

**SISTEM MONITORING PANEL SURYA BERBASIS
MIKROKONTROLER ARDUINO UNO GUNA
PENGISIAN BATERAI PADA KM. MOCHTAR
PRABU MANGKUNEGARA**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma IV

FUAD ABDULLATIF

NIT. 0719007103

**PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL**

**PROGRAM DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA**

TAHUN 2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fuad Abdullatif

Nomor Induk Taruna : 0719007103

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

**SISTEM MONITORING PANEL SURYA BERBASIS
MIKROKONTROLER ARDUINO UNO GUNA PENGISIAN BATERAI
PADA KM. MOCHTAR PRABU MANGKUNEGARA**

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

Surabaya, 25 Juli 2023

Mtr 10K

Fuad Abdullatif
NIT. 0719007103

**PERSETUJUAN SEMINAR
HASIL KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : **SISTEM MONITORING PANEL SURYA BERBASIS
MIKROKONTROLER ARDUINO UNO GUNA
PENGISIAN BATERAI PADA KM. MOCHTAR PRABU
MANGKUNEGARA**

Nama Taruna : Fuad Abdullatif

NIT : 0719007103

Program Studi : Diploma IV TRKK

Dengan ini menyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan

SURABAYA, 21 Juli 2023

Menyetujui,

Pembimbing I



Dr. Hariyono, S.T., M.M., MT.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19720716 200604 1 001

Pembimbing II



Dr. Elly Kusumawati, S.H., M.H.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19811112 200502 2 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Studi ETO
Politeknik Pelayaran Surabaya



Akhmad Kasan Gupron, M.Pd
PENATA TK. I (III/d)
NIP.198005172005021003

**HALAMAN PENGESAHAN
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**SISTEM MONITORING PANEL SURYA BERBASIS
MIKROKONTROLER ARDUINO UNO GUNA PENGISIAN BATERAI
PADA KM. MOCHTAR PRABU MANGKUNEGARA**

Disusun dan Diajukan Oleh:

FUAD ABDULLATIF

NIT. 07 19 007 1 03

TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian KIT

Pada tanggal, 25 Juli 2023

Menyetujui,

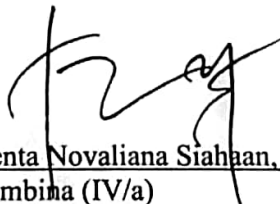
Penguji I

Penguji II

Penguji III



Sri Mulyanto Herlambang, S.T., M.T.
Pembina (IV/a)
NIP. 197204181998031000



Renta Novaliana Siahaan, S.Si.T., M.A.
Pembina (IV/a)
NIP. 197811062005022001



Edi Kurniawan, S.S.T., M.T.
Penata Muda Tk. I (III/b)
NIP. 198312022019021001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Studi Elektro
Politeknik Pelayaran Surabaya



Akhmad Kasan Gupron, M.Pd.
Penata Tk. I (III/d)
NIP.198005172005021003

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penelitian dengan judul “SISTEM MONITORING PANEL SURYA BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO GUNA PENGISIAN BATERAI PADA KM. MOCHTAR PRABU MANGKUNEGARA” dapat diselesaikan dengan baik.

Penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik tentunya tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penulisan karya ilmiah terapan ini, diantaranya:

1. Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya, Bapak Heru Widada, M.Mar.
2. Ketua Jurusan Elektro Pelayaran, Bapak Akhmad Kasan Gupron, M.Pd.
3. Dosen Pembimbing I dan II, Bapak Dr. Hariyono, S.T., M.M., M.T. dan Ibu Dr. Elly Kusumawati, S.H., M.H. yang telah membimbing, mengarahkan serta memotivasi kepada penulis dalam menyusun karya ilmiah terapan ini.
4. Dosen Penguji I, II dan III, atas waktu, arahan dan wawasan yang diberikan kepada penulis.
5. Seluruh jajaran dosen dan civitas akademika Politeknik Pelayaran Surabaya atas pengalaman yang diberikan kepada penulis.
6. Keluarga tercinta, Ayah Arif Sumarmo dan Ibu Suryani serta Adik Damarjati Dewi, sebagai keluarga yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, motivasi dan doa kepada penulis.
7. Teman-teman TRKK Angkatan X, baik gelombang 1 maupun gelombang 2 yang merupakan teman seperjuangan dan selalu memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
8. Teman-teman Angkatan X Politeknik Pelayaran Surabaya yang selalu kebersamai, memberi dukungan serta pengalaman dalam menjalani masa studi pendidikan.
9. Segenap *crew* KM. Mochtar Prabu Mangkunegara yang telah memberikan banyak ilmu, pengalaman dan membimbing selama penulis melaksanakan praktek laut.

10. Kepada diri penulis sendiri, Fuad Abdullatif, yang senantiasa berjuang, berdoa serta memiliki keyakinan kuat untuk dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah ini.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan karya tulis ilmiah ini tetapi tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa karya tulis ilmiah ini terdapat banyak kekurangan, sehingga penulis menyampaikan maaf atas segala kesalahan dan kekurangan dalam karya tulis ilmiah ini. Kritik dan saran yang membangun senantiasa penulis harapkan agar kedepannya dapat menjadi lebih baik. Semoga karya tulis ilmiah ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, aamiin.

Surabaya, 25 Juli 2023

Penulis

ABSTRAK

Fuad Abdullatif. Sistem Monitoring Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Guna Pengisian Baterai Pada KM. Mochtar Prabu Mangkunegara. Dibimbing oleh Dr. Hariyono, S.T., M.T. dan Dr. Elly Kusumawati, S.H., M.H.

KM. Mochtar Prabu Mangkunegara, tempat penulis melakukan praktik laut terdapat *emergency battery* yang digunakan sebagai cadangan listrik dalam keadaan darurat terutama ketika *blackout*, namun alat pengisian baterai pada kapal rusak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana mendesain rancangan sistem monitoring panel surya berbasis mikrokontroler arduino uno guna pengisian baterai serta menguji keberhasilan dari desain rancangan tersebut. Panel surya adalah alat yang digunakan untuk merubah energi matahari menjadi energi listrik, yang terbuat dari material semikonduktor terutama silikon yang dilapisi oleh bahan tambahan khusus dengan cara kerja *photovoltaic cells*. Penelitian ini menggunakan metode penelitian R&D dengan tujuan menghasilkan produk baru. Hasil dari penelitian ini yaitu rancangan sistem monitoring panel surya berbasis mikrokontroler arduino uno untuk pengisian baterai pada kapal telah berhasil dan kemampuan sensor membaca nilai antara lain: sensor arus memiliki tingkat akurasi baik dengan rata-rata galat 0,451%; sensor tegangan memiliki tingkat akurasi baik dengan rata-rata galat 0,070%; sensor intensitas cahaya memiliki tingkat akurasi baik dengan rata-rata galat 0,361%, namun memiliki keterbatasan alat tidak mampu membaca nilai lebih dari 81.918,75 *lux*. Sistem monitoring panel surya untuk pengisian baterai di atas kapal dapat maksimal dilakukan pada pukul 07.00 s.d. 16.00 WIB dengan menghasilkan tegangan maksimal 14,43 *Volt* dan arus maksimal 4,075 *Ampere*. Pengisian baterai apabila dilakukan setelah pukul 16.00 tidak lagi efektif dikarenakan tegangan yang dihasilkan dibawah 12 *Volt*. Dengan arus 0,00 *Ampere*.

Kata kunci: Monitoring, Panel Surya, Pengisian Baterai, Intensitas Cahaya

ABSTRACT

Fuad Abdullatif. Arduino Uno Microcontroller Based Solar Panel Monitoring System for Battery Charging at KM. Mochtar Prabu Mangkunegara. Supervised by Dr. Hariyono, S.T., M.T. and Dr. Elly Kusumawati, S.H., M.H.

KM. Mochtar Prabu Mangkunegara, where the writer did his marine practice has emergency battery which is used as a backup power in an emergency especially when blackout, but the battery charging device on the ship was damaged. This study aims to find out how to design a solar panel monitoring system based on the Arduino Uno microcontroller for battery charging and to test the success of the design. Solar panels are tools used to convert solar energy into electrical energy, which is made of semiconductor materials, especially silicon which is coated with special additives in a way that works in photovoltaic cells. This study uses R&D research methods with the aim of producing new products. The results of this study are that the design of a solar panel monitoring system based on the Arduino Uno microcontroller for charging batteries on ships has been successful and the sensor's ability to read values includes: the current sensor has a good level of accuracy with an average error of 0.451%; the voltage sensor has a good level of accuracy with an average error of 0.070%; the light intensity sensor has a good level of accuracy with an average error of 0.361%, but has limited tools unable to read values greater than 81,918.75 lux. The solar panel monitoring system for charging the battery on board can be maximally carried out at 07.00 s.d. 16.00 WIB to produce a maximum voltage of 14.43Volt and a maximum current of 4.075Ampere. Charging the battery when done after 16.00 is no longer effective because the voltage generated is below 12.00Volt. With a current of 0.00 Ampere.

