

ISBN:
Marine Electrical
Engineering Proceeding

SISTEM MONITORING PANEL SURYA BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO GUNA SISTEM PENGISIAN BATERAI

Fuad Abdullatif¹, Hariyono², Elly Kusumawati³, Ganesya Feby Widyantari⁴

*D-IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal / Jurusan Elektro Pelayaran /
Politeknik Pelayaran Surabaya*

*Email korespondensi: fuadlatif.sidoel@gmail.com, hariyonoviali@gmail.com,
ellykusumawati81@gmail.com, ganesyafeby14@gmail.com*

ABSTRAK

KM. Mochtar Prabu Mangkunegara, tempat penulis melaksanakan praktek 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 untuk 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 dari photovoltaic cell. Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian R&D dengan tujuan menghasilkan produk baru. Penelitian ini menggunakan Teknik pengumpulan data secara observative dan dokumentasi. Data yang terkumpul kemudian dianalisis secara deskriptif analisis. 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, Arus, Tegangan, Intensitas Cahaya.*

PENDAHULUAN

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

KM. Mochtar Prabu Mangkunegara, 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 sistem starting pada panel.

Sistem starting tersebut menggunakan baterai (*accu*) sebagai sumber listrik cadangan untuk menyalakan *emergency generator*. Baterai yang digunakan baterai bertegangan 24V DC yang dirangkai seri dari dua baterai bertegangan 12V DC. 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.

Alat pengisian baterai pada KM. Mochtar Prabu Mangkunegara dalam keadaan rusak dan tidak ada perbaikan bahkan hingga penulis turun prala. 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 masih belum sepenuhnya di manfaatkan terutama di kapal.

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. Proses konversi energi listrik ini menggunakan teknologi *photovoltaic* untuk menangkap sejumlah foton pada sinar matahari menggunakan panel surya dan mengkonversi menjadi potensial listrik. (Rarumangkay, dkk., 2021)

Penulis juga bermaksud membuat alat untuk memonitor tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya yang digunakan pada pengisian baterai secara *real-time*. Sistem monitoring ini nantinya akan 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 DS1307 yang memungkinkan untuk merekam data secara terus menerus dan *real-time*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendesain rancangan sistem monitoring panel surya berbasis mikrokontroler arduino uno untuk pengisian baterai serta menguji keberhasilan sistem monitoring panel surya dalam proses pengisian baterai. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk KM. Mochtar Prabu Mangkunegara untuk sistem pengisian baterai serta dapat dimanfaatkan juga dalam PLTS lainnya.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan dan menjadi referensi penelitian ini adalah penelitian dari Handi Suryawinata, dkk. (2017) dengan judul Sistem Monitoring pada Panel Surya Menggunakan *Data Logger* Berbasis ATmega 328 dan *Real Time Clock* DS1307. Penelitian ini menggunakan metode

perancangan produk berdasarkan identifikasi masalah. Kemudian kalibrasi dan pengujian alat. Hasil pengukuran arus, tegangan, suhu dan kelembaban kemudian ditampilkan secara *real-time* pada LCD 16x4 dan disimpan dalam *txt.file* pada *Micro SD* setiap 15 menit. Hasil penelitian menunjukkan alat ini dapat membaca arus, tegangan, suhu, dan kelembaban secara *real-time*. Nilai tegangan dan arus yang dihasilkan panel surya selalu berbanding lurus dengan cuaca pada pagi, siang dan sore hari. Daya yang dihasilkan baterai bervariasi, tetapi nilainya selalu kurang dari 5watt, yang sesuai dengan daya beban lampu DC yang digunakan.

Landasan teori digunakan sebagai sumber teori yang dijadikan dasar dari pada penelitian dan bermaksud untuk menunjukkan bagaimana masalah tersebut dapat dikaitkan dengan hasil penelitian dengan pengetahuan yang lebih luas. Berikut beberapa landasan teori, yaitu:

1. 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 (Usman, 2020)

2. 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)

3. 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) dalam (Fahruri, 2021) 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.

