

TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN *SOLAR ANGLE TRACKER* SEBAGAI PENENTU
KEMIRINGAN *PHOTOVOLTAIC* MENGGUNAKAN SENSOR LDR
BERBASIS *INTERNET of THINGS***

*Diajukan Sebagai Syarat untuk Memproleh Gelar Sarjana
Program Strata-1 Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

GEMA MAHARDIKO

1607220041



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Gema Mahardiko

NPM : 1607220041

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Perancangan Solar Angle Tracker Sebagai Penentu
Kemiringan Photovoltaic Menggunakan Sensor LDR Berbasis
Internet Of Things


Bidang ilmu : Energi Baru Terbarukan

Telah berhasil dipertahankan 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 Mei 2022

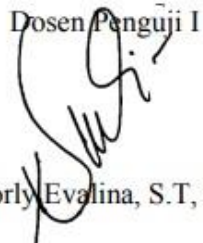
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing

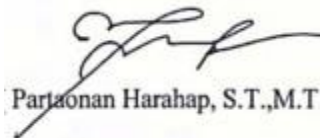


Rimbawati, S.T, M.T

Dosen Penguji I

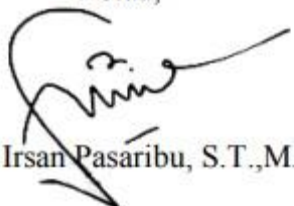


Noorly Evalina, S.T, M.T



Partaonan Harahap, S.T.,M.T

Program Studi Teknik Elektro
Ketua,



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Gema Mahardiko

Tempat /Tanggal Lahir :Medan, 28 Mei 1998

NPM : 1607220041

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul :

“Perancangan Solar Angle Tracker Sebagai Penentu Kemiringan Photovoltaic Menggunakan Sensor LDR Berbasis internet Of Things ”,

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 orisinil 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/Mesin/Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 16 Mei 2022
Saya yang menyatakan



Gema Mahardiko

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “**Perancangan Solar Angle Tracker Sebagai Penentu Kemiringan Photovoltaic Menggunakan Sensor Ldr Berbasis Internet of Things**” dengan lancar. Shalawat berangkaikan salam kita panjatkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW yang mana beliau adalah suri tauladan bagi kita semua yang telah membawa kita dari zaman kebodohan menuju zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan.

Tugas akhir ini tidak mungkin tersusun dengan baik dan benar tanpa adanya bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT dengan segala Rahmat serta karunianya yang memberikan kekuatan, pengetahuan, serta kesehatan pada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Kedua orang tua penulis, yakni Ayahanda Joko Saptono dan Ibunda Hartati Rubiatun yang sangat penulis cintai tanpa lelah mengasuh, mendidik, dan membimbing hingga saat ini belum dapat penulis bahagiakan.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T.,M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T., S.Pd., M.T, selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.
5. Ibu Elvy Sahnur S.T., M.T, selaku Ketua Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

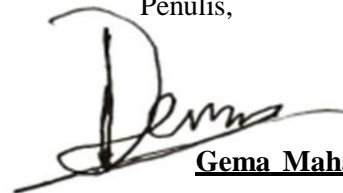
6. Ibunda Rimbawati S.T.,M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir yang sangat mencengkam ini, serta selaku tempat memberi segala solusi baik dalam urusan perasaan, keuangan, jodoh, dan beban hidup.
7. Seluruh Staf Pengajar/Pegawai Program Studi Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.
8. Teman-teman seperjuangan penulis dari S-1 Fatek Elektro UMSU stambuk 2016. Terkhusus kepada Ridho Ananda, Aslam Ridho Effendy, Heri Setiadi, Agung Tajali Ramadhan, Ariadi (Popoy), Muhammad Ardiansyah, WiraAgus Lexmana, dan Andre Dwicahyo terimakasih telah menjadi teman terbaik bagi Penulis.
9. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini disebabkan keterbatasan kemampuan penulis, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik & saran yang membangun dari segenap pihak.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tulisan ini dapat menambah dan memperkaya lembar khazanah pengetahuan bagi para pembaca sekalian dan khususnya bagi penulis sendiri. Sebelum dan sesudahnya penulis mengucapkan terima kasih.

Medan, 04 Oktober 2021

Penulis,



Gema Mahardiko

1607220041

Abstrak

Indonesia merupakan Negara tropis yang memiliki 2 musim yakni, musim hujan dan kemarau. Hal ini membuat Indonesia menjadi negara yang memiliki potensi besar dalam pemanfaatan energi matahari seperti pengeringan dalam bidang pangan dan menjadi sumber energi cadangan dalam bidang kelistrikan. Untuk mendapatkan output photovoltaic yang maksimal, salah satu caranya dapat dilakukan dengan cara mengoptimalkan penyerapan radiasi matahari. Pemasangan posisi panel photovoltaic sangat berpengaruh terhadap penyerapan radiasi matahari. Pengaturan posisi panel photovoltaic dilakukan dengan cara mengatur arah azimuth dan sudut tilt panel photovoltaic. Cara yang paling efektif adalah dengan menggunakan solar tracking otomatis, dimana arah azimuth dan sudut tilt panel photovoltaic dapat diatur secara otomatis mengikuti pergerakan matahari.

Kata kunci: Azimut, photovoltaic, tracking.

