengan kaca untuk membentuk panel atau modul yang tahan terhadap lingkungan. Karakteristik elektrik suatu modul fotovoltaik ditentukan oleh hubungan antara arus (I) dan tegangan (V), yang dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari dan temperatur. Saat intensitas radiasi meningkat, arus yang dihasilkan juga bertambah proporsional. Namun, jika temperatur sel surya naik, arus akan meningkat tetapi tegangan akan menurun, mengakibatkan penurunan daya yang dihasilkan oleh sel surya. Biasanya, kemampuan sel surya diukur pada suhu ruangan sekitar 25°C . Namun, di daerah tropis atau di bawah sinar matahari langsung, suhu permukaan sel surya bisa mencapai 45°C atau lebih, yang dapat mengubah karakteristik kinerja sel surya. Pengaruh variasi intensitas radiasi

dan temperatur terhadap kemampuan sel surya menghasilkan listrik akan dijelaskan dalam hasil penelitian dan pembahasan selanjutnya. Ini mencakup bagaimana sel surya bereaksi terhadap perubahan intensitas cahaya dan suhu, serta dampaknya terhadap arus, tegangan, dan daya yang dihasilkan.

2.4. Prinsip kerja panel surya



Gambar 2.5 Prinsip kerja panel surya
(sumber:Quora)

Menurut (Mudhofiroh & Noor ,2014), "Prinsip dari panel surya adalah mengubah intensitas cahaya matahari menjadi energi listrik yang dapat digunakan untuk menjalankan peralatan elektronik." Panel surya adalah suatu panel lengkap yang terdiri dari beberapa sel yang disusun secara horizontal dan di lapiasi dengan kaca sehingga mampu dipasang di bawah sinar matahari.

2.5. Pengaruh pendingin terhadap panel surya

Penurunan Suhu Operasional Solar panel cenderung menghasilkan panas

saat menyerap sinar matahari. Jika suhu panel terlalu tinggi, efisiensi konversi energi surya ke listriknya akan menurun. Dengan pendinginan, suhu operasional panel surya bisa dipertahankan pada tingkat yang lebih rendah, yang dapat meningkatkan efisiensi.

Peningkatan Efisiensi Konversi Pendinginan dapat membantu mengurangi resistansi internal dalam solar panel. Semakin rendah suhu operasional, semakin efisien panel dalam mengubah energi matahari menjadi listrik. Dengan demikian, pendinginan dapat meningkatkan output daya dari panel surya.

2.6 Perpindahan Panas

Perpindahan panas atau transfer panas adalah proses fisik di mana energi panas bergerak dari suatu objek atau sistem dengan suhu tinggi ke objek atau sistem dengan suhu lebih rendah. Tujuannya adalah untuk mencapai keseimbangan termal di antara objek atau sistem tersebut. pada peneliti ini terdapat 2 jenis perpindahan panas yaitu:

1. konduksi

Konduksi adalah salah satu mekanisme perpindahan panas di mana energi panas atau kalor dipindahkan melalui suatu material atau bahan dari bagian yang lebih panas ke bagian yang lebih dingin, tanpa pergerakan massa material secara keseluruhan.

Adapun rumus perpindahan kalor dengan konduksi, yaitu:

$$\text{Laju Kalor} = Q/t = kA \Delta T/x \dots\dots\dots (1)$$

Dengan keterangan sebagai berikut:

Q : kalor dengan ukuran satuan (J) atau (kal)

k : konduktivitas termal dengan ukuran (W/mK)

A : luas penampang dengan satuan (m²)

ΔT : perubahan suhu (K)

x : panjang (m), dan

t : waktu (sekon)

2. konveksi

perpindahan kalor yang melalui suatu zat dan disertai dengan perpindahan partikel-partikel zat. Perpindahan kalor dengan jenis ini dapat terjadi karena perbedaan massa jenis.