4. 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)

5. Sensor Cahaya BH1750

Sensor BH1750 adalah modul sensor digital dengan keluaran data dalam satuan Lux. (Aritohang, dkk., 2020) 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: $1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen} / \text{m}^2$.

6. Modul RTC

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. (Suryawinata, dkk., 2017)

7. Modul Micro SD

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) Modul ini cocok untuk berbagai aplikasi yang membutuhkan perangkat data seperti sistem absensi, sistem antrian dan sistem aplikasi pendataan lainnya.

8. LCD 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) dalam (Fahruri dkk., 2021). 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.

9. Solar Charge Controller

Solar charge controller adalah perangkat elektronik yang mengatur arus DC yang dibebankan ke baterai dan ditransfer dari baterai ke beban. (Haryanto, dkk., 2021) Solar charge controller mengatur tegangan maksimum dan minimum antara baterai dan panel surya. Alat

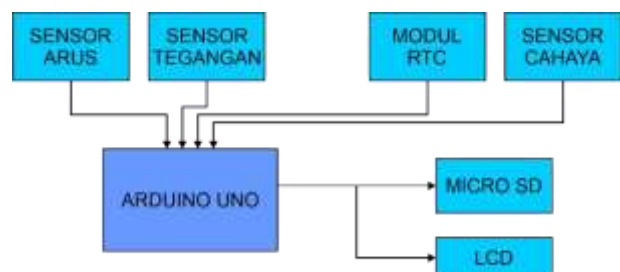
ini juga berfungsi sebagai sistem pengamanan yaitu: perlindungan overcharge baterai, perlindungan overcharge dan perlindungan arus balik panel surya.

10. 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)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian *Research & Development* (RnD) dimana RnD adalah metode penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan tersebut. (Sugiyono, 2016). Penelitian dilaksanakan di lingkungan kampus Poltekel Surabaya selama penulis menjalani studi semester VII dan VIII. Selanjutnya pengujian alat dilaksanakan di *rooftop* gedung utama kampus Poltekel Surabaya. Alat yang sudah selesai diuji selanjutnya siap untuk proses pengambilan data. Data yang diambil berdasarkan *datalog* pada *micro SD* dan pengambilan data secara manual. Data yang sudah diambil selanjutnya dianalisis. Adapun rancangan desain alat sebagai berikut.



Gambar 1. Rancangan Desain Alat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilaksanakan selama dua hari dari pukul 06.00 s.d. 18.00 WIB dan

pengambilan data setiap satu jam sekali. Data penelitian selama dua hari di rata-rata dan ditampilkan dalam tabel berikut.

Tabel 1 Data Rata-rata Micro SD

| Jam | Lux (lux) | Voltage (volt) | Current (mA) |
|-------|-----------|----------------|--------------|
| 06.00 | 2.770,00 | 11,57 | 0,082 |
| 07.00 | 17.754,50 | 11,86 | 0,648 |
| 08.00 | 41.056,50 | 12,19 | 1,851 |
| 09.00 | 79.694,38 | 12,47 | 2,588 |
| 10.00 | 81.918,75 | 13,05 | 3,458 |
| 11.00 | 81.918,75 | 13,42 | 3,646 |
| 12.00 | 81.918,75 | 13,80 | 4,081 |
| 13.00 | 81.918,75 | 14,17 | 3,664 |
| 14.00 | 81.918,75 | 14,37 | 3,165 |
| 15.00 | 52.093,50 | 14,40 | 1,897 |
| 16.00 | 23.409,50 | 14,42 | 0,484 |
| 17.00 | 7.306,50 | 13,93 | 0,063 |
| 17.30 | 718,00 | 9,36 | 0,059 |
| 18.00 | 0,00 | 0,01 | 0,000 |

Tabel 2 Data Rata-rata Pengukuran Manual

| Jam | Cahaya (lux) | Tegangan (volt) | Arus (mA) | Baterai (volt) |
|-------|--------------|-----------------|-----------|----------------|
| 06.05 | 2.772,00 | 11,57 | 0,08 | 11,42 |

