

RANCANG BANGUN SISTEM TRACKING PANEL SURYA 10 WP BERBASIS RTC DAN ARDUINO

SKRIPSI

Oleh :

ESRON S. SIBARANI

17.812.0050



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITASMEDAN AREA
MEDAN
2022**

RANCANG BANGUN SISTEM TRACKING PANEL SURYA 10 WP BERBASIS RTC DAN ARDUINO

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di
fakultas teknik Universitas Medan Area

Oleh:

ESRON S. SIBARANI

17.812.0050



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

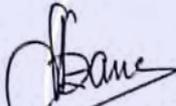
MEDAN

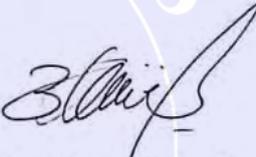
2022

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Rancang Bangun Sistem Tracking Panel Surya 10 Wp
BerbasisRTC dan Arduino
Nama : Esrn S. Sibarani
NPM : 17.812.0050
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh
Komisi Pembimbing


Dr. Ir. Nings Maizana, MT
Pembimbing I


Moranain Mungkin ST, Msi
Pembimbing II


M. Nur Hafid, S.kom, M.kom
Dekan
FAKULTAS TEKNIK


M. Nur Hafid, S.kom, M.kom
PRODI TEKNIK ELEKTRO

Tanggal Lulus :

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 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 dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 17 Februari 2022



Esrn S. Sibarani

17.812.0050

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama : Esrn S. Sibarani
NPM : 17.812.0050
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

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 SISTEM TRACKING PANEL SURYA 10 WP
BERBASIS RTC DAN ARDUINO.**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis 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 : 17 Februari 2022

Yang menyatakan



(Esrn S. Sibarani)

Abstrak

Dalam upaya pencarian sumber tenaga terbarukan hendaknya penunjang ketentuan ialah menciptakan jumlah tenaga yang lumayan besar, bayaran murah serta ramah terhadap area. Solar cell ataupun panel surya merupakan perlengkapan mengkonversi tenaga matahari jadi tenaga listrik. Pemakaian panel surya di Indonesia sangat berguna sebab Indonesia terletak di kawasan khatulistiwa yang nyaris segala wilayahnya menemukan cahaya matahari sepanjang 10 hingga 12 jam tiap harinya serta, Indonesia ialah Negeri tropis yang memiliki kemampuan tenaga surya dengan insolasi setiap hari rata-rata 4,5 - 4,8 kWh/meter²/hari. Namun saat ini penggunaan panel surya di Indonesia masalah peletakan bersifat diam (statik) sehingga penyerapan cahaya matahari kurang optimal dikarenakan seringnya terjadi cuaca, mendung, dan pada saat siang sampai sore cahaya matahari sudah membelakangi/ atau tidak sejajar dari panel surya. Untuk mendapatkan energi listrik yang optimal, sistem panel surya tersebut harus dilengkapi dengan suatu sistem control dan dilengkapi dengan sensor modul RCT (REAL Time Clock) yang berfungsi memberi data waktu/ atau komponen yang real waktunya untuk mengatur arah permukaan dari panel surya agar selalu menghadap matahari pada sudut yang diberikan (tracking berdasarkan pergerakan bumi) sehingga energi dari sinar matahari dapat sepenuhnya jatuh ke permukaan panel surya. Dan dari data yang di dapat pada tanggal 13 desember 2021 daya keluaran yang dihasilkan panel surya 10 Wp system tracking selama 9 (Sembilan) jam dengan beban lampu 5 Watt menghasilkan daya total sebesar 35,392 Wh sedangkan panel surya 10 Wp yang non tracking menghasilkan daya total sebesar 19,658 Wh dan selisih yang dihasilkan kedua panel surya 10 Wp tersebut sebesar 15,732 Wh.

Kata kunci: Energi Matahari, Panel Surya, Motor Servo, RTC, Mikrokontroler,

Abstract

In an effort to find renewable energy sources, it is necessary to comply with the provisions of creating a fairly large amount of energy, low cost and friendly to the environment. Solar cells or solar panels are equipment that converts solar energy into electrical energy. The use of solar panels in Indonesia is very useful because Indonesia is located in the equator where almost all areas get 10 to 12 hours of sunlight per day and, Indonesia is a tropical country that has solar power capacity with an average daily insolation of 4.5 - 4,8 kWh/meter²/day. However, currently the use of solar panels in Indonesia is still in a stationary position (static) so that the absorption of sunlight is less than optimal due to the frequent occurrence of weather, cloudy weather, and during the afternoon until the afternoon the sun's light has turned back/or is not parallel to the solar panels. To obtain optimal electrical energy, the solar panel system must be equipped with a control system and equipped with an RCT (REAL Time Clock) sensor module which functions to provide real time data/or components to adjust the direction of the surface of the solar panel so that it always faces the sun. at a given angle (tracking based on the movement of the earth) so that the energy from the sun's rays can completely fall to the surface of the solar panel. And from the data obtained on December 13, 2021, the output power produced by a 10 Wp solar panel tracking system for 9 (nine) hours with a 5 Watt lamp load produces a total power of 35.392 Wh while a non-tracking 10 Wp solar panel produces a total power of 19,658 Wh and the difference between the two 10 Wp solar panels is 15,732 Wh.

Keywords: Solar Energy, Solar Panels, Servo Motor, RTC, Microcontroller,

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 08 september 1999 dari ayah Romlen Sibarani dan ibu Mega Wati Hutauruk penulis merupakan putra kedua dari tiga bersaudara.

Tahun 2017 penulis lulus dari SMK NEGERI 1 BALIGE dan pada tahun 2017 juga penulis mendaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area jurusan Teknik Elektro.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis menjadi lebih memahami serta memperdalam pengetahuan tentang dunia Elektro serta berbagai hal yang berhubungan dengan kelistrikan, yang bisa diterapkan penulis dalam kehidupan sehari-hari. Penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di PT. RAZZA PRIMA TRAFOMEDAN.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, Atas segala kelimpahan berkat dan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis di berikan kesehatan, kekuatan, pengetahuan, dan kesempatan menyelesaikan proposal penelitian ini baik dan tepat waktu dengan judul “**Rancang Bangun Sistem Tracking Panel Surya 10 Wp Berbasis RTC dan Arduino**”.

Dalam penyelesaian penulisan proposal ini penulis banyak mendapatkan bantuan, baik moral maupun material dari berbagai pihak, dan pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Orang tua penulis yang selalu memberi do'a dan dukungan secara moral maupun material.
2. Bapak Prof. Dadan Ramdan , M.Eng, M.sc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Rahmat Syah, S.kom, M.kom selaku dekan Fakultas Teknik
4. Bapak Habib Satria Spd, MT selaku ketua Jurusan Teknik Elektro.
5. Ibu Dr. Ir. Dina Maizana., MT selaku dosen pembimbing I (satu) untuk tugas akhir ini yang memberikan saran dan kritik yang membangun dalam penyusunan tugas akhir ini
6. Bapak Moranain Mungkin ST,Msi selaku dosen pembimbing 2 (dua) untuk tugas akhir ini, yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun dalam penyusunan tugas akhir sampai selesai.
7. Seluruh staf pengajar Universitas Medan Area khususnya Program Studi TeknikElektro.

viii

viii

Dan harapan penulis tugas akhir ini dapat menambah pengetahuan dan pengalaman bagi para pembaca, untuk kedepannya dapat memperbaiki bentuk maupun menambah isi tugas akhir ini agar menjadi lebih baik lagi karena keterbatasan pengetahuan maupun pengalaman penulis, penulis yakin masih banyak kekurangan dalam proposal ini, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan tugas akhir ini.