Keywords: *Monitoring, Solar Panels, Battery Charging, Light Intensity*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL KARYA ILMIAH TERAPAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN KARYA ILMIAH TERAPAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. LATAR BELAKANG PENELITIAN.....	1
B. RUMUSAN MASALAH.....	5
C. BATASAN MASALAH.....	5
D. TUJUAN PENELITIAN.....	6
E. MANFAAT PENELITIAN.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
A. REVIEW PENELITIAN SEBELUMNYA.....	8
B. LANDASAN TEORI.....	15
C. KERANGKA BERPIKIR.....	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	25
A. PERANCANGAN SISTEM.....	25
B. MODEL PERANCANGAN <i>SOFTWARE</i> DAN DESAIN.....	28
C. DESAIN RENCANA UJI COBA PRODUK.....	31
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	33
A. UJI COBA PRODUK.....	33
1. Pengujian Komponen.....	33
2. Perakitan Komponen Ke Dalam Box.....	47
3. Pemrograman Software.....	48
4. Uji Coba Pemakaian.....	50

B. PENYAJIAN DATA	51
1. Hari Pertama	52
2. Hari Kedua	53
3. Data Rata-rata	54
C. ANALISIS DATA.....	55
1. Perbandingan Intensitas Cahaya	56
2. Perbandingan Tegangan.....	57
3. Perbandingan Arus.....	58
4. Analisis Penyimpanan Data Pada Micro SD	59
5. Pengaruh intensitas cahaya terhadap arus dan tegangan.....	59
6. Pengaruh tegangan baterai terhadap arus dan tegangan	61
BAB V PENUTUP.....	65
A. SIMPULAN.....	65
B. SARAN.....	66
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN.....	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arduino Uno.....	17
Gambar 2.2 Sensor Arus ACS712.....	18
Gambar 2.3 Sensor Tegangan.....	19
Gambar 2.4 LCD I2C 20x4.....	19
Gambar 2.5 <i>Power Supply</i>	20
Gambar 2.6 <i>Micro SD Module</i>	20
Gambar 2.7 <i>Solar Charge Controller</i>	21
Gambar 2.8 Panel Surya.....	22
Gambar 2.9 Baterai.....	22
Gambar 2.10 Modul RTC.....	23
Gambar 2.11 Sensor Cahaya BH1750.....	23
Gambar 2.12 Kerangka Berpikir.....	24
Gambar 3.1 Diagram Blok Desain Perangkat Keras.....	27
Gambar 3.2 Rangkaian Perangkat Keras.....	29
Gambar 3.3 Tampilan Aplikasi Arduino IDE.....	30
Gambar 4.1 Pengujian Arduino Uno.....	33
Gambar 4.2 Proses Unggah Program ke Arduino Uno Berhasil.....	34
Gambar 4.3 Uji Coba LCD.....	35
Gambar 4.4 Hasil Uji Coba Modul RTC.....	36
Gambar 4.5 Hasil Uji Coba Sensor Intensitas Cahaya BH1750.....	38
Gambar 4.6 Hasil Pengujian Sensor Tegangan.....	40
Gambar 4.7 Hasil Pengujian Sensor ACS712.....	42
Gambar 4.8 Hasil Uji Coba Modul Micro SD.....	44
Gambar 4.9 Hasil Pengujian Power Supply.....	45
Gambar 4.10 Hasil Pengujian Panel Surya.....	46
Gambar 4.11 Hasil Uji Coba Baterai.....	46
Gambar 4.12 Rangkaian Seluruh Komponen Alat.....	50
Gambar 4.13 Proses Kalibrasi Sensor.....	51
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Intensitas Cahaya, Arus dan Tegangan.....	60
Gambar 4.15 Perbandingan Tegangan Baterai, Arus dan Tegangan Panel.....	62
Gambar 5.1 Grafik efektifitas pengisian baterai.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	8
Tabel 3.1 Koneksi Pin Berbagai Modul Dengan Arduino Uno.....	29
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya	37
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Tegangan DC	39
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Arus	41
Tabel 4.4 Data Log Hari Pertama.....	52
Tabel 4.5 Pengukuran Manual Hari Pertama	52
Tabel 4.6 Data Log Hari Kedua	53
Tabel 4.7 Pengukuran Manual Hari Kedua	54
Tabel 4.8 Data Log Rata-rata Selama Dua Hari.....	54
Tabel 4.9 Data Rata-rata Pengukuran Manual	55
Tabel 4.10 Perbandingan Intensitas Cahaya.....	56
Tabel 4.11 Perbandingan Tegangan.....	57
Tabel 4.12 Perbandingan Arus	58
Tabel 4.13 Perbandingan Intensitas Cahaya dengan Arus dan Tegangan	59
Tabel 4.14 Perbandingan Tegangan Baterai dengan Arus dan Tegangan.....	62
Tabel 5.1 Kesimpulan Rancangan Desain.....	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Coding Software Seluruh Program.....	70
Lampiran 2 Lembar Validasi Desain.....	73
Lampiran 3 Perakitan komponen ke dalam box.....	81
Lampiran 4 Dokumentasi pemograman software	82
Lampiran 5 Dokumentasi Uji Coba Pemakaian.....	83
Lampiran 6 Dokumentasi Proses Pengambilan Data	84
Lampiran 7 Data Log Hari Pertama dan Kedua.....	85

DAFTAR SINGKATAN

PLTS	: Pembangkit Listrik Tenaga Surya
DC	: <i>Direct Current</i>
AC	: <i>Alternating Current</i>
PLN	: Perusahaan Listrik Negara
RTC	: <i>Real Time Clock</i>
Micro SD	: <i>Micro Secure Digital</i>
GB	: <i>GigaByte</i>
LCD	: <i>Liquid Crystal Display</i>
V	: <i>Volt</i>
VDC	: <i>Volt Direct Current</i>
A	: <i>Ampere</i>
txt	: <i>text file</i>
m ²	: <i>meter persegi / meter square</i>
mm	: <i>milimeter</i>
m/s	: <i>meter per second</i>
W/m ²	: <i>Watt per meter square</i>
WP	: <i>Watt Peak</i>
MPPT	: <i>Maximum Power Point Tracking</i>
USB	: <i>Universal Serial Bus</i>
ICSP	: <i>In Circuit Serial Programming</i>
MHz	: <i>Mega Hertz</i>
Arduino IDE	: <i>Arduino Integrated Development Environment</i>
I/O	: <i>Input/Output</i>
I/ps	: <i>Input/PostScript</i>
I2C	: <i>Inter Integrated Circuit</i>
IC	: <i>Integrated Circuit</i>
TWI	: <i>Two Wire Interface</i>
SPI	: <i>Serial Parallel Interface</i>
NTC	: <i>Negative Temperature Coefficient</i>
OTP	: <i>One Time Password</i>
PCB	: <i>Printed Circuit Board</i>
AH	: <i>Ampere Hour</i>
VCC	: <i>Voltage Common Collector</i>
GND	: <i>Ground</i>
SCL	: <i>Serial Clock</i>
SDA	: <i>Serial Data</i>
MISO	: <i>Master In Slave Out</i>
MOSI	: <i>Master Out Slave In</i>
LED	: <i>Light Emitting Diode</i>

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG PENELITIAN

Setiap kapal tentunya membutuhkan energi listrik sebagai sumber daya yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai hal seperti penerangan, pemanas, pendingin, dll. Energi listrik berasal dari pemangkit listrik. Pembangkit listrik di kapal umumnya berasal dari generator yang ditenagai oleh mesin diesel (*Auxiliary Engine*). Selain generator, energi listrik juga dapat berasal dari baterai.

KM. Mochtar Prabu Mangkunegara milik perusahaan Pupuk Indonesia Logistik, tempat penulis melaksanakan praktek laut, terdapat *emergency battery* yang digunakan sebagai cadangan listrik dalam keadaan darurat terutama ketika *blackout* atau padamnya listrik kapal. Dalam keadaan *blackout* maka listrik dari generator utama terputus. Oleh sebab itu maka perlu untuk menyalakan *emergency generator* agar tetap ada sumber listrik pada kapal. *Emergency generator* tersebut dinyalakan menggunakan serangkaian *starting system* pada panel.

Starting system tersebut menggunakan baterai (*accu*) sebagai sumber listrik cadangan untuk menyalakan *emergency generator*. Baterai yang digunakan bertegangan 24 VDC yang dirangkai seri dari dua baterai bertegangan 12 VDC. Dalam sistem tersebut tentunya terdapat alat untuk mengisi dan menguras baterai. Alat pengisian tersebut dipakai untuk menjaga baterai *accu* tidak sampai kehabisan daya. Hal ini dimaksudkan supaya masa

pakai baterai menjadi tahan lama sehingga dapat menghemat pengeluaran untuk biaya perbaikan apabila rusak.

Pada saat penulis naik ke kapal untuk melaksanakan praktek laut pada tanggal 17 Agustus 2021 s.d. 19 Agustus 2022, alat pengisian baterai pada KM. Mochtar Prabu Mangkunegara tersebut dalam keadaan rusak dan tidak ada perbaikan. Belum diketahui secara pasti penyebab dari kerusakan alat tersebut. Oleh karena hal tersebut penulis bermaksud mengembangkan alat pengisian baterai tersebut dengan mengganti sumber energi yang semula dari generator diganti menggunakan sumber energi dari panel surya. Mengingat energi matahari untuk pembangkit listrik belum sepenuhnya dimanfaatkan terutama di atas kapal.