1. Perbandingan Sensor Cahaya

Tabel 3 Perbandingan Sensor Cahaya

| Waktu | Sensor BH1750 | Lux Meter AS083 | Selisih | Galat (%) |
|-----------|---------------|-----------------|-----------|-----------|
| 06.00 | 2.770,00 | 2.772,00 | 2,00 | 0,07 |
| 07.00 | 17.754,50 | 17.722,00 | 32,50 | 0,18 |
| 08.00 | 41.056,50 | 41.055,00 | 1,50 | 0,00 |
| 09.00 | 79.694,38 | 79.800,00 | 105,63 | 0,13 |
| 10.00 | 81.918,75 | 135.950,00 | 54.031,25 | 39,74 |
| 11.00 | 81.918,75 | 140.500,00 | 58.581,25 | 41,69 |
| 12.00 | 81.918,75 | 160.750,00 | 78.831,25 | 49,04 |
| 13.00 | 81.918,75 | 147.000,00 | 65.081,25 | 44,27 |
| 14.00 | 81.918,75 | 92.385,00 | 10.466,25 | 11,33 |
| 15.00 | 52.093,50 | 51.968,00 | 125,50 | 0,24 |
| 16.00 | 23.409,50 | 23.184,00 | 225,50 | 0,97 |
| 17.00 | 7.306,50 | 7.269,00 | 37,50 | 0,52 |
| 17.30 | 718,00 | 710,00 | 8,00 | 1,13 |
| 18.00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Rata-rata | 24.978,10 | 24.942,22 | 59,79 | 0,36 |
| Tertinggi | 81.918,75 | 160.750,00 | 78.831,25 | 49,04 |
| Terendah | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| Jam | Cahaya (lux) | Tegangan (volt) | Arus (mA) | Baterai (volt) |
|-------|--------------|-----------------|-----------|----------------|
| 07.00 | 17.722,00 | 11,86 | 0,64 | 11,68 |
| 08.00 | 41.055,00 | 12,19 | 1,85 | 11,95 |
| 09.00 | 79.800,00 | 12,47 | 2,42 | 12,13 |
| 10.00 | 135.950,00 | 13,05 | 3,67 | 12,67 |
| 11.00 | 140.500,00 | 13,42 | 3,62 | 13,00 |
| 12.00 | 160.750,00 | 13,80 | 4,08 | 13,33 |
| 13.00 | 147.000,00 | 14,17 | 3,66 | 13,95 |
| 14.00 | 92.385,00 | 14,37 | 3,16 | 14,18 |
| 15.00 | 51.968,00 | 14,40 | 1,89 | 14,24 |
| 16.00 | 23.184,00 | 14,42 | 0,48 | 14,26 |
| 17.00 | 7.269,00 | 13,93 | 0,02 | 14,03 |
| 17.30 | 710,00 | 9,86 | 0,01 | 13,75 |
| 18.00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 13,60 |

Dari data rata-rata yang diperoleh di atas, maka selanjutnya adalah melakukan perbandingan untuk mengetahui tingkat akurasi pada alat yang dibuat oleh penulis. Tingkat akurasi dapat diketahui dengan cara membandingkan data yang diperoleh dari alat dan hasil pengukuran manual oleh penulis. Perbandingan tersebut akan dibahas sebagai berikut.

Dari perbandingan data intensitas cahaya di atas dapat diketahui rata-rata galat adalah sebesar 0,36%, nilai tertinggi adalah 160.750,00 lux pada pukul 12.00, dan nilai terendah adalah 0,00 lux pada pukul 18.00. Dalam penelitian ini diketahui bahwa Sensor BH1750 hanya dapat menangkap cahaya maksimal sebesar 81.918,75 lux dan ini menjadi kelemahan sensor tersebut dan kelemahan pada alat sehingga data pada pukul 10.00 s.d. 14.00 tidak diperhitungkan dalam perhitungan rata-rata. Namun demikian Sensor BH1750 masih dapat membaca intensitas cahaya dibawah 81.918,75 lux dengan baik.