Hormat Penulis

Esron S. Sibarani

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Panel Surya/Solar Cell	
2.1.1 Defenisi Panel Surya/Solar Cell	5
2.1.2 Prinsip Kerja Panel Surya.....	6
2.2 Mikrokonter	8
2.2.1 Fungsi Dan Bagian Arduino Uno	9
2.3 RTC (Real Time Clock)	11
2.3.1 Rangkaian Modul RTC.....	13
2.5 Sensor Ina219	14
2.6 Motor Servo	16
2.6 Liquid Crytal Display (LCD).....	17
2.7 Solar Charge Controller (SCC).....	20
2.8 Baterai.....	21

BAB III PERANCANGAN ALAT

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	
3.1.1 Tempat Penelitian	24
3.2.1 Waktu Penelitian	24
3.2 Flowchart Sistem Tracking.....	24
3.3 Rangkaian Keseluruhan Alat.....	26
3.4 Spesifikasi Perancangan Alat	
3.4.1 Panel Surya 10 WP.....	28
3.4.2 Solar Charge Controller (SCC).....	29
3.4.3 Arduino UNO	30
3.4.4 Real Time Clock (RTC)	30
3.4.5 Sensor INA 219	31
3.4.6. Motor Servo.....	32
3.4.7 Liquid Cristal Display (LCD).....	32
3.4.8 Baterai 12V/7,2 Ah.....	33

BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1 Hasil Perancangan Alat	34
4.2 Pengujian Alat dan Analisa	35
4.2.1 Pengujian Motor Servo.....	36
4.2.2 Pengujian Panel Surya.....	36
4.2.3 Pengujian LCD.....	38
4.2.4 Pengujian RTC (Real Time Clock)	39
4.2.5 Pengujian Keseluruhan Sistem.....	40

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	48

DAFTAR PUSTAKA	49
-----------------------------	-----------

DAFTAR TABEL

2.1 Konfigurasi RCT	13
2.2 Fungsi Pin LCD	18
4.1 Pengujian Panel Surya Pada Tanggal 10 September 2021	37
4.2 Data Pengukuran Panel Surya Tracking Dan Non Tracking Dengan Kondisi Tanpa Beban Pada Tanggal 13 Desember 2021	42
4.3 Data Pengukuran Panel Surya Tracking Dan Non Tracking Dengan Beban Lampu 5 watt Pada Tanggal 13 Desember 2021	44
4.4 Selisih Perbandingan Vout Panel Surya Tracking Dan Non Tracking	45



DAFTAR GAMBAR

2.1 Panel Surya.....	5
2.2 Junction antara semikonduktor tipe-p.....	6
2.3 Cara Kerja Panel Surya Sederhana.....	7
2.4 Modul Arduino UNO	8
2.5 Fungsi Bagian Arduino Uno.....	9
2.6 Modul RTC.....	12
2.7 Konfigurasi Pin RTC	12
2.8 Rangkaian Modul RTC.....	14
2.9 Skematik Ina219	15
2.10 Konfigurasi Pin Ina219	15
2.11 Modul Motor Servo	16
2.12 Modul LCD (Liquid Crystal Display).....	18
2.13 Modul Solar Charge Controller (SCC).....	21
2.14 Baterai.....	22
3.1 Blok Diagram Alat	24
3.2 Ilustrasi Posisi Panel Surya	25
3.3 Rangkaian Keseluruhan Alat.....	26
3.4 Panel Surya 10 WP	28
3.5 Solar Charge Controller (SCC).....	29
3.6 Arduino UNO	30
3.7 Real Time Clock (RTC)	31
3.8 Sensor Ina219	31

3.9 Motor Servo.....	32
3.10 Liquid Crystal Display (LCD).....	33
3.11 Baterai 12V/7,2 Ah.....	33
4.1 Sistem Tracking Panel Surya 10 WP Berbasis RTC Dan Arduino	34
4.2 Sistem Pengontrolan Panel Surya 10 WP	35
4.3 Panel Surya Bergerak Tiap 9^0 Dalam Motor Servo	36
4.4 tegak lurus terhadap arah sumber cahaya.....	37
4.5 Pengujian Tampilan LCD.....	38
4.6 Perbedaan Posisi Panel Surya Pada Saat Tracking Setiap Jam	39
4.7 Posisi Panel Surya Pada saat Pagi hari (08.21 WIB).....	40
4.8. Posisi Panel Surya Pada Saat Siang Hari (12.23 WIB)	41
4.9. Pengukuran Panel Surya Tanpa beban	41
4.10. Pengukuran Panel Surya Sistem Tracking Dan Non Tracking Dengan Beban Lampu 5 Watt.....	43
4.11 Grafik Data Pengukuran Panel Surya Tracking Dan Non Tracking.....	46
4.12 Grafik Perbedaan Tegangan Antara Vout Tracking Dan Non Tracking	47



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Energi baru serta terbarukan ialah tenaga yang tidak habis pakai ialah energi matahari. Tenaga matahari merupakan tenaga terbanyak serta bertabiat berkepanjangan, hendak namun memandang bayaran dini yang sangat mahal membuat pemanfaatan tenaga matahari masi sangat sedikit. Dalam pencarian sumber tenaga terbarukan hendaknya memenuhi ketentuan ialah menciptakan jumlah tenaga yang lumayan besar, bayaran murah serta ramah terhadap area. Oleh sebab itu ditunjukkan pada pemanfaatan tenaga matahari, tenaga angin, serta energi air. Pemanfaatan tenaga matahari baik secara langsung ataupun tidak langsung dengan memakai sel surya yang bisa merubah tenaga matahari jadi tenaga listrik. Tenaga listrik ialah tenaga yang hasilnya dari mengkonversi ataupun merubah tenaga satu ke tenaga yang lain.

Pemakaian panel surya di Indonesia sangat berguna sebab Indonesia terletak di kawasan khatulistiwa yang nyaris segala wilayahnya menemukan cahaya matahari sepanjang 8 hingga 10 jam tiap harinya serta Indonesia ialah Negeri tropis yang memiliki kemampuan tenaga surya dengan insolasi setiap hari rata-rata 4, 5- 4, 8 kWh/ m²/ hari (Ari Rahayuningtyas, dkk, 2014). Namun saat ini penggunaan panel surya di Indonesia masalah peletakan bersifat diam (statik) sehingga penyerapan cahaya matahari kurang optimal dikarenakan seringnya terjadi cuaca, mendung, dan pada saat siang sampai sore cahaya matahari sudah membelakangi/ atau tidak sejajar dari panel surya.

Dari permasalahan yang ada maka di butuhkan sebuah sistem yang dapat

menggerakkan/ atau mengarahkan panel surya secara tegak lurus terhadap matahari. Alat ini berbasis mikrokontroler yang mengkombinasikan RTC (Real Time Clock) dengan arduino yang bertujuan memberi data waktu/ atau komponen yang real waktunya untuk mengatur arah permukaan panel surya untuk menangkap cahaya yang diserap agar mendapat posisi paparan sinar matahari yang pas pada panel surya. Berdasarkan penjelasan latar belakang diatas, penulis mengajukan judul **“Rancang Bangun Sistem Tracking Panel Surya 10 Wp Berbasis RTC dan Arduino”**

1.2 Rumusan Masalah

Pada uraian diatas, maka dapat diambil rumusan masalah yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini, yakni :

1. Bagaimana merancang dan membuat sistem tracking?
2. Bagaimana daya listrik yang dihasilkan panel surya 10 Wp dengan sistem tracking?

1.3 Batasan Masalah

Adapun beberapa batasan masalah dari Tugas Akhir ini antara lain :

1. *Tracking* panel surya hanya berputar $\pm 120^\circ$
2. Tidak membahas secara detail masalah coding program arduino.
3. Perancangan alat ini lebih fokus terhadap sistem tracking panel surya dan tidak membahas penggunaan daya dari beban yang digunakan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Merancang dan membuat sistem tracking panel surya 10 Wp dengan menggunakan RCT sebagai input dan Arduino sebagai pengendalinya.
2. Mengetahui daya listrik yang di hasilkan panel surya 10 Wp dengan sistem tracking sehingga menjadi sebuah perbandingan terhadap sistem non

tracking.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat dari penelitian pada Tugas Akhir ini adalah:

1. Dapat menambah wawasan dan pengetahuan tentang pembangkit listrik tenaga surya.
2. Dapat membandingkan daya output dihasilkan oleh panel surya dengan sistem tracking dan dengan yang non tracking.
3. Dapat mengetahui coding program arduino sesuai kerja alat tracking panel surya.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematis penulisan Tugas Akhir ini, tersusun dalam beberapa bab, dengan susunan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menerangkan secara singkat latar belakang penelitian, rumusan masalah penelitian, batasan masalah, tujuan, metode penelitian dan manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang pembahasan teori-teori yang berhubungan dengan pokok pembahasan dalam penelitian sehingga hasil yang di dapatkan lebih optimal.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memuat tentang alat yang akan di rancangan, dan pembuatan alat Pengontrolan tracking panel surya.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi bagian yang inti dari pembahasan tugas akhir ini, yang menjelaskantentang analisa data hasil pengukuran dengan data hasil simulasi.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat tentang kesimpulan hasil pembahasan dan saran-saran yang didapatdari penelitian

DAFTAR

PUSTAKA

LAMPIRAN



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Panel Surya / Solar Cell

2.1.1 Defenisi Panel Surya / Solar Cell

Solar cell atau panel surya adalah alat untuk mengkonversi tenaga matahari menjadi energi listrik. Photovoltaic (PV) adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. PV biasanya dikemas dalam sebuah unit yang disebut modul. Dalam sebuah modul surya terdiri dari banyak sel surya yang bisa disusun secara seri maupun paralel. Sedangkan yang dimaksud dengan surya adalah sebuah elemen semikonduktor yang dapat mengkonversi energi surya menjadi energi listrik atas dasar efek fotovoltaik. Untuk mendapatkan keluaran energi listrik yang maksimum maka permukaan modul surya harus selalu mengarah ke matahari. Bahan sel surya sendiri terdiri kaca pelindung dan material adhesive transparan yang melindungi bahan sel surya dari keadaan lingkungan, material anti-refleksi untuk menyerap lebih banyak cahaya dan mengurangi jumlah cahaya yang dipantulkan, semi-konduktor P-type dan N-type (terbuat dari campuran Silikon) untuk menghasilkan medan listrik, saluran awal dan saluran akhir (tebuat dari logam tipis) untuk mengirim elektron ke perabot listrik.