Energi matahari adalah energi yang paling memungkinkan untuk dimanfaatkan di wilayah Indonesia. Indonesia yang berwilayah dilalui garis khatulistiwa merupakan suatu keuntungan tersendiri dalam pemanfaatan energi surya. Wilayah pada garis khatulistiwa atau yang biasa disebut wilayah tropis memiliki keunggulan yaitu matahari akan bersinar sepanjang tahun di wilayah tropis sehingga energi cahaya matahari mampu dimanfaatkan dengan cara mengubahnya menjadi energi listrik.

Energi dari sinar matahari dapat dikonversi menjadi energi listrik melalui Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Pembangkit listrik ini dinilai menjadi pembangkit listrik yang dibangun dengan lebih cepat, murah dan efisien. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah alat untuk menghasilkan daya listrik dari skala kecil hingga besar, baik secara mandiri maupun kombinasi dengan energi lain (*hybrid*). Energi yang dihasilkan oleh sel surya berupa arus

searah atau *Direct Current* (DC). Arus DC ini dapat disimpan atau disalurkan langsung ke beban yang memiliki prinsip kerja tegangan DC. Arus yang tersimpan pada baterai juga dapat digunakan pada alat yang memiliki prinsip kerja tegangan bolak balik atau *Alternating Current* (AC) dengan menggunakan komponen tambahan berupa *inverter*.

Proses konversi energi listrik menggunakan teknologi *photovoltaic* untuk menangkap sejumlah foton pada sinar matahari menggunakan panel surya dan mengkonversi menjadi potensial listrik (Rarumangkay, dkk., 2021:211) Penemu efek *photovoltaic* pertama kali adalah Becquerel pada tahun 1839 dimana Becquerel mendapati adanya tegangan *photo* elektroda pada larutan elektrolit terkena sinar matahari. Lempengan sel *photovoltaic* tersusun dari kristal silikon dengan dua lapisan *silisium doped*. Lapisan fosfor yang memiliki *doped* negatif menghadap ke cahaya matahari sementara lapisan borium yang memiliki *doped* positif berada dibawahnya. Dua sisi *photovoltaic* tersebut akan menghasilkan beda potensial yang selanjutnya disebut sebagai tegangan listrik. (Usman, 2020:53) Konversi energi *photovoltaic* dalam sel surya terdiri dari dua langkah. Pertama, penyerapan cahaya menghasilkan pasangan lubang elektron. Elektron dan lubang kemudian dipisahkan oleh struktur perangkat elektron ke terminal negatif dan lubang ke terminal positif sehingga menghasilkan tenaga listrik. (Castaner & Markvart, 2005:6)

Panel surya yang memberikan *output* tegangan dapat dipantau langsung melalui parameter seperti arus dan tegangan. Hasil pantauan yang diperoleh menunjukkan apakah panel surya tersebut sudah terpasang dengan sesuai dan apakah dapat memberikan *output* daya yang diharapkan. Monitoring dapat

dilakukan secara manual dengan menggunakan multimeter. Peneliti ingin membuat sistem untuk memonitor panel surya secara *real-time* dengan *data logger* menggunakan Arduino Uno dan *Real Time Clock* (RTC) DS3231. Sensor Cahaya BH1750 ditambahkan sebagai pemantau intensitas cahaya untuk mengetahui seberapa besar penyinaran pada panel surya sehingga dapat diketahui apakah panel surya menghasilkan tegangan yang sesuai atau tidak dan menjadi indikator seberapa maksimum kinerja dari panel surya.

Sistem monitoring panel surya ini memiliki fungsi *data logger* yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan data yang dikumpulkan dalam penelitian. Data ini kemudian disimpan pada media penyimpanan yaitu *micro SD* dengan kapasitas 4 GB (*Gigabyte*). Sistem ini juga dilengkapi dengan RTC DS3231 yang memungkinkan untuk merekam data secara terus menerus dan *real-time*. (Suryawinata, dkk., 2017:30)

Penggunaan sistem *data logger* pada rancangan alat sistem monitoring panel surya pada pengisian baterai ini memiliki fungsi penting yaitu sebagai monitoring dan sistem pencatatan data. Sistem monitoring dan pencatatan data ini dapat memudahkan pekerjaan manusia untuk mengetahui kinerja panel surya secara *real-time* dan membuktikan efisiensi energi di setiap titik, yaitu pada panel surya, *solar charge controller*, dan baterai. Selain itu juga menentukan kelebihan atau kekurangan daya yang dibutuhkan.

Penulis mengharapkan dengan penelitian ini dapat dihasilkan suatu produk yang bermanfaat bagi KM. Mochtar Prabu Mangkunegara berupa alat monitoring panel surya yang dapat juga digunakan pada PLTS lainnya. Dengan adanya sistem monitoring panel surya ini diharapkan alat pengisian baterai

dapat digunakan dan bekerja baik dalam pengisian *emergency battery*. Dengan demikian *emergency generator* selalu siap sedia dalam keadaan darurat terutama kondisi *blackout*. Selain itu alat ini dapat dimanfaatkan pada PLTS yang lain sebagaimana mestinya.

B. RUMUSAN MASALAH

Sesuai dengan latar belakang permasalahan diatas, maka disusunlah rumusan sebagai berikut:

1. Bagaimana mendesain rancangan sistem monitoring panel surya berbasis mikrokontroler arduino uno untuk pengisian baterai?
2. Bagaimana keberhasilan sistem monitoring panel surya dalam proses pengisian baterai?

C. BATASAN MASALAH

Penelitian yang berhubungan dengan masalah ini bisa menjadi sangat luas. Maka dari itu penulis membuat adanya batasan masalah dalam penelitian ini, agar hasil yang didapatkan lebih terarah dan spesifik.

1. Batasan masalah untuk rumusan masalah pertama menekankan pada:
 - a. Sistem monitoring berdasarkan pada pembacaan arus dan tegangan yang dihasilkan panel surya serta intensitas cahaya matahari.
 - b. Penelitian dilakukan pada pukul 06.00 s.d. 18.00 WIB selama dua hari.
 - c. Tegangan diperoleh dengan menggunakan Sensor Tegangan.
 - d. Kuat arus diperoleh dengan menggunakan Sensor Arus ACS712.
 - e. Mikrokontroler arduino uno digunakan sebagai pengolah data.
 - f. Sensor Intensitas Cahaya BH1750 berfungsi sebagai pemantau intensitas cahaya matahari yang masuk ke panel surya.

- g. Tegangan, kuat arus dan intensitas cahaya yang dihasilkan panel surya ditampilkan pada LCD.
 - h. Tegangan, arus dan intensitas cahaya yang telah ditampilkan pada LCD selanjutnya akan disimpan pada *micro SD* dalam bentuk *txt.file* berupa *data logger*.
2. Batasan masalah untuk rumusan masalah kedua menekankan pada:
- a. Keberhasilan sistem monitoring berdasar pada keakuratan masing-masing sensor dalam membaca nilai.
 - b. Keterbatasan alat menjadi faktor luar yang tidak dilibatkan dalam proses penghitungan galat.

D. TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan penulis mengadakan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui desain rancangan sistem monitoring panel surya berbasis mikrokontroler arduino uno untuk pengisian baterai.
2. Untuk mengetahui keberhasilan sistem monitoring panel surya dalam proses pengisian baterai.

E. MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini diharapkan menghasilkan suatu manfaat bagi semua pihak baik dari segi teoritis maupun praktis. Manfaat yang diharapkan penulis melalui penelitian ini antara lain:

1. Secara Teoritis
 - a. Bagi penulis, penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan bagi penulis tentang panel surya dan mikrokontroler.

- b. Bagi masyarakat, penelitian ini diharapkan dapat dijadikan referensi dan wawasan untuk mengembangkan alat-alat otomasi yang dapat menghemat penggunaan listrik terutama di atas kapal.
- c. Bagi Politeknik Pelayaran Surabaya, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan dan dapat digunakan sebagai referensi kajian tentang alat sistem monitoring panel surya berbasis mikrokontroler arduino uno.