Adapun rumus laju kalor dengan jenis ini, yaitu:

$$\text{Laju Kalor} = Q/t = hA \Delta T \dots\dots\dots (2)$$

Dengan keterangan:

h = koefisien konveksi termal (j/sm²K)

A = Luas permukaan (m²)

ΔT = Perbedaan suhu (K)

2.7 Copper coils

Copper coils adalah gulungan atau kumparan yang terbuat dari tembaga. Gulungan ini umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi listrik dan elektronik karena sifat konduktivitas listrik yang baik dari tembaga. *Copper coils* dapat digunakan dalam transformator, motor listrik, generator, dan berbagai perangkat lainnya. Fungsi utama dari *copper coils* adalah untuk membentuk medan magnetik atau mengalirkan arus listrik dengan efisien. Di dalam transformator, misalnya, *copper coils* digunakan untuk mengubah tegangan listrik dari satu tingkat ke tingkat

lainnya dengan mentransfer energi melalui medan magnetik yang dihasilkan oleh arus listrik yang mengalir melalui kumparan tersebut. *Copper coils* dipilih sebagai bahan umum untuk kumparan karena tembaga memiliki konduktivitas yang tinggi dan tahan terhadap panas. (Ibrahim, Rashad, and Sergeant 2017)



Gambar 2.6 *copper coils*
(sumber: Amazon UK)

2.8 . Solar Charge controller

Solar Charge Controller adalah perangkat penting dalam sistem panel surya. Fungsinya adalah untuk mengatur arus listrik yang masuk dan keluar dari baterai dalam sistem panel surya, sehingga mencegah kerusakan pada baterai dan meningkatkan masa pakai sistem panel surya secara keseluruhan.



Gambar 2.7 Solar charge
(sumber: jakarta notebook)

2.9. Node MCU

NodeMCU adalah platform IoT pasokan terbuka. Terdiri dari hardware berupa System On Chip ESP8266 dari ESP8266 yang dibuat melalui sarana Espressif. System.Selain firmware yang digunakan juga menggunakan bahasa pemrograman scripting Lua. Jangka waktu NodeMCU melalui cara default benar-benar merujuk kembali ke firmware yang digunakan alih-alih kit peningkatan perangkat keras.

NodeMCU dapat dianalogikan dengan papan Arduino ESP8266 ESP8266 memerlukan beberapa strategi pengkabelan dan modul USB ke serial lebih lanjut untuk mengunduh aplikasi. Namun, NodeMCU telah mengemas ESP8266 ke dalam sebuah papan kompak dengan beragam kemampuan yang terdiri dari mikrokontroler + Wifi akses langsung ke fungsionalitas serta chip pertukaran verbal USB ke serial.

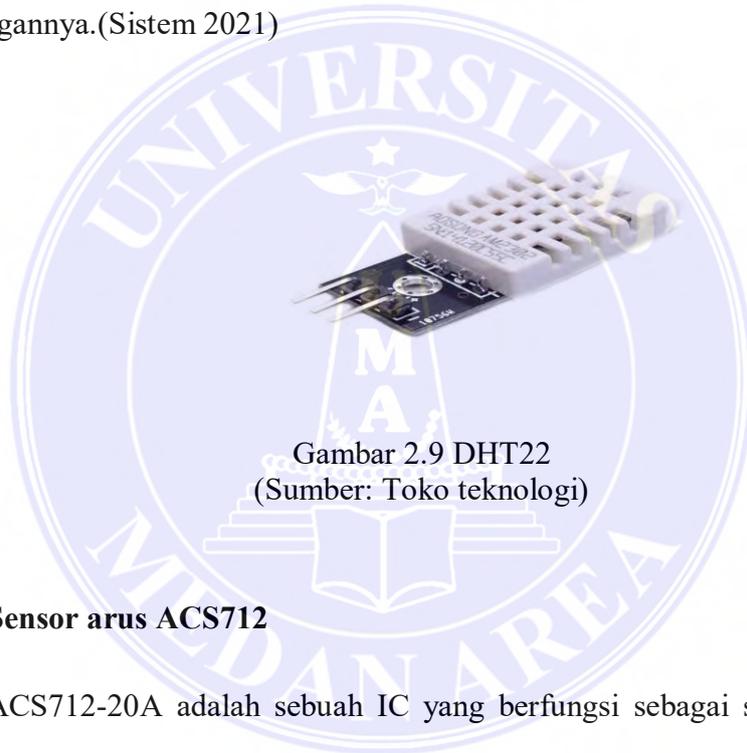


Gambar 2.8 Node MCU
(Sumber:sari teknologi)

2.10 Sensor DHT22

Salah satu sensor suhu yang sering digunakan dalam proyek Arduino adalah DHT22 atau AM2302. Sensor ini terkenal karena kinerjanya yang baik, respon

cepat, dan kemampuan anti-gangguan (anti-interference). Meskipun berukuran kecil, DHT22 mampu mentransmisikan sinyal hingga jarak 20 meter, menjadikannya cocok untuk berbagai aplikasi pengukuran suhu dan kelembaban. Selain itu, sensor ini memiliki tingkat stabilitas yang tinggi dan fitur kalibrasi yang akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam memori program One-Time Programmable (OTP), sehingga saat sensor internal mendeteksi nilai suhu atau kelembaban, modul ini menggunakan koefisien tersebut dalam perhitungannya. (Sistem 2021)