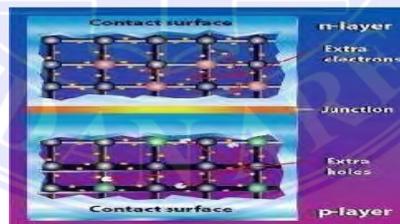


Gambar:2.1 Panel Surya

(Sumber: <https://www.gurupendidikan.co.id/pembangkit-listrik-tenaga-surya>)

2.1.2 Prinsip Kerja Panel Surya

Prinsip kerja sel surya silikon adalah berdasarkan konsep semikonduktor p-n junction. Sel terdiri dari lapisan semikonduktor doping-n dan doping-p yang membentuk p-n junction, lapisan antirefleksi, dan substrat logam sebagai tempat mengalirnya arus dari lapisan tipe-n (electron) dan tipe-p (hole). Dari ikatan-ikatan atom yang dimana terdapat elektron sebagai penyusun dasar. Semikonduktor tipe-n mempunyai kelebihan elektron (muatan negatif) sedangkan semikonduktor tipe-p mempunyai kelebihan hole (muatan positif) dalam struktur atomnya. Diantara kedua lapisan ini terdapat pembatas yang bersifat isolator. Dengan kata lain prinsip kerja sel surya jika ada radiasi cahaya (photon) yang mengenai sel surya maka elektron akan berpindah dari lapisan-N ke lapisan-P. Saat ini akan terjadi kelebihan muatan elektron pada lapisan-P sehingga menjadi kutub negatif. Sebaliknya pada lapisan-N kekurangan elektron sehingga berubah menjadi kutub positif.



Gambar : 2.2 Junction antara semikonduktor tipe-p (kelebihan hole) dan tipe-n(kelebihan elektron).

(Sumber:<http://ijootomat.blogspot.com/2015/08/panel-surya.html>)

Peran dari p-n junction ini adalah untuk membentuk medan listrik maka elektron (dan hole) bisa diekstrak oleh material kontak untuk menghasilkan listrik. Ketika semikonduktor tipe-p dan tipe-n terkontak, maka kelebihan elektron akan bergerak dari semikonduktor tipe-n ke tipe-p maka membentuk

kutub positif pada semikonduktor tipe-n, dan sebaliknya kutub negatif pada semikonduktor tipe-p. Akibatnya dari aliran elektron dan hole ini maka terbentuk medan listrik yang mana ketika cahaya matahari mengenai susunan p-n junction ini maka akan mendorong elektron bergerak dari semikonduktor menuju kontak negatif, yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai listrik, dan sebaliknya hole bergerak menuju kontak positif menunggu elektron datang (Aji Tibob, 2017).

Secara sederhana, proses pembentukan gaya gerak listrik (GGL) pada sebuah sel surya adalah sebagai berikut:

1. Foton dari matahari menyerang panel surya dan diserap oleh semikonduktor seperti silikon.
2. Elektron (muatan negatif) terlempar keluar dari atomnya, dan mengalir melalui semikonduktor material untuk menghasilkan listrik. Muatan positif (lubang) mengalir dengan arah yang berlawanan dengan elektron pada silikon panel surya.
3. Gabungan/susunan beberapa panel surya mengubah energi surya menjadi sumber daya listrik DC.



Gambar 2.3 Cara Kerja Panel Surya Sederhana

(Sumber: <https://panduanteknisi.com/cara-kerja-panel-surya.html>)

Semakin tinggi intensitas sinar matahari, semakin banyak foton yang dapat diserap, dan semakin banyak elektron yang dapat terlepas dari struktur atom salah

satu semikonduktor, sehingga menghasilkan arus listrik yang lebih tinggi. Iradiasi adalah kuantitas yang menggambarkan fluks radiasi matahari yang sampai pada suatu permukaan (kWh/m^2). Sel surya atau sel fotovoltaik memproduksi energi listrik dari cahaya matahari. Sebuah sel fotovoltaik hanya menghasilkan energi listrik yang kecil. Untuk mendapatkan energi listrik yang lebih banyak, beberapa sel fotovoltaik digabungkan dan dihubungkan seri menjadi modul fotovoltaik. Beberapa modul fotovoltaik digabungkan dan dihubungkan seri menjadi string modul fotovoltaik. Seluruh string modul fotovoltaik di dalam suatu sistem dapat disebut larik atau rangkaian modul fotovoltaik.

2.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sistem mikroprosesor lengkap yang terkandung di dalam sebuah chip. Mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor serba guna yang digunakan dalam sebuah PC, karena didalam sebuah mikrokontroler umumnya juga telah berisi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yakni memori dan antarmuka I/O, sedangkan didalam mikroprosesor umumnya hanya berisi CPU saja (Wikipedia, 2015).

Adapun mikrokontroler yang dipakai untuk penelitian adalah mikrokontroler jenis Arduino Uno sebagai pengontrol elektronik untuk membaca dan menulis data untuk tersambung ke komputer.

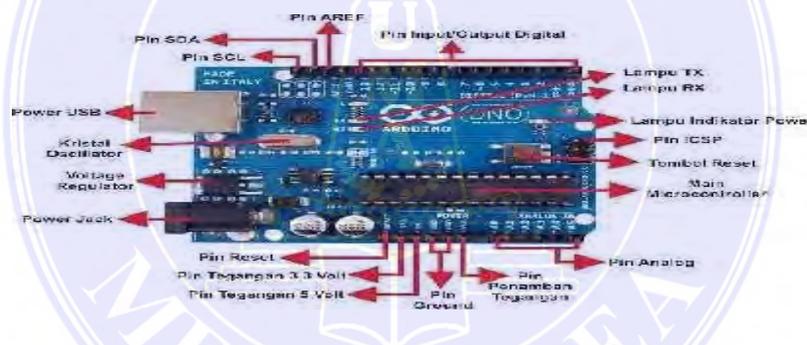


Gambar 2.4 Modul Arduino UNO

(Sumber: <https://www.aldyrazor.com/2020/04/gambar-arduino-uno.html>)

Arduino merupakan sebuah platform dari physical computer yang bersifat open source. Board Arduino ini menggunakan mikrokontroler AVR yang merupakan produk Atmel. Arduino tidak hanya sekedar alat pengembangan, namun kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman, dan Intelligent Development Environment (IDE IC). IDE merupakan software yang sangat berperan dalam menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan meng-upload kedalam memory microcontroller. Ada beberapa projek dan alat-alat yang dikembangkan oleh akademis maupun profesional dengan menggunakan Arduino (Aslamia,2015).

2.2.1 Fungsi bagian-bagian Arduino Uno



Gambar 2.5 Fungsi Bagian Arduino Uno

(Sumber: <https://www.aldyrazor.com/2020/04/gambar-arduino-uno.html>)

Fungsi tiap bagian-bagian Arduino Uno yang diberi tanda antara lain:

1. Power USB, fungsi dari power usb pada modul Arduino adalah sebagai berikut:
 - Media pemberi tegangan listrik ke Arduino
 - Media tempat memasukkan program dari komputer ke Arduino
 - Sebagai media untuk komunikasi serial antara komputer dan Arduino R3 maupun sebaliknya.

2. Crystal Oscillator, fungsi crystal oscillator adalah sebagai jantung Arduino yang membuat dan mengirimkan detak ke mikrokontroler agar beroperasi setiapdetaknya.
3. Voltage Regulator, berfungsi menstabilkan tegangan listrik yang masuk ke Arduino.
4. Power Jack, fungsi dari power jack pada modul Arduino adalah sebagai media pemberi tegangan listrik ke Arduino apabila tak ingin menggunakan Power USB.
5. Pin Reset, berfungsi untuk mereset Arduino agar program dimulai dari awal. Cara penggunaannya yaitu dengan menghubungkan pin reset ini langsung ke ground.
6. Pin Tegangan 3,3 Volt, berfungsi sebagai pin positif untuk komponen yang menggunakan tegangan 3,3 volt.
7. Pin Tegangan 5 Volt, berfungsi sebagai pin positif untuk komponen yang menggunakan tegangan 5 volt. Pin 5 volt sering juga disebut pin VCC.
8. Pin Ground (GND), fungsi pin GND adalah sebagai pin negatif pada tiap komponen yang dihubungkan ke Arduino.
9. Pin Penambah Tegangan (VIN), berfungsi sebagai media pemasok listrik tambahan dari luar sebesar 5 volt bila tak ingin menggunakan Power USB atau Power Jack.
10. Pin Analog, berfungsi membaca tegangan dan sinyal analog dari berbagai jenis sensor untuk diubah ke nilai digital.
11. Main Microcontroller, berfungsi sebagai otak yang mengatur pin-pin pada Arduino.
12. Tombol Reset, komponen pendukung yang berfungsi untuk mengulang

program dari awal dengan cara menekan tombol.