2. Secara Praktis

- a. Bagi peneliti, penelitian ini diharapkan mampu menambah keterampilan penulis dalam membuat alat-alat sistem otomasi.
- b. Bagi masyarakat, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi perusahaan pelayaran dalam pemanfaatan pembangkit listrik tenaga surya, khususnya di atas kapal.
- c. Bagi Politeknik Pelayaran Surabaya, penelitian ini diharapkan mampu menjadi referensi dalam pemanfaatan alat monitoring panel surya di lingkungan kampus.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. REVIEW PENELITIAN SEBELUMNYA

Tinjauan pustaka dari penelitian sebelumnya sangat membantu dalam bab ini untuk mencari tahu apa saja hasil dan perbedaan dari penelitian sebelumnya. Oleh karena itu, penulis membutuhkan referensi dari penelitian terdahulu. Berikut adalah penelitian terdahulu yang digunakan sebagai referensi oleh penulis antara lain:

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

Sumber	Judul	Metodologi	Hasil
Briliant B. Rarumangkay, Veckry C Poekoel, Sherwin R.U.A. Sompie (Dept. Of Electrical Engineering, Sam Ratulangi University Manado, 2021	<i>Solar Panel Monitoring System</i>	Pembuatan sistem dari <i>hardware</i> hingga ke alamat web menggunakan metode <i>waterfall</i> yang menyediakan alur sekuensial dimulai dari analisis, desain, pengkodean, pengujian, penerapan, hingga pemeliharaan. Penelitian ini menghasilkan aplikasi web yang beruna dalam memonitor tegangan, kuat arus dan daya listrik.	Sistem mampu berfungsi pada panel surya bertegangan 1 s.d. 25V. Tegangan turun dan arus naik ketika menggunakan beban. Sebaliknya tegangan naik dan arus turun apabila tidak menggunakan beban. Hasil pengukuran menggunakan multimeter digital lebih kecil dari sistem monitoring. <i>Smartphone</i> , laptop, komputer, dan perangkat lainnya dapat mengakses pemantauan secara real time selama terhubung internet
Edi Kurniawan, Dwi Songgo Pangaudi, dan Eko Nugroho Widjatmoko	Perancangan Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik	PZEM-004T sebagai sensor untuk input pengukur tegangan dan arus, selanjutnya mikrokontroler	Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa sensor PZEM-004T yang digunakan untuk

Sumber	Judul	Metodologi	Hasil
(Jurnal Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya, 2022)	Berbasis Android	NodeMCU memproses data yang diukur oleh sensor yang selanjutnya di tampilkan pada LCD 16x2 dan juga dikirim ke <i>cloud server</i> dari aplikasi Blynk.	monitoring konsumsi daya memiliki nilai akurasi yang tinggi $\pm 6\%$ persen. Tingkat kesalahan yang mencapai 5% ini disebabkan akurasi alat ukur yang lebih rendah dibandingkan dengan sensor PZEM-004T.
Muhammad Rizal Fachri, Ira Devi Sara, dan Yuwaldi Away (Program Studi Magister Teknik Elektro, Universitas Syiah Kuala, 2015)	Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasis Arduino secara <i>Real Time</i>	<i>Output</i> panel surya dipantau dengan Arduino Atmega 328P, akuisisi data PLX-DAQ mampu dihubungkan langsung dengan Microsoft Office Excel, sensor arus, sumber daya, sensor tegangan, dan peralatan komputer. Hasil dari pembacaan kedua sensor tersebut kemudian dikirim ke mikroprosesor Arduino atmega 328P dan mengontrol pengiriman data ke sistem akuisisi data komputer.	Akurasi pembacaan output panel surya sangat dipengaruhi oleh tingkat akurasi sensor tegangan dan arus yang dipakai dalam sistem pemantauan kinerja <i>output</i> panel surya. Sensor tegangan dan arus yang dipakai memiliki nilai pengukuran yang selisihnya masih pada kisaran normal. Pemantauan hasil pengukuran sensor arus dan tegangan dengan program aplikasi PLX-DAQ menghadirkan tampilan langsung hasil pengukuran dari sensor-sensor secara <i>real time</i> .
Yusuf Dewantoro Herlambang, Margana, Yanuar Mahfudz Safarudin, Yosintaska,	Model Alat Ukur Kecepatan Angin, Arah Angin, Dan Intensitas Radiasi Matahari	Sensor angin terdiri dari dua buah sensor yaitu sensor pengukur kecepatan angin (<i>anemometer</i>) dan penunjuk arah angin (<i>wind vane</i>), selain itu juga	Hasil pengujian potensi energi angin sebesar 0,7966 watt per meter persegi dengan kecepatan angin rata-rata 1,0928 m/s dengan arah angin dominan

Sumber	Judul	Metodologi	Hasil
Nandiyaguna Yusarindra, Raditya Rizqy Wibowo, Yehuda Tofan Indra Cahya (Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang, 2020)		terdapat sensor surya berupa sel panel surya (<i>solar cell</i>). Sensor-sensor tersebut dihubungkan dengan perangkat mikrokontroler berupa Arduino Uno dengan modul ATmega 328p, yang berfungsi sebagai perangkat pembaca dan penyimpanan data, yang selanjutnya dapat ditampilkan sebagai data angka.	dari barat daya. Hasil pengujian potensi matahari sebesar 289,703 Watt/m ² . pada kecepatan angin rata-rata Intensitas Matahari 289 Watt/m ² pada pukul 09:00 s.d. 14:00.
Mukhamad Khumaidi Usman (Teknik Mesin, Politeknik Harapan Bersama Tegal, 2020)	Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya	Metode penelitian terdiri dari penggunaan <i>lux meter</i> untuk mengukur intensitas sinar matahari dan arus hasil <i>output</i> panel surya. Pengujian pada panel surya dengan mengukur intensitas cahaya dari sinar matahari dan mengukur arus dan tegangan yang dihasilkan dengan suatu beban berupa baterai.	Pengujian intensitas matahari panel surya 10WP menunjukkan bahwa intensitas cahaya 6900 <i>lux</i> menghasilkan tegangan 17,7 V dan arus 0,02 A, sedangkan intensitas cahaya 121.100 <i>lux</i> menghasilkan tegangan 20,2 V dan arus 0,53 A. Ini menunjukkan besarnya tegangan dan arus hasil <i>output</i> panel surya dipengaruhi banyaknya cahaya yang diterima.
Handi Suryawinata, Dwi Purwanti, dan Said Sunardiyo (Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas	Sistem Monitoring pada Panel Surya Menggunakan <i>Data logger</i> Berbasis ATmega 328 dan <i>Real</i>	Penelitian diawali dengan perancangan produk berdasarkan identifikasi masalah. Kemudian kalibrasi dan pengujian alat. Hasil pengukuran arus, tegangan, suhu dan kelembaban	Sistem pemantauan panel surya ini dapat membaca arus, tegangan, suhu, dan kelembapan secara <i>real-time</i> . Nilai tegangan dan arus yang dihasilkan panel surya selalu

Sumber	Judul	Metodologi	Hasil
Negeri Semarang, 2017)	<i>Time Clock DS1307</i>	kemudian ditampilkan secara <i>real time</i> pada LCD 16x4 dan disimpan dalam <i>txt.file</i> pada <i>Micro SD</i> setiap 15 menit.	berbanding lurus dengan cuaca pada pagi, siang dan sore hari. Daya yang dihasilkan baterai bervariasi, tetapi nilainya selalu kurang dari <i>5watt</i> , yang sesuai dengan daya beban lampu DC yang digunakan.
Wisnu Satria Budi, Widyaningrum Indrasari, Riser Fahdiran (Prodi Fisika, Fakultas Matematika dan IPA, UNJ, 2020)	Karakterisasi Sensor Arus Dan Tegangan Untuk Aplikasi <i>Maximum Power Point Tracker</i> Pada Sistem Penyimpanan Energi Listrik Panel Surya	Penelitian ini menggunakan dua sensor INA219, dua sensor tegangan DC, multimeter digital Sanwa CD800a, resistor, catu daya DC, dan Arduino Uno. Langkah pertama adalah memprogram masing-masing sensor, kemudian membuat rangkaian seri sensor arus INA219 dan rangkaian paralel sensor tegangan DC. Kemudian menguji dan membuat perbandingan nilai yang diukur oleh sensor dengan nilai pada multimeter digital.	Kesalahan pengukuran relatif sensor INA219 adalah 0,83 dan 2,96%, jadi menggunakan sensor INA219 sebagai <i>ammeter</i> sangat akurat. Sensor tegangan DC memiliki kesalahan pengukuran relatif 0,19 hingga 20%, sehingga menggunakan sensor tegangan DC sebagai alat pengukur tegangan bisa sangat akurat. Kedua jenis sensor tersebut dapat digunakan untuk mengukur daya pada aplikasi MPPT.

Sumber: scholar.google.com (2023)

Hasil review penelitian sebelumnya, pada penelitian pertama yang berjudul Solar Panel Monitoring System juga melakukan penelitian pada tegangan *output* panel surya. Arus dan tegangan yang terukur melalui sensor kemudian diproses melalui mikrokontroler Arduino Uno. Data yang sudah diproses kemudian ditransmisikan ke *database* dengan ESP8266. Dari *database* kemudian ditampilkan pada situs web *interface* yang dirancang oleh peneliti. Penelitian ini berfokuskan pada perancangan desain web yang menampilkan hasil dari pengukuran arus dan tegangan *output* panel surya.

Penelitian kedua yang berjudul Perancangan Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Berbasis Android disebutkan bahwa uji penelitian dilakukan pada rumah yang menggunakan tegangan 220V PLN. Selanjutnya arus dan tegangan diukur melalui sensor. *Input* berasal dari Sensor PZEM-004T yang membaca tegangan dan arus, kemudian diproses dengan mikrokontroler NodeMCU dan data yang telah terbaca oleh sensor kemudian ditampilkan pada penampil berupa LCD 16x2 dan juga dikirim ke *cloud server* dari aplikasi Blynk yang dapat diakses melalui *smartphone*.

Penelitian ketiga yang berjudul Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasis Arduino secara Real Time yang menampilkan hasil penelitian pada Microsoft Excel. Output panel surya dipantau dengan Arduino Atmega 328P, akuisisi data PLX-DAQ mampu dihubungkan langsung dengan Microsoft Office Excel, sensor arus, sumber daya, sensor tegangan, dan peralatan komputer. Hasil dari pembacaan kedua sensor tersebut kemudian dikirim ke mikroprosesor Arduino atmega 328P dan mengontrol pengiriman data ke sistem akuisisi data komputer.