Abstract

Indonesia is a tropical country that has 2 seasons, namely, the rainy season and the dry season. This makes Indonesia a country that has great potential in the use of solar energy such as drying in the field of food sources and as a backup energy source in the electricity sector. To get the maximum photovoltaic output, one way can be done by optimizing the absorption of solar radiation. The installation of the photovoltaic panel position greatly affects the absorption of solar radiation. Setting the position of the photovoltaic panel is done by adjusting the azimuth direction and tilt angle of the photovoltaic panel. The most effective way is to use automatic solar tracking, where the azimuth direction and tilt angle of the photovoltaic panel can be adjusted automatically following the movement of the sun.

Keywords: Azimut, photovoltaic, tracking

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan	5
2.2 Landasan Teori	8
2.2.1 Photovoltaic.....	8
2.2.2 Titik Azimut	9
2.2.3 Mikrokontroler Arduino.....	14
2.2.4 Sensor MPU6050.....	19
2.2.5 Thinger.io Platform.....	21
2.2.6 <i>Software</i> Arduino IDE.....	23
2.2.7 LCD (Liquid Crystal Display).....	26
2.2.8 LDR (<i>Light Dependent Resistor</i>).....	28
2.2.9 Software Proteus	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	30
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	30
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	30
3.3 Prosedur Penelitian	31

3.4	Inisialisasi Sistem dan Blok Diagram Sistem	33
3.5	Perancangan Sistem	34
3.6	Pengujian Alat.....	40
3.7	<i>Flowchart</i> Cara Kerja Alat.....	43
BAB IV HASIL DAN ANALISA		45
4.1	Hasil Perancangan Solar Angle Tracker	45
4.2	Hasil Perancangan Platform <i>Thingier.io</i>	46
4.2.1.	Menu <i>Dashboard</i> Waktu.....	47
4.2.2.	Menu <i>Dashboard</i> Tegangan.....	48
4.2.3.	Menu <i>Dashboard</i> Temperatur	49
4.2.4.	Menu <i>Dashboard</i> Intensitas Cahaya	50
4.2.5.	Menu <i>Dashboard</i> Sudut.....	50
4.3	Hasil Pengamatan Tegangan, Temperatur, Intensitas Cahaya, dan Sudut.....	51
4.4	Hasil Rata-rata Pengamatan.....	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		58
5.1.	Kesimpulan.....	58
5.2.	Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA		59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Panel <i>photovoltaic</i>	9
Gambar 2.2 Ilustrasi sudut azimuth matahari.....	10
Gambar 2.3 Sensor MPU 6050.....	21
Gambar 2.4 <i>Software</i> Arduino IDE.....	26
Gambar 2.5 Tampilan <i>Software</i> Proteus.....	29
Gambar 3.1 Lokasi penelitian.....	30
Gambar 3.2 Diagram alir penelitian.....	32
Gambar 3.3 Blok diagram sistem.....	33
Gambar 3.4. Skema rangkaian menggunakan <i>software</i> Proteus	35
Gambar 3.5. Besi penyangga alat penelitian	36
Gambar 3.6. Pemasangan panel PV pada besi penyangga	36
Gambar 3.7 Bentuk program Wemos D1	37
Gambar 3.8. Tampilan awal <i>thinger.io</i>	38
Gambar 3.9. Tampilan pada menu <i>Devices</i>	39
Gambar 3.10. Tampilan pada menu <i>dashboard</i>	39
Gambar 3.11 Antar muka platform <i>thinger.io</i>	41
Gambar 3. 12 Flowchart sistem <i>voltage booster</i>	43
Gambar 3. 13 Flowchart sistem <i>angle tracker</i>	44

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Data pengamatan hari pertama	51
Tabel 4.2. Data pengamatan hari ke-2.....	52
Tabel 4.3. Data pengamatan hari ke-3.....	53
Tabel 4.4. Data pengamatan hari ke-4.....	54
Tabel 4.5. Data pengamatan hari ke-5.....	54
Tabel 4.6. Data pengamatan hari ke-6.....	55
Tabel 4.7. Data pengamatan hari ke-7.....	55
Tabel 4.8. Nilai rata-rata tegangan berdasarkan besar sudut selama 7 hari.	57

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan Negara tropis yang memiliki 2 musim yakni, musim hujan dan kemarau. Hal ini membuat Indonesia menjadi negara yang memiliki potensi besar dalam pemanfaatan energi matahari seperti pengeringan dalam bidang sumber pangan dan menjadi sumber energi cadangan dalam bidang kelistrikan.

Pada bidang kelistrikan, energi matahari dapat digunakan menjadi penyuplai energi cadangan dengan mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik melalui alat yang disebut solar panel. Solar panel bekerja dengan prinsip p-n *junction* yaitu *junction* antara semikonduktor tipe-p dan tipe-n yang terdiri dari ikatan-ikatan atom di mana elektron sebagai penyusun dasarnya. Fungsi dari p-n *junction* ini adalah untuk membentuk medan listrik sehingga elektron bisa di ekstrak oleh material kontak untuk menghasilkan listrik.

Untuk mendapatkan output photovoltaic yang maksimal, salah satu caranya dapat dilakukan dengan cara mengoptimalkan penyerapan radiasi matahari. Pemasangan posisi panel photovoltaic sangat berpengaruh terhadap penyerapan radiasi matahari. Pengaturan posisi panel photovoltaic dilakukan dengan cara mengatur arah azimuth dan sudut tilt panel photovoltaic. Cara yang paling efektif adalah dengan menggunakan solar tracking otomatis, dimana arah azimuth dan sudut tilt panel photovoltaic dapat diatur secara otomatis mengikuti pergerakan matahari. Tetapi karena faktor finansial dan perawatan peralatan yang tinggi cara ini kurang banyak peminat. Sehingga user lebih memilih panel photovoltaic yang bisa diatur secara manual selama periode tertentu (Darussalam et al., 2016).