13. Pin ICSP (In-Circuit Serial Programming), berfungsi untuk memprogram mikrokontroler seperti Atmega328 melalui jalur USB Atmega16U2.
14. Lampu Indikator Power, berfungsi sebagai indikator bahwa Arduino sudahmendapatkan suplai tegangan listrik yang baik.
15. Lampu TX (transmit), berfungsi sebagai penanda bahwa sedang terjadi pengiriman data dalam komunikasi serial.
16. Lampu RX (receive), berfungsi sebagai penanda bahwa sedang terjadi penerimaan data dalam komunikasi serial.
17. Pin Input/Output Digital, berfungsi untuk membaca nilai logika 1 dan 0 atau mengendalikan komponen output lain seperti LED, relay, atau sejenisnya. Pin ini termasuk paling banyak digunakan saat membuat rangkaian.
18. Pin AREF (Analog Reference), fungsi pin Arduino Uno yang satu ini untuk mengatur tegangan referensi eksternal yang biasanya berada di kisaran 0 sampai 5 volt.
19. Pin SDA (Serial Data), berfungsi untuk menghantarkan data dari modul I2C atau yang sejenisnya.
20. Pin SCL (Serial Clock), berfungsi untuk menghantarkan sinyal waktu (clock) dari modul I2C ke Arduino.

2.3 RTC (Real Time Clock)

RTC (Real Time Clock) merupakan chip IC yang mempunyai fungsi menghitung waktu yang dimulai dari detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, hingga tahun. Untuk menjaga atau menyimpan data waktu yang telah di-ON-kan pada module terdapat sumber catu daya sendiri yaitu seperti baterai jam kancing,

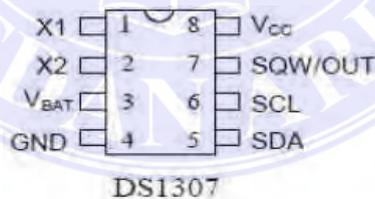
serta keakuratan data waktu yang ditampilkan digunakan osilator kristal eksternal. Sehingga saat perangkat mikrokontroler terhubung dengan RTC ini sebagai sumber data waktu dimatikan, data waktu yang sudah terbaca dan ditampilkan tidak akan hilang begitu saja. Dengan catatan baterai yang terhubung pada RTC tidak habis dayanya.



Gambar 2.6: Modul RCT

(Sumber: <https://jual-modul-rtc-ds1302://ecadio.>)

Bentuk komunikasi data dari IC RTC adalah I2C yang merupakan kepanjangan dari Inter Integrated Circuit. Komunikasi jenis ini hanya menggunakan 2 jalur komunikasi yaitu SCL dan SDA. Semua microcontroller sudah dilengkapi dengan fitur komunikasi 2 jalur ini, termasuk diantaranya Arduino Microcontroller.



Gambar 2.7: Konfigurasi Pin RCT

(Sumber: <https://proyekarduino.wordpress.com/2015/04/01/pengetahuan-dasar-rtc-ds1307/>)

Konfigurasi pin RTC adalah perangkat dengan enam terminal, dua diantaranya tidak wajib untuk digunakan, sehingga pada dasarnya kita memiliki 4 (empat) pin utama. Empat pin utama ini namanya juga dicantumkan di sisi modul yang sebelahnya.

Gambar Tabel 2.1: Konfigurasi pin RTC

Nama Pin	Deskripsi
VCC	Hubungkan ke sumber tegangan input +5 volt
GND	Hubungkan ke Ground
SDA	Serial Data Pin (I2C interface) Berfungsi sebagai masukan ataupun keluaran (I/O) untuk I2C serial interface.
SCL	Serial Clock Pin (I2C interface) Berfungsi sebagai clock untuk input ke I2C dan digunakan untuk penyingkronisasi pergerakan data dalam serial interface
SQW	Square Wave Output pin Berfungsi sebagai square wave/ output driver.
32K	32K Oscillator Output

2.3.1 Rangkaian Modul RCT

sebelumnya, satu-satunya cara untuk berkomunikasi dengan RTC adalah melalui antarmuka I2C. Data dikirimkan ke modul atau diterima dari modul melalui antarmuka I2C. Sehingga kita dapat menerima data DATE dan TIME melalui antarmuka ini. Diagram Sirkuit default dari modul RTC DS2331 adalah tampak seperti berikut:



Gambar 2.8: Rangkaian Modul RTC

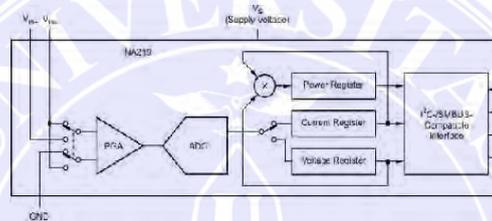
(Sumber: <http://www.labelektronika.com/2016/10/cara-program-rtc-ds3231-menggunakan-Arduino.html>)

Seperti yang ditunjukkan pada diagram sirkuit, modul terhubung ke catu daya + 5V. Modul dapat bekerja pada daya yang diatur + 5V dan tegangan yang lebih tinggi dapat merusak modul. Antarmuka I2C dibuat seperti yang ditunjukkan pada gambar. Yang perlu dilakukan adalah menghubungkan SDA modul ke SDA pengontrol dan SCL terhubung ke SCL pengontrol (rezaervani, 2017). Komunikasi antara pengontrol dan modul sangat kompleks. Biasanya informasi dikirim atau diterima byte ke byte. Jadi menggunakan pustaka yang ditulis untuk modul RTC sangat ideal. Menggunakan penyimpanan memudahkan komunikasi. Yang perlu dilakukan hanyalah mengunduh penyimpanan ini dan memanggilnya dalam program. Setelah file header disertakan, pengontrol melakukan komunikasi dengan sendirinya dan memberikan tanggal dan waktu.

2.4 Sensor Ina219

INA219 adalah pemantau arus shunt dan daya melalui koneksi I2C- atau antarmuka yang kompatibel dengan SMBUS. Sensor ini memantau drop tegangan (shunt voltage drop) dan tegangan suplai (bus supply voltage), dengan konversi perkalian yang dapat diprogram dan pemfilteran. Nilai kalibrasi yang

dapat deprogram, dikombinasikan dengan pengali internal, memungkinkan pembacaan langsung dari arus dalam satuan ampere. INA 219 memiliki sebuah amplifier input maksimum adalah $\pm 320\text{mV}$ ini berarti dapat mengukur arus hingga $\pm 3,2\text{A}$. Dengan internal data 12 bit ADC, resolusi pada kisaran 3.2A adalah $0,8 \text{ mA}$. Dengan gain internal yang ditetapkan pada minimum $\text{div}8$, maks saat ini adalah $\pm 400 \text{ mA}$ dan resolusi $0,1 \text{ mA}$. INA 219 mengidentifikasi tegangan shunt pada bus $0 - 26 \text{ V}$. Berikut ini merupakan skematik sederhana dari sensor ina219 (Lady, 2016).



Gambar 2.9 Skematik Ina219

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/oIoWaiPhMon4pMQ26>)

Skematik Ina219 memiliki pin I/O data, clock, analog 0, analog 1, vin +, vin -, ground, dan suplay tegangan. Berikut penjelasan gambar 4.1.



Gambar 2.10 Konfigurasi Pin Ina219

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/hUc4u1N2LXSbV2s36>)

Pin IN + dan IN – merupakan pin positif dan negatif input dari tegangan shunt dimana pin positif dihubungkan dengan hambatan shunt sedangkan yang negatif dihubungkan dengan ground. Pin SCL dan SDA adalah pin serial bus clock line dan serial bus data line. pin A0 dan A1 merupakan address dari pin analog input (Prakoso, 2016).

2.5 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau actuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat diset-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian control dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motorservo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.

Ada beberapa jenis-jenis motor servo yaitu (Iswanto,2013):

1. Motor Servo Standar 180° Motor servo jenis ini hanya mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai 90° sehingga total defleksi sudut dari kanan–tengah–kiri adalah 180°.
2. Motor Servo Continuous Motor servo jenis ini mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) tanpa batasan defleksi sudut putar (dapat berputar secara kontinyu).