Penelitian keempat yang berjudul Model Alat Ukur Kecepatan Angin, Arah Angin, Dan Intensitas Radiasi Matahari melakukan penelitian dengan menggunakan sensor angin yang terdiri dari pengukur kecepatan angin (*anemometer*) dan penunjuk arah angin. Selain itu juga terdapat panel surya sebagai sensor surya. Kemudian data diproses pada mikrokontroler. Hasil dari penelitian Potensi energi angin berdasarkan hasil pengujian sebesar 0,7966 Watt/m² dengan rata-rata kecepatan anginnya 1,0928 m/s dimana arah angin berdominan berasal dari arah barat daya, serta daya potensi energi surya berdasarkan hasil pengujian sebesar 289,703 W/m² dengan rata-rata intensitas surya 289,703 W/m² dan jam efektif.

Penelitian kelima yang berjudul Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya meneliti pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap arus listrik yang dihasilkan panel surya. Hasil dari penelitian pengujian intensitas matahari panel surya 10WP menunjukkan bahwa intensitas cahaya 6900 lux menghasilkan tegangan 17,7 V dan arus 0,02 A, sedangkan intensitas cahaya 121.100 lux menghasilkan tegangan 20,2 V dan arus 0,53 A. Ini menunjukkan besarnya tegangan dan arus hasil output panel surya dipengaruhi banyaknya cahaya yang diterima.

Sedangkan penelitian keenam yang berjudul Sistem Monitoring pada Panel Surya Menggunakan *Data logger* Berbasis ATmega 328 dan *Real Time Clock* DS1307 melakukan penelitian pada arus DC *output* dari panel surya. Arus, tegangan, suhu serta kelembaban diukur melalui beberapa sensor secara *real time* yang kemudian diproses menggunakan Arduino Uno. Analisis perbandingan suhu, kelembaban serta tegangan *output* juga dilakukan guna

mengetahui pengaruh faktor luar. Selanjutnya hasil pengukuran disimpan pada *micro sd* dalam bentuk *txt file* setiap 15 menit sekali. Tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya nilainya selalu berbanding lurus sesuai dengan cuaca pada pagi, siang dan sore hari. Sistem tersebut bekerja pada arus DC.

Penelitian ketujuh yang berjudul Karakterisasi Sensor Arus Dan Tegangan Untuk Aplikasi *Maximum Power Point Tracker* Pada Sistem Penyimpanan Energi Listrik Panel Surya meneliti tentang karakterisasi pada sensor tegangan dan sensor arus INA219. Penelitian dilakukan dengan cara membandingkan nilai arus dan tegangan yang terbaca pada sensor dan dibandingkan dengan arus dan tegangan yang terbaca pada multimeter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Sensor Arus INA219 memiliki tingkat akurasi yang cukup akurat dengan kesalahan relatif 0,83% dan 2,96%. Sensor DC memiliki tingan akurasi sangat akurat dengan kesalahan relatif 0,19% dan 20%

Penelitian terdahulu yang dijadikan review oleh penulis terdapat perbedaan yang memiliki karakteristik, metode dan fokus pembahasan masing-masing. Penelitian pertama monitoring arus dan tegangan 220V pada instalasi PLN perumahan. Penelitian kedua monitoring arus dan tegangan pada panel surya untuk membuat data logger dan disimpan dalam bentuk *txt file* pada *micro sd*. Penelitian ketiga membuat desain web interface untuk menampilkan hasil pengukuran arus dan tegangan menggunakan sensor dan mikrokontroler Arduino Uno. Penelitian keempat menampilkan hasil pembacaan dari sensor arus dan tegangan yang kemudian ditransmisikan ke Arduino atmega 328P dan mengatur transmisinya ke sistem akuisisi data di komputer pada Microsoft Excel. Penelitian kelima hanya mengukur intensitas cahaya dan keluaran daya

panel surya. Penelitian keenam pengukur perbandingan antara intensitas cahaya dengan tegangan yang dikeluarkan oleh panel surya. Penelitian ketujuh adalah pengujian serta karakterisasi pada Sensor Tegangan dan Sensor Arus INA219 yang nantinya juga akan digunakan oleh penulis.

Tujuh penelitian tersebut memiliki persamaan yaitu mengukur dan memonitoring arus, tegangan dan intensitas cahaya, lalu memprosesnya pada mikrokontroler. Walaupun terdapat perbedaan dalam penggunaan sensor, namun kurang lebih memiliki sistem kerja sensor yang sama yaitu pembacaan arus dan tegangan. Selain itu arus dan tegangan dapat dipantau secara *real time*. Penulis menyimpulkan bahwa dari keenam penelitian tersebut terdapat persamaan yang memperkuat penulis dalam melakukan penelitian. Dari persamaan tersebut maka penelitian yang akan dirancang oleh penulis adalah memonitor tegangan dan arus DC yang merupakan *output* dari panel surya. *Output* tersebut dimonitor oleh sensor tegangan dan sensor arus INA219 kemudian dikontrol oleh sistem secara *real time*. Selain itu juga akan dilakukan pengukuran intensitas cahaya menggunakan sensor BH1750. Hasil pengukuran akan dibandingkan dengan hasil *output* dari panel surya dan akan dianalisis pengaruhnya. Hasil pengukuran arus, tegangan, dan intensitas cahaya kemudian ditampilkan pada LCD 20x4 secara *real time* kemudian merekamnya dalam bentuk *txt file* setiap 30 menit sekali ke dalam *micro sd*.

B. LANDASAN TEORI

Berdasarkan teori inilah sumber teori yang kemudian menjadi dasar penelitian. Hal ini penting karena memungkinkan pembaca untuk memahami mengapa isu atau masalah tersebut diangkat dalam penelitian mereka. Selain

itu, juga harus ditunjukkan secara teoritis bagaimana masalah dapat dikaitkan dengan hasil penelitian dengan informasi tambahan. Beberapa teori yang berkaitan dengan penelitian penulis antara lain:

1. Sumber Energi Terbarukan

Energi terbarukan adalah energi yang diperoleh dari sumber daya alam yang selalu tersedia. (Riyanto, 2017:20) Sumber energi tersebut juga berpotensi untuk menghasilkan energi listrik. Ada banyak sumber energi terbarukan, misalnya energi surya, angin, air, panas bumi. Dalam hal ini penulis menggunakan energi matahari sebagai pembangkit energi listrik.

Radiasi matahari menghasilkan fluks panas dan memainkan peran penting dalam radiasi global. Secara keseluruhan wilayah Indonesia sangat cerah dengan rata-rata penyinaran matahari $12,38 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{hari}^{-1}$. Hal ini karena posisi matahari cenderung tegak lurus dengan garis khatulistiwa. (Septiadi, dkk., 2009:26)

2. Arus Listrik

Arus listrik adalah aliran elektron yang terus menerus dalam suatu penghantar yang disebabkan oleh perbedaan jumlah elektron di beberapa tempat yang jumlah elektronnya tidak sama. Satuan arus listrik adalah *ampere*. (Dinata dan Sunanda, 2015:84) dalam (Dalimunthe, 2018:334). Inti atom (proton) memiliki muatan positif, sedangkan kulit atom (elektron) memiliki muatan negatif. Proton biasanya hanya bergerak di dalam inti atom. Oleh karena itu, elektrolit mengambil alih tugas membawa muatan dari satu tempat ke tempat lain. Ini karena sebagian besar elektron dapat bergerak bebas dari atom ke atom dalam bahan penghantar seperti logam.

3. Tegangan Listrik

Tegangan, atau yang sering disebut beda potensial (*voltage*), adalah usaha yang dilakukan untuk memindahkan muatan pada suatu elemen atau komponen dari satu kutub ke kutub lainnya (sebesar satu coulomb). (Dinata dan Sunanda, 2015:84) dalam (Dalimunthe, 2018:334) Tegangan listrik, dinyatakan dalam volt (V), disebut juga beda potensial listrik karena pada dasarnya merupakan ukuran dari beda potensial antara dua titik dalam suatu rangkaian. Potensial listrik sendiri mengacu pada besarnya muatan listrik yang terdapat pada suatu benda.