2. Perbandingan Sensor Tegangan

Tabel 4 Perbandingan Sensor Tegangan

| Waktu | Sensor Tegangan | Multumeter Zoyi ZT-QS9 | Selisih | Galat (%) |
|-----------|-----------------|------------------------|---------|-----------|
| 06.00 | 11,58 | 11,57 | 0,01 | 0,086 |
| 07.00 | 11,87 | 11,86 | 0,01 | 0,084 |
| 08.00 | 12,20 | 12,19 | 0,01 | 0,082 |
| 09.00 | 12,48 | 12,47 | 0,02 | 0,120 |
| 10.00 | 13,06 | 13,05 | 0,01 | 0,077 |
| 11.00 | 13,43 | 13,42 | 0,01 | 0,075 |
| 12.00 | 13,80 | 13,81 | 0,01 | 0,072 |
| 13.00 | 14,18 | 14,17 | 0,01 | 0,071 |
| 14.00 | 14,37 | 14,37 | 0,01 | 0,035 |
| 15.00 | 14,41 | 14,40 | 0,01 | 0,035 |
| 16.00 | 14,42 | 14,43 | 0,01 | 0,069 |
| 17.00 | 13,94 | 13,93 | 0,01 | 0,072 |
| 17.30 | 9,39 | 9,38 | 0,01 | 0,107 |
| 18.00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,000 |
| Rata-rata | 12,08 | 12,07 | 0,01 | 0,070 |
| Tertinggi | 14,42 | 14,43 | 0,02 | 0,120 |
| Terendah | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,000 |

Dari perbandingan data tegangan di atas dapat diketahui rata-rata galat adalah sebesar 0,070%, nilai tertinggi adalah 14,43 V pada pukul 16.00, dan nilai terendah adalah 0,01 V pada pukul 18.00. Dengan demikian Sensor Tegangan Arduino Uno cukup akurat sebagai alat ukur tegangan dengan rata-rata galat sebesar 0,070% dan masih dalam batas toleransi.

3. Perbandingan Sensor Arus

Tabel 5 Perbandingan Sensor Arus

| Waktu | Sensor Arus ACS712 | Multumeter Zoyi ZT-QS9 | Selisih | Galat (%) |
|-------|--------------------|------------------------|---------|-----------|
| 06.00 | 0,076 | 0,075 | 0,001 | 1,600 |
| 07.00 | 0,648 | 0,640 | 0,008 | 1,211 |
| 08.00 | 1,851 | 1,850 | 0,001 | 0,063 |
| 09.00 | 2,588 | 2,575 | 0,012 | 0,485 |
| 10.00 | 3,458 | 3,470 | 0,012 | 0,346 |
| 11.00 | 3,646 | 3,620 | 0,026 | 0,704 |
| 12.00 | 4,081 | 4,075 | 0,006 | 0,135 |
| 13.00 | 3,664 | 3,660 | 0,004 | 0,109 |
| 14.00 | 3,165 | 3,160 | 0,005 | 0,158 |

| Waktu | Sensor Arus ACS712 | Multumeter Zoyi ZT-QS9 | Selisih | Galat (%) |
|-----------|--------------------|------------------------|---------|-----------|
| 15.00 | 1,897 | 1,890 | 0,007 | 0,370 |
| 16.00 | 0,484 | 0,480 | 0,004 | 0,797 |
| 17.00 | 0,015 | 0,015 | 0,000 | 0,332 |
| 17.30 | 0,010 | 0,010 | 0,000 | 0,000 |
| 18.00 | 0,001 | 0,001 | 0,000 | 0,000 |
| Rata-rata | 1,827 | 1,823 | 0,006 | 0,451 |
| Tertinggi | 4,081 | 4,075 | 0,026 | 1,600 |
| Terendah | 0,001 | 0,001 | 0,000 | 0,000 |