Gambar 2.11 Modul Motor Servo

(Sumber: <https://www.webstudi.site/2020/01/Motor-Servo.html>)

Pengendalian gerakan batang motor servo dapat dilakukan dengan

menggunakan metode PWM. (Pulse Width Modulation). Teknik ini menggunakan system lebar pulsa untuk mengemudikan putaran motor. Sudut dari sumbu motorservo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabelmotor. Tampak pada gambar dengan pulsa 1.5 mS pada periode selebar 2 mS maka sudut dari sumbu motor akan berada pada posisi tengah.

Semakin lebar pulsa OFF maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arahjarum jam dan semakin kecil pulsa OFF maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah yang berlawanan dengan jarum jam(Hilal,2013).

Motor servo adalah motor yang berputar lambat, dimana biasanya ditunjukkan oleh rate putarannya yang lambat, namun demikian memiliki torsi yang kuat karena internal gearnya. Lebih dalam dapat digambarkan bahwa sebuah motor servo memiliki :

- jalur kabel : power, ground, dan control
- Sinyal control mengendalikan posisi
- Operasional dari servo motor dikendalikan oleh sebuah pulsa selebar ± 20 ms, dimana lebar pulsa antara 0.5 ms dan 2 ms menyatakan akhir dari range sudut maksimum.
- Konstruksi didalamnya meliputi internal gear, potensiometer, dan feedback control.

2.6 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti handphone, televisi, ataupun layar komputer. Pada postingan aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD

dotmatrik dengan jumlah karakter 2x16. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat. Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah (Fahmizal, 2010):

- Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- Terdapat karakter generator terprogram.
- Dapat diamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
- Dilengkapi dengan back light.



Gambar 2.12 Modul LCD(LiquidCrystalDisplay)

(Sumber: <https://elekkomp.blogspot.com/2017/12/pengertian-lcd-dan-fungsinya.html>)

Tabel 2.2 Fungsi pin LCD

No	Simbol	Level	Fungsi
1	Vss	-	0 Volt
2	Vcc	-	5+ 10% Volt
3	Vcc	-	Penggerak LCD
4	Rs	H/L	H= Memasukkan data L= Memasukkan Ins
5	R/W	H/L	H= Baca L= Tulis
6	E		Enable Signal
7	DB0	H/L	Data Bus
8	DB1	H/L	
9	DB2	H/L	
10	DB3	H/L	
11	DB4	H/L	
12	DB5	H/L	

13	DB6	H/L	Kecerahan Lcd
14	DB7	H/L	
15	V+BL	-	
16	V-BL	-	

Secara umum cara kerja LCD 2x16 yaitupada umumnya pin R/W diberi logika rendah “0”. Bus data terdiri dari 4-bit atau 8-bit. Jika jalur data 4-bit maka yang digunakan ialah DB4 sampai dengan DB7. Sebagaimana terlihat pada table diskripsi, interface LCD merupakan sebuah parallel bus, dimana hal ini sangat memudahkan dan sangat cepat dalam pembacaan dan penulisan data dari atau ke LCD. Kode ASCII yang ditampilkan sepanjang 8-bit dikirim ke LCD secara 4-bit atau 8 bit pada satu waktu. Jika mode 4-bit yang digunakan, maka 2 nibble data dikirim untuk membuat sepenuhnya 8-bit (pertama dikirim 4-bit MSB lalu 4-bit LSB dengan pulsa clock EN setiap nibblenya). Jalur kontrol EN digunakan untuk memberitahu LCD bahwa mikrokontroller mengirimkan data ke LCD. Untuk mengirim data ke LCD program harus menset EN ke kondisi high “1” dan kemudian menset dua jalur kontrol lainnya (RS dan R/W) atau juga mengirimkan data ke jalur data bus.

Saat jalur lainnya sudah siap, EN harus diset ke “0” dan tunggu beberapa saat (tergantung pada datasheet LCD), dan set EN kembali ke high “1”. Ketika jalur RS berada dalam kondisi low “0”, data yang dikirimkan ke LCD dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti bersihkan layar, posisi kursor dll). Ketika RS dalam kondisi high atau “1”, data yang dikirimkan adalah data ASCII yang akan ditampilkan dilayar. Misal untuk menampilkan huruf “A” pada layar maka RS harus diset ke “1”. Jalur kontrol R/W harus berada dalam kondisi low (0) saat informasi pada data bus akan dituliskan ke LCD. Apabila

R/W berada dalam kondisi high “1”, maka program akan melakukan query (pembacaan) data dari LCD. Instruksi pembacaan hanya satu, yaitu Get LCD status (membaca status LCD), lainnya merupakan instruksi penulisan. Jadi hampir setiap aplikasi yang menggunakan LCD, R/W selalu diset ke “0”. Jalur data dapat terdiri 4 atau 8 jalur (tergantung mode yang dipilih pengguna), DB0, DB1, DB2, DB3, DB4, DB5, DB6 dan DB7. Mengirim data secara parallel baik 4-bit atau 8-bit merupakan 2 mode operasi primer. Untuk membuat sebuah aplikasi interface LCD, menentukan mode operasi merupakan hal yang paling penting.

Mode 8-bit sangat baik digunakan ketika kecepatan menjadi keutamaan dalam sebuah aplikasi dan setidaknya minimal tersedia 11 pin I/O (3 pin untuk kontrol, 8 pin untuk data). Sedangkan mode 4 bit minimal hanya membutuhkan 7-bit (3 pin untuk kontrol, 4 pin untuk data). Bit RS digunakan untuk memilih apakah data atau instruksi yang akan ditransfer antara mikrokontroler dan LCD. Jika bit ini di set ($RS = 1$), maka byte pada posisi kursor LCD saat itu dapat dibaca atau ditulis. Jika bit ini di reset ($RS = 0$), merupakan instruksi yang dikirim ke LCD atau status eksekusi dari instruksi terakhir yang dibaca.

2.7 Solar Charge Controller (SCC)

Solar Charge Controller merupakan perangkat elektronik yang digunakan dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya. Alat ini digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai, dan mengatur arus yang keluar dari baterai ke beban. Alat ini juga berfungsi untuk mengontrol agar tidak terjadi overcharging (kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh), full discharging dan overvoltage dari panel surya. Kelebihan voltase dan pengisian dan voltase dapat

mengurangi umur baterai. SCC (Solar Charge Controller) menerapkan prinsip PWM (pulse with modulation) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pelepasan arus dari baterai menuju beban [9]. Pada alat ini, biasanya terdapat 2 terminal (positif dan negatif) untuk input dari panel surya, 2 terminal untuk output ke baterai, 2 terminal untuk output ke beban. Panel surya 12 V umumnya memiliki tegangan output 16 - 21 V, jadi tanpa alat ini, baterai akan rusak oleh overcharging dan ketidakstabilan tegangan dari panel surya.



Gambar 2.13 Modul Solar Charge Controller (SCC)

(Sumber: <https://moedah.com/solar-charge-controller-10a-12v-24vpanel-surya-charger-lcd 10a-12v24v>)

Berikut fungsi lengkap dari Solar Charge Controller :

1. Mengatur arus pengisian ke baterai, menghindari over charging dan over voltage
2. Mengatur arus yang di lepaskan dari batre ke beban, agar batri tidak over loading atau fully discharge.
3. Memantau temperatur dari baterai.

2.8 Baterai

Baterai/accumulator merupakan alat penyimpan energi listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi kimia dan sebaliknya. Baterai memiliki kelebihan yang dapat diisi ulang atau melalui proses charging.

Menurut Rudolf Michael, accumulator merupakan sel listrik yang tempat

berlangsung proses elektrokimia secara bolak-balik (reversible) dengan nilai efisiensi yang tinggi. Di dalam accumulator terjadi proses 15 perubahan tenaga kimia menjadi tenaga listrik, dan sebaliknya tenaga listrik menjadi tenaga kimia dengan cara regenerasi dari elektroda yang dipakai. Yaitu, dengan melewatkan arus listrik dengan arah yang berlawanan di dalam sel-sel yang ada dalam accumulator. Saat pengisian, tenaga listrik dari luar diubah menjadi tenaga kimia lalu disimpan di dalam accumulator. Sedangkan saat penggunaan, tenaga kimia di dalam accumulator diubah lagi menjadi tenaga listrik yang digunakan untuk beban peralatan listrik. Dengan adanya proses tersebut accumulator sering dikenal dengan elemen primer dan sekunder.

Baterai biasanya diklarifikasikan terhadap dua tipe, yakni baterai primer dan baterai sekunder. Baterai yang digunakan untuk pembangkit sel surya adalah baterai sekunder, artinya baterai yang dapat diisi dan dikosongkan secara berulang-ulang. Pada umumnya baterai yang digunakan untuk pembangkit tenaga surya adalah baterai lead acid dan baterai nickel cadmium. Dalam pemasangan suatu pembangkit tenaga surya biaya untuk pengadaan baterai ini biasanya hampir 10% dari biaya totalnya. (Karmon Sigalingging, 1994:63).