4. Arduino UNO

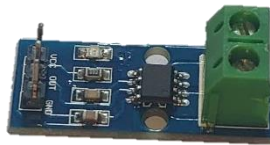
Arduino Uno adalah jenis papan mikrokontroler berbasis ATmega328. Board ini mencakup pin 14 digital I/O, konektor daya, analog I/PS-6, resonator keramik 16MHz, USB antarmuka, tombol reset, dan *header* ICSP. Semua yang telah disebutkan dapat mendukung mikrokontroler dalam penggunaannya nanti dengan menghubungkan board ini ke komputer. Papan mendapat daya dari adaptor AC-DC, kabel USB, atau baterai. Pemrograman Arduino Uno dilakukan pada aplikasi Arduino IDE dengan menggunakan bahasa C++. (Fitriandi, dkk., 2016:91)



Gambar 2.1 Arduino Uno
Sumber: Foto Pribadi Penulis (2023)

5. Sensor Arus ACS712

Modul ACS712 digunakan sebagai sensor arus yang mendeteksi besarnya arus yang melewati blok terminal. Sensor ini dapat mengukur arus positif dan negatif dari -30A hingga 30A. Sensor ini membutuhkan catu daya 5V. Untuk membaca nilai rata-rata (nol *amp*), tegangan sensor diatur ke 2,5 V, yang merupakan setengah dari tegangan suplai VCC = 5V. Dengan polaritas negatif, maka tegangan 0,5 V memberikan pembacaan arus -30 A. Tingkat perubahan tegangan berkorelasi linier dengan arus pada 400 mV/A. (Dalimunthe, 2018: 335)



Gambar 2.2 Sensor Arus ACS712
Sumber: Foto Pribadi Penulis (2023)

6. Sensor Tegangan

Tegangan DC diukur dan dibaca oleh sensor tegangan DC. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip resistansi dan tegangan masukan dari sensor ini dapat diturunkan hingga 5 kali lipat dari tegangan semula. (Adam, 2019:3) dalam (Fahruri, 2021:139) Modul ini merupakan modul pendeteksi dan pengukuran tegangan yang berguna. Modul ini bekerja berdasarkan prinsip pembagi resistansi-tegangan, dimana output dari modul ini membaca tegangan input dibagi 5 sebagai tegangan input. Contoh:

Jika tegangan yang ingin dideteksi pada modul ini adalah 30 VDC, output dari modul ini adalah $30/5 = 6$ VDC. Dengan catatan bahwa jika Anda menggunakan Arduino yang beroperasi pada 5V DC, tegangan

maksimumnya adalah $5V \times 5 = 25V$ DC. Ini mencegah input Arduino melebihi 5V (tegangan yang digunakan oleh Arduino).



Gambar 2.3 Sensor Tegangan
Sumber: Foto Pribadi Penulis (2023)

7. LCD (Liquid Crystal Display) I2C

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah layar elektronik yang diproduksi dengan teknologi logika CMOS sehingga tidak menghasilkan cahaya, melainkan memantulkan cahaya sekitar ke *front-lit* atau memancarkan cahaya *backlight*. Layar LCD digunakan untuk menampilkan informasi berupa huruf, karakter, grafik atau angka. (Mawali, 2019:3) dalam (Fahruri dkk., 2021:140). Layar LCD dapat menampilkan hasil pengolahan program sistem, termasuk hasil pengolahan data Arduino ATmega yang digunakan sebagai prosesor. LCD I2C berarti modul LCD yang dikontrol secara sinkron oleh protokol I2C/IIC (*Inter Integrated Circuit*) atau TWI (*Two Wire Interface*). Biasanya modul LCD digerakkan secara paralel untuk data dan jalur kontrol. Pada penelitian ini penulis menggunakan LCD I2C 20x4.



Gambar 2.4 LCD I2C 20x4
Sumber: Foto Pribadi Penulis (2023)

8. Power Supply

Catu daya (*Power Supply*) merupakan perangkat yang memasok listrik ke satu atau lebih beban listrik. Catu daya merupakan bagian penting dalam elektronika, yang berfungsi sebagai sumber arus listrik misalnya baterai atau akumulator. (Sitohang, dkk., 2018:135) Pada dasarnya catu daya ini membutuhkan sumber energi listrik, yang kemudian mengubahnya menjadi energi listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronik lainnya.



Gambar 2.5 *Power Supply*
Sumber: Foto Pribadi Penulis (2023)

9. Micro SD Module

Micro SD Card Adapter Module atau modul pembaca kartu Micro SD digunakan untuk membaca dan menulis melalui sistem file dan pengontrol antarmuka SPI. Modul ini memiliki enam pin (GND, VCC, MISO, MOSI, SCK dan CS). Pin GND dan VCC adalah pin catu daya. Pin MISO, MOSI dan SCK adalah bus SPI untuk komunikasi SPI. Meskipun pin CS adalah chip yang dipilih sebagai pin sinyal. (Indoware, 2013) dalam (Reinaldi, dkk., 2020:19) Modul ini cocok untuk berbagai aplikasi yang membutuhkan perangkat data seperti sistem absensi, sistem antrian dan sistem aplikasi pendataan lainnya.



Gambar 2.6 *Micro SD Module*
Sumber: Foto Pribadi Penulis (2023)

10. Solar Charge Controller

Solar charge controller adalah perangkat elektronik yang mengatur arus DC yang dibebankan ke baterai dan ditransfer dari baterai ke beban. *Solar charge controller* mengatur *overcharging* (pengisian yang berlebihan karena baterai sudah penuh) dan tegangan lebih dari panel surya. (Haryanto, dkk., 2021: 43) *Solar charge controller* mengatur tegangan maksimum dan minimum antara baterai dan panel surya. Alat ini juga berfungsi sebagai sistem pengaman yaitu: perlindungan *overcharge* baterai, perlindungan *overcharge* dan perlindungan arus balik panel surya.



Gambar 2.7 *Solar Charge Controller*
Sumber: Foto Pribadi Penulis (2023)

11. Panel Surya

Panel surya adalah perangkat yang digunakan untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Panel surya terbuat dari semikonduktor, terutama silikon, dilapisi dengan aditif khusus. Saat sinar matahari mencapai sel, elektron dilepaskan dari atom silikon dan mengalir, membentuk rangkaian listrik sehingga listrik dapat dihasilkan. Kinerja sel fotovoltaik bergantung pada seberapa banyak sinar matahari yang diterimanya. Panel surya terdiri dari sel surya yang menghasilkan listrik dari intensitas cahaya, ketika intensitas cahaya berkurang arus listrik yang dihasilkan juga berkurang. (Suwarti, 2018) dalam (Usmanis, 2020:54) Panel surya yang digunakan dalam penelitian ini adalah panel surya

monocrystalline dengan dimensi 1200×670×30 mm dan tegangan maksimum 22,0 VDC dan arus maksimum 7,07 A.



Gambar 2.8 Panel Surya
Sumber: Foto Pribadi Penulis (2023)

12. Baterai

Aki atau akumulator seperti yang kita ketahui merupakan salah satu komponen terpenting dari sebuah kendaraan bermotor. Selain berfungsi sebagai pengontrol motor starter, aki juga berfungsi sebagai penyimpan listrik sekaligus menstabilkan tegangan dan arus kendaraan. Menurut Daryanto, baterai merupakan sumber energi paling populer yang dapat digunakan di mana saja untuk berbagai keperluan. (Usman, 2020:55) Baterai yang digunakan dalam penelitian ini adalah baterai SMT Power SMT 6-DZF-20 dengan spesifikasi 12VDC dan 20AH 2HR.

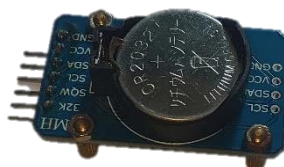


Gambar 2.9 Baterai
Sumber: Foto Pribadi Penulis (2023)

13. Modul *Real Time Clock* (RTC) DS1307

RTC adalah chip P-ISSN 1411-0059 E-ISSN 2549-1571 berdaya rendah. Chip tersebut memiliki kode biner (BCD), jam/kalender, memori

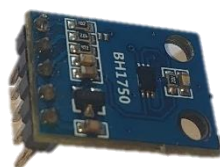
NV-SRAM 56 byte, dan antarmuka melalui jalur serial dua kawat. RTC menyediakan data dalam detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, tahun yang dapat diprogram. (Zulfikar, dkk., 2016) dalam (Suryawinata, dkk., 2017:31)



Gambar 2.10 Modul RTC
Sumber: Foto Pribadi Penulis (2023)

14. Sensor Intensitas Cahaya BH1750

Sensor BH1750 adalah modul sensor digital dengan keluaran data dalam satuan Lux. (Aritohang, dkk., 2020:14) Sensor ini menggunakan protokol I2C untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler atau mini sistem. Jangkauan deteksi sensor ini cukup luas yaitu 1 s.d. 65535 lux. 1 lux berarti jumlah cahaya 1 lumen dalam luas 1 meter persegi atau dalam persamaan:

$$1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen} / \text{m}^2$$


Gambar 2.11 Sensor Cahaya BH1750
Sumber: Foto Pribadi Penulis (2023)