Dalam menentukan sudut panel, ada beberapa aspek yang perlu diperhatikan salah satunya ialah titik azimuth matahari. Karena semua perihal yang menyangkut kemampuan disiplin ilmu geodesi membutuhkan suatu penentuan azimuth (M. L. Murtdlo, 2017). Menentukan titik azimuth ada beberapa cara, antara lain dengan melakukan pengamatan benda-benda langit, yang umum dilakukan ialah terhadap matahari dan bintang. Selain itu dengan kedua titik pengukuran yang sudah diketahui koordinatnya. Dimana pengamatan koordinatnya diperoleh dengan melakukan pengukuran menggunakan pengamatan *Global Positioning System* (GPS) (M. Murtdlo & Yuwono, 2017).

Penelitian tentang titik azimuth matahari telah banyak dilakukan sebelumnya, seperti dilakukan oleh saudara (Elektro et al., 2017) dengan menggunakan metode *tracker* berbasis *Global Positioning System* (GPS) dengan kendali PD Fuzzy. Namun, kelemahan pada metode ini ialah terletak pada penggunaan algoritma PD Fuzzy itu sendiri. Karena untuk mengimplementasikan algoritma PD Fuzzy yang rumit membutuhkan *clock speed* yang tinggi untuk dapat memproses semua data yang ada, sehingga diperlukan banyak waktu apabila *processor* yang digunakan memiliki spesifikasi *clock speed* rendah. Selain itu, Metode tinggi matahari dipilih karena memiliki keunggulan dapat mengeliminir atau mereduksi pengaruh dari beberapa kesalahan dan bias (Hafid et al., 2017).

Berdasarkan hal di atas maka, skripsi ini akan membahas “*Perancangan Solar Angle Tracker Sebagai Penentu Kemiringan Photovoltaic Menggunakan Sensor Ldr Berbasis Arduino*”.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas berdasarkan uraian di atas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang solar angle tracking sebagai penentu kemiringan photovoltaic?
2. Berapakah nilai efektif sudut panel agar penyerapan energi matahari dapat diserap maksimal?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui bagaimana cara merancang solar angle tracking sebagai penentu kemiringan photovoltaic.
2. Untuk mengetahui nilai efektif sudut panel agar penyerapan energi matahari dapat diserap maksimal.

1.4 Batasan Masalah

Adapun masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Rancangan yang dibuat hanya mencari sudut azimuth matahari berdasarkan pergeseran matahari dari timur ke barat.
2. Analisis hanya menghitung seberapa besar daya listrik puncak yang dihasilkan photovoltaic saat panas terik dan berada di kemiringan yang tepat.
3. Data yang diambil hanya berdasarkan pengamatan dari matahari terbit hingga matahari tenggelam.

1.5 Sistematika Penulisan

Skripsi yang disusun memiliki sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan merupakan bagian pertama yang menjabarkan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dari pengamatan yang dilakukan, dan sistematis penulisan.

BAB II TEORI DASAR

Bab ini membahas penjelasan tentang teori dasar yang digunakan pada pembuatan tugas akhir.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Bab ini membahas sistematika kondisi penelitian yaitu berupa lokasi dan waktu penelitian, prosedur penelitian, perancangan sistem, dan pengujian sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil pengujian alat dan menganalisa hasil percobaan dari alat tersebut.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan penulis tentang hasil perancangan solar angle tracker.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Energi surya merupakan sumber energi terbarukan yang tersedia secara berlimpah di Indonesia. Salah satu cara memanfaatkan energi surya adalah dengan mengubahnya menjadi energi listrik menggunakan modul fotovoltaik atau modul surya yang disebut pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Dewasa ini pemanfaatan energi surya sebagai pembangkit tenaga listrik berkembang pesat, akan tetapi belum ada standard terkait pembangunan PLTS di Indonesia. Pembangunan PLTS dapat mempercepat rasio kelistrikan dan mengurangi konsumsi bahan bakar minyak di daerah terpencil (Sianipar, 2014).

Untuk itu, banyak sekali penelitian dilakukan untuk dapat menciptakan standarisasi terkait perancangan dan pembangunan PLTS. Dilakukan oleh saudara (M. L. Murtdlo, 2017), dengan melakukan penelitian mengamati sudut azimuth dengan menggunakan metode *Global Positioning System (GPS)*, ia mengemukakan bahwa bahwa semakin kecil nilai ketelitian azimuth dari sebuah pengamatan terhadap azimuth BM referensi, semakin kecil juga jarak penyimpangannya. Sedangkan semakin besar nilai ketelitian azimuth dari sebuah pengamatan, semakin besar juga jarak penyimpangannya dari azimuth BM referensi.

Penggunaan metode GPS tidak hanya terpaku pada satu sistem saja, ada beberapa referensi tambahan untuk mendapatkan hasil akhir yang maksimal seperti penambahan *antenna tracker*. Penggunaan *antenna tracker* ialah agar pengamatan dapat mengikuti pergerakan sumber sinyal yang dilacak pada penelitian adalah matahari (Elektro et al., 2017).