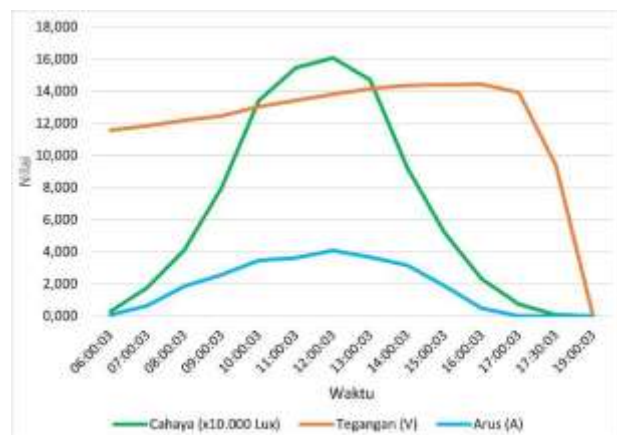
Dari perbandingan data arus di atas dapat diketahui rata-rata galat adalah sebesar 0,451%, nilai tertinggi adalah 4,081 A pada pukul 12.00, dan nilai terendah adalah 0,001 A pada pukul 18.00. Dengan demikian Sensor Arus ACS712 akurat sebagai alat ukur tegangan dengan rata-rata galat sebesar 0,451% dan masih dalam batas toleransi.

4. Analisis Penyimpanan Pada Micro SD

Pencatatan data pengukuran setiap 30 menit sekali dalam bentuk txt.file dikontrol oleh program pada Arduino Uno seperti pada Lampiran 1. Data yang tercatat disimpan dalam Micro SD dengan kapasitas 4GB dalam bentuk data log. Pencatatan data dalam sehari (12 jam) membutuhkan penyimpanan data rata-rata sebesar 18,5 KB, berarti dalam 24 jam membutuhkan penyimpanan 37 KB. Data log hasil penyimpanan pada micro sd terlampir pada Lampiran 4. Micro SD 4 GB memiliki nilai kapasitas maksimal 3828MB dapat menampung perekaman data selama 580 tahun dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Pencatatan} &= \frac{\text{Kapasitas Micro SD}}{\text{Ukuran File per Hari}} \\
 &= \frac{37}{3919872} \\
 &= 105942 \text{ Hari} \\
 &= 271,6 \text{ Tahun}
 \end{aligned}$$

5. Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Arus Dan Tegangan



Gambar 2 Grafik Pengaruh Intensitas Cahaya

Dari grafik di atas diketahui bahwa intensitas cahaya berpengaruh terhadap arus dan tegangan yang dihasilkan panel

surya. Semakin tinggi intensitas cahaya maka semakin tinggi pula arus yang dihasilkan. Sedikit berbeda dengan tegangan yang dihasilkan terus meningkat hingga pukul 16.00 dimana setelah pukul 16.00 intensitas cahaya mengalami penurunan yang signifikan dan berpengaruh terhadap penurunan tegangan yang dihasilkan panel surya secara signifikan juga.

6. Pengaruh Tegangan Baterai Terhadap Arus Dan Tegangan



Gambar 3 Grafik Pengaruh Tegangan Baterai

Dari grafik di atas diketahui bahwa tegangan dan arus yang dihasilkan panel surya berpengaruh pada tegangan baterai. Selama proses pengisian, tegangan panel selalu $\pm 0,20$ V lebih besar dibandingkan tegangan baterai. Begitu pula dengan arus yang dihasilkan panel surya berpengaruh pada selisih kenaikan tegangan baterai. Semakin besar arus yang dihasilkan maka semakin besar pula selisih kenaikan pada tegangan baterai.

