

TUGAS AKHIR

“PENGUNAAN ARDUINO UNO SEBAGAI ALAT *TRACKER* MATAHARI PADA PLTS 200 WP DENGAN SISTEM *SOLAR* *CHARGE*”

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh :

BAGUS M. RIZKY
1607220054



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Bagus Muhammad Rizky
NPM : 1607220054
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Penggunaan Arduino UNO Sebagai Alat *Tracker*
Matahari Pada PLTS 200 WP Dengan Sistem *Solar Charge*
Bidang Ilmu : Sistem kontrol

Telah berhasil dipertaruhkan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 16 November 2020

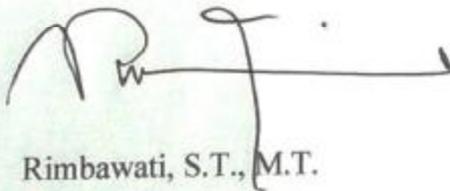
Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing



Muhammad Safril, S.T., M.T.

Dosen Penguji I



Rimbawati, S.T., M.T.

Dosen Penguji II



Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Elektro

Ketua,



Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN PROPOSAL TUGAS AKHIR

Saya yang beranda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Bagus Muhammad Rizky
NPM : 1607220054
Tempat / Tgl Lahir : Medan / 12 Agustus 1998
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa proposal tugas akhir saya yang berjudul

“PENGUNAAN ARDUINO UNO SEBAGAI ALAT *TRACKER* MATAHARI PADA PLTS 200 WP DENGAN SISTEM SOLAR CHARGE”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 16 November 2020

Saya yang menyatakan




Bagus Muhammad Rizky

ABSTRAK

Di Indonesia pengguna panel surya sudah ramai, dengan begitu semakin berkembang energi yang ramah lingkungan dan terbarukan di masyarakat itu merupakan hal yang sangat positif. Penggunaan panel surya masih bersifat statis mengakibatkan pemanfaat energi matahari kurang stabil. Untuk menstabilkan penggunaan energi matahari oleh panel surya, penulis mencoba membuat suatu alat yang dapat mengontrol panel surya agar stabil dalam penyerapan energi matahari. Pada penelitian ini menggunakan Arduino UNO dengan mikrokontroler ATmega 328 sebagai pusat pengendalian dan menggunakan dua buah sensor LDR dengan output penggeraknya aktuator. Penelitian ini menghasilkan tegangan rata-rata dengan menggunakan *tracker* pada saat cuaca cerah sebesar 20,6 V dan untuk cuaca mendung didapat 19,6 V. Sedangkan tanpa *tracker* didapat pada saat cuaca cerah didapat 21 V dan untuk cuaca mendung 19,9 V. Dapat dilihat pada grafik kestabilan tegangan yang didapat dengan menggunakan *tracker* dan tanpa *tracker* lebih stabil dengan menggunakan *tracker*.

Kata Kunci : *Energi Matahari, Arduino UNO, Aktuator, LDR*

ABSTRACT

In Indonesia, solar panel users are already busy, with the growing development of environmentally friendly and renewable energy in the community is a very positive thing. The use of solar panels is still statistical in the use of solar energy which is less stable. To stabilize the use of solar energy by solar panels, the author tries to make a tool that can control solar panels to be stable in energy absorption. In this study, using the Arduino UNO with an ATmega 328 microcontroller as a control center and the use of two LDR sensors with the actuator as the drive. This study produces an average voltage using a tracker when the weather is sunny is 20.6 V and for cloudy weather it is 19.6 V. Whereas without a tracer it is obtained when the weather is sunny, it is 21 V and for cloudy weather it is 19.9 V. It can be seen in the graph of the voltage stability obtained by using a tracker and without a tracker, it is more stable using a tracker

Keywords : *Solar Energy, Arduino UNO, Actuator, LDR*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillah, Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, berkat karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“PENGUNAAN ARDUINO UNO SEBAGAI ALAT *TRACKER* MATAHARI PADA PLTS 200 WP DENGAN SISTEM *SOLAR CHARGE*”**. Shalawat dan Salam tak luput penulis hantarkan kepada Rasulullah SAW, dengan segala keteladanan yang ada pada-Nya. Tujuan penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan tingkat sarjana strata satu Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Terselesainya tugas akhir ini tentu tidak terlepas dari bantuan banyak pihak. Untuk itu penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Ayahanda tercinta M. Syafri dan Ibunda tercinta Widiyastuti selaku kedua orang tua penulis yang selalu memberikan nasihat, dorongan, motivasi, doa dan dukungan selama ini dalam proses pengerjaan dan dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Agussani, M.AP sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar ,ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Univeritas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu,ST.,MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Partaonan Harahap S.T, M.T selaku Seketaris Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara sekaligus Dosen Pembanding II
6. Bapak M. Safril,S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Penulisan Tugas Akhir yang telah tulus, ikhlas, perhatian dan kesabarannya sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Ibu Rimbawati, S.T.,M.T., selaku Dosen Pembanding I yang telah memberi koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu kepada penulis.
9. Seluruh Pegawai dan Laboratorium Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Teman seperjuangan Program Studi Teknik Elektro kelas A2 Siang Terkhusus rekan satu tim dalam pengerjaan alat Ryan Dimas Ivana dan Ichsan Darmawan terimakasih atas bantuan dan kerjasamanya dalam satu tim dan teman-teman sekelas yang tidak dapat saya sebutkan namanya satu persatu yang telah membantu dan supportnya.
11. Kepada Mira Handani, S.Psi, yang telah banyak membantu, dan memberi dorongan kepada penulis agar lebih bersemangat dalam pengerjaan Tugas Akhir, Terimakasih sudah mau menjadi seseorang yang sangat berpengaruh dalam hidup penulis setelah orang tua.
12. Dan semua pihak yang tidak mungkin dapat saya sebutkan satu persatu sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa karya tulis ini masih jauh dari sempurna, maka saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhirnya semoga karya tulis ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat memberikan sumbangan pada perkembangan ilmu pengetahuan.

Wassalamualaikum warahmatullah wabarakatuh.

Medan, 16 November 2020

Penulis

Bagus Muhammad Rizky

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii

BAB I PENDAHULUAN..... 1

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Masalah	2
1.4 Ruang Lingkup Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.5.1 Masyarakat	3
1.5.2 Universitas	3
1.5.3 Mahasiswa	3
1.6 Metodologi Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 6

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan	6
2.2 Landasan Teori	14
2.2.1 Energi Listrik.....	14
2.2.2 Sel Surya.....	16
2.2.3 Karakteristik Sel Surya.....	17
2.2.4 Radiasi Harian Matahari pada Permukaan Bumi	18
2.2.5 Pengaruh Sudut Pandang terhadap Radiasi yang Diterima	19
2.2.6 Arduino Uno	20
2.2.6.1 Spesifikasi Arduino UNO.....	21

2.2.7	Baterai	21
2.2.8	Inverter.....	22
2.2.9	Aktuator	23
2.2.10	<i>Light Dependent Resistor (LDR)</i>	23
2.2.11	Fungsi LDR	24
2.2.12	Prinsip Kerja LDR.....	24
2.2.13	LCD 16x2	25
	2.2.13.1 Pin Diagram LCD 16x2.....	26
	2.2.13.2 Fitur LCD 16x2	27
2.2.14	Konverter <i>Step Down Buck Converter</i> DC CC	27
	2.2.14.1 Spesifikasi <i>Step Down Buck Converter</i> DC CC	28
2.2.15	<i>Solar Charge Controller</i>	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		30
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	30
3.2	Alat dan Bahan.....	30
	3.2.1 Alat	30
	3.2.2 Bahan	31
3.3	Rancangan Penelitian.....	33
BAB IV PEMBAHASAN		38
4.1	Pengujian Catu Daya.....	38
4.2	Pergerakan <i>Tracker</i> Pada Panel Surya.....	38
4.3	Hasil Pengujian dan Pengambilan Data <i>Tracker</i>	38
	4.3.1 Pengujian Panel Surya Statis	39
	4.3.2 Pengujian Pada <i>Solar Tracker</i>	41
BAB V PENUTUP.....		45
5.1	Kesimpulan	45
5.2	Saran	45
DAFTAR ISI.....		46
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Segitiga daya	15
Gambar 2.2	Proses perubahan energi matahari menjadi energi listrik pada sel surya.....	17
Gambar 2.3	Skema Sel Surya	17
Gambar 2.4	Grafik arus terhadap tegangan dan daya terhadap tegangan sebagai karakteristik sel surya	18
Gambar 2.5	Grafik besar radiasi harian matahari yang mengenai permukaan bumi.....	19
Gambar 2.6	Arah sinar datang membentuk sudut terhadap normal bidang panel sel surya	19
Gambar 2.7	Arduino UNO.....	20
Gambar 2.8	Baterai	22
Gambar 2.9	Inverter	23
Gambar 2.10	Aktuator.....	23
Gambar 2.11	Simbol dan bentuk sensor LDR	24
Gambar 2.12	Pin Diagram LCD 16x2.....	27
Gambar 2.13	Step Down Buck Converter DC CC.....	28
Gambar 2.14	<i>Solar Charge Controller</i>	29
Gambar 3.1	Bingkai sisi dan penguat bingkai sisi panel surya.....	31
Gambar 3.2	Penghubung antara tiang penyangga dengan bingkai panel surya	32
Gambar 3.3	Tiang Penyangga Rangka.....	32
Gambar 3.4	Skema Rancangan Penggunaan Arduino UNO sebagai Alat <i>Tracker</i> Matahari pada PLTS 200 WP dengan Sistem Solar Charge	33
Gambar 3.5	Rangkaian Kontrol Aktuator Menggunakan Proteus.....	33
Gambar 3.6	Diagram Alir Langkah-langkah Penelitian	34
Gambar 3.7	Diagram Alir Langkah-langkah Alat Bekerja.....	35
Gambar 3.8	Posisi panel mengarah ke matahari terbit	36
Gambar 3.9	Posisi Panel Horizontal.....	36
Gambar 3.10	Posisi panel mengarah ke matahari terbenam.....	36

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data Pengujian Tanpa <i>Tracker</i> Saat Cuaca Cerah.....	39
Tabel 4.2	Data Pengujian Tanpa <i>Tracker</i> Saat Cuaca Mendung	40
Tabel 4.3	Data Pengujian pada <i>Solar Tracker</i> Saat Cuaca Mendung.....	41
Tabel 4.4	Data Pengujian pada <i>Solar Tracker</i> Saat Cuaca Cerah.....	42

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Pemakaian Daya Pada Saat <i>Solar Cell</i> Statis.....	40
Grafik 4.2 Tegangan Dari Panel Surya Statis.....	40
Grafik 4.3 Pemakaian Daya Pada Saat Menggunakan <i>Solar Tracker</i>	42
Grafik 4.4 Tegangan Dari Panel Menggunakan <i>Tracker</i>	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia terletak di lintasan garis khatulistiwa yang dimana dilintasi oleh matahari. Maka kenapa Indonesia memiliki sumber daya alam yang melimpah, karena dilintasan garis khatulistiwa terdapat energi matahari yang dapat dimanfaatkan. Energi matahari merupakan satu dari beberapa energi yang bisa diperbaharui dan dikonversi menjadi energi listrik menggunakan panel surya. Untuk mendapatkan energi yang maksimal maka panel selalu harus berhadapan dengan matahari. Dikarenakan adanya rotasi bumi, maka matahari tidak selalu berada diposisi yang sama, sehingga energi yang diserap tidak optimal.

Pendopo adalah tempat dimana mahasiswa berkumpul untuk membahas ataupun mengerjakan tugas ataupun berdiskusi bersama seusai mata kuliah dikampus sudah berakhir. Selain mengerjakan tugas atau berdiskusi, pendopo juga digunakan untuk mengerjakan sesuatu hal yang mendukung untuk memajukan bidang akademik maupun non akademik. Untuk kesediaan energi listrik di pendopo itu sendiri belum terlalu banyak.

Energi listrik merupakan energi yang hasilnya dari mengkonversi atau merubah energi satu ke energi yang lain. Contohnya energi kinetik dari putaran turbin diubah menjadi energi listrik. Perusahaan Listrik Negara (PLN) masih menggunakan pembangkit tenaga uap dan batubara yang dimana jika terus menerus dipakai maka akan terjadi krisis energi pada masa depan.

Salah satu energi baru dan terbarukan yang tidak habis pakai yaitu energi matahari. Energi matahari adalah energi terbesar dan bersifat kontinyu, terutama elektromagnetik yang dipancarkan matahari. Akan tetapi, melihat biaya investasi yang sangat mahal membuat pemanfaatan energi matahari masih sangat sedikit.

Beberapa cara dari sisi teknologi dan penekanan biaya investasi yang terus dan masih dilakukan oleh para peneliti dan ilmuwan agar energi ini dapat dirasakan oleh semua orang dan untuk mengurangi emisi karbon yang dihasilkan bahan bakar fosil. Salah satu cara yang dilakukan untuk menangkap energi

matahari yang akan diubah ke energi listrik dengan menggunakan panel Sel Surya (*Solar Cell*).

Oleh karena itu, pada penelitian ini menggunakan panel surya dengan daya 200 WP dengan pengontrolan untuk pendeteksi cahaya matahari menggunakan mikrokontroler Arduino UNO dan 2 buah sensor LDR yang dipasang dibagian sisi pada tiang penyangga panel sel surya serta Aktuator sebagai penggerak.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana rancang bangun *tracker* pada panel surya sebagai pendeteksi cahaya matahari berbasis Arduino UNO?
2. Bagaimana menganalisa *tracker* pada panel surya sebagai pendeteksi cahaya matahari berbasis Arduino UNO?

1.3 Tujuan Masalah

Adapun tujuan masalah yang ingin dicapai adalah :

1. Merancang bangun *tracker* pada panel surya sebagai pendeteksi cahaya matahari berbasis Arduino UNO.
2. Menganalisa *tracker* pada panel surya sebagai pendeteksi cahaya matahari berbasis Arduino UNO.

1.4 Ruang Lingkup Masalah

Yang menjadi ruang lingkup masalah penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini mencari prinsip kerja dan kinerja dari Arduino UNO sebagai alat *tracker* matahari.
2. Perancangan Arduino UNO sebagai alat *tracker* matahari pada PLTS 200 WP dengan sistem *solar charge* menggunakan sensor LDR
3. Penelitian ini mencari dan membandingkan rata-rata tegangan masuk yang didapat oleh *tracker* dan tanpa *tracker* pada saat cuaca cerah dan mendung.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penggunaan Arduino UNO sebagai alat *tracker* matahari pada PLTS 200 WP dengan sistem *solar charge* ini, nantinya dapat mempunyai manfaat bagi :

1.5.1 Masyarakat

Beberapa manfaat dari penggunaan Arduino UNO sebagai alat *tracker* matahari pada PLTS 200 WP dengan sistem *solar charge* ini bagi masyarakat adalah sebagai berikut :

1. Mempermudah untuk mendapatkan sinar matahari yang optimal tanpa harus memindahkan panel surya secara manual.

1.5.2 Universitas

Manfaat dari penggunaan Arduino UNO sebagai alat *tracker* matahari pada PLTS 200 WP dengan sistem *solar charge* ini bagi universitas adalah untuk dapat dijadikan bahan acuan untuk meningkatkan ilmu pengetahuan teknologi.