Seperti diketahui, azimuth merupakan hal yang tidak dapat diabaikan dalam menentukan posisi sudut panel PLTS. Ada beberapa metode dalam melakukan penelitian azimuth seperti yang dilakukan pada penelitian (M. Murtdlo & Yuwono, 2017), menyimpulkan bahwa nilai azimuth pengamatan GPS lebih teliti daripada pengamatan tinggi matahari yang dibandingkan terhadap nilai azimuth dari 2 titik BM referensi. Ketelitian nilai azimuth pengamatan tinggi memiliki rata-rata sebesar 4 menit 48,5 detik. Sedangkan ketelitian nilai azimuth pengamatan GPS memiliki rata-rata sebesar 7,24 detik.

Selain menggunakan metode GPS dan tinggi matahari, pengamatan azimuth juga dapat dilakukan menggunakan alat ukur theodolite. Didapatkan azimuth sebesar $N 120^{\circ}26' 13''$ terhadap utara geografis (UG). Setelah dikorelasikan antara azimuth yang dihasilkan dari pengamatan matahari dengan azimuth magnet kompas yang diperoleh dari alat ukur theodolit Wild T.1 didapatkan koreksi pembacaan sebesar $00^{\circ}26' 13''$ (Azimut et al., 2000).

Penelitian selanjutnya mengenai sudut azimuth dilakukan oleh saudara (Optimalisasi et al., 2017). Penelitian yang berlokasi di kabupaten Nagan Raya ini menyimpulkan bahwa penyesuaian sudut miring permukaan panel surya dari Januari – Desember dengan orientasi menghadap selatan pada variasi sudut $10^{\circ} - 50^{\circ}$ dapat meningkatkan penerimaan radiasi matahari oleh panel surya.

Pengaruh sudut kemiringan terhadap hasil keluaran tegangan juga dibuktikan dalam penelitian (Energi, 2018), dengan kesimpulan bahwa hasil pengukuran sudut kemiringan PV dengan arus keluaran panel sel surya tertinggi yakni, pada sudut 30° , sudut 35° , dan sudut 40° , sedangkan dengan menggunakan metode regresi kuadratik sudut optimum peletakan panel sel surya dalam menerima paparan radiasi

sinar matahari pada sudut 36.7° . Dengan metode regresi kuadratik polynomial untuk mendapatkan sudut optimum peletakan panel sel surya juga peroleh nilai arus keluaran tertinggi sebesar 1.99 Ampere. Dari hasil evaluasi yang telah dilakukan dengan menggunakan metode regresi kuadratik polynomial dibantu dengan software excel sebagai alat bantu dalam menganalisa, ternyata hasil pengukuran real dibandingkan dengan menggunakan metode regresi kuadratik diperoleh hasil nilai RMSE (root mean square error) 0.27476 dengan prosentase keakuratan sebesar 1.13 %, nilai RMSE rendah menunjukkan bahwa variasi nilai yang dihasilkan oleh suatu model prakiraan mendekati variasi nilai observasinya.

Penelitian lain tentang pengaruh sudut azimuth terhadap tegangan yang dihasilkan dilakukan oleh (Bahari & Laka, 2017). Penelitian tersebut mengemukakan perubahan intensitas cahaya sangat berpengaruh terhadap kuat dan lemahnya tegangan yang diterima panel sel surya, perubahan terhadap sudut datang sinar matahari berpengaruh terhadap besar kecilnya tegangan, bertambah tinggi temperatur panel sel surya bertambah lemah tegangannya, arah sudut yang tepat adalah pada sudut sinar datang matahari terletak pada sudut 125 derajat, dan arah sudut tergantung lokasi penempatan panel sel surya.

Penelitian berikutnya tentang sudut azimuth mendapatkan hasil bahwa sudut kemiringan panel surya yang menghasilkan tegangan dan arus dalam jumlah yang lebih besar adalah pada sudut 10° pada sumbu x negatif. Pada sudut kemiringan tersebut menghasilkan nilai daya yang paling maksimal sehingga pada sudut tersebut panel surya dapat bekerja optimal (Tamimi et al., 2016).

Pergantian musim nyatanya juga sangat berpengaruh terhadap tegangan yang dihasilkan oleh PLTS, bahkan curah hujan yang tinggi dan cenderung lama tidak

menutup kemungkinan dapat menyebabkan PLTS berhenti beroperasi. Oleh sebab itu, diperlukan sudut panel untuk tiap-tiap musimnya sebesar 1° untuk musim hujan dan 24° untuk musim kemarau (Pangestuningtyas, n.d.).

Sudut kemiringan optimal panel surya merupakan salah satu faktor penentu terhadap penerimaan jumlah radiasi surya dalam jumlah maksimal, sehingga akan berdampak terhadap daya keluaran panel surya. Penelitian yang dilakukan di wilayah Meulaboh ini juga dapat ditarik kesimpulan bahwa penerapan nilai sudut optimal terhadap instalasi panel surya dapat meningkatkan penerimaan radiasi langsung dari matahari, serta antara sudut altitude matahari dengan sudut deklinasi saling berhubungan dalam metode perhitungan untuk mendapatkan nilai sudut kemiringan panel surya (Ali et al., 2019).

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Photovoltaic

Photovoltaic merupakan sebuah lempengan logam yang menghasilkan sejumlah arus listrik jika dikenai cahaya (foton). Arus yang dihasilkan oleh *photovoltaic* tersebut dipengaruhi oleh beberapa besaran fisis yaitu intensitas cahaya (iradiansi) dan temperatur dari modul *photovoltaic* itu sendiri. Semakin besar intensitas cahaya yang mengenai *photovoltaic* tersebut, maka arus yang dihasilkan akan semakin besar. Namun, kekurangan yang dimiliki oleh PV dan di *buoy weather station* khususnya adalah masih belum dapat menghasilkan daya maksimal sebagaimana spesifikasi dari PV itu sendiri (Putra et al., 2013).