Gambar 2.9 DHT22
(Sumber: Toko teknologi)

2.11 Sensor arus ACS712

ACS712-20A adalah sebuah IC yang berfungsi sebagai sensor arus dan digunakan untuk menggantikan transformator arus yang biasanya memiliki ukuran fisik yang lebih besar. Sensor ACS712-20A diproduksi oleh Allegro dan merupakan solusi ekonomis dalam pengukuran arus baik AC maupun DC. Prinsip kerja dari sensor arus ACS712-20A sama dengan sensor efek Hall lainnya, yaitu dengan memanfaatkan medan magnetik yang dihasilkan oleh arus yang akan diukur untuk menghasilkan tegangan keluaran yang linear terhadap perubahan arus tersebut. Tegangan yang dihasilkan oleh sensor arus ACS712-20A berupa tegangan

variabel yang berkorelasi dengan arus yang diukur. Nilai tegangan ini kemudian dapat dimasukkan ke dalam mikrokontroler untuk diproses lebih lanjut. Namun, sebelum tegangan ini dapat masuk ke dalam mikrokontroler, perlu dilakukan konversi menjadi tegangan DC.(Anon 2016)



Gambar 2.10 ACS712
(Sumber:mikroavr.com)

2.12 Baterai

Baterai 12V adalah salah satu baterai yang umum. Namun, tahukah Anda tentang baterai 12 volt dan apa kegunaannya? Baterai 12 volt merupakan salah satu jenis baterai yang sering digunakan untuk berbagai peralatan dan peralatan listrik. Baterai 12 volt berbeda dan berbeda dalam penggunaannya, karena tersedia dalam berbagai bentuk dan ukuran. Dalam beberapa kasus, baterai mungkin besar dan berat atau kecil dan ringan. Baterai bisa berbentuk silinder atau persegi.



Gambar 2.11 Baterai
(Sumber:alixpress)

2.13 Pompa air

Pompa air DC adalah jenis pompa air yang bekerja dengan memanfaatkan tenaga listrik yang berasal dari sumber arus searah (Direct Current - DC), yang kemudian digunakan untuk menggerakkan rotor atau impellernya guna memompa air dari satu tempat ke tempat lain. Dalam pengoperasiannya, pompa air DC memiliki keunggulan berupa efisiensi energi yang lebih tinggi dibandingkan dengan pompa air berbasis arus bolak-balik (AC) karena daya yang digunakan berasal dari sumber energi yang stabil dan lebih mudah diatur. Selain itu, pompa air jenis ini sering kali digunakan dalam berbagai aplikasi praktis, mulai dari sistem irigasi rumah tangga sederhana, hingga skala yang lebih besar seperti penyaluran air untuk kebutuhan peternakan, perkebunan, dan pengairan lahan pertanian. Penggunaannya juga umum ditemukan dalam sistem penyiraman taman yang otomatis, serta dalam berbagai aplikasi lain yang membutuhkan pompa air portabel, seperti pada proyek pembangunan di area terpencil atau daerah-daerah yang sulit dijangkau listrik konvensional. Pompa air DC sangat cocok untuk situasi di mana sumber energi terbatas, misalnya, di wilayah pedesaan yang hanya memiliki akses

ke panel surya atau baterai, menjadikannya pilihan ideal bagi pengguna yang memerlukan solusi hemat energi dan ramah lingkungan.



Gambar 2.12 Pompa Air
(sumber: tokopedia)

Keuntungan utama dari pompa air DC adalah efisiensinya dalam penggunaan energi, karena dapat bekerja dengan tegangan rendah dan memiliki konsumsi daya yang lebih rendah dibandingkan dengan pompa air AC (arus bolak-balik). Selain itu, pompa air DC juga cenderung lebih mudah diintegrasikan dengan sistem-sistem yang menggunakan panel surya atau sumber energi DC lainnya

BAB III

METODOLOGI

3.1 Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini direncanakan akan dilaksanakan selama tiga bulan, dengan rincian setiap kegiatan yang telah disusun dalam tabel waktu pelaksanaan. Berikut adalah tahapan kegiatan beserta waktu pelaksanaannya:

Tabel 3.1 Waktu penelitian

NO	Kegiatan penelitian	BULAN											
		I				II				III			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur												
2	Pengumpulan Alat dan Bahan												
3	Perancangan Alat												
4	Pengumpulan Data												
5	Analisa Data												
6	Penulisan Laporan												