Gambar 2.14 Baterei

Seperti yang telah diketahui pada sistem solar panel baterai berfungsi sebagai penyimpan energi listrik dalam bentuk DC, yang nantinya akan disalurkan ke

inverter.

Contoh misalkan: kita memakai baterai 12 Volt 100 AH

maka : Tegangan = 12 Volt \times 100 AH = 1200 Wh

Apa bila sistem solar panel yang dipakai 150Wp dan diporsikan selama 4 jam

maka cell surya akan menghasilkan arus 600 Watt Hour/day,

sehinga :

$$\frac{1200 Wh}{600Wh} = 2 j$$

Sehingga dapat kita ketahui bahwa untuk mengisi baterai dengan solar cell 150 Wp yang di operasikan selama 4 jam/hari, agar baterai terisi penuh maka dibutuhkan waktu 2 jam untuk pengisian pada baterai tersebut.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Pembuatan dan pengujian alat Pengontrolan Tracking Panel Surya Dengan Sudut $\pm 120^\circ$ Menggunakan Arduino di lakukan di:

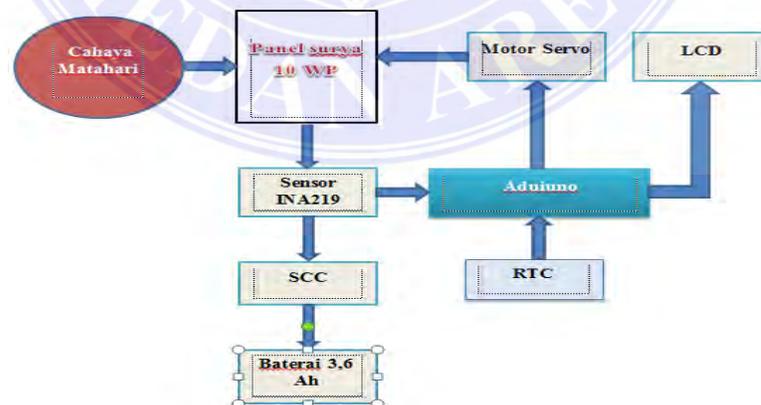
1. Nama dan Tempat : PT. Kolibri Indonesia.
2. Alamat : Jl. Jermal V No. 38 C Kec. Medan Denai

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dilaksanakan kurang lebih 8 (Delapan) bulan, dilaksanakan daridari bulan Mei hingga bulan Januari 2022.

3.2 Flowchart Sistem Tracking

Berikut ini adalah rancangan penelitian tracking panel surya:



Gambar 3.1 Flowchart Sistem Tracking

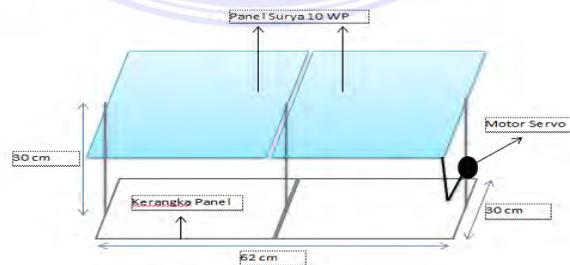
Sistem perancangan tracking panel surya Menggunakan motor servo sebagai penggerak panel surya. Pada Gambar 3.1 menunjukan komponen-komponen yang

digunakan untuk penelitian kali ini, diantaranya, matahari sebagai sumber energi utama dan menjadi faktor pertama pada penelitian, RTC, sel surya, sensor INA219, arduinouno, lcd dan Motor servo sebagai penggerak utama.

Cahaya matahari yang diperoleh oleh Panel surya lalu dikirim ke Arduiuno untuk diproses, lalu modul RCT bekerja sesuai perintah yaitu menangkap cahaya yang diserap berdasarkan waktu atau tracking berdasarkan arah jarum jam melalui bantuan motor servo dengan nilai tegangan kerja maksimal sebesar 5 volt untuk menggerakkan panel surya ke posisi sudut dengan tegak lurus menghadap cahaya matahari.

Tampilan LCD berupa bentuk nilai atau hasil output dimana data tersebut menunjukkan Nilai ADC dari RTC yang mendapat cahaya paling besar, pada kondisi matahari cerah dan berawan data yang diperoleh dari pengujian adalah tegangan

output panel surya pada intensitas cahaya matahari yang berubah-ubah setiap waktu, kemudian data hasil pengukuran dimasukkan ke dalam tabel dan kemudian diambil grafik persentase tertinggi.



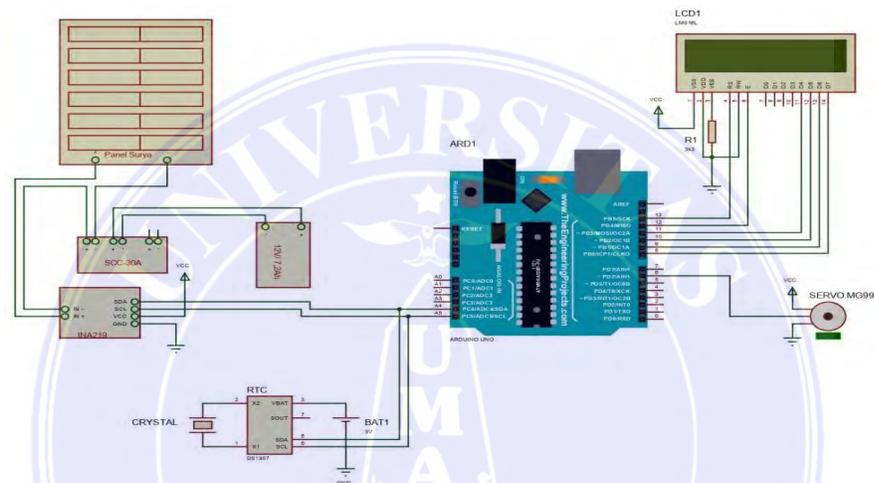
Gambar 3.2 Ilustrasi Posisi Panel Surya

Cahaya yang di serap panel surya akan di proses pada modul Arduiuno. Setelah

pemrosesan cahaya pada modul Arduino, selanjutnya kendali untuk menggerakkan panel suryamenggunakan *driver* motor servo.

3.3 Rangkaian Keseluruhan Alat

Berikut ini adalah gambar rangkaian dari keseluruhan alat



Gambar 3.3: Rangkaian Keseluruhan Alat

Cara kerja dari keseluruhan alat berpusat pada arduino UNO seperti pada gambar 3.3. Arduino UNO adalah sebuah hardware yang memiliki IC program yang telah di tanam boatloader Arduino. IC program inilah yang akan mengontrol semua aktifitas dalam sistem control yang di desain. Baik Pembacaan sensor, Input, output, dan mengendalikan motor servo dalam rangkaian ini.

Dimana panel surya 10 Wp berfungsi sebagai mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip yang disebut efek photovoltaic. Pada panel surya terdapat 2 (Dua) pin out yang di hubungkan pada pin SCC dan pin sensor INA219.

Penggunaan modul SCC ini berperan utama untuk melindungi dan melakukan otomatisasi pada pengisian baterai. Hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan sistem dan menjaga agar masa pakai baterai dapat dimaksimalkan, selain itu SCC juga dapat mendeteksi saat tegangan baterai yang digunakan terlalu rendah, bila tegangan baterai turun dibawah tingkat tegangan tertentu SCC akan memutuskan beban dari baterai agar daya baterai tidak habis. Pada rangkaian diatas menggambarkan konektivitas sistem Panel surya termasuk SCC. Baterai yang terhubung dengan terminal positif dan negatif pada SCC akan diisi daya oleh panel surya.

Penggunaan sensor INA219 berfungsi untuk mengukur 2 parameter sekaligus yaitu tegangan (volt) dan arus (ampere). Tegangan yang dapat diukur yaitu sampai 26v sedangkan untuk arusnya sampai 3,2 A, selain mengukur sensor INA219 juga berfungsi sebagai memonitoring keluaran daya yang dihasilkan panel surya. Pada gambar rangkaian 1.6 pin out panel surya dan SCC dihubungkan ke IN – dan IN + pada sensor INA dan keluaran pin SDA INA di hubungkan ke pin A4 arduino uno dan sebaliknya pin SCL di hubungkan ke A5 arduino.

Fungsi RTC dalam rangkaian ini adalah menghitung jam, menit, detik, bulan, hari dan bahkan bertahun-tahun. Dalam rangkaian ini RTC bekerja untuk memberikan data waktu ke arduino Uno agar arduino dapat menggerakkan motor servo berdasarkan sudut dari arah timur ke barat sesuai waktu yang terbaca dari RTC. Melalui bantuan motor servo sebagai penggerak dan hasil intensitas cahaya matahari yang di serap panel surya lebih akurat pada saat dibawah terik matahari/ atau tegak lurus terhadap matahari. Pada rangkaian ini pin out SDA dan SDL pada

modul RTC dihubungkan seri pada pin A4 dan A5 arduino uno.