1.5.3 Mahasiswa

Manfaat dari penggunaan Arduino UNO sebagai alat *tracker* matahari pada PLTS 200 WP dengan sistem *solar charge* ini bagi mahasiswa agar dapat dijadikan bahan acuan untuk meningkatkan ilmu pengetahuan teknologi.

1.6 Metode Penelitian

Adapun beberapa metode penelitian yang penulis gunakan dalam penyelesaian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Studi pustaka ini dilakukan untuk menambah pengetahuan bagi penulis dan referensi bahan dengan membaca literatur maupun bahan-bahan teori atau buku, data, dan internet mengenai penggunaan Arduino UNO sebagai alat *tracker* matahari pada PLTS 200 WP dengan sistem *solar charge*.

2. Studi Konsultasi

Adapun didalam proses penyelesaian tugas akhir ini penulis terlebih dahulu melakukan konsultasi dengan dosen pembimbing yang sudah memiliki pengalaman sehingga mampu mendukung proyek tugas akhir ini.

3. Studi Perancangan Sistem

Merancang sistem penggunaan Arduino UNO sebagai alat *tracker* matahari pada PLTS 200 WP dengan sistem *solar charge*.

4. Studi Pengujian dan Analisa

Menguji dan menganalisa sistem kerja dan penggunaan Arduino UNO sebagai *tracker* matahari pada PLTS 200 WP dengan sistem *solar charge*.

1.7 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika yang digunakan penulis dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan tentang pendahuluan, latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, metode penyelesaian tugas akhir dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisikan tentang tinjauan pustaka relevan. Yaitu, mengenai teori-teori untuk menunjang penyelesaian masalah pada tugas akhir ini. Serta teori dasar yang berisikan tentang penjelasan mengenai teori dasar dan komponen utama yang digunakan dalam analisis kinerja serta implementasi.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisikan tentang lokasi penelitian, fungsi dari alat dan bahan penelitian, tahapan-tahapan dalam pengerjaan, tata cara pengujian diagram alir dan menganalisa penggunaan Arduino UNO sebagai alat *tracker* matahari pada PLTS 200 WP dengan sistem *solar charge* yang akan dibuat.

BAB IV ANALISA DAN HASIL PENELITIAN

Pada bab ini berisikan tentang analisa hasil dari penggunaan Arduino UNO sebagai alat *tracker* matahari pada PLTS 200 WP dengan sistem *solar charge* dan pengujian terhadap *tracker* dengan menggunakan sensor LDR untuk mencari sinar matahari yang optimal dan

menggerakkan Aktuator untuk mengarahkan panel ke sinar cahaya yang optimal.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisikan tentang penutup, kesimpulan dari hasil penelitian penggunaan Arduino UNO sebagai alat *tracker* pada PLTS 200 WP dengan sistem *solar charge* dan saran dari penulis untuk kedepannya penelitian yang akan dikembangkan jauh lebih baik dari sebelumnya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Pemanfaatan potensi energi matahari saat ini sudah digunakan peralatan yang biasa disebut dengan *solar cell*. Besarnya potensi energi matahari dapat diserap tergantung luas sel dan daya serap terhadap cahaya matahari. Daya serap bisa dioptimalkan dengan membuat sistem kendali penggerak panel surya yang bergerak mengikuti arah gerak matahari sehingga sel-sel pada panel surya akan optimal menyerap cahaya matahari. Pembuatan alat ini terinovasi karena penggunaan panel surya hanya dalam keadaan statis maka di buatlah kendali *solar tracking* yang menggabungkan Arduino, LCD (*Liquid Crystal Display*) 2x16, LDR (*Light Dependent Resistor*), dan Motor Servo, dari hasil pengukuran dengan modul surya berukuran 36 cm x 24 cm maka di dapatkan daya maksimum pada setiap pengambilan data selama tiga hari yang tertinggi pada jam 13:00 sudut 1100 Sebesar 7,26 Watt, perbandingan setiap hasil data yang didapat dengan *solar panel* di *tracking* dan tidak di *tracking* terbesar 18,19 Watt perbandingan tersebut terjadi karena keadaan panel surya yang lebih optimal menyerap matahari saat di *tracking*.(Marniati & Hesti, 2018)

Solar Tracker merupakan sebuah alat yang penunjang sistem *photovoltaic* (PV) untuk jenis pembangkit listrik tenaga surya yang ditujukan untuk optimasi penyerapan energi matahari dengan mengarahkan *solar cell* mengikuti pergerakan matahari. *Solar tracker* dibuat untuk menggerakkan *solar cell* secara otomatis bergerak pada sudut 0° - 180° dan sebaliknya. Sistem PV bertujuan sebagai pengganti energi konvensional dalam tugasnya sistem dibantu beberapa perangkat seperti sel surya, sistem penyimpan energi listrik, alat ukur listrik, dan lainnya. Terutama untuk mengikuti arah dari pergerakan matahari dari waktu ke waktu diperlukan sebuah pelacakan *solar*. Prototype *solar tracker* ini dibuat menggunakan modul Arduino sebagai otak komputer yang memproses data, motor servo sebagai penggerak leher, ALS (*Ambient Light Sensor*) sebagai mata untuk melacak pergerakan matahari, EMS (*Embedded Module Series*) LCD sebagai papan informasi, dan untuk jumlah *voltage* yang diterima ditampilkan melalui digital voltmeter.(Rezkyanzah & Putra, 2016)

Peningkatan populasi manusia menuntut sumber daya alam untuk memenuhi berbagai kebutuhan. Misalnya: kebutuhan energi listrik yang sangat mempengaruhi perkembangan dan teknologi suatu wilayah. Pembuatan Laporan Tugas Akhir ini bertujuan agar penulis dapat membuat rancang bangun alat pembangkit listrik dengan menggunakan *solar cell* yang dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Telah dilakukan perancangan *Solar Tracker* menggunakan empat buah sensor LDR untuk mengindera arah gerak matahari. *Solar Tracker* digunakan untuk menggerakkan sel surya agar mengikuti arah gerak matahari. Rangkaian elektronik terdiri dari rangkaian catudaya, rangkaian mikrokontroler ATmega8, LCD, Rangkaian *driver* motor servo, dan rangkaian sensor LDR. Rancangan mekanik menggunakan dua sumbu putar dengan motor servo sebagai penggerak agar sel surya dapat mengikuti gerak semu harian matahari (dalam arah timur-barat) dan gerak semu tahunan matahari (dalam arah utara-selatan).(Ginting, 2018)

Telah dilakukan perancangan solar tracker menggunakan empat buah sensor LDR untuk mengindera arah gerak matahari. *Solar tracker* digunakan untuk menggerakkan sel surya agar mengikuti arah gerak matahari. Rangkaian elektronik terdiri dari rangkaian catu daya, rangkaian mikrokontroler ATmega 8535, LCD, rangkaian *driver* motor stepper, dan rangkaian sensor LDR. Rancangan mekanik menggunakan dua sumbu putar dengan motor stepper tipe unipolar sebagai penggerak agar sel surya dapat mengikuti gerak semu harian matahari (dalam arah timur-barat) dan gerak semu tahunan matahari (dalam arah utara-selatan). Sel surya yang digunakan adalah Amorphous 10 V/30 mA. Hasil pengukuran menunjukkan kenaikan tegangan sel surya mencapai 11,53% dibandingkan yang tidak menggunakan solar tracker sedangkan tegangan maksimumnya naik 1,18 V dibandingkan yang statis.(Syafrialdi & Wildian, 2015)

Rancang bangun sistem *tracking* panel surya berbasis mikrokontroler arduino merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengikuti arah pergerakan matahari setiap jamnya, mulai dari terbit hingga terbenam. Sistem *tracking* panel surya ini akan mendeteksi setting waktu yang diinput oleh RTC (*Real Time Clock*). Pembuatan sistem ini dibagi menjadi dua bagian yaitu pertama adalah perancangan perangkat keras (*hardware*) yang terdiri dari perancangan perangkat elektronika dan perancangan perangkat mekanik. Kedua adalah perancangan perangkat lunak

(*software*). Pemrograman sistem *tracking* menggunakan *software* arduino. Panel surya digerakkan dengan menggunakan motor servo yang bergerak sesuai input waktu yang diberikan oleh RTC. Pergerakan panel surya diatur setiap jam dengan sudut yang telah diuji, sehingga posisi panel surya selalu tegak lurus dengan arah datangnya cahaya matahari. Hasil dari rancang bangun sistem *tracking* panel surya berbasis mikrokontroler arduino menunjukkan bahwa alat yang dirancang sudah dapat mengikuti pergerakan matahari berdasarkan waktu.(Benny et al., 2015)

Penggunaan panel surya kebanyakan masih bersifat statis. Hal ini menyebabkan panel surya tidak dapat menyerap sinar matahari dengan optimal. Tujuan penelitian ini untuk mengoptimalkan penggunaan energi matahari oleh panel surya. Penelitian dilakukan dengan membuat suatu alat yang dapat mengorientasikan panel surya terhadap arah datangnya cahaya matahari. *Solar tracking* sistem yang dibuat merupakan skala prototipe. *Solar tracking* yang dirancang menggunakan sebuah sistem minimum Arduino uno dan mikrokontroler ATmega 328 sebagai pusat kendali. Terdapat 5 titik sensor LDR dengan outputnya berupa pergerakan motor servo. Dari 5 titik LDR yang digunakan 4 titik diantaranya diletakkan pada kondisi keempat penjuru mata-angin dan 1 titik ditempatkan ditengah-tengahnya sebagai pembanding dari masing-masing fokus yang diterima oleh LDR terkuat. Hasil perancangan menemukan kepekaan paling kuat dari LDR akan diikuti oleh pergerakan panel surya. Nilai kepekaan yang sama antara salah satu LDR yang diikuti tersebut dengan LDR yang ditengah sebagai pembandingnya. Dengan kondisi ini maka panel surya akan selalu mendapatkan sinar matahari secara optimal.(Mardjun et al., 2018)

Salah satu metode untuk meningkatkan efisiensi panel surya dalam menyerap daya listrik adalah menjaga posisi panel surya tetap berhadapan dengan posisi matahari untuk mendapatkan intensitas cahaya yang maksimum. Oleh sebab itu, sistem pelacak energi surya otomatis sangat dibutuhkan untuk menangkap energi surya yang paling maksimum. Makalah ini mengusulkan suatu sistem pelacak energi surya otomatis berbasis mikrokontroler. Dengan menggunakan motor stepper, sensor fotosistor (LDR) dan mikrokontroler ATmega8535, posisi panel surya selalu berada pada posisi yang menghasilkan energi listrik yang terbesar secara otomatis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pelacak

energi surya otomatis ini mampu menyimpan energi listrik rata-rata sebesar 67,18 Watt-jam atau 99,97% dari energi yang dihasilkan panel surya selama pengujian. Daya listrik yang diperoleh oleh sistem ini lebih besar dibandingkan daya listrik yang diperoleh bila posisi panel surya yang tetap pada 60° . (Soedjarwanto & Zebua, 2015)

Pada saat ini panel surya sudah banyak digunakan di wilayah Indonesia, telah banyak dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik, yaitu dengan menggunakan panel surya yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Dalam hal ini kebanyakan *solar cell* yang terpasang kebanyakan bersifat statis atau diam, mengakibatkan penyerapan energi matahari oleh solar cell kurang optimal. Untuk mendapatkan energi matahari yang maksimal, maka posisi panel surya tersebut harus selalu tegak lurus terhadap arah datangnya sinar matahari. Pada penelitian ini telah dirancang sistem mekanis yang dapat menggerakkan posisi panel surya agar selalu mengikuti arah pergerakan matahari yang diberi nama solar tracking system. *Solar tracking system* yang dibuat merupakan prototype, *solar tracker* ini berfungsi untuk mengoptimalkan penerimaan energi matahari oleh *solar cell*. Sistem ini bekerja dengan adanya 2 buah sensor peka cahaya (LDR) yang membaca pergerakan matahari ditempatkan di beberapa sudut pada panel surya, lalu output LDR terhubung pada pin analog arduino, arduino akan mengolah data dari sensor LDR sehingga motor akan menggerakkan *solar cell* ke kiri atau ke kanan sesuai perintah. Ada beberapa komponen yang digunakan pada perancangan *solar tracking system* ini yaitu accu, *solar charge controller*, *voltage regulator* dan sebuah LCD. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan metoda *solar tracking system*, maka total jumlah energi yang dihasilkan lebih besar dibandingkan panel surya statis. (Fauzi et al., 2018)

Daya listrik yang dihasilkan panel surya dipengaruhi oleh intensitas radiasi cahaya matahari dan suhu lingkungan. Agar panel surya mampu menghasilkan daya maksimal, perlu dilakukan pengaturan posisi panel surya terhadap matahari untuk meningkatkan intensitas radiasi cahaya matahari. Tujuan penelitian ini adalah mengendalikan posisi panel surya terhadap posisi matahari dengan menggunakan metode sistem *tracking* aktif tipe *single-axis* (satu poros yang menggerakkan posisi panel surya) untuk menghasilkan daya listrik yang lebih

maksimal. Dua buah sensor LDR (sensor cahaya yang didasarkan intensitas radiasi cahaya) diletakkan di sisi Timur dan Barat panel surya, dimana diantara kedua sensor tersebut dipasang sekat (balancer). Apabila matahari berada disisi timur (pukul 07:00 – 11:00 WIB), LDR timur terkena cahaya sedangkan LDR barat akan terhalang oleh sekat. Apabila matahari berada disisi barat (pukul 13:00 - 17:00 WIB), LDR barat akan terkena cahaya dan LDR timur akan terhalang oleh sekat. Berdasarkan perbedaan intensitas cahaya yang diterima oleh masing-masing sensor, sistem *tracking* aktif akan melakukan aksi kendali terhadap posisi panel surya agar tegak lurus dengan cahaya matahari. Hasil pengujian menunjukkan perbedaan daya maksimum sebesar 39.88 watt dari daya yang terukur. Sistem *tracking* aktif tipe *single-axis* dapat dijadikan referensi pemanfaatan tenaga matahari secara maksimal. (Suryana et al., 2016)