PV memiliki beberapa varian, namun yang umum digunakan ialah jenis monocrystallin silicon dan polycrystalline silicon. Jenis monocrystallin silicon memiliki tingkat serapan foton yang lebih baik bila dibandingkan dengan bahan

polycrystalline silicon. Tipe panel surya ini terbuat dari bahan sel Kristal tunggal, sehingga elektron yang menghasilkan listrik mempunyai lebih banyak ruang untuk mengalir, hal ini yang membuat monocrystalline menjadi lebih efisien (Rimbawati et al., 2021).



Gambar 2.1 Panel *photovoltaic*

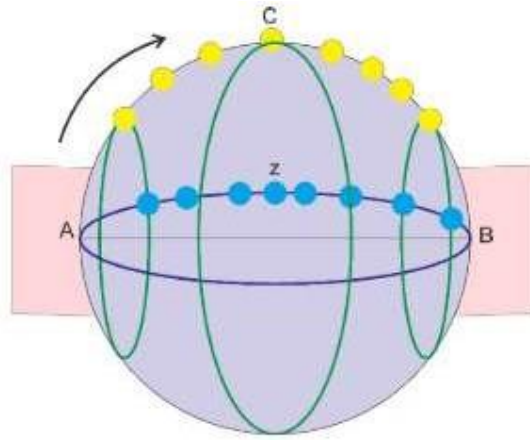
Prinsip kerja PV mirip dengan baterai, apabila tegangan yang ingin diperbesar maka PV dihubung seri, apabila arus yang ingin diperbesar maka PV dihubung paralel.

Sebagai patokan, satuan PV adalah Watt Peak (Wp) dengan artian daya yang dapat dihasilkan oleh *photovoltaic* tersebut ketika disinari oleh matahari. Jika dikalikan tegangan maksimum (V_{mp}) dengan arus maksimum (I_{mp}) yang tercantum pada label sebuah PV tersebut, maka dapat ditentukan kapasitas panel tersebut dalam satuan Wp.

2.2.2 Titik Azimut

Sudut azimuth atau juga sering disebut bearing merupakan sudut yang dibentuk oleh dua garis lurus, garis pertama menuju utara peta/grid atau utarakompas dan garis ke dua menuju suatu titik sasaran yang dihitung searah jarum jam,

Atau dengan kata lain bahwa sudut azimuth adalah sudut yang dibentuk dari pengamat menuju objek dengan arah utara sebagai acuannya.



Gambar 2.2 Ilustrasi sudut azimuth matahari

Berdasarkan gambar di atas terdapat jalur matahari sepanjang hari melalui titik A-C-B dimana arah tersebut akan berubah setiap waktu sedangkan sudut azimuth nya sendiri berada pada bidang horizontal A-Z-B yang selalu sejajar dengan pola pergerakan dari matahari itu sendiri (Ekaputri et al., 2018).

Berdasarkan pengertian lain, azimuth adalah sudut horisontal antara meridian referensi dan garis survei yang diukur searah putaran jarum jam. Dengan kata lain, Azimuth tidak dapat terlepas dengan meridian. Adapun jenis meridian adalah sebagai berikut:

1. Meridian Astronomis

Meridian astronomis (*astronomical meridian*) adalah garis hasil perpotongan antara permukaan bumi dan bidang yang menghubungkan kutub utara dan kutub selatan bumi. Arah meridian astronomis dari satu titik di permukaan bumi tidaklah bervariasi atau selalu sama. Pada lokasi yang berbeda, meridian astronomis ini arahnya tidak paralel (sejajar) tetapi konvergen di kutub. Namun

demikian, untuk survei yang tidak begitu luas (seperti Ilmu Ukur Tanah), meridian astronomis ini dianggap paralel satu dengan lainnya. Adapun cara penentuan arahnya pada suatu stasiun dilakukan dengan pengamatan astronomis, misal pengamatan matahari atau bintang. Pada survei ini akan menghasilkan asimut astronomis (*astronomical azimuth*), yaitu sudut horisontal yang diukur searah jarum jam antara meridian astronomis dan garis yang ditentukan.

2. Meridian Sejati

Meridian sejati (*true meridian*) adalah garis hasil perpotongan antara permukaan model bumi (elipsoid) dan bidang yang menghubungkan kutub utara dan kutub selatan rata-rata. Sebagaimana meridian astronomis, arah meridian sejati dari satu titik di permukaan bumi tidaklah bervariasi atau selalu sama. Pada lokasi yang berbeda, meridian sejati ini arahnya tidak paralel (sejajar) tetapi konvergen di kutub. Adapun cara penentuan arahnya pada suatu stasiun dilakukan dengan pengamatan satelit, misal pengamatan satelit GNSS. Pada survei ini akan menghasilkan asimut geodetik (*geodetic azimuth*), yaitu sudut horisontal yang diukur searah jarum jam antara meridian sejati dan garis yang ditentukan.

3. Meridian Grid

Meridian grid adalah meridian referensi suatu negara yang ada pada peta survei negara bersangkutan. Meridian tengah dari sistem proyeksi yang digunakan, dianggap sebagai meridian referensi, sementara itu meridian lainnya (arah-arah utara lainnya) dianggap sejajar dengan meridian tengah itu. Pada sistem ini, asimutnya disebut asimut grid, yaitu sudut horisontal yang dibentuk oleh

garis tertentu dan meridian grid referensi itu. Menurut (Wongsotjitro 1980), istilah sudut jurusan adalah sudut yang terbentuk dimulai dari arah utara, berputar searah jarum jam dan diakhiri pada jurusan yang bersangkutan pada suatu sistem salib sumbu kartesian. Pengertian ini mirip dengan azimuth grid.