3.2 Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini, pada gambar 3.2 beberapa bahan dan alat digunakan untuk membangun serta mengoptimalkan sistem panel surya dengan alat pendingin berbasis copper coil. Berikut adalah rincian bahan dan alat yang digunakan:

Tabel 3.2 Bahan dan Alat

No	Komponen	Spesifikasi	Satuan
1	panel	monokristal	1 unit
2	Solar charge	10 A	1 unit
3	<i>Copper coils</i>	pendingin	1 unit
4	Lampu LED	Lampu Indikator	1 unit
5	Sensor DHT 22	Pendeteksi suhu	1 unit
6	Node MCU	Pengontrol	1 unit
7	Sensor tegangan	Pengukur Tegangan	1 unit
8	Sensor Arus	Pengukur arus	1 unit
10	Battray	12 V	1 unit

3.3 Jenis Data

3.3.1 Data Primer

Data Primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data yang di ambil secara langsung dilapangan.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

3.4.1 Observasi

Observasi merupakan sebuah teknik yang dilakukan lewat pengamatan langsung.

3.4.2 Studi Dokumentasi

Studi Dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan data dan mempelajari data-data yang diperoleh dari buku-buku, literatur, jurnal, internet dan sumber-sumber lain yang berhubungan dengan penelitian ini.

3.5 Teknik Analisa Data

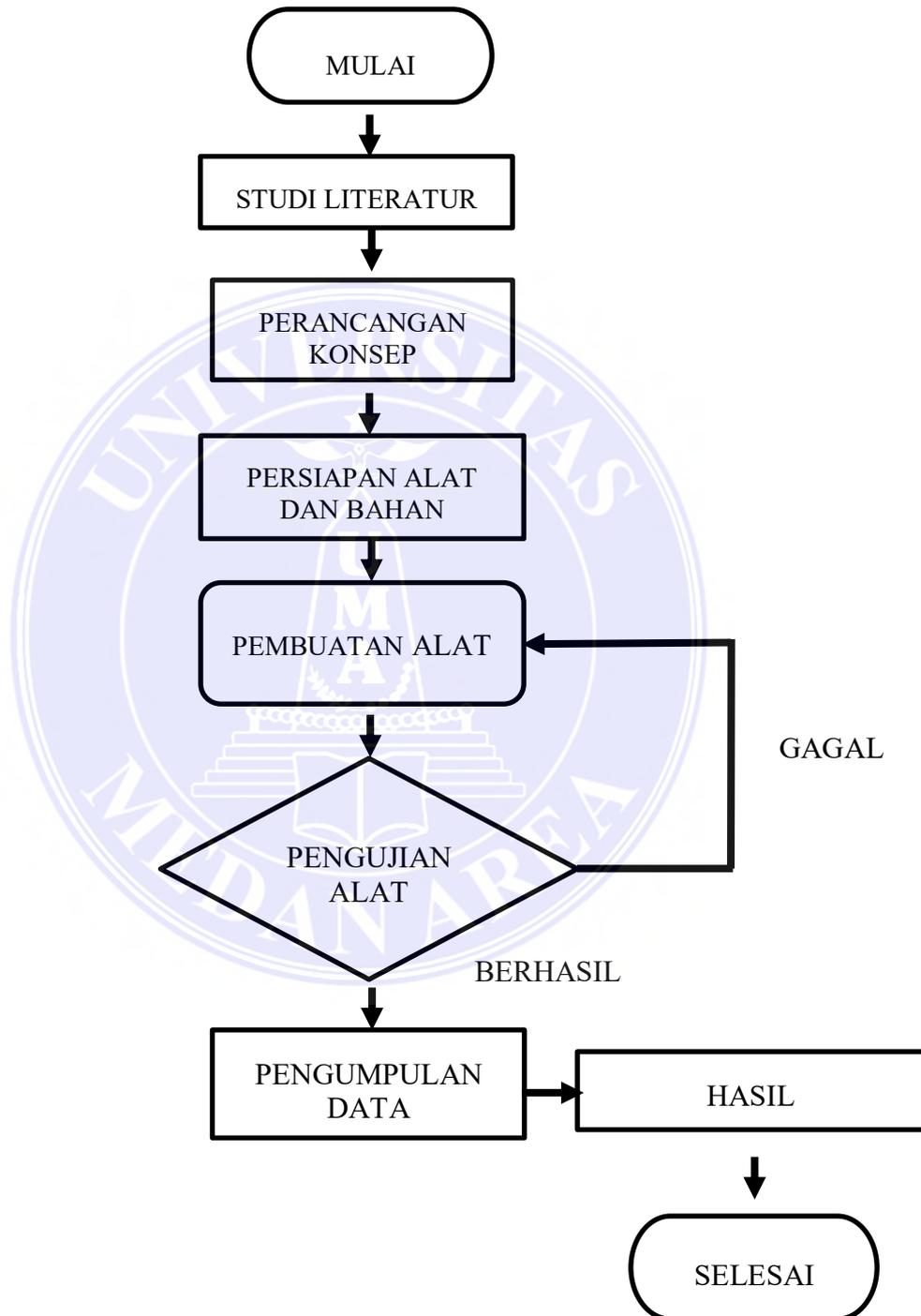
Metode yang sesuai dengan penelitian adalah metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif.