Umumnya *solar cell* yang dipasang hanya menghadap satu arah tertentu saja. Gerak semu harian matahari menyebabkan perubahan posisi matahari dari timur ke barat setiap harinya. Perubahan posisi matahari tersebut membuat modul *solar cell* tidak selalu mendapatkan intensitas cahaya matahari yang maksimal sepanjang hari. Salah satu cara yang dapat dilakukan supaya *solar cell* mendapatkan intensitas cahaya matahari yang maksimal sepanjang hari adalah dengan menempatkan modul *solar cell* tegak lurus mengikuti cahaya matahari. Hal tersebut yang melatar belakangi pembuatan alat *tracking* cahaya matahari menggunakan komponen *Light Dependent Resistor* (LDR) sebagai sensor dan motor linear aktuator parabola sebagai penggerak posisi modul *solar cell*. Cahaya matahari yang mengenai sensor LDR membuat resistansinya berubah sehingga mempengaruhi nilai tegangan yang akan diinformasikan ke analog input mikrokontroler. Mikrokontroler mengolah informasi yang diterima dari sensor LDR dan memberi perintah untuk menggerakkan linear aktuator yang mana akan menggerakkan posisi permukaan modul *solar cell* dengan dua arah yaitu mengikuti orientasi gerak semu harian matahari dari arah timur ke arah barat. Pada arah timur dan barat masing-masing terdapat sebuah *limit switch*. Ketika malam hari modul *solar cell* ini akan kembali bergerak menghadap ke arah Timur dan akan berhenti ketika *limit switch* Timur aktif. Alat *tracking* cahaya matahari ini telah dilakukan uji coba. Alat ini telah dapat mengikuti pergerakan matahari dari timur ke barat

dengan daya keluaran solar cell dari 8,71 watt mampu ditingkatkan menjadi 12,46 watt dengan konsumsi daya motor sebesar 2,08 watt.(Myori et al., 2019)

Sebuah *solar tracker* dirancang untuk meningkatkan perolehan energi matahari dengan satu sumbu yaitu untuk memutar *solar panel* dari arah timur ke arah barat dengan posisi *solar panel* tegak lurus arah sinar matahari berbasis waktu dengan *delay time* 5 menit. Hasil uji coba menunjukkan bahwa terdapat peningkatan perolehan energi sebesar 30,7 % yaitu dari posisi tetap diperoleh energi sebesar 734,49 Watthour sedangkan pada posisi ter-*tracker* diperoleh energi sebesar 972,00 Watthour selama pengukuran dari jam 6.00 WIB sampai jam 17.00 WIB dengan menggunakan *solar panel* 100 WP. Peningkatan tersebut juga terlihat pada peningkatan daya rata-rata sebesar 30,04 % atau dari 63,63 Watt menjadi 82,9 Watt dan peningkatan arus hubung singkat rata-rata sebesar 29,9 % yaitu dari 3,24 Ampere menjadi 4,21 Ampere. Sedangkan peningkatan perolehan dari tegangan rata-rata tidak terlihat signifikan karena pengukuran dilakukan dengan menggunakan *open circuit* atau tanpa beban.(Budi, 2015)

Pemanfaatan energi matahari sekarang ini sangat banyak dilakukan dimana cahaya matahari dirubah menjadi energi listrik dapat dilakukan dengan menggunakan panel sel surya, untuk meningkatkan daya energi harus dilakukan pengaturan secara maksimal sehingga daya yang diserap dapat secara maksimal, untuk mendapatkan intensitas cahaya maksimum pada penggerak panel surya harus mengikuti gerak dan laju matahari secara otomatis dijalankan dengan sistem mikrokontroler, pengaturan otomatis tersebut dilakukan dengan menambah sensor LDR untuk pengaturan laju sesuai cahaya yang besar, gerak otomatis panel sel surya dilakukan dengan menggunakan motor DC, perhitungan panas cahaya didapat dari prakiraan cuaca didapat dari suhu aktual kota medan berkisar antara 290° – 350° Celsius, waktu pengukuran dilakukan pada pukul 08.00 –18.00 wib. Daya terbesar didapat sebesar 66,65 Watt pada pengukuran pukul 12.00 Wib.(Situngkir & Siregar, 2018)

Penelitian ini telah menghasilkan prototipe produk *solar tracker* cerdas berbasis mikrokontroler AVR 8 bit. *Solar tracker* ini memasukkan filter digital IIR (*Infinite Impulse Response*) pada bagian program. Memprogram *filter* ini membutuhkan perkalian 32 bit sedangkan prosesor yang tersedia pada

mikrokontroler yang dipakai adalah 8 bit. Proses perkalian ini hanya bisa dilakukan pada mikrokontroler 8 bit dengan menggunakan bahasa *assembly* yang merupakan bahasa *level hardware*. *Solar tracker* cerdas yang menggunakan mikrokontroler 8 bit sebagai otak utama pada penelitian ini menjadikan produk ini berbiaya rendah. Pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa *solar tracker* cerdas dibandingkan dengan *solar tracker* biasa mempunyai perbedaan konsumsi daya baterai yang sangat signifikan yaitu terjadi penghematan sebesar 85 %. Besar penghematan konsumsi daya ini tentunya bukan sebuah angka konstan melainkan tergantung seberapa besar *noise* yang dikenakan pada alat *solar tracker*. Untuk sebuah perlakuan yang sama, maka semakin besar *noise* semakin besar pula perbedaan penghematan konsumsi daya pada *solar tracker* yang cerdas. (Sutaya & Ariawan, 2016)

Pengembangan dan penggunaan energi terbarukan merupakan kebutuhan penting di masa depan demi meminimalisir emisi karbon dan untuk membatasi perubahan suhu rata-rata global. Energi terbarukan yang dapat digunakan salah satunya adalah energi surya. Pemanfaatan energi matahari ini dapat dilakukan melalui energi listrik yaitu menggunakan teknologi dengan *Solar Cell*. Sel surya atau *solar cell* dapat mengkonversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Salah satu kendala dalam konversi energi surya adalah kurang optimalnya penerimaan energi matahari akibat penempatan *solar cell* yang hanya menghadap satu arah saja atau bersifat statis. Maka dari itu, perlu dibuatnya suatu sistem yang dapat memodifikasi *solar cell* selalu mengikuti arah Bergeraknya cahaya matahari. Energi yang dihasilkan dari *solar cell* akan maksimal apabila *solar tracker* selalu tegak lurus terhadap arah datangnya sinar matahari. Pada alat ini dibuat *solar tracker* menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dalam mengendalikan pergerakan dari motor servo, motor stepper dan sensor LDR dalam mengikuti pergerakan cahaya matahari. Hasil analisa menunjukkan bahwa daya yang diperoleh *Solar Panel* yang mengikuti pergerakan cahaya matahari (*Solar Tracker*) lebih besar dibandingkan dengan *Solar Panel* pada posisi tetap. Produksi energi pada sistem dinamis dengan menggunakan servo 33% lebih besar dibandingkan dengan statis, sedangkan yang menggunakan stepper 36% lebih besar daripada *solar cell* dengan kondisi statis. (Wanajaya, 2019)

Sinar matahari merupakan sumber energi terbarukan yang sangat potensial. Sebagai Negara yang terletak di katulistiwa, Indonesia berpotensi menghasilkan energi matahari yang memadai, karena pancaran sinar matahari yang diterima perhari mencapai 4,5 KWH per meter persegi. Jumlah energi matahari yang dihasilkan perangkat sel surya ditentukan oleh posisi dan kemiringan panel terhadap arah datangnya matahari. Agar dapat menyerap energi matahari secara maksimal, maka diperlukan suatu alat penggerak aktif yang dapat bergerak mengikuti arah pergerakan matahari. Hal tersebut yang menjadi latar belakang penelitian ini, dimana dirancang sistem mekanik penggerak 2 *axis* berbasis sensor matahari berupa mini sel surya yang dapat menggerakkan panel sel surya naik turun, kekanan dan kekiri mengikuti arah intensitas tertinggi. Sistem mekanik ini nantinya akan diimplementasikan pada panel sel surya yang akan menjadi penelitian lanjutan. Dari pengukuran awal diketahui bahwa tegangan referensi pada mini sel surya sebagai penentu arah posisi panel adalah 39,17 V. Dimana sistem penggerak akan berhenti pada posisi tertentu ketika tegangan yang ditangkap mini sel surya sama dengan tegangan referensi. Konsumsi daya setiap pergerakan rotator pada masing masing *axis*, untuk berat beban 80 Kg adalah 84 W.(Gunawan & Rahayani, 2015)

Solar tracker merupakan sebuah sistem yang di buat agar Solar cell selalu tegak lurus terhadap cahaya matahari. Sudah banyak penelitian dilakukan tentang Solar tracker, contohnya seperti solar tracker dengan timer, solar tracker satu sumbu tapi masih menggunakan timer untuk penggeraknya dalam mengikuti pergerakan matahari. Penelitian ini dibuat agar dapat merancang dan membuat sebuah Sistem Kendali Solar Tracker Satu Sumbu Berbasis Arduino Uno. Solar tracker ini berfungsi sebagai tracking cahaya matahari, sehingga solar cell bergerak mengikuti matahari dan penerimaan cahaya matahari pada panel surya lebih efisien dan maksimal. Pada tugas akhir ini terdapat perbandingan yang cukup signifikan dengan solar cell statis. Hasil dengan Solar Tracker di dapat perbandingan dayanya sebesar 13.41 W sehingga penerimaan energi matahari oleh Solar tracker lebih optimal dibandingkan Solar Cell statis. (Putra & Padang, 2020)

Telah dilakukan perancangan solar tracker menggunakan empat buah sensor LDR untuk mengindra arah gerak matahari. Solar tracker digunakan untuk

menggerakkan sel surya agar mengikuti arah gerak matahari. Rangkaian elektronik terdiri dari rangkaian catudaya, rangkaian mikrokontroler ATmega8535, LCD, rangkaian driver motor stepper, dan rangkaian sensor LDR. Rancangan mekanik menggunakan dua sumbu putar dengan motor stepper tipe unipolar sebagai penggerak agar sel surya dapat mengikuti gerak semu harian matahari (dalam arah timur-barat) dan gerak semu tahunan matahari (dalam arah utara-selatan). Sel surya yang digunakan adalah Amorphous 10 V/30 mA. Hasil pengukuran menunjukkan kenaikan tegangan sel surya mencapai 11,53% dibandingkan yang tidak menggunakan solar tracker sedangkan tegangan maksimumnya naik 1,18 V dibandingkan yang statis.(Syafrialdi & Wildian, 2015).

Sumatera Utara yang memiliki wilayah ketinggian 0-350 yang cukup ekstrim di atas laut yang membentang dari pantai Selat Malaka hingga pegunungan Bukit Barisan, mengakibatkan beberapa daerah sangat terisolir dan mungkin tidak tercakup oleh pasokan listrik yang terus menerus. Penelitian dasar tentang penerapan teknologi pembangkit listrik hybrid untuk memenuhi fasilitas penerangan di desa-desa terpencil sangat diperlukan. Setelah dilakukan survey potensi pada tiga titik yaitu: dataran rendah, dataran tinggi dan dataran tinggi. Dari hasil analisis data menunjukkan bahwa untuk curah hujan di dataran rendah rata-rata 166 mm / bulan, radiasi matahari rata-rata 185,78 Wh / m² / hari dan kecepatan angin rata-rata 2,68 knot. Selanjutnya untuk dataran dengan curah hujan sedang rata-rata 176 mm / bulan, intensitas penyinaran matahari 176 Wh / m² / hari dan kecepatan angin rata-rata 2,32 Knot, sedangkan curah hujan dataran tinggi rata-rata 171 mm / bulan, intensitas penyinaran matahari 181,09 Wh / m² / hari serta kecepatan angin 2,5 knot. Hal ini menunjukkan Provinsi Sumatera Utara sangat potensial untuk mengembangkan teknologi pembangkit listrik tenaga hibrida (mikrohidro, surya, angin dan baterai) untuk mendukung percepatan pembangunan pedesaan.(. et al., 2018)

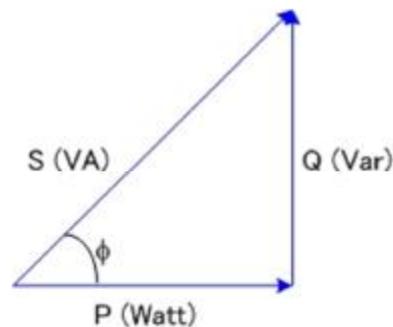
2.2 Landasan Teori

2.2.1 Energi Listrik

Energi listrik terjadi karena beda potensial dan dua titik penghantar. Energi listrik bisa didapat dengan mengkonversi energi gerak menjadi listrik. Untuk

memperoleh energi ini dengan cara memutar turbin yang *di-couple* dengan generator yang akan menghasilkan energi listrik. Besarnya energi atau beban yang terpakai ditentukan oleh reaktansi (R), induktansi (L), kapasitansi (C). Sedangkan besarnya pemakaian energi listrik disebabkan oleh banyak dan beraneka ragamnya peralatan (beban) listrik yang digunakan.

Daya listrik didefinisikan sebagai kecepatan aliran energy listrik pada suatu titik jaringan listrik tiap satu satuan waktu. Dengan satuan watt atau Joule per detik dalam SI, daya listrik menjadi besaran terukur adanya produksi energi listrik oleh pembangkit, maupun adanya penyerapan energy listrik oleh beban listrik. Daya listrik terbagi menjadi 3, yaitu : Daya Semu (S), Daya Reaktif (Q), dan Daya Aktif (P).



Gambar 2.1 Segitiga daya

1. Daya Semu (S)

Daya semu memiliki satuan VA (Volt Ampere). Daya semu merupakan daya listrik yang melalui suatu penghantar transmisi atau distribusi. Daya ini merupakan hasil perkalian antara tegangan dan arus yang melalui penghantar.

Line to netral / 1 Fasa

$$S = V \times I \dots\dots\dots (2.1)$$

Line to line / 3 Fasa

$$S = \sqrt{3} \times V \times I \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

S = Daya Semu (VA)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus yang mengalir pada penghantar (Ampere)

2. Daya Reaktif (Q)

Daya reaktif memiliki satuan VAR. Daya reaktif merupakan selisih antara daya semu yang masuk pada penghantar dengan daya aktif pada penghantar itu sendiri, dimana daya ini terpakai untuk daya mekanik dan panas. Daya reaktif ini adalah hasil kali antara besarnya arus dan tegangan yang dipengaruhi oleh faktor daya.

Line to netral / 1 Fasa

$$Q = V \times I \times \sin \phi \dots\dots\dots (2.3)$$

Line to line / 3 Fasa

$$Q = \sqrt{3} \times V \times I \times \sin \phi \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

Q = Daya reaktif (VAR)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

$\sin \phi$ = Faktor Daya

3. Daya Aktif (P)

Daya aktif memiliki satuan Watt. Daya aktif merupakan daya listrik yang digunakan untuk keperluan menggerakkan mesin-mesin listrik atau peralatan lainnya.