4. Meridian Magnetis

Meridian magnetis adalah garis hasil perpotongan antara permukaan bumi dan bidang yang menghubungkan kutub-kutub magnetis bumi. Arah magnetis ini selalu bervariasi, yang merupakan fungsi tempat dan waktu. Sebagaimana meridian sejati, meridian magnetis ini arahnya tidak paralel (sejajar) tetapi konvergen di kutub. Namun demikian, untuk survei yang tidak begitu luas (seperti Ilmu Ukur Tanah), meridian magnetis ini dianggap paralel satu dengan lainnya. Adapun cara penentuan arahnya pada suatu stasiun dilakukan dengan pengamatan magnetis jarum kompas. Pada survei ini akan menghasilkan asimut magnetis (magnetic azimuth), yaitu sudut horisontal yang diukur searah jarum jam antara meridian magnetis dan garis yang ditentukan. Arah yang ditunjukkan oleh jarum kompas secara bebas dan seimbang ini dalam kondisi tanpa pengaruh atraksi lokal (*local attraction*). Atraksi lokal adalah gangguan pada jarum magnet akibat pengaruh gaya-gaya luar karena adanya material-material feromagnetis misalnya pipa besi, struktur bangunan besi, rel kereta, tambang besi, rantai, dan sebagainya, yang semua itu menyebabkan penyimpangan jarum magnet dari posisi normalnya. Letak kutub magnet selalu berubah secara konstan, jadi arah meridian magnet ini selalu berubah pula. Besarnya bervariasi di setiap tempat, dan bersifat temporal. Namun demikian,

meridian magnet ini dapat digunakan sebagai referensi pada survei yang sifatnya lokal, seperti dalam Ilmu Ukur Tanah.

5. Utara Sembarang

Utara sembarang (adopted north) adalah arah yang dipilih dari suatu stasiun survei terhadap objek permanen yang terdefinisikan dengan baik, dan atas persetujuan tertentu. Garis pertama survei seringkali ditetapkan sebagai utara sembarang ini. Terkait utara sembarang, asimut yang ada juga disebut asimut sembarang (adopted azimuth), yaitu sudut horisontal yang dibentuk oleh garis tertentu dan utara sembarang.

6. Utara Asumsi

Utara asumsi adalah arah yang dipilih dengan pertimbangan kecocokan dan kepraktisan untuk keperluan survei tertentu atau bersifat lokal. Terkait utara Meridian sejati Meridian magnetis Deklinasi 660 710 2510 1260 540 P Q W E S N Gb-4.2 Asimut sejati, asimut magnetis, dan deklinasi magnetis 1310 5 00 78 asumsi, asimutnya juga disebut asimut asumsi, yaitu sudut horisontal yang dibentuk oleh garis tertentu dan utara asumsi.

Ada beberapa cara untuk mendapatkan azimuth antara lain:

1. Azimut dengan kompas, dengan membaca sudut yang dibentuk oleh jarum magnet dengan arah utara kompas. Namun, pengukuran azimuth ini dipengaruhi oleh logam-logam (besi, nikel) yang berada di dekat pengukuran.
2. Azimut dengan dua titik pengukuran yang sudah diketahui koordinatnya atau XB-XA triangulasi misalnya titik A dan B, menggunakan rumus:

$$\alpha_{AB} = \frac{XB - XA}{YB - YA}$$

3. Azimut dengan pengamatan matahari.

2.2.3 Mikrokontroler Arduino

Arduino merupakan salah satu jenis board mikrokontroler yang banyak digunakan untuk pembuatan perangkat otomasi (Pakpahan et al., 2017). Arduino didefinisikan sebagai sebuah platform elektronik yang open source, berbasis pada software dan hardware yang fleksibel dan mudah digunakan, yang ditujukan untuk seniman, desainer, hobbies dan setiap orang yang tertarik dalam membuat objek atau lingkungan yang interaktif. Arduino sebagai sebuah platform komputasi fisik (Physical Computing) yang open source pada board input output sederhana, yang dimaksud dengan platform komputasi fisik disini adalah sebuah sistem fisik yang interaktif dengan penggunaan software dan hardware yang dapat mendeteksi dan merespons situasi dan kondisi (Rimbawati et al., 2019).

Shield adalah sebuah papan yang dapat dipasang diatas Arduino board untuk menambah kemampuan dari Arduino board. Arduino Uno adalah sebuah board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah 16MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuatnya bekerja. Arduino Uno menggunakan ATmega16U2 yang diprogram sebagai USB to serial converter untuk komunikasi serial ke komputer melalui port USB. "Uno" berarti satu di Italia dan diberi nama untuk menandai peluncuran Arduino 1.0. Versi 1.0 menjadi versi

referensi Arduino ke depannya. Arduino Uno R3 adalah revisi terbaru dari serangkaian board Arduino, dan model referensi untuk platform Arduino. Bahasa pemrograman Arduino adalah Bahasa perograman yang umum digunakan untuk membuat perangkat lunak yang ditanamkan pada Arduino board. Bahasa pemrograman Arduino mirip dengan Bahasa pemrograman C++.