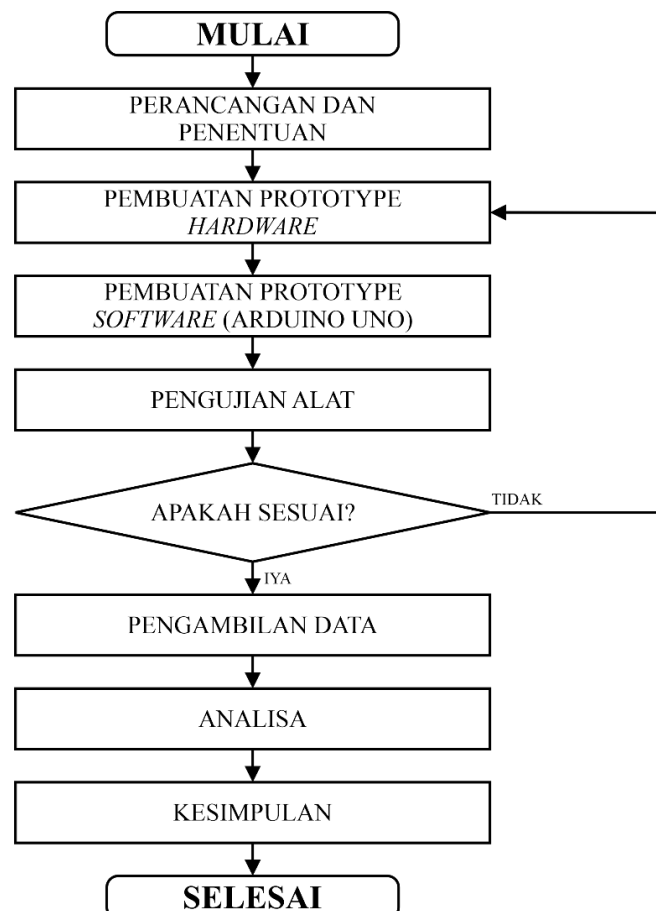
15. Perancangan dan Pengujian Produk

Perancangan produk adalah salah satu tahapan dalam metode penelitian *research and development*, yang akan digunakan oleh penulis. Produk yang dihasilkan adalah berupa desain produk baru yang lengkap dengan spesifikasinya. (Sugiyono, 2019:407). Rancangan produk tersebut harus dilakukan uji coba. Dalam hal ini uji coba adalah untuk menguji rancangan

produk (*prototype*) dengan tujuan untuk mendapatkan informasi apakah *prototype* tersebut efektif sesuai hasil yang diharapkan.

C. KERANGKA BERPIKIR

Dalam perancangan bangun, penting untuk memahami logika berpikir bagaimana menyelesaikan masalah yang ada, sehingga algoritma dan logika penelitian ini sangat penting dalam menyelesaikan masalah. Representasi algoritma dapat dibagi menjadi dua bentuk, yaitu teks dan gambar. Peneliti menyajikan algoritma penelitian dalam bentuk gambar yaitu berupa *flowchart*. *Flowchart* adalah bagan (*diagram*) yang menunjukkan aliran (*flow*) dalam suatu penelitian, atau merupakan prosedur sistematis yang logis. Format *flowchart* dapat dilihat pada Gambar 2.12



Gambar 2.12 Kerangka Berpikir
Sumber: Dokumen Penulis (2023)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. PERANCANGAN SISTEM

Dalam penyusunan karya ilmiah terapan ini, penulis menggunakan metode penelitian *Research and Development* (R&D). R&D adalah metode penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. (Sugiyono, 2016:407)

Metode penelitian ini adalah penelitian untuk menghasilkan produk baru atau menyempurnakan produk yang sudah ada. Ada sepuluh langkah-langkah dalam penelitian *Research and Development* menurut sugiyono dalam buku Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif dan R&D. Sepuluh tahap tersebut dijabarkan sebagai berikut:

1. Potensi dan Masalah, yaitu tahap untuk mengidentifikasi potensi dan masalah dari fenomena yang ada untuk dijadikan bahan penelitian.
2. Mengumpulkan Informasi, yaitu tahap untuk mengumpulkan teori-teori yang akan dikaji dan digunakan dalam penelitian.
3. Desain produk, yaitu tahapan untuk merencanakan penelitian, menentukan tujuan, dan menentukan langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam penelitian. Hasil dari langkah ini adalah desain produk baru lengkap beserta spesifikasinya.
4. Validasi Desain, yaitu tahap untuk menilai apakah rancangan produk anak efektif dan efisien. Lembar validasi desain terlampir pada *Lampiran 2*.
5. Perbaikan Desain, desain yang sudah divalidasi oleh ahli dan diketahui kelemahannya selanjutnya diperbaiki dan dikembangkan lagi.

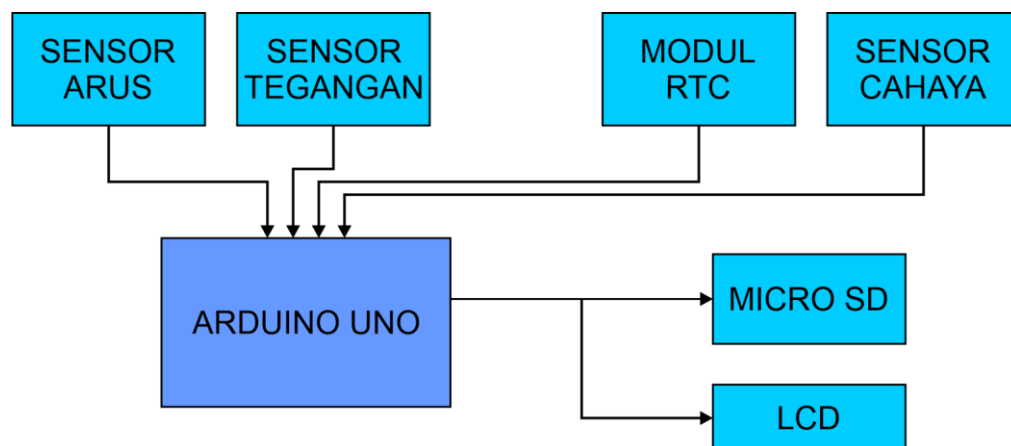
6. Uji Coba Produk, yaitu tahapan untuk melakukan uji coba awal dalam skala terbatas pada desain produk. Dilakukan untuk memastikan masing-masing komponen bekerja dengan baik.
7. Revisi Produk, yaitu melakukan perbaikan terhadap produk awal yang dihasilkan berdasarkan hasil uji coba awal. Perbaikan ini dapat dilakukan dengan mengkalibrasi ulang komponen yang belum sesuai.
8. Uji Coba Pemakaian, biasanya disebut uji coba utama yang mencakup seluruh komponen pada rancang bangun. Uji coba ini diharapkan sudah dapat menampilkan hasil pengukuran.
9. Revisi Produk, yaitu melakukan perbaikan final terhadap rancang bangun yang dikembangkan guna menghasilkan produk akhir.
10. Pembuatan Produk, yaitu tahapan tahapan menyebarluaskan produk atau rancang bangun yang dikembangkan kepada masyarakat luas, dalam hal ini rancang bangun sudah dapat diajukan hak patennya.

Dari tahap-tahap penelitian diatas maka penelitian ini menghasilkan suatu produk. Produk yang dihasilkan adalah alat sistem monitoring panel surya berbasis mikrokontroler berbasis arduino uno guna pengisian baterai di atas kapal. Alat tersebut nantinya akan digunakan untuk memonitor *output* panel surya berupa arus dan tegangan.

Arus dan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya dimonitor oleh sistem yang dikendalikan oleh arduino uno melalui sensor arus dan sensor tegangan. Arus dan tegangan yang termonitor kemudian dikontrol oleh sistem secara *real-time*. Selain itu juga akan dilakukan pengukuran intensitas cahaya menggunakan sensor BH1750. Hasil pengukuran dibandingkan dengan hasil

output panel surya dan akan dianalisis pengaruhnya. Hasil pengukuran arus, tegangan dan intensitas cahaya kemudian ditampilkan pada LCD 20×4 secara *real-time* kemudian merekamnya dalam bentuk *txt.file* setiap 30 menit sekali kedalam *micro SD*.

Dalam bidang teknik, desain produk harus mencakup penjelasan tentang bahan yang digunakan dalam pembuatan setiap bagian produk, dimensi dan toleransinya, alat pengolah dan prosedur kerjanya. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, secara umum desain seperti diagram blok pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Blok Desain Perangkat Keras
Sumber: Dokmen Penulis (2023)

Diagram blok diatas pada Arduino Uno terdapat Sensor Tegangan 0-25V untuk membaca tegangan pada panel surya. Selain itu terdapat juga Sensor Arus ACS712 untuk membaca arus keluaran panel surya secara *real-time* dengan modul RTC DS3231. Kemudian hasil tersebut diproses pada Arduino Uno. Hasil pengukuran arus, tegangan dan intensitas cahaya kemudian ditampilkan pada LCD 20×4 secara *real-time* kemudian merekamnya dalam bentuk *txt.file* setiap 30 menit sekali kedalam *micro SD*. Selain itu juga akan dilakukan pengukuran intensitas cahaya menggunakan sensor BH1750.