Line to line / 1 Fasa

$$P = V \times I \times \cos \phi \dots\dots\dots (2.5)$$

Line to line / 3 Fasa

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

P = Daya Aktif (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

$\cos \phi$ = Faktor Daya

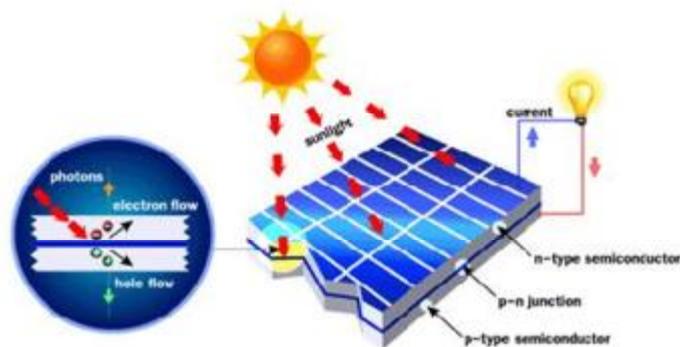
2.2.2 Sel Surya

Sel surya merupakan alat yang dapat merubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan prinsip efek *photovoltaic*. Efek *photovoltaic* adalah fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan antara dua

elektroda yang dihubungkan pada sistem padatan atau cairan pada saat mendapatkan energi cahaya. Efek *photovoltaic* ditemukan pada tahun 1893 oleh Henri Becquerel.

Timbulnya arus listrik karena adanya energi foton cahaya matahari yang diterimanya berhasil membebaskan electron-elektron dalam sambungan semikonduktor tipe N dan tipe P yang mengalir. Sel surya juga mempunyai kaki positif dan negatif yang disambungkan ke perangkat yang memerlukan sumber listrik.

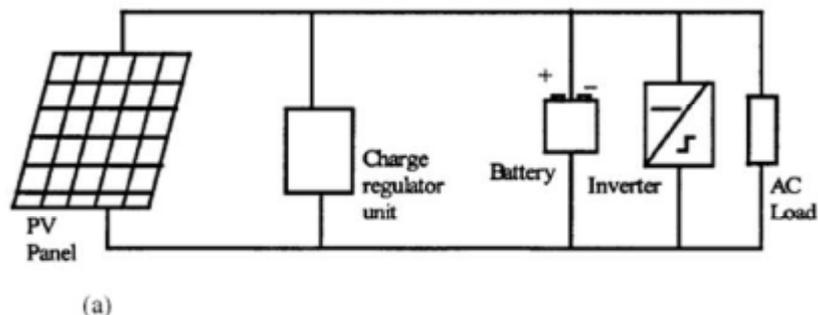
Saat ini sudah banyak pengaplikasian dari sel surya itu sendiri, seperti kalkulator, mainan, pengisian baterai hingga pembangkit listrik. Proses mengubah energi matahari menjadi energi listrik dapat dilihat seperti gambar dibawah ini.



Gambar 2.2 Proses pengubahan energi matahari menjadi energi listrik pada sel surya

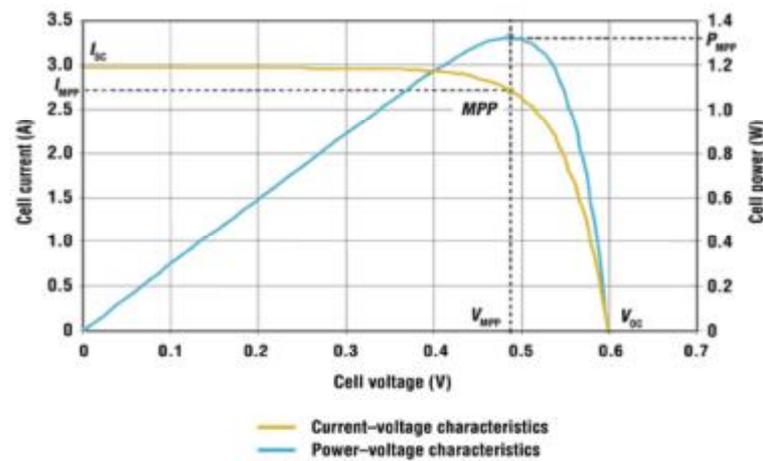
2.2.3 Karakteristik Sel Surya

Skema sel surya secara sederhana yang terhubung pada tegangan ditunjukkan pada Gambar 2.3. Sedangkan, arus dan kurva karakteristik sel surya ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.3 Skema Sel Surya

Prinsip kerja dari sel surya adalah mengubah dari energi cahaya matahari menjadi energi listrik oleh sel-sel surya dengan cara memisahkan energi yang diterima tipe P dan tipe N. Kemudian, setelah energi tersebut diubah ke energi listrik lalu disimpan pada aki/baterai dengan *Battery Charge Regulator* (BCR) yang kemudia menyuplai beban 220 V. namun sebelum menyuplai beban, terlebih dahulu tegangan dan arus diubah menggunakan inverter dari 12 V_{DC} menjadi 220 V_{AC}.



Gambar 2.4 Grafik arus terhadap tegangan dan daya terhadap tegangan sebagai karakteristik sel surya

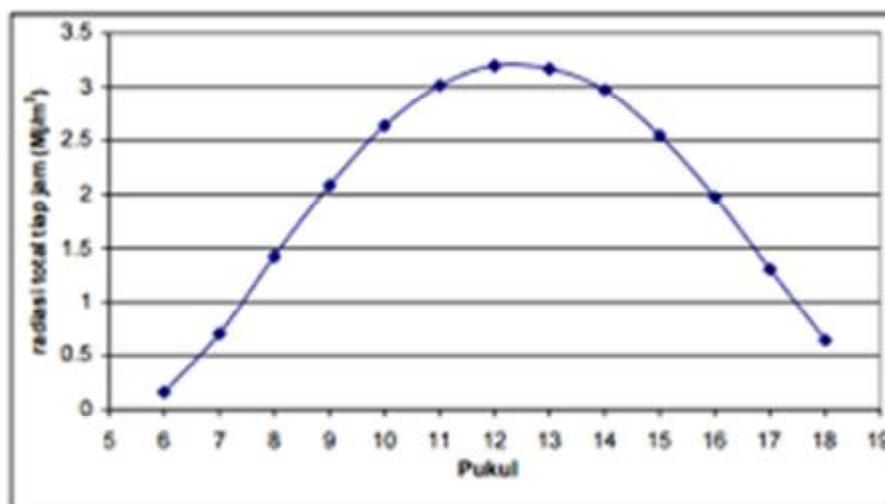
Sel surya menghasilkan daya maksimum pada tegangan tertentu. Gambar diatas menunjukkan tegangan arus dan karakteristik tegangan-harga. Gambar tersebut juga menunjukkan dengan jelas bahwa kurva daya memiliki titik daya maksimum yang disebut MPP (*Maximum Power Point*). Tegangan titik daya maksimum atau V_{MPP} biasanya kurang dari tegangan rangkaian terbuka dan arusnya, I_{MPP} lebih rendah dibandingkan dengan arus rangkaian pendek. Efisiensi sel surya (η) adalah perbandingan antara daya listrik maksimum sel surya dengan daya pancaran (*radiant*) pada bidang sel surya.

2.2.4 Radiasi Harian Matahari pada Permukaan Bumi

Radiasi matahari yang tersedia diluar atmosfer bumi atau sering disebut konstanta radiasi matahari sebesar 1353 W/m² dikurangi intensitasnya oleh penyerapan dan pemantulan oleh atmosfer sebelum mencapai permukaan bumi. Ozon di atmosfer menyerap radiasi dengan panjang-gelombang pendek

(*Ultraviolet*) sedangkan karbon dioksida dan uap air menyerap radiasi dengan panjang-gelombang yang lebih panjang (*Inframerah*).

Dengan adanya faktor-faktor yang menyebabkan radiasi yang diterima permukaan bumi memiliki intensitas cahaya yang berbeda-beda. Gambar 2.5 dibawah menunjukkan bahwa pada waktu pagi dan sore intensitas radiasi cahayanya kecil. Hal tersebut menunjukkan karena arah matahari tidak tegak lurus dengan permukaan bumi (membentuk sudut tertentu) sehingga cahaya matahari mengalami peristiwa difusi oleh atmosfer.



Gambar 2.5 Grafik besar radiasi harian matahari yang mengenai permukaan bumi

2.2.5 Pengaruh Sudut Pandang terhadap Radiasi yang diterima

Panel akan mendapat radiasi matahari maksimum pada saat matahari tegak lurus dengan bidang panel. Jika arah matahari tidak tegak lurus dengan bidang panel atau membentuk sudut q seperti pada Gambar 2.6, maka panel akan menerima radiasi lebih kecil dengan faktor $\cos q$ (Jansen, 1995).

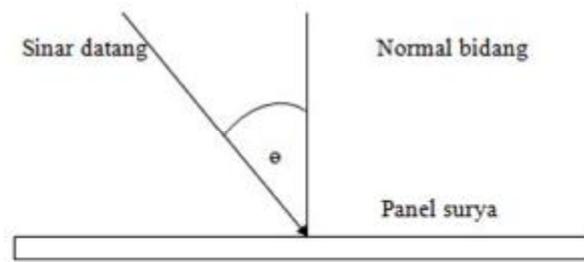
$$I_r = I_{r0} \cos \theta \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :

I_r : Radiasi yang diserap panel

I_{r0} : Radiasi yang mengenai panel

θ : Sudut antara sinar datang dengan normal bidang panel



Gambar 2.6 Arah sinar datang membentuk sudut terhadap normal bidang panel sel surya

2.2.6 Arduino UNO

Arduino merupakan sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat *open source*. *Board* Arduino ini menggunakan IC mikrokontroler AVR yang merupakan produk Atmel. Pertama sekali kita harus memahami kata “*platform*” adalah pilihan kata yang tepat. Arduino tidak hanya sekedar alat pengembangan, namun kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman, dan *Intellegent Development Environment* (IDE). IDE merupakan *software* yang sangat berperasn 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. Selain itu ada juga beberapa modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang dibuat oleh pihak lain untuk disambungkan ke Arduino.

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328 yang memiliki 14 pin digital input/output (di mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, clock speed 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP, dan tombol reset. Board ini menggunakan daya yang terhubung ke komputer dengan kabel USB atau daya eksternal dengan adaptor AC-DC atau baterai.

Arduino Uno adalah pilihan yang baik untuk pertama kali atau bagi pemula yang ingin mengenal Arduino. Di samping sifatnya yang reliabel juga harganya murah.



Gambar 2.7 Arduino UNO

2.2.6.1 Spesifikasi Arduino Nano

Arduino Nano memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. Menggunakan mikrokontroler Atmel ATmega328.
2. Memiliki tegangan operasi sebesar 5 V.
3. Tegangan *input* yang disarankan sebesar 7 – 12 V.
4. *Limit* tegangan input 6 – 20 V.
5. Memiliki 14 pin digital I/O (6 diantaranya mendukung *output* PWM).
6. Memiliki 6 pin *input* analog.
7. Arus DC per pin I/O 40 mA.
8. Arus DC untuk pin 3.3V 50mA
9. *Flash memory* sebesar 32 KB (ATmega 328) 0.5 KB digunakan oleh *Bootloader*.
10. SRAM sebesar 2KB (ATmega 328)
11. EEPROM sebesar 1 KB (ATmega 328).
12. *Clock speed* 16 MHz

2.2.7 Baterai

Baterai adalah alat penyimpan tenaga listrik arus searah (DC). Ada beberapa jenis baterai / aki di pasaran yaitu jenis aki basah/ konvensional, *hybrid* dan MF (*Maintenance Free*). Aki basah/konvensional berarti masih menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) dalam bentuk cair. Sedangkan aki MF sering disebut juga

aki kering karena asam sulfatnya sudah dalam bentuk gel/selai. Dalam hal mempertimbangkan posisi peletakkannya maka aki kering tidak mempunyai kendala, lain halnya dengan aki basah.

Aki konvensional juga kandungan timbalnya (Pb) masih tinggi sekitar 2,5% untuk masing-masing sel positif dan negatif. Sedangkan jenis hybrid kandungan timbalnya sudah dikurangi menjadi masing-masing 1,7%, hanya saja sel negatifnya sudah ditambahkan unsur Calcium. Sedangkan aki MF / aki kering sel positifnya masih menggunakan timbal 1,7% tetapi sel negatifnya sudah tidak menggunakan timbal melainkan Calcium sebesar 1,7%. Pada Calcium battery Asam Sulfatnya (H_2SO_4) masih berbentuk cairan, hanya saja hampir tidak memerlukan perawatan karena tingkat penguapannya kecil sekali dan dikondensasi kembali. Teknologi sekarang bahkan sudah memakai bahan silver untuk campuran sel negatifnya.



Gambar 2. 8 Baterai

2.2.8 Inverter

Inverter adalah konverter tegangan arus searah (DC) ke tegangan bolak-balik (AC). Fungsi dari sebuah inverter adalah untuk mengubah tegangan masukan DC menjadi tegangan keluaran AC yang simetris dengan besar magnitudo dan frekuensi yang diinginkan. Tegangan keluaran dapat bernilai tetap atau berubah-ubah pada frekuensi tetap atau berubah-ubah. Tegangan keluaran yang berubah-ubah dapat diperoleh dengan memvariasikan tegangan masukan DC dan menjaga penguatan inverter bernilai tetap. Sebaliknya jika tegangan masukan DC tetap dan tidak terkontrol, tegangan keluaran yang berubah-ubah dapat diperoleh dengan memvariasikan penguatan dari inverter. Variasi penguatan inverter biasanya

diperoleh dengan menggunakan pengendali Pulse-Width-Modulation (PWM) dan Sinusoidal Pulsa Width Modulation (SPWM) yang ada di dalam inverter. (C. L. Chen, 2010) (M. Saghaleini, 2011)

Pada sistem PV, terminologi inverter dapat memiliki 2 pengertian. Pertama, adalah perangkat elektronik untuk mengkonversi listrik DC ke AC. Kedua, adalah satu kesatuan perangkat elektronik, meliputi: konverter listrik DC ke AC, termasuk converter DC ke DC, dan maximum power point Tracking untuk sistem *off-grid*, bisa mencakup *charge controller* juga.



Gambar 2.9 Inverter

2.2.9 Actuator

Actuator adalah suatu peralatan yang terdiri dari perangkat elektronik dan mekanik yang terletak pada tiang penyanggah yang berfungsi untuk menggerakkan dan mengarahkan antenna parabola agar didapatkan posisi yang mengarah tepat ke satelit yang dikehendaki. Namun, pada penelitian ini *Actuator* berfungsi sebagai penggerak panel surya pada saat mencari posisi cahaya atau panas matahari, *actuator* dapat dilihat pada Gambar 2.10



Gambar 2.10 Aktuator

2.2.10 *Light Dependent Resistor (LDR)*

Light Dependent Resistor (LDR) merupakan salah satu komponen resistor yang nilai resistansinya akan berubah-ubah sesuai intensitas cahaya yang mengenai sensor ini. LDR ini juga digunakan untuk sensor cahaya. Perlu diketahui bahwa nilai resistansi ini bergantung pada intensitas cahaya. Semakin banyak cahaya yang mengenainya, maka semakin menurun nilai resistansinya. Sebaliknya semakin sedikit cahaya yang mengenainya (gelap), maka nilai hambatannya semakin besar sehingga arus listrik yang mengalir akan terhambat.