Adapun data teknis board Arduino UNO R3 adalah sebagai berikut:

- Mikrokontroler : ATmega328
- Tegangan Operasi : 5V
- Tegangan Input (recommended) : 7 - 12 V
- Tegangan Input (limit) : 6-20 V
- Pin digital I/O : 14 (6 diantaranya pin PWM)
- Pin Analog input : 6 ? Arus DC per pin I/O : 40 mA
- Arus DC untuk pin 3.3 V : 150 mA
- Flash Memory : 32 KB dengan 0.5 KB digunakan untuk bootloader
- EEPROM : 1 KB
- Kecepatan Pewaktuan : 16 Mhz

Masing-masing dari 14 pin digital arduino uno dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()` dan `digitalRead()`. Setiap pin beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin mampu menerima atau menghasilkan arus maksimum sebesar 40 mA dan memiliki 10 resistor pull-up internal (diputus secara default) sebesar 20-30 KOhm. Sebagai tambahan, beberapa pin masukan digital memiliki kegunaan khusus yaitu:

- Komunikasi serial: pin 0 (RX) dan pin 1 (TX), digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) data secara serial.
- External Interrupt: pin 2 dan pin 3, pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interrupt pada nilai rendah, sisi naik atau turun, atau pada saat terjadi perubahan nilai.
- Pulse-width modulation (PWM): pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11, menyediakan keluaran PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi `analogWrite()`.
- Serial Peripheral Interface (SPI): pin 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) dan 13 (SCK), pin ini mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan SPI library.
- LED: pin 13, terdapat built- in LED yang terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai High maka LED menyala, sebaliknya ketika pin bernilai Low maka LED akan padam.

Arduino Uno memiliki 6 masukan analog yang diberi label A0 sampai A5, setiap pin menyediakan resolusi sebanyak 10 bit (1024 nilai yang berbeda). Secara default pin mengukur nilai tegangan dari ground (0V) hingga 5V, walaupun begitu dimungkinkan untuk mengganti nilai batas atas dengan menggunakan pin AREF dan fungsi `analogReference()`. Sebagai tambahan beberapa pin masukan analog memiliki fungsi khusus yaitu pin A4 (SDA) dan pin A5 (SCL) yang digunakan untuk komunikasi Two Wire Interface (TWI) atau Inter Integrated Circuit (I2C) dengan menggunakan Wire library.

- TWI: A4 atau SDA pin dan A5 atau SCL pin. Mendukung komunikasi TWI.

- Aref. Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan `analogReference()`.
- Reset

Arduino Uno dapat diberi daya melalui koneksi USB (Universal Serial Bus) atau melalui power supply eksternal. Jika arduino uno dihubungkan ke kedua sumber daya tersebut secara bersamaan maka arduino uno akan memilih salah satu sumber daya secara otomatis untuk digunakan. Power supply eksternal (yang bukan melalui USB) dapat berasal dari adaptor AC ke DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan ke soket power pada arduino uno. Jika menggunakan baterai, ujung kabel yang dibubungkan ke baterai dimasukkan kedalam pin GND dan Vin yang berada pada konektor power. Arduino Uno dapat beroperasi pada tegangan 6 sampai 20 volt. Jika arduino uno diberi tegangan di bawah 7 volt, maka pin 5V pada board arduino akan menyediakan tegangan di bawah 5 volt dan mengakibatkan arduino uno mungkin bekerja tidak stabil. Jika diberikan tegangan melebihi 12 volt, penstabil tegangan kemungkinan akan menjadi terlalu panas dan merusak arduino uno. Tegangan rekomendasi yang diberikan ke arduino uno berkisar antara 7-12 Volt. Pin-pin catu daya adalah sebagai berikut:

- Vin adalah pin untuk mengalirkan sumber tegangan ke arduino uno ketika menggunakan sumber daya eksternal (selain dari koneksi USB atau sumber daya yang teregulasi lainnya). Sumber tegangan juga dapat disediakan melalui pin ini jika sumber daya yang digunakan untuk arduino uno dialirkan melalui soket power.
- 5V adalah pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 5 volt berasal dari regulator tegangan pada arduino uno.

- 3V3 adalah pin yang menyediakan tegangan teregulasi sebesar 3,3 volt berasal dari regulator tegangan pada arduino uno.
- GND adalah pin ground.
- Arduino Uno adalah arduino board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Maka peta memori arduino uno sama dengan peta memori pada mikrokontroler ATmega328. ATmega328 ini memiliki 32 KB dengan 0,5 KB digunakan untuk loading file. Ia juga memiliki 2 KB dari SRAM dan 1 KB dari EEPROM.

Arduino UNO menggunakan chip ATMEGA328 sebagai CPU utamanya yang dapat diprogram menggunakan Bahasa C melalui *software* Arduino IDE. Pada penelitian ini Arduino UNO difungsikan untuk membaca tegangan, mengontrol putaran motor servo agar solar panel mengikuti pergerakan matahari, membaca besar sudut, mengontrol display LCD dan mengirim data melalui koneksi komputerisasi (Kusuma, 2020).



Gambar 2.3 Mikrokontroler Arduino UNO

2.2.4 Sensor MPU6050

Sensor adalah jenis transduser yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, dan sinar menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor biasanya dikategorikan melalui pengukurannya, seperti pada sensor kecepatan, sensor sinar maupun sensor suhu, sehingga fungsinya disesuaikan dengan kegunaannya dan juga memegang peranan penting dalam pengendalian proses pabrikasi modern (Qodir & Putra, n.d.).

Pada saat ini, sensor telah dibuat dengan ukuran sangat kecil dengan orde nanometer. Ukuran yang sangat kecil ini sangat memudahkan pemakaian dan menghemat energi.