1. Metode deskriptif merupakan cara merumuskan dan menafsirkan data yang ada sehingga memberikan gambaran jelas melalui pengumpulan, penyusunan, penganalisisan data, sehingga dapat diketahui gambaran umum perusahaan yang sedang diteliti.
2. Pendekatan Kuantitatif adalah pendekatan ilmiah yang memandang suatu realitas dapat diklasifikasi, konkrit, teramati, dan terukur, hubungan variabelnya bersifat sebab akibat dimana data penelitiannya berupa angka-angka dan analisisnya menggunakan statistik.

3.6. Metode Penelitian

Metode Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap untuk mempermudah dan memperjelas arah penelitian yang akan di laksanakan. Adapun berikut ini flowchart atau kerangka berfikir dalam penelitian yang akan disajikan dalam bentuk blok diagram pada Gambar berikut ini, dimana berdasarkan flowchart ini ialah

sebagai tahapan yang akan dilakukan oleh peneliti dalam melaksanakan proses penelitian Rancang Bangun Pendingin Solar Panel Menggunakan *Copper Coils* Berbasis *IoT*.



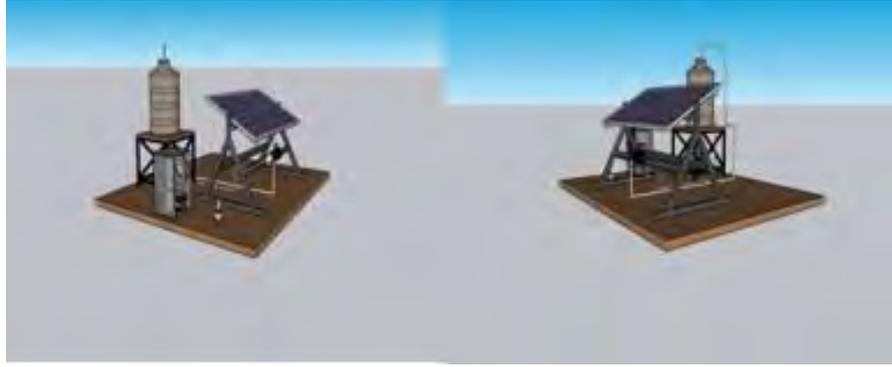
Gambar 3.1 Flowchart Kegiatan Penelitian

Adapun penjelasan tentang *flowchart* / kerangka berfikir diatas adalah:

1. Studi Literatur Metode pengumpulan data dengan menggunakan buku elektronik, buku pustaka dan jurnal yang terkait sebagai referensi bagi penelitian ini.
2. Pengumpulan Data Data dari proses penelitian ini di dapat langsung dari panel dan model yang di gunakan.
3. persiapan alat dan bahan penelitian bahan apa saja yang di pergunakan dalam penelitian ini sepertihalnya buku pedoman sensor,pengontrol dan lainnya.
4. Pembuatan alat Untuk menyelesaikan penelitian ini, peneliti akan membuat sebuah alat dari tahap awal hingga ke tahapakhir.
5. Melakukan pengujian alat untuk memeriksa suhu yang di keluarkan dari alat penelitian.
6. pengumpulan data yang di peroleh dari penelitian pengujian alat .
7. Hasil dari penelitian alat yang di buat. Output yang dihasilkan dari alat ini akan tampil melalui Iot dan juga pada software yang

3.7. Design Gambar

Desain alat pendingin panel surya menggunakan copper coil dirancang untuk menjaga suhu panel agar tetap optimal selama beroperasi, terutama saat paparan sinar matahari intens. Desain ini memadukan komponen-komponen utama seperti panel surya, sistem pendingin, sensor pengukur suhu dan arus, serta sistem kontrol untuk memastikan seluruh sistem bekerja secara terintegrasi. Berikut di nyatakan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Design gambar rangkaian

Pada Gambar 3.2 adalah bentuk skema dari sistem tenaga surya, dan berikut merupakan bagian-bagian dari rangkaian alat tersebut.