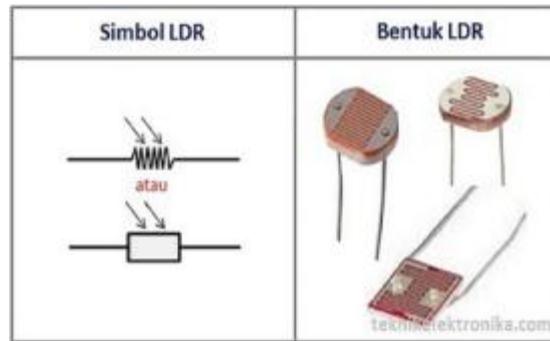
Biasanya sensor LDR memiliki hambatan 200 ohm jika pada saat dalam keadaan minim cahaya (gelap), dan akan menurun menjadi 500 ohm jika terkena banyak cahaya.

2.2.11 Fungsi LDR

LDR berfungsi sebagai sebuah sensor cahaya dalam berbagai macam rangkaian elektronika seperti saklar otomatis berdasarkan cahaya yang jika sensor terkena cahaya maka arus listrik akan mengalir (ON) dan sebaliknya jika sensor dalam kondisi minim cahaya (gelap) maka aliran listrik akan terhambat (OFF). LDR juga sering digunakan sebagai sensor lampu penerang jalan otomatis, lampu kamar tidur, alarm, rangkaian anti maling otomatis menggunakan laser, sutter kamera otomatis, dan masih banyak lagi yang lainnya.

2.2.12 Prinsip Kerja LDR

Prinsip kerja LDR sangat sederhana tidak jauh berbeda dengan variable resistor lainnya. LDR dipasang pada berbagai macam rangkaian elektronika dan dapat memutus atau menyambungkan aliran listrik berdasarkan cahaya. Semakin banyak cahaya yang mengenai LDR maka nilai resistansinya akan menurun, dan sebaliknya semakin sedikit cahaya yang mengenai LDR maka nilai hambatannya semakin besar.



Gambar 2.11 Simbol dan bentuk sensor LDR

2.2.13 LCD 16x2

Istilah LCD singkatan *liquid crystal display*. LCD adalah salah satu jenis modul tampilan elektronik yang digunakan dalam berbagai aplikasi seperti berbagai rangkaian & perangkat seperti ponsel, kalkulator, komputer, perangkat TV, dll.

Layar ini terutama disukai untuk dioda pemancar cahaya (LED) multi-segmen dan tujuh segmen. Manfaat utama menggunakan modul ini tidak mahal; hanya dapat diprogram, animasi, dan tidak ada batasan untuk menampilkan karakter khusus, animasi dan bahkan spesial, dll.

LCD 16x2 memiliki dua register seperti register data dan register perintah. RS (*register select*) atau pilihan daftar terutama digunakan untuk mengubah dari satu register ke register lainnya. Ketika set register adalah '0', maka itu dikenal sebagai register perintah. Demikian pula, ketika set register adalah '1', maka itu dikenal sebagai register data.

Fungsi utama dari register perintah adalah untuk menyimpan instruksi perintah yang diberikan ke layar. Sehingga tugas yang telah ditentukan dapat dilakukan seperti membersihkan layar, menginisialisasi, mengatur tempat kursor, dan kontrol tampilan. Di sini pemrosesan perintah dapat terjadi dalam register.

Fungsi utama daftar data adalah untuk menyimpan informasi yang akan ditampilkan di layar LCD. Di sini, nilai karakter ASCII adalah informasi yang akan ditampilkan di layar LCD. Setiap kali kita mengirim informasi ke LCD, ia mengirimkan ke daftar data, dan kemudian proses akan mulai di sana. Saat daftar diatur = 1, maka daftar data akan dipilih.

Jadi, ini semua tentang *datasheet* atau lembar data LCD 16x2, yang mencakup apa itu LCD 16X2, konfigurasi pin, prinsip kerja, dan aplikasinya. Kelebihan utama perangkat LCD ini antara lain konsumsi daya yang lebih murah dan biaya yang murah.

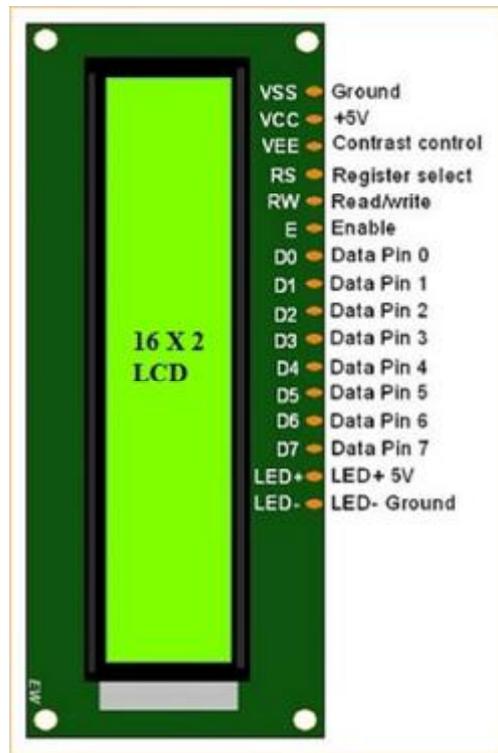
Kekurangan utama dari perangkat LCD ini termasuk ia menempati area yang luas, perangkat lambat dan umur perangkat ini akan berkurang karena arus searah. Jadi LCD ini menggunakan *supply* AC dengan frekuensi kurang dari 500Hz.

2.2.13.1 Pin Diagram LCD 16x2

Pin *out* LCD 16x2 ditunjukkan di bawah ini :

1. Pin1 (*Ground / Source Pin*): Ini adalah pin tampilan GND, digunakan untuk menghubungkan terminal GND unit mikrokontroler atau sumber daya.
2. Pin2 (*VCC / Source Pin*): Ini adalah pin catu tegangan pada layar, digunakan untuk menghubungkan pin catu daya dari sumber listrik.
3. Pin3 (*V0 / VEE / Control Pin*): Pin ini mengatur perbedaan tampilan, yang digunakan untuk menghubungkan POT yang dapat diubah yang dapat memasok 0 hingga 5V.
4. Pin4 (*Register Select / Control Pin*): Pin ini berganti-ganti antara perintah atau data register, digunakan untuk menghubungkan pin unit mikrokontroler dan mendapatkan 0 atau 1 (0 = mode data, dan 1 = mode perintah).
5. Pin5 (Pin Baca / Tulis / Kontrol): Pin ini mengaktifkan tampilan di antara operasi baca atau tulis, dan terhubung ke pin unit mikrokontroler untuk mendapatkan 0 atau 1 (0 = Operasi Tulis, dan 1 = Operasi Baca).
6. Pin 6 (Mengaktifkan / Mengontrol Pin): Pin ini harus dipegang tinggi untuk menjalankan proses Baca / Tulis, dan terhubung ke unit mikrokontroler & terus-menerus dipegang tinggi.
7. Pin 7-14 (Pin Data): Pin ini digunakan untuk mengirim data ke layar. Pin ini terhubung dalam mode dua-kawat seperti mode 4-kawat dan mode 8-kawat. Dalam mode 4-kawat, hanya empat pin yang terhubung ke unit mikrokontroler seperti 0 hingga 3, sedangkan dalam mode 8-kawat, 8-pin terhubung ke unit mikrokontroler seperti 0 hingga 7.

8. Pin15 (+ve pin LED): Pin ini terhubung ke +5V
9. Pin 16 (-ve pin LED): Pin ini terhubung ke GND.



Gambar 2.12 Pin Diagram LCD 16x2

2.2.13.2 Fitur LCD 16x2

Fitur-fitur LCD ini terutama meliputi yang berikut :

1. Tegangan operasi LCD ini adalah 4.7V-5.3V
2. Ini termasuk dua baris di mana setiap baris dapat menghasilkan 16 karakter.
3. Pemanfaatan arus adalah 1mA tanpa *backlight*
4. Setiap karakter dapat dibangun dengan kotak 5×8 piksel
5. Huruf & angka LCD alfanumerik
6. Tampilan ini dapat bekerja pada dua mode seperti 4-bit & 8-bit
7. Ini dapat diperoleh dalam *backlight* biru & hijau
8. Ini menampilkan beberapa karakter yang dibuat khusus

2.2.14 Konverter DC ke DC (*Step Down Buck Converter DC CC*)

Step Down Buck Converter merupakan IC yang berfungsi menurunkan *power* DC dari 5-40V menjadi 1.2-35V. Alat jauh lebih praktis dan mudah

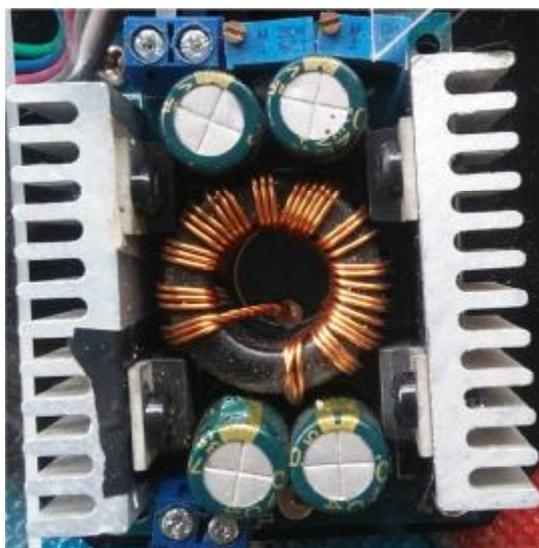
ketimbang mengandalkan resistor. Alat ini sangat berguna bila Anda memiliki *power adaptor* yang memiliki *output* lebih besar dari yang dibutuhkan perangkat penerima.

Selain digunakan untuk penurun tegangan *output power adaptor*, bisa digunakan untuk barang elektronik lainnya. Misalnya untuk *power supply* yang membutuhkan *short circuit protection*, LED yang membutuhkan *constant current*, untuk *power bank* yang hanya memiliki *output* DC 5V dapat menyalakan lampu LED 5V. *Step Down Buck Converter* juga dilengkapi dengan *heatsink* agar dapat meminimalisir terjadinya *over heat*.

2.2.14.1 Spesifikasi *Step Down Buck Converter* DC CC

Adapun spesifikasi dari *Step Down Buck Converter* DC CC sebagai berikut:

1. Tipe : *Step Down*
2. Tegangan *Input* : 5-40 Volt
3. Tegangan *Output* : 1.2-35 Volt (*Adjustable*)
4. Arus *Output* : 0.2 sd 9A (*Adjustable*) perlu tambahan kipas bila suhu lebih dari 65C
5. Max. *Power Output* : 300W
6. Konversi Efisiensi : < 95%
7. Suhu operasi : -40 - 85 derajat Celcius
8. Dimensi : 65*47*23.5 mm



Gambar 2.13 Step Down Buck Converter DC CC

2.15 Solar Charge Controller

Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. *Solar charge controller* mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian karena batere sudah 'penuh') dan kelebihan *voltase* dari panel surya / *solar cell*. Kelebihan *voltase* dan pengisian akan mengurangi umur baterai.

Solar Charge Controller menerapkan teknologi *Pulse width modulation* (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Panel surya / *solar cell* 12 Volt umumnya memiliki tegangan *output* 16 - 21 Volt. Jadi tanpa *solar charge controller*, baterai akan rusak oleh *overcharging* dan ketidakstabilan tegangan.

Beberapa fungsi detail dari solar charge controller adalah sebagai berikut:

1. Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari *overcharging*, dan *overvoltage*.
2. Mengatur arus yang dibebaskan/ diambil dari baterai agar baterai tidak '*full discharge*', dan *overloading*.
3. Monitoring temperatur baterai



Gambar 2.14 *Solar Charge Controller*

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini meliputi waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, dan rancangan alat penelitian. Metode penelitian yang digunakan ialah metode penelitian eksperimen yang dimana penelitian yang dilakukan untuk mengetahui akibat yang ditimbulkan dari suatu perlakuan yang diberikan secara sengaja oleh peneliti.

Pada prosedur penelitian akan dilakukan beberapa langkah yaitu pengujian untuk mengetahui pengambilan data posisi matahari, penyamaan skala alat ukur, pengujian karakteristik sel surya, pengujian keluaran panel sel surya. Penjelasan lebih rinci tentang metodologi penelitian akan dipaparkan sebagai berikut:

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Fakultas Teknik UMSU Jalan Muchtar Basri No. 3 Medan. Pada Tanggal 29-30 Oktober dan 11, 14 November 2020.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

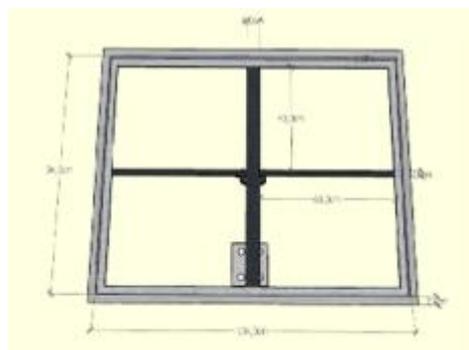
Peralatan dan komponen elektronika yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Laptop.
- b. Stop.
- c. Voltmeter.
- d. Amperemeter.
- e. Lux meter.
- f. *Power Watt Meter*.
- g. Tang potong.
- h. Tang Jepit buaya.
- i. Bor.
- j. Lem silicon.
- k. Solder.
- l. Penyedot timah.
- m. Kabel .