B. MODEL PERANCANGAN *SOFTWARE* DAN DESAIN

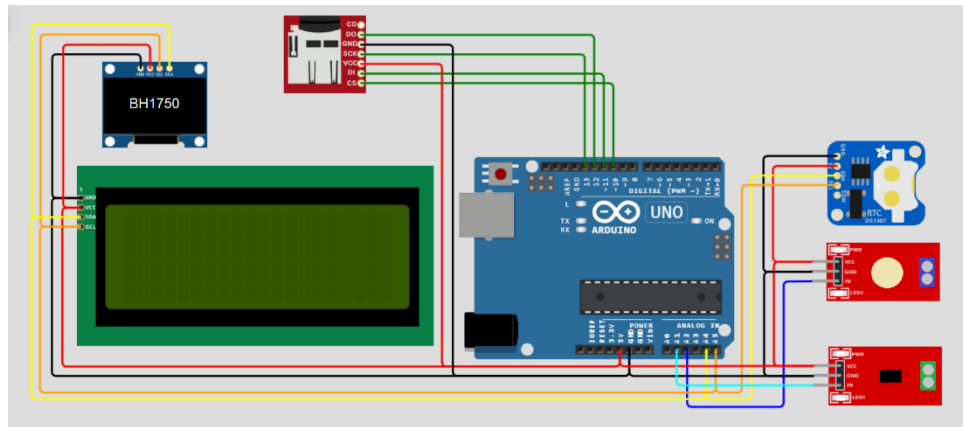
1. Identifikasi Kebutuhan

Berdasarkan desain sistem, maka kebutuhan alat sistem monitoring panel surya guna pengisian baterai adalah sebagai berikut:

- a. Mikrokontroler Arduino Uno sebagai sistem pengelola serta pengolah *input* dan *output*.
- b. Sensor Arus ACS712 sebagai alat monitoring arus DC.
- c. Sensor Tegangan 0-25V sebagai alat monitoring tegangan DC.
- d. Sensor Intensitas Cahaya BH1750 sebagai sensor untuk mengukur intensitas cahaya dalam satuan *lux*.
- e. LCD (*Liquid Crystal Display*) sebagai alat penampil hasil dari monitoring yang sudah diproses pada arduino uno.
- f. Power Supply sebagai catu daya pada rangkaian sistem.
- g. *Micro SD Module* sebagai alat untuk pembaca dan penulisan data pada *micro SD* guna penyimpanan data monitoring.
- h. Modul *Real Time Clock* (RTC) DS3231 sebagai *timestamp* pada sistem monitoring.
- i. Panel Surya sebagai pembangkit tegangan listrik DC.
- j. *Solar Charge Controller* (SSC) sebagai pengatur arus dari panel surya menuju baterai dan dari baterai menuju beban. SSC juga digunakan sebagai pengaman pada baterai agar tidak terjadi *overcharge*.
- k. Baterai sebagai penyimpan daya listrik.
- l. *Software* Arduino IDE sebagai aplikasi pemrograman pada *board* arduino uno.

2. Rangkaian Elektronika

Setelah mengetahui kebutuhan alat penelitian, langkah selanjutnya adalah melakukan perancangan perangkat keras (*hardware*). Rangkaian perangkat keras dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Rangkaian Perangkat Keras
Sumber: Dokumen Penulis (2023)

Berdasarkan gambar rangkaian di atas, rangkaian koneksi pin pada arduino uno dan komponen lainnya dapat diperhatikan pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Koneksi Pin Berbagai Modul Dengan Arduino Uno

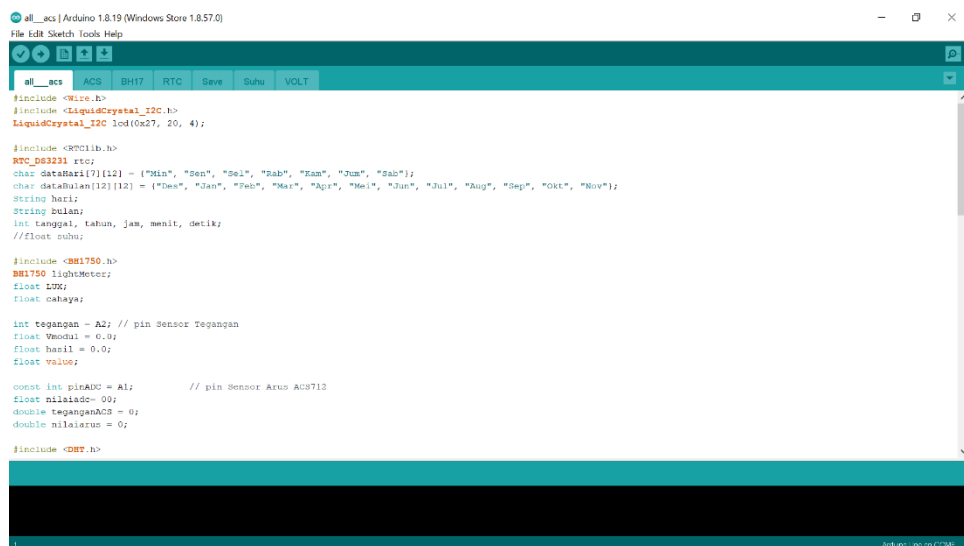
Sensor Arus ACS712	
Pin pada Sensor Arus AC712	Pin Pada Arduino Uno
VCC	VCC
GND	GND
Out	A1
Sensor Tegangan 0-25V	
Pin pada Sensor Tegangan	Pin Pada Arduino Uno
VCC	VCC
GND	GND
Analog	A2
LCD I2C	
Pin pada LCD I2C	Pin Pada Arduino Uno
VCC	VCC
GND	GND
SCL	A5
SDA	A4
Micro SD Module	
Pin pada Micro SD Module	Pin Pada Arduino Uno
CS	10
SCK	13

Micro SD Module	
Pin pada Micro SD Module	Pin Pada Arduino Uno
MOSI	11
MISO	12
VCC	5V
GND	GND
Module Real Time Clock	
Pin pada RTC	Pin Pada Arduino Uno
VCC	VCC
GND	GND
SCL	A5
SDA	A4
Sensor Intensitas Cahaya BH1750	
Pin pada Sensor BH1750	Pin Pada Arduino Uno
VCC	VCC
GND	GND
SCL	A5
SDA	A4

Sumber: Dokumen Penulis (2023)

3. Perencanaan *Software*

Pembuatan *software* dilakukan setelah rangkaian *hardware* pada Gambar 3.2 jadi dan *coding* pemrograman menggunakan aplikasi Arduino IDE. Tampilan aplikasi Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 3.3



```

all_acs | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
File Edit Sketch Tools Help
all_acs ACS BH17 RTC Save Suhu VOLT
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);

#include <RTClib.h>
RTC_DS3231 rtc;
char dataHari[7][12] = {"Min", "Sen", "Sel", "Rabu", "Kam", "Jum", "Sab"};
char dataBulan[12][12] = {"Des", "Jan", "Feb", "Mar", "Apr", "Mei", "Jun", "Jul", "Aug", "Sep", "Okt", "Nov"};
String hari;
String bulan;
int tanggal, tahun, jam, menit, detik;
//float suhu;

#include <BH1750.h>
BH1750 lightMeter;
float LUX;
float cahaya;

int tegangan = A2; // pin Sensor Tegangan
float Vmodul = 0.0;
float hasil = 0.0;
float value;

const int pinAKG = A1; // pin Sensor Arus ACS712
float nilaiAdc = 0;
double teganganACS = 0;
double nilaiArus = 0;

#include <DHT.h>

```

Gambar 3.3 Tampilan Aplikasi Arduino IDE
Sumber: Dokumen Penulis (2023)

C. DESAIN RENCANA UJI COBA PRODUK

1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada saat penulis menjalani studi semester VII dan VIII di Politeknik Pelayaran Surabaya untuk membuat proyek dan mengambil data-data penelitian serta melakukan analisis terhadap data yang telah diperoleh. Tempat penelitian sistem monitoring panel surya berbasis mikrokontroler arduino uno guna pengisian baterai ini dilaksanakan di lingkungan kampus Politeknik Pelayaran Surabaya.

2. Pengujian Alat

Pengujian alat dilakukan untuk mendapatkan data penelitian. Dalam pengujian alat ini dilakukan dengan dua pengujian dan evaluasi, yaitu:

a. Uji statis

Pengujian dilakukan dengan cara menguji setiap bagian alat berdasarkan karakteristik dan fungsi masing-masing komponen untuk mengetahui apakah setiap bagian dari perangkat dapat bekerja maksimal sesuai dengan fungsinya dan menulis hasilnya pada tabel.

b. Uji dinamis

Pengujian untuk kerja alat dilakukan di kampus Politeknik Pelayaran Surabaya. Hal-hal yang perlu diamati adalah kerja mikrokontroler arduino uno dalam memproses dan mengolah data dari Sensor Arus ACS712, Sensor Tegangan dan Sensor BH1750. Arduino uno juga harus dipastikan dapat mengontrol LCD, Modul RTC dan Modul *micro SD* dengan baik. Dari pengujian ini akan diketahui kinerja dari alat yang dibuat dan menulis hasil pengukuran pada tabel.

c. Evaluasi

Evaluasi pada kinerja keseluruhan alat untuk mengetahui kerja rancang bangun tersebut. Selain itu juga memastikan program yang ditanam pada mikrokontroler arduino uno berjalan dengan baik dan tidak terdapat *crash*.

3. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan mengamati hasil pengukuran yang diperoleh melalui *data log* dari *micro SD* yang sudah diprogram. Selain itu pengambilan data juga dilakukan menggunakan alat ukur lain berupa multimeter dan luxmeter sebagai pembanding. Pengambilan data dilakukan selama dua hari dimulai pukul 06.00 s.d. 18.00 WIB setiap harinya guna mendapatkan kondisi matahari yang berbeda-beda dari pagi hingga sore hari.

4. Analisis Data

Data yang sudah diambil dimasukkan ke dalam tabel dan diurutkan sesuai waktu pengambilan data. Data yang sudah diurutkan dan dikelompokkan kemudian dianalisis bagaimana pengaruh intensitas cahaya terhadap arus dan tegangan yang dihasilkan panel surya.