Penggunaan LCD 16x2 berfungsi sebagai tampilan karakter, dimana pada rangkaian ini fungsi dari LCD ini sebagai tampilan untuk output nilai arus dan tegangan yang di hasilkan oleh panel surya. LDC 16x2 menggunakan modul I2C sehingga pin yang dihubungkan dari pin LCD 16x2 yaitu pin RS, E, D4, D5, D6, D7 dihubungkan ke pin arduino UNO yaitu pin 13, 12, 11, 10, 9, 10.

Penggunaan motor servo pada rangkaian ini berfungsi sebagai penggerak panel surya sesuai perintah arduino UNO yang menyimpan data/ perintah atas modul RTC, pada pin rangkaian motor servo yaitu pin VCC di hubungkan ke pin 5 Volt arduino UNO.

3.4 Spesifikasi Perancangan Alat

3.4.1 Panel Surya 10 WP



Gambar 3.4 Panel Surya 10 Wp

(Sumber: <https://panelsuryajakarta.com/panel-surya-10-wp-shinyoku-polycrystalline/>)

Berikut spesifikasi dari panel surya 10 WP:

- a. Max. Power (P_{max}) 10 W
- b. Max. Power Voltage (I_{mp}) 17,5 V
- c. Max. Power Current (V_{oc}) 0,571 A
- d. Open Circuit Voltage (V_{oc}) 21 V

- e. Short Circuit Current (Isc) 0,64 A

3.4.2 Solar Charge Controller (SCC)

Solar Charger Controller 10A merupakan controller solar panel yang mampu mengatur beban sampai 10 Ampere, serta bisa bekerja pada solar panel memiliki voltage 12V dan 24V.



Gambar 3.5 Solar Charge Controller (SCC)

(Sumber: <https://panelsuryajakarta.com/solar-charge-controller-sseries-10a-digital/>)

Spesifikasi data scc adalah sebagai berikut:

- a. Rated Voltage 12 V / 24 V
- b. Equalize Charging Voltage 14,8 V
- c. Rated Battery Current (A) 10 A
- d. Boost Charging Voltage 14,6 V
- e. Float Charging Voltage 13,8 V
- f. Low Voltage Disconnect Voltage 11.1 V
- g. MaximumBaterai Voltage 32 V
- h. Maximum PV Voltage 50 V

3.4.3 Arduino UNO

Arduino Uno mengandung 13 pin digital dan 6 pin analog. Pin digital berarti pin-pin yang mempunyai nilai digital, yang berarti kemungkinan hanya ada 2 buah yaitu 1 atau 0. Pada arduino nilai digital 0 menyatakan 0 Volt (0V) dan nilai digital 1 menyatakan nilai 5 Volt (5V). Nilai analog menyatakan nilai yang identik dengan tegangan yang berkisar antara 0V dan 5V. (Kadir, Abdul, 2016)



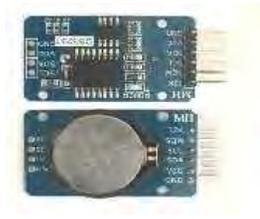
Gambar 3.6 Arduino

Spesifikasi arduino sebagai berikut:

- a. Microcontroller ATmega328P
- b. Operating Voltage 5V
- c. Input Voltage (recommended) 7-12V
- d. Input Voltage (limit) 6-20V
- e. Digital I/O Pins 14 (of which 6 provide PWM output)
- f. PWM Digital I/O Pins 6
- g. Analog Input Pins 6

3.4.4 Real Time Clock (RTC)

Modul ini mengupdate Tanggal dan Waktu secara berkala, sehingga kita dapat menerima Tanggal dan Waktu yang akurat dari Modul RTC kapanpun kita butuhkan.

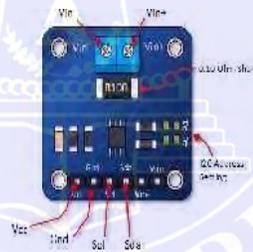


Gambar 3.7 Real Time Clock RTC

Berikut ini spesifikasi dari rtc:

1. Voltase operasi Modul DS3231 : 2.3V – 5.5V
2. Dapat beroperasi pada voltase rendah
3. Mengonsumsi sekitar 500 mA saat menggunakan batere
4. Voltasi maksimum pada SDA , SCL : VCC + 0.3V
5. Temperatur operasi : -45°C to +80°C

3.4.5 Sensor INA219



Gambar 3.8 Sensor INA219

(Sumber: <https://www.nn-digital.com/blog/2019/06/09/belajar-modul-ina219-sensor-arus-tegangan-daya-dengan-arduino/>)

Spesifikasi sensor ina adalah sebagai berikut:

- a. Mengukur tegangan 0 - +26V
- b. Mengukur arus hingga 0 - 3,2 A dengan resolusi 0,8mA
- c. Dilengkapi dengan resistor 0,1 ohm 1% 2W
- d. Mempunyai 16 alamat yang dapat diprogram
- e. Akurasi tinggi, maksimum 0,5%

- f. Dilengkapi dengan komunikasi I2C

3.4.6 Motor Servo

Motor servo mempunyai 2 yaitu tipe standard dan tipe Continuous.

- Tipe standar berputarnya dibatasi sebesar 180° dan tipe ini sering banyak dipakai pada sistem robotika seperti Arm Robot / Robot Lengan.
- Tipe continuous mempunyai kriteria perputaran motornya sebesar 360° contoh aplikasinya pada mobil robot.

Pada setiap body servo terdapat informasi akan identitas tipe servo tersebut. Secara standar, motor servo terdiri atas 3 kabel yaitu kabel power / VCC, kabel GND serta kabel signal.



Gambar 3.9 Motor Servo

(Sumber: <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-motor-servo-menggunakan-arduino/>)

Spesifikasi data motor servo adalah sebagai berikut:

1. tegangan kerja : 4,8 – 6 Vdc
2. torsi : 1,6 kg/cm
3. arus : < 500 mA
4. berat : 55 gr
5. kecepatan putaran: 0,15 – 0,19 detik/60 derajat

3.4.7 Liquid Cristal Display (LCD)

Untuk LCD 16x2 yang di lengkapi dengan modul I2C/TWI yang di desain

untuk meminimalkan penggunaan pin pada saat menggunakan display LCD 16x2..

Adapun spesifikasinya antara lain:

- a. I2C Address 0x27
- b. Back Lit (Blue With Char Color)
- c. Supply Voltage 5 V
- d. Dimensi 82x35x18 mm
- e. Interface I2C



Gambar 3.10 Liquid Cristal Display (LCD)

3.4.8 Baterai 12V/ 3,2 Ah

Baterai menggunakan spesifikasi sebagai berikut:

- a. Model MTX3L
- b. Voltage : 12V
- c. Capacity : 3,6 Ah
- d. Berat : 1.300 Gram
- e. Dimensi : 109 x 56 x 97 mm [PxLxT]



Gambar 3.11 Baterai 12V/7,2 Ah

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancang bangun dan pengujian alat serta pembahasan pada bab terdahulu maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Bahwa panel surya tracking sudah dapat di buat dan di rancang dengan sensor RTC yang berputar $\pm 120^{\circ}$. Panel surya bergerak 9° setiap jam melalui bantuan motor servo yang dapat mengikuti arah datangnya cahaya matahari mengikuti perpindahan waktu.
2. Daya yang dihasilkan panel surya 10 WP yang tracking menghasilkan daya total sebesar 35,392 Wh sedangkan panel surya 10 WP yang non tracking menghasilkan daya total sebesar 19,658 Wh. Serta selisih data total antara tracking dengan yang non tracking sebesar 15,732 Wh.

Saran

1. Diharapkan untuk pengembangan lebih lanjut dapat menambah sensor yang lebih bagus sehingga dapat menggerakkan panel surya secara horizontal dan vertikal.
2. Diharapkan untuk kedepannya dapat diaplikasikan pada solar cell yang lebih dan dapat digunakan langsung pada system.