KESIMPULAN

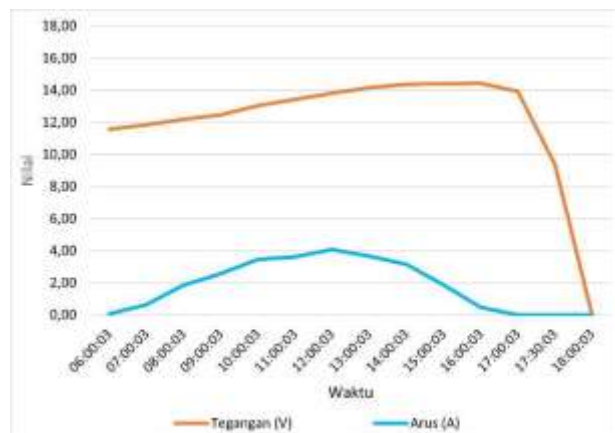
Berdasarkan dari perancangan, pembuatan, dan pengujian Alat Sistem Monitoring Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Untuk Pengisian Baterai, serta melakukan analisis data pengujian alat tersebut maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Desain rancangan sistem monitoring panel surya berbasis mikrokontroler arduino uno untuk pengisian baterai kapal telah berhasil dengan galat dibawah 5% dan kemampuan sensor dalam membaca nilai dapat dilihat pada tabel berikut

| Sensor | Tingkat Akurasi | Galat (error) |
|---------------|-----------------|---------------|
| Tegangan | Baik | 0,070 % |
| Arus ACS712 | Baik | 0,451 % |
| Cahaya BH1750 | Baik | 0,361 % |

| Sensor | Tingkat Akurasi | Galat (error) |
|----------------------|---|---------------|
| Sensor Cahaya BH1750 | memiliki keterbatasan tidak mampu membaca cahaya lebih dari 81.918,75 lux | |

2. Sistem monitoring panel surya berbasis mikrokontroler arduino uno guna pengisian baterai 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 bila dilakukan setelah pukul 16.00 tidak lagi efektif karena tegangan yang dihasilkan dibawah 12 Volt dengan arus 0,00 Ampere. Monitoring dalam proses pengisian baterai dapat dilihat pada gambar berikut



DAFTAR PUSTAKA

- Aritohang, C. L., Maison, & Hais, Y. R. (2020). Sistem Monitoring Tegangan, Arus, dan Intensitas Cahaya pada Panel Surya dengan Thingspeak. *Jurnal Engineering Vol. 2 (1)*, 11-24.
- Dalimunthe, R. A. (2018). Pemantau Arus Listrik Berbasis Alarm Dengan Sensor Arus Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno. *Seminar Nasional Royal (SENAR)*, 333-338.
- Fahruri, H. W., Aribowo, W., Widartono, M., & Hermawan, A. C. (2021). Monitoring Arus, Tegangan, dan Suhu Pada Prototype Thermoelectric Generator

- Berbasis IoT. *Jurnal Teknik Elektro Vol. 10(1)*, 137-144.
- Fitriandi, A., Komalasari, E., & Gusmedi, H. (2016). Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler dengan SMS Gateway. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro, Vol. 10(2)*, 87-98.
- Haryanto, T., Charles, H., & Pranoto, H. (2021). Perancangan Energi Terbarukan Solar Panel Untuk Essential Load Dengan Sistem Switch. *Jurnal Teknik Mesin: Vol. 10(1)*, 41-50.
- Rarumangkay, B., Poekoel, V., & Sompie, S. (2021). Sistem Monitoring Panel Surya. *Jurnal Teknik Informatika, 16(2)*, 211-218.
- Reinaldi, H., Bachtiar, I. K., & Nusyirwan, D. (2020). Pengujian Fotodiode Sebagai Sensor Radiasi Matahari. *Student Online Journal Universitas Maritim Raja Ali Haji Vol. 1(1)*, 16-21.
- Suryawinata, H., Purwanti, D., & Sunardiyo, S. (2017). Sistem Monitoring pada Panel Surya Menggunakan Data logger Berbasis ATmega 328 dan Real Time Clock DS1307. *Jurnal Teknik Elektro, 9(1)*, 30-36.
- Usman, M. K. (2020). Analisis Intensitas Cahaya Terhadap Energi Listrik Yang Dihasilkan Panel Surya. *Jurnal Power Elektronik 9(2)*, 52-58.