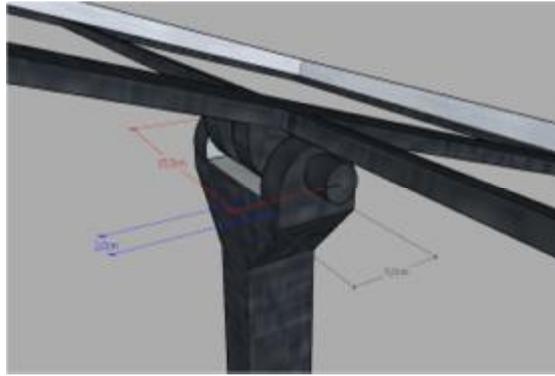
3.2.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada pengujian ini sebagai berikut :

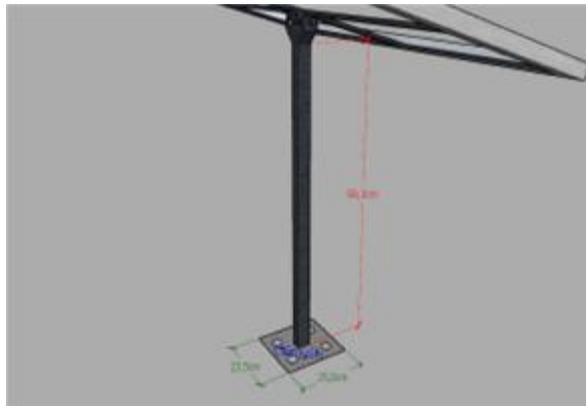
- a. Arduino UNO sebagai pemberi perintah dalam menggerakkan tracker.
- b. Solar Panel *Monocrystalline* 2 x 100 WP sebagai sumber energi.
- c. Aktuator berfungsi sebagai penggerak tracker.
- d. *Solar Charge Controller* berfungsi sebagai pengatur dalam mengisi daya kedalam baterai dan menghentikan arus balik ke panel pada saat malam hari.
- e. Inverter berfungsi sebagai pengubah tegangan DC menjadi AC.
- f. Transformator 12 Volt 10 Ampere
- g. Kabel 2 x 2 mm sepanjang 150 mm berfungsi menghubungkan antar komponen
- h. Kabel 2 x 2,5 mm sepanjang 900 mm berfungsi sebagai penghubung dari mc4 panel menuju *Solar Charge Controller*.
- i. Baterai 12 VDC 60 berfungsi sebagai penyimpanan daya dari panel surya.
- j. Sensor LDR 2 pcs berfungsi sebagai sensor cahaya pada tracker.
- k. MCB 4A berfungsi sebagai pengaman arus dari baterai menuju inverter.
- l. MCB 16A berfungsi sebagai pengaman arus dari inverter menuju beban.
- m. Alumunium ukuran 940 x 1340 mm sebagai bingkai penyangga panel.
- n. Bearing 6301 dengan diameter dalam 12 mm dengan luar 35 mm sebanyak 2 pcs.
- o. Plat besi 2 pcs sebagai kerangka penyangga as dudukan panel surya.
- p. Mika akrilik berukuran 400 x 350 x 250 mm berfungsi sebagai wadah inverter dan *Solar Charge Controller*.
- q. *Step Down Buck Converter* DC CC berfungsi untuk menurunkan tegangan dari baterai ke Arduino
- r. LCD 16x2 berfungsi untuk menampilkan berapa besar pencahayaan pada LDR



Gambar 3.1 Bingkai sisi dan penguat bingkai sisi panel surya



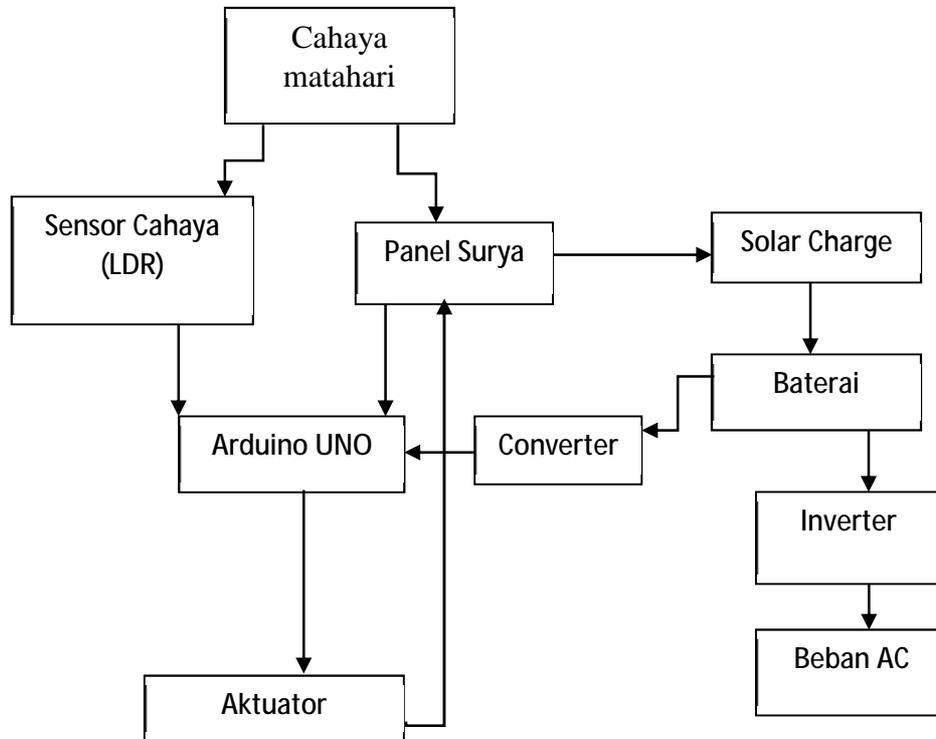
Gambar 3.2 Penghubung antara tiang penyangga dengan bingkai panel surya.



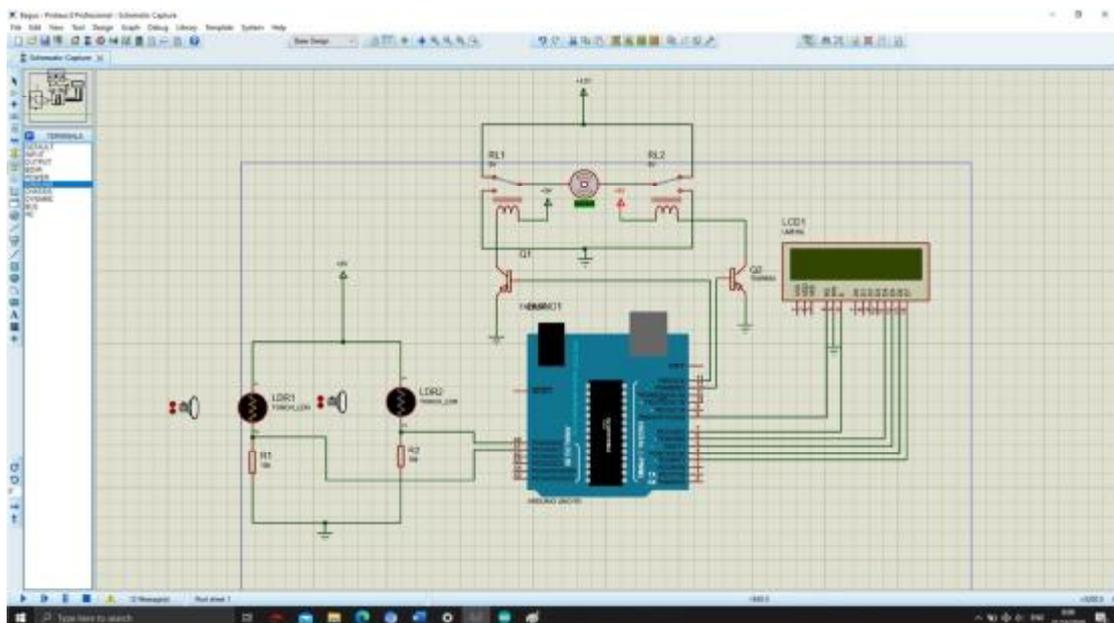
Gambar 3.3 Tiang penyangga rangka

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penggunaan Arduino Nano sebagai Alat Tracker pada PLTS 200 WP dengan Sistem Solar Charge bisa digambarkan seperti dibawah ini.

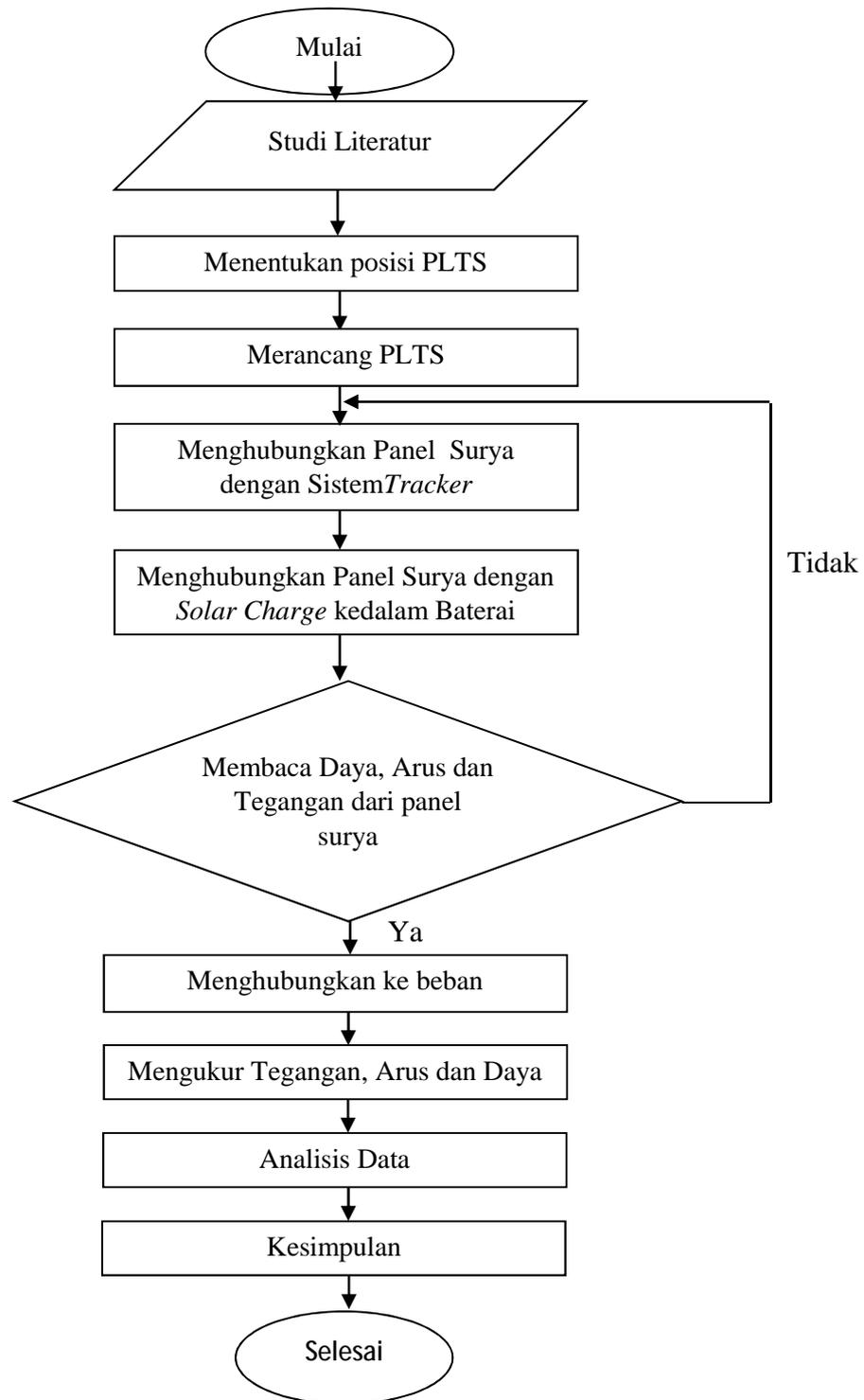


Gambar 3.4 Skema Rancangan Penggunaan Arduino UNO sebagai Alat Tracker Matahari pada PLTS 200 WP dengan Sistem Solar Charge



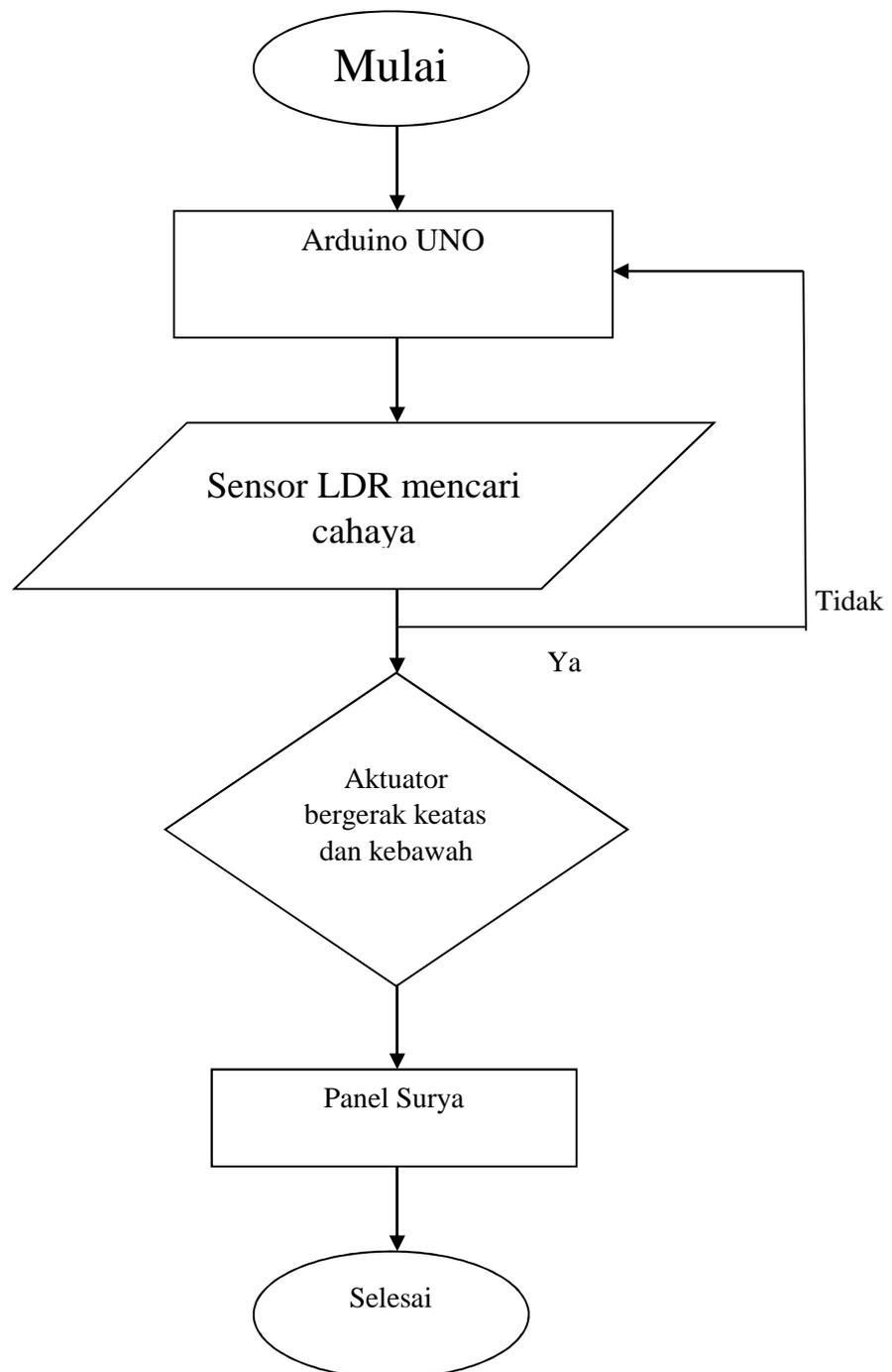
Gambar 3.5 Rangkaian kontrol aktuator menggunakan Proteus

Gambaran umum langkah-langkah dalam penelitian ini dapat dilihat dalam diagram alir pada Gambar 3.6



Gambar 3.6 diagram alir langkah-langkah penelitian

Gambaran umum langkah-langkah alat bekerja dalam penelitian ini dapat dilihat dalam diagram alir pada Gambar 3.7



Gambar 3.7 diagram alir langkah-langkah alat bekerja

Adapun gambar posisi panel dalam penelitian ini sebagai berikut :



Gambar 3.8 Posisi panel mengarah ke matahari terbit



Gambar 3.9 Posisi Panel Horizontal



Gambar 3.10 Posisi panel mengarah ke matahari terbenam

BAB IV

PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas tentang pengujian dan pembahasan tentang sistem secara keseluruhan yang telah dirancang. Pengujian dan pembahasan ini dilakukan dengan diperolehnya data pengukuran pada alat sehingga diperoleh data secara real untuk di tulis dalam laporan tugas akhir. Serta diperolehnya data tersebut untuk mengetahui keberhasilan dalam pembuatan alat, maka perlu untuk dilakukan pengujian terhadap alat yang telah dibuat.