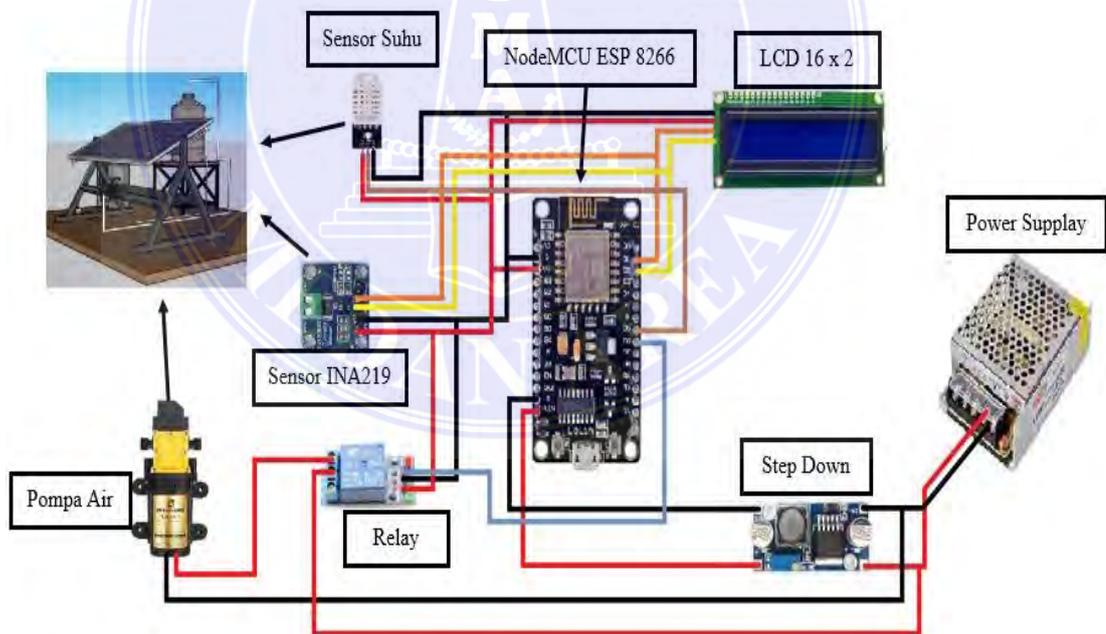
1. Panel Surya: Panel datar yang miring menghadap matahari pada sebuah rangka besi adalah panel surya. Panel ini mengubah sinar matahari menjadi listrik
2. Gulungan Tembaga (*Copper Coils*): Gulungan tembaga ini berfungsi sebagai bagian dari sistem pendingin panel, di mana air yang bersirkulasi melalui gulungan dari tangki air disalurkan oleh tembaga *copper coils* di bawah permukaan panel surya yang bertujuan untuk pendingin panel tersebut.
3. Sistem Pipa: Terdapat pipa-pipa yang terhubung ke tangki air, menunjukkan pergerakan air masuk dan keluar dari tangki.
4. Pompa Air Dc: yang berfungsi sebagai penyalur air dari tangki yang bersirkulasi melalui *copper coils*.
5. Solar charger: yang merupakan sistem pengontrol pengecasan baterai dari panel surya ke baterai.
6. Sensor suhu: sensor yang terdapat pada permukaan bawah solar panel ini merupakan alat pendeteksi suhu berapa derajat papan solar panel.
7. Sensor arus dan tegangan: yang merupakan sensor sensor yang mendeteksi

berapa arus dan tegangan yang terdapat pada solar panel yang akan di kirimkan ke blynk

8. Node MCU: alat kontrol beberapa sensor tersebut yang berperan sebagai pengirim ke aplikasi IoT blynk
9. Relay: yang berfungsi sebagai alat otomatis air yang akan bersirkulasi

3.8. Gambar Rangkaian

Ada gambar rangkaian 3.3 ini, kita melihat konfigurasi rangkaian yang terdiri dari beberapa komponen elektronik yang saling berhubungan untuk menghasilkan fungsi tertentu. Berikut adalah penjelasan mengenai komponen dan fungsi masing-masing dalam rangkaian ini:



Gambar 3.3 Rangkaian gambar

Pada Gambar 3.3 Gambar Rangkaian di atas menjelaskan cara kerja pada rangkaian alat di atas sensor suhu mengukur suhu permukaan panel surya yang akan

di kirimkan ke Node MCU ESP8266 sebagai otak pada dari rangkaian ini kemudian mikrokontroler ini menerima dari sensor suhu, dan sensor INA219, dan juga Node MCU ESP8266 juga mengendalikan relay berdasarkan data yang di trima. kemudian pompa air akan akan di gerakkan oleh relay yang di kontrol Oleh Node MCUESP8266 ketika suhu panel surya di atas ambang ambang batas tertentu, dan disitu Node MCU ESP8266 akan menyedot air dari tangki air yang langsung bersirkulasi menggunakan *copper coils* di bawah permukaan solar panel sehingga suhu solar panel menurun.

3.9. Parameter yang akan Dianalisis

Parameter yang akan di analisis pada proposal ini berjudul rancang bangun pendingin solar panel menggunakan *copper coils* berbasis *IoT*, Sensor suhu, arus dan tegangan

3.10. Monitoring/ Pemantauan

Tujuan dari monitoring ini adalah sebagai pengawasan pengoprasian suhu, arus dan tegangan alat yang di gunakan dari aplikasi blynk , sehingga dapat mengambil tindakan kompratif untuk memantau dari jarak jauh menggunakan internet.

3.10.1 penggunaan aplikasi blynk

Pada penggunaan aplikasi blynk akan di lakukan sebuah sistem monitoring, ketika sensor membaca maka akan langgung di kirimkan ke aplikasi blynk yang akan menampilkan hasil pengukuran yang di baca oleh sensor di prangkat seperti hendphone atau laptop.

3.11. Prosedur Kerja

Adapun prosedur kerja yang akan dilakukan yaitu :

1. Perancangan alat mengikuti sesuai gambar rangkaian
2. Melakukan pengujian alat yang telah dirancang.
3. Pengetesan awal yang dilakukan sebelum ada beban.
4. Pengecekan melalui monitoring dan mengukur hasil
5. Mencatat data hasil yang di ukur
6. Mencatat data yang di ukur.
7. Melakukan menginput data yang telah di uji secara tekstual
8. kedalamlaporan skripsi yang telah diteliti.
9. Membuat kesimpulan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pembuatan alat prototype pendingin solar panel menggunakan media tembaga *copper coils* berhasil di buat, alat ini berkerja dengan mengandalkan sistem pendingin air yang bersirkulasi di bawah permukaan solar panel melalui tembaga kuningan (*copper coils*). yang di monitoring langsung menggunakan IoT aplikasi blynk dengan pengontrol Node MCUESP 8266 dengan sensor suhu, sensor INA219 dan relay sebagai alat pengendali pompa air. Panel surya yang menggunakan alat pendingin memiliki tegangan yang lebih stabil dan lebih tinggi dibandingkan dengan panel surya tanpa pendingin. Penggunaan alat pendingin membantu menjaga kinerja panel surya pada tingkat yang optimal meskipun suhu lingkungan meningkat. Tanpa alat pendingin, panel surya lebih cepat mengalami penurunan tegangan, yang menandakan penurunan efisiensi akibat kenaikan suhu. Penggunaan alat pendingin pada panel surya terbukti efektif dalam mempertahankan tegangan yang lebih tinggi dan lebih stabil dibandingkan dengan panel surya yang tidak dilengkapi dengan pendingin. Alat pendingin berperan penting dalam mengurangi dampak negatif dari suhu tinggi terhadap kinerja panel surya, sehingga meningkatkan efisiensi dan output energi yang dihasilkan.

5.2 Saran

Membuat alat pendingin untuk panel surya yang tidak hanya mengandalkan penggunaan copper coils, tetapi juga dapat mengintegrasikan berbagai teknologi inovatif lainnya, seperti sistem pendinginan berbasis air, penggunaan material

penyerap panas yang efisien, atau pemanfaatan teknik pendinginan pasif. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi kerja panel surya dengan cara mengurangi suhu operasionalnya, sehingga dapat memaksimalkan produksi energi listrik yang dihasilkan. Selain itu, alat pendingin ini dapat dirancang agar ramah lingkungan, mudah dipasang, dan memiliki biaya operasional yang rendah, sehingga lebih banyak pengguna dapat mengimplementasikannya