DAFTAR PUSTAKA

1. Staf Teknik Solarex Corp. Penuntun ke Teknik Listrik Sinar Surya. Jakarta – Timur: P.T. DWIETI UTAMA
2. Junial Heri, S.T., M.T. (2012). Pengujian Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Solar Cell Kapasitas 50wp. Home > Vol 4, No 1: <http://e-journal.upstegal.ac.id/index.php/eng/article/view/114>
3. Situngkir, Haposan., & M. Fadlan Siregar. (2018). Panel Surya Berjalan Dengan Mengikuti Gerak Laju Matahari. Jurnal Of Electrical Tecnology, vol.3,no.3, 128-130.
4. Arif, Nugroho., Rismanto, Facta, Mochammad, Yuningtyastuti, 2014, Memaksimalkan Daya Keluaran Sel Surya Dengan Menggunakan Cermin Pemantul Sinar Matahari (Reflector), TRANSIENT, VOL.3, NO. 3, SEPTEMBER 2014, ISSN: 2302-9927,409.
5. Global Solar Atlas. (2021). Global Photovoltaic Power Potential Study, Country Factsheet. New York: World Bank Group.
6. Fadhullah, Khalid. (2017). Solar Tracking System Berbasis Arduino Uno. Skripsi Teknik Informatika Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negri (UIN), Makasar.
7. Nasution, Fadhlhan Muhammad. (2018). Perancangan Sistem Pelacak Solar Panel Menggunakan Mikrokontroler Atmega16. Skripsi Universitas Sumatera Utara, Medan.
8. Ari Rahayuningtyas, dkk. Studi Perancangan Sistem PLTS Skala Rumah Sederhana Di Rumah Pedesaan Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Untuk Mendukung Program Ramah Lingkungan Dan Energi Terbarukan. Dipresentasikan pada Prosiding SnaPP, 2014, EISSN hal. 2303 –2480
9. Ramadhani, B. (2018). Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya: Dos & Don'ts, Jakarta: GIZ dan EnDev.
10. Suci Imani Putri, Hadi Suyono, dan Rini Nur Hasanah Juni 2014, Rancang Bangun dan Optimasi Panel Surya Berpenjejak dengan Logika Fuzzy, Takagi. <https://jurnaleeccis.ub.ac.id/index.php/eccis/article/view/244/214>

LAMPIRAN

Program Keseluruhan Sistem

```
//=====memasukkan library=====
#include <LiquidCrystal.h>
#include "RTCLib.h"
#include <Servo.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_INA219.h>
//=====konfigurasi=====
RTC_DS1307 rtc;
Servo myservo;
//=====mendaftarkan pin lcd=====
LiquidCrystal lcd(8, 9, 10, 11, 12, 13);
//=====mendaftarkan address sensor INA=====
const int INA_addr = 0x40; // address sensor INA219
Adafruit_INA219 ina219(INA_addr);
//=====mendaftarkan variabel data=====
int dataJam;
int dataMenit;
int dataDetik;
char daysOfTheWeek[7][12] = {"Sun", "Mon", "Tues", "Wed", "Thu", "Fri", "Sat"};
String hari;
String tgl;
String bln;
String thn;
String jam;
String menit;
String detik;
```

```

float tegangan = 00;
int arus = 0;
int daya;
byte proses_8;
byte proses_9;
byte proses_10;
byte proses_11;
byte proses_12;
byte proses_13;
byte proses_14;
byte proses_15;
byte proses_16;
byte proses_17;
byte proses_18;
int pos =0;
void setup() {
  Serial.begin(9600); // mengaktifkan jalur komunikasi baudrate
  lcd.begin(16, 2); // mengaktifkan konfigurasi LCD 16x2
  ina219.begin(); // mengaktifkan konfigurasi sensor INA
  myservo.attach(5); // mendaftarkan pin Servo
  myservo.write(0); // memberi nilai sudut awal pada servo
  if (! rtc.begin()) {
    Serial.println("Couldn't find RTC");
  }
  while (1);
  //rtc.adjust(DateTime(2021, 8, 20, 23, 27, 50));
  //=====menampilkan tulisan pada LCD=====
  lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("=SOLAR TRACKING=");
  lcd.setCursor(0, 1); lcd.print("=====");
  bacaRTC(); //lompat ke void pembacaan RTC

```

```

menuReady(); // lompat ke void menuReady
delay(2000);
lcd.clear();
}
//=====Rutin utama program=====
void loop() {
  bacaRTC(); //lompat ke void pembacaan RTC
  INA(); //membaca data sensor INA219
  menuReady(); // lompat ke void menuReady
  gerak_panel(); // lompat ke void pergerakan panel

  delay(500);
}
void gerak_panel(){
  //===== pergerakan panel pada jam 7 =====
  if(dataJam == 7){
    myservo.write(0);
  }
  //===== pergerakan panel pada jam 8 =====
  else if(dataJam == 8){
    if(proses_8 == 0){
      for(byte a=0; a<9; a++){
        pos++;
        myservo.write(pos);
        delay(500);
      }
      proses_8=1;
    }
  }
  //===== pergerakan panel pada jam 9 =====

```

```

else if(dataJam == 9){
  pos=9;
  if(proses_9 ==0){
    for(byte a=0; a<9; a++){
      pos++;
      myservo.write(pos);
      delay(500);
    }
    proses_9=1;
  }
}
//===== pergerakan panel pada jam 10 =====
else if(dataJam == 10){
  pos=18;
  if(proses_10 ==0){
    for(byte a=0; a<9; a++){
      pos++;
      myservo.write(pos);
      delay(500);
    }
    proses_10=1;
  }
}
//===== pergerakan panel pada jam 11 =====
else if(dataJam == 11){
  pos=27;
  if(proses_11 ==0){
    for(byte a=0; a<9; a++){
      pos++;
      myservo.write(pos);

```

```

        delay(500);
    }
    proses_11=1;
}
}
//===== pergerakan panel pada jam 12 =====
else if(dataJam == 12){
    pos=36;
    if(proses_12 ==0){
        for(byte a=0; a<9; a++){
            pos++;
            myservo.write(pos);
            delay(500);
        }
        proses_12=1;
    }
}
//===== pergerakan panel pada jam 13 =====
else if(dataJam == 13){
    pos=45;
    if(proses_13 ==0){
        for(byte a=0; a<9; a++){
            pos++;
            myservo.write(pos);
            delay(500);
        }
        proses_13=1;
    }
}
//===== pergerakan panel pada jam 14 =====

```

```

else if(dataJam == 14){
  pos=54;
  if(proses_14 ==0){
    for(byte a=0; a<9; a++){
      pos++;
      myservo.write(pos);
      delay(500);
    }
    proses_14=1;
  }
}
//===== pergerakan panel pada jam 15 =====
else if(dataJam == 15){
  pos=63;
  if(proses_15 ==0){
    for(byte a=0; a<9; a++){
      pos++;
      myservo.write(pos);
      delay(500);
    }
    proses_15=1;
  }
}
//===== pergerakan panel pada jam 16 =====
else if(dataJam == 16){
  pos=72;
  if(proses_16 ==0){
    for(byte a=0; a<9; a++){
      pos++;
      myservo.write(pos);

```

```

        delay(500);
    }
    proses_16=1;
}
}
//===== pergerakan panel pada jam 17 =====
else if(dataJam == 17){
    pos=81;
    if(proses_17 ==0){
        for(byte a=0; a<9; a++){
            pos++;
            myservo.write(pos);
            delay(500);
        }
        proses_17=1;
    }
}
//===== pergerakan panel pada jam 18 =====
else if(dataJam == 18){
    pos=90;
    if(proses_18 ==0){
        for(byte a=0; a<90; a++){
            pos--;
            myservo.write(pos);
            delay(500);
        }
        proses_18=1;
    }
}
}
}

```

```

}
//=====fungsi penampilan data ke LCD=====
unsigned long interval,interval1;
void menuReady(){
  if(millis(>)interval1+9000)interval1=millis();
  else if(millis(>)interval1+1000 && millis(<)interval1+6000){
    lcd.setCursor(0, 0); lcd.print(hari+" "+tgl+" "+bln+" "+thn+" ");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(String(dataJam)+" "+String(dataMenit)+" "+String(dataDetik)+" ");
  }
  else if(millis(>)interval1+6000 && millis(<)interval1+9000){
    lcd.setCursor(0,0); lcd.print("T= "+String(tegangan)+" V ");
    lcd.setCursor(0,1); lcd.print("I="+String(arus)+"mA W="+String(daya)+"mW ");
  }
}
}
//=====pembacaan data RTC=====
void bacaRTC(){
  //tampilkan hari
  DateTime now = rtc.now();
  hari = daysOfTheWeek[now.dayOfTheWeek()];
  tgl = now.day(), DEC;
  bln = now.month(), DEC;
  thn = now.year(), DEC;
  jam = now.hour(), DEC;
  dataJam = jam.toInt();
  menit = now.minute(), DEC;
  dataMenit = menit.toInt();
  detik = now.second(), DEC;
  dataDetik = detik.toInt();
}
}

```

```
//=====pembacaan data sensor INA=====
void INA(){
  tegangan = ina219.getBusVoltage_V(); //command untuk pembacaan tegangan
  arus = ina219.getCurrent_mA() * -1; //command untuk pembacaan arus
  daya = tegangan * (arus); //rumus untuk mendapatkan nilai watt
  Serial.println(tegangan);
  Serial.println(arus);
  if(tegangan <0){
    tegangan = 0;
  }
  delay(200);
}
```