4.1 Pengujian Catu Daya

Rancang bangun alat ukur solar tracker ini membutuhkan catu daya dc 5 V dan 12 V. Catu daya 5 V digunakan sebagai sumber tegangan pada rangkaian sensor cahaya dan rangkaian sistem minimum mikrokontroler, sedangkan catu daya 12 V digunakan sebagai sumber tegangan pada rangkaian aktuator.

Catu daya dc 5 V dapat menghasilkan tegangan keluaran sampai 5,03 V, nilai tegangan ini aman digunakan pada rangkaian karena hanya berbeda 0,03 V dari yang seharusnya. Catu daya 12 V juga menghasilkan tegangan kelauaran yang tidak jauh dari yang seharusnya yaitu paling besar 12,03 V. Ini berarti kedua catu daya ini dapat digunakan sebagai sumber tegangan mikrokontroler dan actuator

4.2 Pergerakkan *Tracker* pada Panel Surya

Pada percobaan ini untuk menggerakkan panel surya menggunakan Aktuator yang dikontrol pergerakannya oleh Arduino UNO dan Sensor LDR. Dimana penulis menggunakan 2 LDR. Setiap LDR deprogram sesuai mengikuti arah matahari. LDR 1 untuk mengikuti matahari mengarah ke barat dan LDR 2 sebaliknya mengikuti matahari mengarah ke timur.

4.3 Hasil Pengujian dan Pengambilan Data Tracker

Data yang di ambil dari hasil pengujian dan pembahasan sistem secara keseluruhan yang telah dirancang. Untuk mengetahui hasil dari alat ini, akan dilakukajn beberapa pengujian dan analisa pada seluruh bagian. Pengujian dan pengambilan data pertama dilakukan pada *Solar Cell* statis. Pengujian dan

pengambilan data kedua adalah *Solar Tracker* satu sumbu, dimana *Solar Cell* tegak lurus dengan posisi cahaya matahari dan *Solar Tracker* selalu mengikuti pergerakan matahari dengan posisi pencahayaan matahari dan *Solar Tracker* selalu mengikuti pergerakan matahari dengan sinyal dari sensor LDR.

4.3.1 Pengujian Panel Surya Statis

Pada pengujian pertama dilakukan dengan tanpa *Tracker*, dimana panel yang dibiarkan horizontal ditiang penyangga. Berikut adalah data dari pengujian dengan tanpa *Tracker* dengan beban lampu LED 15 Watt pada tanggal 29 Oktober 2020.

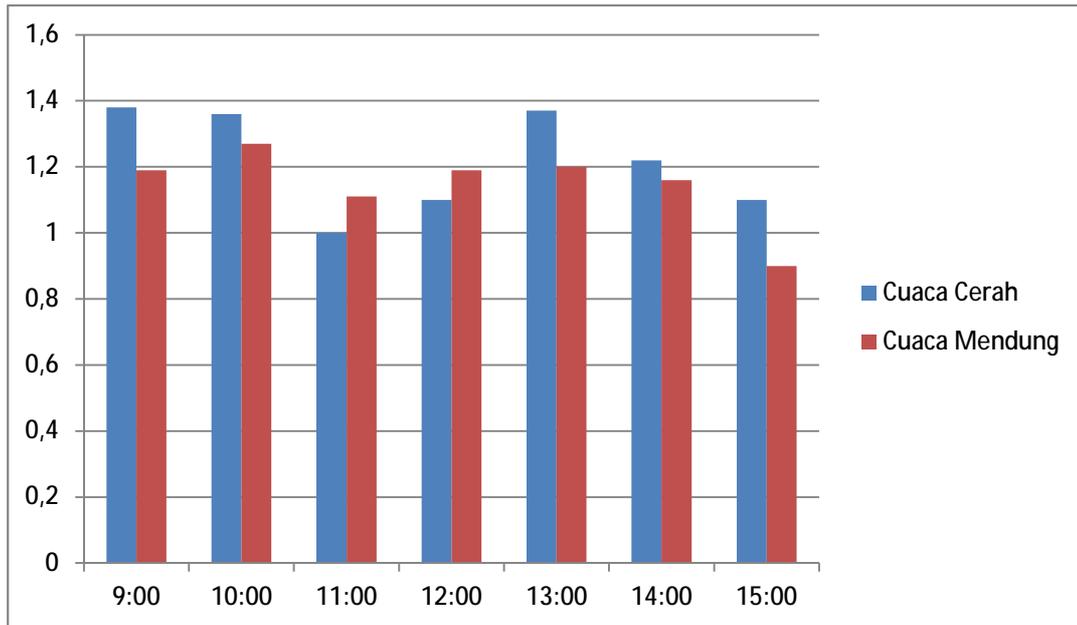
Tabel 4.1 Data pengujian tanpa *Tracker* saat cuaca cerah

No	Waktu Pengambilan Data	Daya (P)	Input Voc Dc	Charge baterai VDC	Arus (A)	Faktor kerja	Intensitas Cahaya
1	09.00	1,38	20,1	12.9	0,014	0,05	1569
2	10.00	1,36	21,4	13.2	0,012	0,06	1990
3	11.00	1,0	21,4	13.4	0,090	0,06	3251
4	12.00	1,1	20,8	13.7	0,087	0,06	3601
5	13.00	1,37	21,9	14.7	0,094	0,05	4904
6	14.00	1.22	21,0	15,1	0,086	0,06	4566
7	15.00	1.1	20,7	15.3	0,086	0,06	3466

Pada pengujian kedua dilakukan dengan tanpa *Tracker* juga, dimana panel yang dibiarkan horizontal ditiang penyangga. Berikut adalah data dari pengujian dengan tanpa *Tracker* dengan beban lampu LED 15 Watt pada tanggal 11 November 2020.

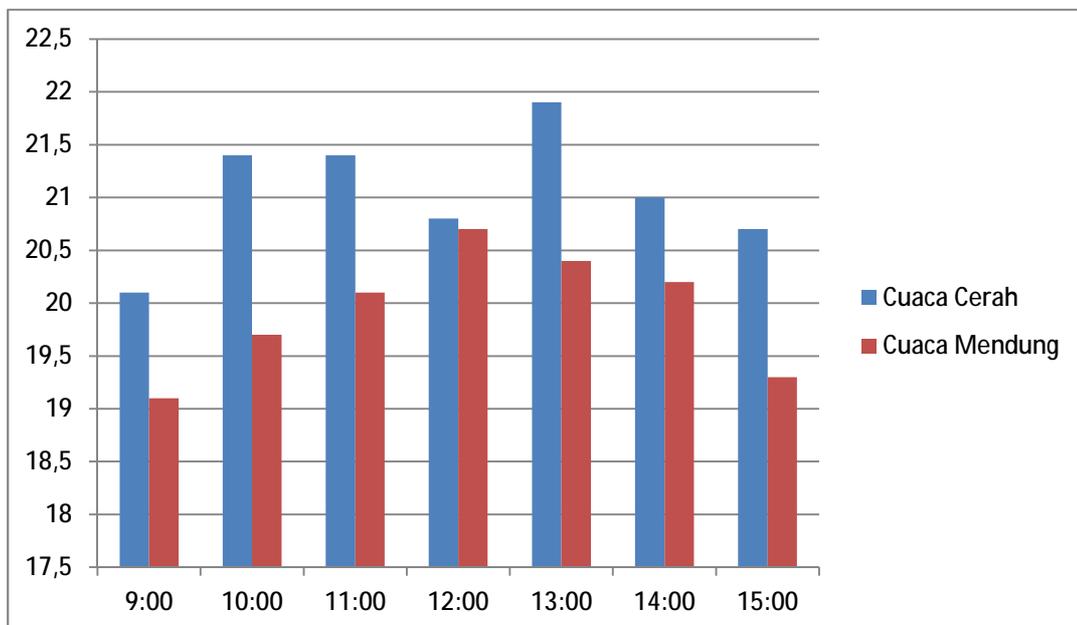
Tabel 4.2 Data pengujian tanpa *Tracker* saat cuaca mendung

No	Waktu Pengambilan Data	Daya (P)	Input Voc Dc	Charge baterai VDC	Arus (A)	Faktor kerja	Intensitas Cahaya
1	09.00	0,89	19,1	11.7	0,014	0,05	1226
2	10.00	1,27	19,7	12.0	0,020	0,05	1379
3	11.00	1,11	20,1	12.3	0,088	0,06	2699
4	12.00	1,19	20,7	12.7	0,079	0,06	3290
5	13.00	1,2	20,4	13.1	0,013	0,05	4616
6	14.00	1,16	20,2	13.5	0,090	0,06	4051
7	15.00	0,9	19,3	13.8	0,086	0,06	3676



Grafik 4.1 Pemakaian daya pada saat *Solar Cell* statis

Grafik diatas adalah grafik pemakaian daya pada saat *Solar Cell* statis. Pada penggunaan lampu LED dengan daya 15 Watt terukur setiap jam memiliki perubahan yang signifikan. Namun data pengujian diatas memiliki faktor kerja yg buruk. Pemakaian daya tertinggi saat cuaca cerah terjadi pada pukul 09:00 dan terendah pada pukul 11:00. Sedangkan pemakaian daya tertinggi pada saat cuaca mendung terjadi pukul 10:00 dan terendah pada pukul 15:00.



Grafik 4.2 Tegangan dari panel surya statis

Pada grafik diatas terdapat perubahan tegangan yang cukup signifikan, tegangan tertinggi pada saat cuaca cerah terjadi pada pukul 13.00 sebesar 21,9 V dan terendah terjadi pada pukul 09:00 sebesar 20.1 V. Sedangkan pada saat cuaca mendung tegangan tertinggi terjadi pada pukul 12.00 sebesar 20,7 dan terendah terjadi pada pukul 09.00 sebesar 19,1 V.

Berikut nilai tegangan rata-rata pada saat cuaca cerah :

$$V_{AV} = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n}{n}$$

$$V_{AV} = \frac{20,1 + 21,4 + 21,4 + 20,8 + 21,9 + 21 + 20,7}{7}$$

$$V_{AV} = \frac{147,3}{7} = 21,0 V$$

Adapun nilai tegangan rata-rata pada saat cuaca mendung :

$$V_{AV} = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n}{n}$$

$$V_{AV} = \frac{19,1 + 19,7 + 20,1 + 20,7 + 20,4 + 20,2 + 19,3}{7}$$

$$V_{AV} = \frac{139,5}{7} = 19,9 V$$

4.3.1 Pengujian pada *Solar Tracker*

Pada pengujian ketiga dilakukan pada *Solar Tracker* dimana *Solar Cell* bergerak mengikuti pergerakan matahari dari Timur ke Barat. Berikut adalah data dari pengujian kedua menggunakan *Solar Tracker* dengan beban lampu LED 15 Watt pada tanggal 30 Oktober 2020.

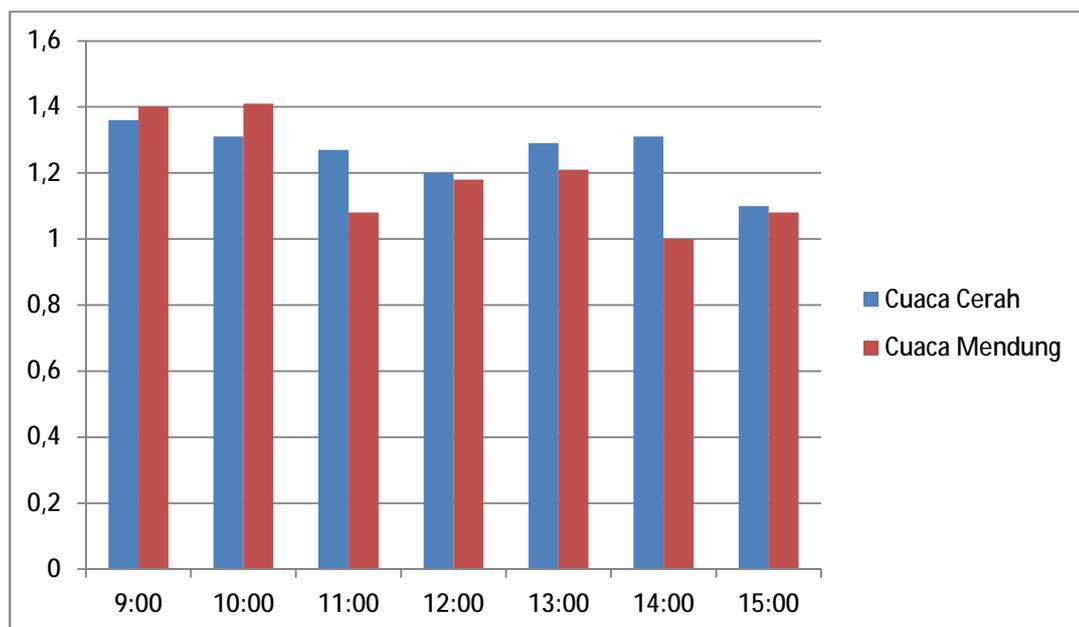
Tabel 4.3 Data pengujian pada *Solar Tracker* saat cuaca mendung

No	Waktu Pengambilan Data	Daya (P)	Input Voc Dc	Charge baterai VDC	Arus (A)	Faktor kerja	Intensitas cahaya
1	09.00	1,40	17,4	12.9	0,017	0,06	1990
2	10.00	1,41	17,7	13.2	0,017	0,07	2315
3	11.00	1,08	19,2	13.2	0,093	0,06	2290
4	12.00	1,18	19,9	13.7	0,090	0,07	3840
5	13.00	1.21	20,0	14.7	0,094	0,06	4990
6	14.00	1	20,2	13.2	0,093	0,06	3290
7	15.00	1,08	19,6	13.3	0,089	0,07	2815

Pada pengujian keempat dilakukan pada *Solar Tracker* dimana *Solar Cell* bergerak mengikuti pergerakan matahari dari Timur ke Barat. Berikut adalah data dari pengujian kedua menggunakan *Solar Tracker* dengan beban lampu LED 15 Watt pada tanggal 14 Oktober 2020.