DAFTAR PUSTAKA

- Hamzah, Amir, and Hendri. 2016. "Desain Pengembangan Hybrid Bidirectional Inverter 1500 Watt Dengan Menggabungkan Energi Alternatif Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dan Energi Utilitas Untuk Aplikasi Rumah Tangga." *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau* 3(2):1–11.
- Ibrahim, Mohamed Nabil Fathy, Essam Rashad, and Peter Sergeant. 2017. "Performance Comparison of Conventional Synchronous Reluctance Machines and PM-Assisted Types with Combined Star-Delta Winding." *Energies* 10(10). doi: 10.3390/en10101500.
- Purwoto, Bambang Hari, Jatmiko Jatmiko, Muhamad Alimul Fadilah, and Ilham Fahmi Huda. 2018. "Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif." *Emitor: Jurnal Teknik Elektro* 18(1):10–14. doi: 10.23917/emitor.v18i01.6251.
- Rahajoeningroem, Tri, and Ichsan Jatnika. 2022. "Sistem Pendingin Otomatis Panel Surya Untuk Peningkatan Daya Output Berbasis Mikrokontroler Solar Panel Automatic Cooling System to Increase the Output Power Based on The Microcontroller." *Telekontran* 10(1).
- Saputra, Eqwar, Dwi Purwanto, Sulthan Rofi'ur Rahim, and Alwi Isya Bakhtiar. 2022. "Peningkatan Performa Panel Surya Dengan Sistem Pendingin Untuk Mereduksi Panas Permukaan." *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin* 23(1):28–35. doi: 10.23917/mesin.v23i1.16390.
- Sistem, Rekayasa. 2021. "JURNAL RESTI." 1(10):544–51

LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Alat



Lampiran 2. Codingan

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <Adafruit_INA219.h>
```

```
#include <DHT.h>
```

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6GGhzGGG0"

#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "monitoring panel surya Alfin"

#define BLYNK_AUTH_TOKEN "XspAaDv1F-yhK3zONwNFj9a5hj02K_Y9"

#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

char ssid[] = "HIGTECH";

char pass[] = "tadik8690";

#define relay1_PIN 16

LiquidCrystal_I2C lcd1(0x27, 16, 2);

DHT dht1(14 , DHT11);

Adafruit_INA219 sensor_pengukuran (0x40);

float tegangan, arus, daya;

void setup()

{

  pinMode(relay1_PIN, OUTPUT);

  sensor_pengukuran.begin();

  Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);

  dht1.begin();

  lcd1.begin();

  lcd1.clear();
```

```
}  
  
void loop()  
  
{  
  
    tegangan = sensor_pengukuran.getBusVoltage_V();  
  
    lcd1.setCursor(0, 0);  
  
    lcd1.print("V:");  
  
    lcd1.print(tegangan);  
  
    delay(1000);  
  
    arus = sensor_pengukuran.getCurrent_mA();  
  
    lcd1.setCursor(0, 1);  
  
    lcd1.print("mA:");  
  
    lcd1.print(arus);  
  
    delay(1000);  
  
    daya = tegangan * (arus / 1000);  
  
    lcd1.setCursor(9, 0);  
  
    lcd1.print("W:");  
  
    lcd1.print(daya);  
  
    delay(1000);  
  
    float suhu = dht1.readTemperature();  
  
    lcd1.setCursor(10, 1);
```

```
lcd1.print("C:");  
  
lcd1.print(suhu);  
  
delay(1000);  
  
if (suhu > 40)  
{  
  
digitalWrite(relay1_PIN, LOW);  
  
}  
  
else  
{  
  
digitalWrite(relay1_PIN, HIGH);  
  
}  
  
Blynk.virtualWrite(V0, tegangan);  
  
Blynk.virtualWrite(V1, arus);  
  
Blynk.virtualWrite(V2, daya);  
  
Blynk.virtualWrite(V3, suhu);  
  
}
```

Lampiran 3. Data Pengukuran

Waktu (WIB)	Tegangan (V)	Arus (Amp)	Daya (W)	Suhu (°C)	Lux
11.00 WIB	18.53	0,57	10,56	35.4	26000
11.30 WIB	18.86	0,68	12,82	37.2	28000
12.00 WIB	19.29	0,71	13,69	39.7	30000
12.30 WIB	19.40	0,74	14,35	40.2	31000
13.00 WIB	19.34	0,69	13,34	40.4	32000
13.30 WIB	19.43	0,70	13,60	40.1	32000
14.00 WIB	19.45	0,73	14,19	39.9	30000
14.30 WIB	19.44	0,72	13,99	39.8	29000