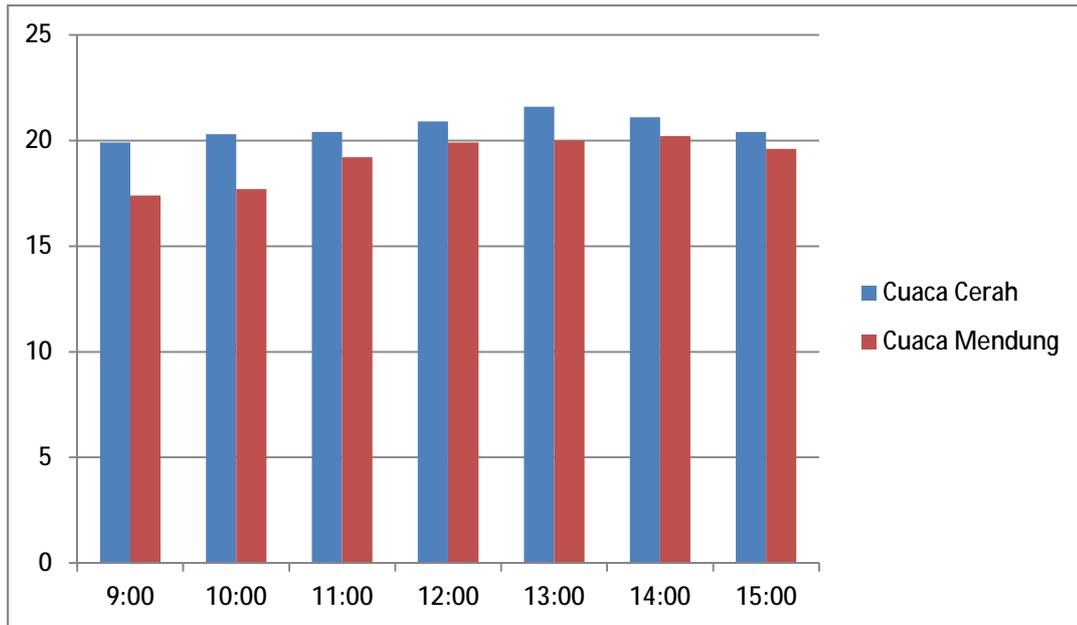
Tabel 4.4 Data pengujian pada *Solar Tracker* saat cuaca cerah

No	Waktu Pengambilan Data	Daya (P)	Input Voc Dc	Charge baterai VDC	Arus (A)	Faktor kerja	Intensitas cahaya
1	09.00	1,36	19,9	12.7	0,023	0,06	2290
2	10.00	1,31	20,3	13.4	0,027	0,07	2915
3	11.00	1,27	20,4	13.9	0,091	0,06	3590
4	12.00	1,2	20,9	14.5	0,086	0,07	4140
5	13.00	1.29	21,6	15.0	0,095	0,06	5272
6	14.00	1,31	21,1	15.4	0,091	0,06	4788
7	15.00	1.1	20,4	15.8	0,087	0,07	3915



Grafik 4.3 Pemakaian daya pada saat menggunakan *Solar Tracker*

Grafik diatas adalah grafik pemakaian daya pada saat *Solar Cell* statis. Pada penggunaan lampu LED dengan daya 15 Watt terukur setiap jam memiliki perubahan yang signifikan. Namun data pengujian diatas memiliki faktor kerja yg buruk. Pemakaian daya tertinggi saat cuaca cerah terjadi pada pukul 09:00 dan terendah pada pukul 15:00. Sedangkan pemakaian daya tertinggi pada saat cuaca mendung terjadi pukul 10:00 dan terendah pada pukul 14:00.



Grafik 4.4 Tegangan dari panel menggunakan *Trcaker*

Pada grafik diatas terdapat perubahan tegangan yang cukup signifikan, tegangan tertinggi pada saat cuaca cerah terjadi pada pukul 13.00 sebesar 21,6 V dan terendah terjadi pada pukul 09:00 sebesar 19,9 V. Sedangkan pada saat cuaca mendung tegangan tertinggi terjadi pada pukul 14.00 sebesar 20,2 dan terendah terjadi pada pukul 09.00 sebesar 17,4 V.

Berikut nilai tegangan rata-rata pada saat cuaca cerah :

$$V_{AV} = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n}{n}$$

$$V_{AV} = \frac{19,9 + 20,3 + 20,4 + 20,9 + 21,6 + 21,1 + 20,4}{7}$$

$$V_{AV} = \frac{144,6}{7} = 20,6 \text{ V}$$

Adapun nilai tegangan rata-rata pada saat cuaca mendung :

$$V_{AV} = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n}{n}$$

$$V_{AV} = \frac{17,4 + 17,7 + 19,2 + 19,9 + 20 + 20,2 + 19,6}{7}$$

$$V_{AV} = \frac{134}{7} = 19,1 \text{ V}$$

Dari Tabel dan grafik di atas dapat dilihat bahwa sel surya yang menggunakan solar tracker menghasilkan tegangan keluaran yang lebih besar dibandingkan metoda statis, hal ini disebabkan sel surya metoda statis tidak selalu tegak lurus terhadap matahari, sedangkan untuk menghasilkan tegangan yang optimal sel surya harus tegak lurus terhadap matahari, masalah ini yang di atasi dengan solar tracker agar sel surya selalu tegak lurus terhadap matahari. Posisi Panel dalam pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 3.8 sampai Gambar 3.10.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari rancang bangun pembangkit listrik tenaga surya maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengujian prinsip kerja Arduino mengontrol aktuator agar dapat menggerakkan panel sesuai yang di programkan Arduino.
2. Perancangan ini menggunakan 2 buah sensor LDR agar aktuator dapat mengikuti arah matahari bergerak, dimana LDR 1 mengikuti arah matahari ke arah timur sedangkan LDR 2 mengikuti arah matahari ke barat.
3. Pada pengujian dengan tanpa *tracker* didapat rata-rata tegangan masuk saat cuaca cerah sebesar 21 V, untuk cuaca mendung didapat 19,9 V. sedangkan dengan menggunakan *tracker* pada saat cuaca cerah didapat 20,6 V, untuk cuaca mendung didapat 19,6 V. Jika dilihat dari grafik, terlihat tegangan yang didapat dengan menggunakan *tracker* lebih stabil dibandingkan dengan tanpa *tracker*.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya ialah :

1. Perlu pengembangan lebih lanjut dalam hal desain untuk meningkatkan kehandalan peralatan.
2. Memperbaiki faktor kerja yang belum sempurna pada beban kapasitif maupun induktif.
3. Faktor ketelitian dan kehati-hatian perlu diperhatikan dalam merangkai alat.

DAFTAR PUSTAKA

- R., Azis Hutasuhut1, A., & Chaniago, Y. (2018). Analysis of Hybrid Power Plant Technology Using Data Weather in North Sumatera. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.7), 481. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.7.27364>
- Benny, I. M. P. W., Bgs, I., Swamardika, A., & Wijaya, I. W. A. (2015). *Rancang Bangun Sistem Tracking Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino*. 2(2), 115–120.
- Budi, S. H. (2015). *Pengembangan Solar Tracker Single Axis Berbasis Arduino Untuk Meningkatkan Perolehan*. 38.
- Fauzi, K. W., Arfianto, T., & Taryana, N. (2018). *Perancangan dan Realisasi Solar Tracking System untuk Peningkatan Efisiensi Panel Surya Menggunakan Arduino Uno*. 4(1).
- Ginting, M. (2018). *Rancang Bangun Solar Tracker dengan Sensor LDR Berbasis Mikrokontroler ATmega 8*.
- Gunawan, A., & Rahayani, R. D. (2015). *Perancangan Sistem Penggerak 2 Axis Pada Sel Surya Berbasis Sensor Matahari*. November, 1–6.
- Mardjun, I., Abdussamad, S., Abdullah, R. K., Studi, P., Elektro, T., Teknik, F., Gorontalo, U. I., Elektro, J. T., Teknik, F., & Gorontalo, U. N. (2018). *Rancang Bangun Solar Tracking Berbasis Arduino Uno*. 1(2), 19–24.
- Marniati, Y., & Hesti, E. (2018). *Alat Pengendali Solar Tracking Berbasis Ardiono Uno R3*. 7(2), 115–120.
- Myori, D. E., Mukhaiyar, R., & Fitri, E. (2019). *Sistem Tracking Cahaya Matahari pada Photovoltaic*. 19(1), 9–16.

- Putra, A. M., & Padang, U. N. (2020). *Sistem Kendali Solar Tracker Satu Sumbu berbasis Arduino dengan sensor LDR*. 06(01), 322–327.
- Rezkyanzah, J., & Putra, C. A. (2016). *Perancangan Solar Tracker Berbasis Arduino Sebagai Penunjang Sistem Kerja Solar Cell Dalam Penyerapan Energi Matahari*. XI.
- Situngkir, H., & Siregar, M. F. (2018). *Panel Surya Berjalan dengan Mengikuti Gerak Laju Matahari*. 1099, 128–131.
- Soedjarwanto, N., & Zebua, O. (2015). *Sistem Pelacak Energi Surya Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATmega8535*. 11–20.
- Suryana, D., Perindustrian, K., & Timur, J. (2016). *Otomatisasi pada Panel Surya menggunakan Sistem Tracking Aktif Tipe Single-Axis Automation Single Axis Type of Active System Tracking on*. 2(1).
- Sutaya, I. W., & Ariawan, K. U. (2016). *Solar Tracker Cerdas Dan Murah Berbasis Mikrokontroler 8 BIT ATmega8535*. 5(1), 673–682.
- Syafrialdi, R., & Wildian. (2015). *Rancang Bangun Solar Tracker Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 Dengan Sensor Ldr Dan Penampil LCD*. 4(2), 113–122.
- Wanajaya, P. P. (2019). *Analisa Kinerja Solar Tracker dengan Menggunakan Solar Cell Berbasis Arduino UNO*. *EPIC: Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control*, 2(2). <https://doi.org/10.32493/epic.v2i2.2890>

LAMPIRAN

```
solar_tracking | Arduino 1.8.13
File Edit Sketch Tools Help

solar_tracking
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Wire.h>

LiquidCrystal lcd (8,7,6,5,4,3);

#define LDR1 A0
#define LDR2 A1

int limitSwitch1 = A2;
int limitSwitch2 = A3;
int diam = 2;
int kanan = 13;
int kiri = 12;
int buzzer = 11;
int i;

void setup() {
  pinMode(kanan, OUTPUT);
  pinMode(kiri, OUTPUT);
  digitalWrite(kanan, HIGH);
  digitalWrite(kiri, HIGH);
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16,2);
  delay(2000);
  tone(buzzer, 1000);
  delay(300);
  noTone(buzzer);
  delay(300);
  tone(buzzer, 1000);
}
```

```
solar_tracking | Arduino 1.8.13
File Edit Sketch Tools Help

solar_tracking
delay(300);
noTone(buzzer);
delay(300);
// for(int i=0; i<1000; i++){
  lcd.print("Restarting...");
  // lcd.print(i);
  delay(1000);
  // if (limitSwitch1 == LOW){
  //   break;
  // }
// }
}

void loop() {
  int R1 = analogRead(LDR1);
  int R2 = analogRead(LDR2);
  int lim = analogRead(limitSwitch1);
  if (R1 > 225) {
    R1 = 225;
  }
  if (R2 > 225) {
    R2 = 225;
  }
  int cahaya1 = R1 * 100 / 225;
  int cahaya2 = R2 * 100 / 225;
  int beda1 = abs(cahaya1 - cahaya2);
  int beda2 = abs(cahaya2 - cahaya1);
  //int beda1 = abs(R1 - R2);
  //int beda2 = abs(R2 - R1);
}
```

```
solar_tracking | Arduino 1.8.13
File Edit Sketch Tools Help

solar_tracking
if ((beda1 <= diam) || (beda2 <= diam)){
  if (cahaya1 == 0 || cahaya2 == 0 || lim == 100) {
    for (i=0; i<3000; i++) {
      int ekr = analogRead(limitSwitch1);
      lcd.setCursor(0,0);
      lcd.print("System OFF");
      lcd.setCursor(0,1);
      lcd.print("Menghitung: ");
      lcd.setCursor(1);
      if (ekr == 100) {
        lcd.clear();
        break;
      }
      delay(1000);
      digitalWrite(kiri, LOW);
      lcd.clear();
    }
  }
  if (lim == 100 || cahaya1 == 1) {
    for (int i=0; i<3000; i++) {
      int R1 = analogRead(LDR1);
      int R2 = analogRead(LDR2);
      if (R1 > 225) {
        R1 = 225;
      }
      if (R2 > 225) {
        R2 = 225;
      }
      int cahaya1 = R1 * 100 / 225;
    }
  }
}
```




PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Kampus Utama Jl, Kapt. Mucktar Basri No.3 Medan - 20238, Telp. (061) 661059

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : BAGUS MUHAMMAD RIZKY
NPM : 1607220054
Judul Tugas Akhir : "PEGGUNAAN ARDUINO NANO ATMEGA 168
SEBAGAI ALAT TRACKER MATAHARI PADA PLTS
200 WP DENGAN SISTEM SOLAR CHARGE"

No	Hari/Tanggal	Uraian Asistensi	Paraf
	20/2-2020	Revisi Bab I, II	
	27/2-2020	Revisi Bab I, II dan III	
	28/2-2020	Revisi Bab III	
	6/3-2020	Revisi Bab III	
	7/3-2020	All seminar proposal	

Dosen Pembimbing,

Muhammad Safri, S.T, M.T



LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : BAGUS M RIZKY
NPM : 1607220054
Judul Tugas Akhir : "PENGUNAAN ARDUINO UNO SEBAGAI ALAT
TRACKER MATAHARI PADA PLTS 200 WP DENGAN
SISTEM SOLAR CHARGE"

No	Hari/Tanggal	Uraian Asistensi	Paraf
		Revisi Bas I	b
		Revisi Bas II	A ..
		Revisi Bas III	t
		Revisi Bas IV & V	b
	3/11 2020	Ace seminar	d

Dosen Pembimbing,


Muhammad Safril, S.T, M.T



LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : BAGUS M RIZKY
NPM : 1607220054
Judul Tugas Akhir : "PENGUNAAN ARDUINO UNO SEBAGAI ALAT
TRACKER MATAHARI PADA PLTS 200 WP
DENGAN SISTEM SOLAR CHARGE"

No	Hari/Tanggal	Uraian Asistensi	Paraf
	10/ 11 - 2020	Ace Rizky	

Dosen Pembimbing,

Muhammad Safril, S.T, M.T

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Bagus Muhammad Rizky
Panggilan : Bagus
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 12 Agustus 1998
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat Sekarang : Jl. Mawar 5 No. 69 Blok XI Perumnas Helvetia Medan
No Handphone/Whatsapp : 087895651614 / 087761371068
E-mail : *bagusmhdrizky@gmail.com*

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswwa : 1607220054
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Elektro
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	Taman Kanak-Kanak	Tk Yon Zipur Medan	2003-2004
2	Sekolah Dasar	SD Ar - Rahman	2004-2010
3	Sekolah Menengah Pertama	MTs Negeri 3 Medan	2010-2013
4	Sekolah Menengah Atas	MA Negeri 2 Medan	2013-2016
5	Perguruan Tinggi / Strata 1	Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	2016-2020