Sensor cahaya merupakan alat yang bekerja berdasarkan sensitivitas cahaya yang diterimanya, dapat berupa listrik atau tahanan. Berikut ialah jenis-jenis sensor cahaya antara lain:

- a) Photovoltaic, bekerja mengubah besarnya cahaya yang diterima menjadi energi listrik dengan cara kerja yaitu terdapat pada sambungan silikon PN yang dilapisi lapisan transparan sehingga cahaya dapat masuk. Ketika cahaya masuk ke penampang sensor, akan terdapat elektron yang bergerak dari P ke N yang bisa menghasilkan tegangan kurang lebih sekitar 0,5 VDC untuk tiap selnya.
- b) LDR (*Light Dependant Resistor*), adalah alat yang nilai hambatannya berubah berdasarkan besar kecil cahaya yang diterima. Dengan kata lain nilai resistansi pada LDR berubah berbanding terbalik dengan besarnya intensitas cahaya yang diterima. Semakin besar intensitas cahaya semakin kecil pula nilai resistansinya dan begitu sebaliknya.

Sensor Gyro merupakan sensor yang berfungsi menentukan orientasi gerak dengan bertumpu pada roda yang berotasi dengan cepat pada sumbu yang berdasarkan momentum sudut. IMU (*Inertial Measurement Unit*) sensor MPU6050 merupakan alat yang memanfaatkan sistem pengukuran seperti gyroscope dan accelerometer untuk memperkirakan posisi relatif, kecepatan, dan akselerasi dari gerakan motor. IMU adalah bagian dari system navigasi yang dikenal sebagai Inertial Navigation System atau INS. Pertama kali didemonstrasikan oleh C.S. Draper tahun 1949, IMU menjadi komponen navigasi umum dari bidang dan kapal. MPU-6050 adalah sebuah modul Inertial Measurement Unit (IMU) yang menggunakan chip MPU-6050 dari InvenSense. MPU-6050 sendiri adalah chip dengan 3-axis accelerometer (sensor percepatan) dan 3-axis gyroscope (pengatur keseimbangan), atau dengan kata lain 6 degrees of freedom (DOF) IMU.

MPU 6050 adalah chip IC inverse yang didalamnya terdapat sensor accelerometer dan gyroscope yang sudah terintegrasi. accelerometer digunakan untuk mengukur percepatan, percepatan gerakan dan juga percepatan gravitasi. Accelerometer sering digunakan untuk menghitung sudut kemiringan, dan hanya dapat melakukan dengan nyata ketika statis dan tidak bergerak. Untuk mendapatkan sudut akurat kemiringan, sering dikombinasikan dengan satu atau lebih gyroscopoe dan kombinasi data yang digunakan untuk menghitung sudut. Gyroscope adalah perangkat untuk mengukur atau mempertahankan orientasi, yang berlandaskan pada prinsip-prinsip momentum sudut (Lee et al., 2020).

Berikut adalah tampak fisik dari sensor MPU6050 yang terdapat pada Gambar 2.4 berikut ini:



Gambar 2.4 Sensor MPU 6050

(Sumber: www.electrooobs.com/images/Robotica/tut_6/mpu6050.jpg)

2.2.5 Thinger.io Platform

Thinger.io adalah platform Internet of Things (IoT) yang menyediakan fitur cloud untuk menghubungkan berbagai perangkat yang terkoneksi dengan internet. Thinger.io juga dapat memvisualisasikan hasil pembacaan sensor dalam bentuk nilai atau grafik..

- a. Thinger.io menyediakan akun freemium seumur hidup dengan hanya beberapa batasan untuk mulai belajar dan membuat prototipe, ketika produk siap untuk ditingkatkan, Dapat menggunakan server premium dengan kapasitas penuh dalam beberapa menit.
- b. Dasbor dapat menampilkan informasi secara real-time dari perangkat (menggunakan socket web di atas server untuk latensi minimum), atau menggunakan informasi historis yang disimpan dalam keranjang data yang disurvei secara berkala. Mungkin untuk mengkonfigurasi sumber data untuk setiap widget dasbor secara mandiri. Untuk perangkat yang terhubung ke platform, bahkan dimungkinkan untuk secara dinamis mengkonfigurasi interval pengambilan sampel untuk setiap sumber daya, yaitu, dalam sumber daya yang ditentukan dari pembacaan sensor, itu akan memungkinkan menyesuaikan

interval pengambilan sampel fisik dan transmisi melalui kabel. Dasbor tidak hanya hanya untuk menampilkan data, tetapi juga dapat bergerak secara real-time melalui perangkat Anda yang terhubung, sehingga Anda dapat menggunakan beberapa widget kontrol seperti nilai on / off atau slider.

- c. Thinger.io libraries, berfungsi untuk memudahkan komunikasi antara hardware dengan server dan seluruh proses perintah input serta output.



Gambar 2.5 Logo *Thinger.io*

Di bawah ini merupakan fitur-fitur yang disediakan oleh thinger.io:

Statistic merupakan tampilan awal saat login. Dimana pada opsi ini menampilkan beberapa informasi mengenai jumlah perangkat yang tersambung, dashboards, data buckets, endpoints, dll.

Dashboards merupakan interface untuk pengguna yang menampilkan informasi dalam berbagai bentuk grafik maupun angka. Tampilan pada dashboards dapat diatur sesuai kebutuhan.

Device merupakan laman yang menampilkan nama perangkat yang terkoneksi atau memiliki akses dengan akun Thinger.io yang digunakan saat itu juga. Jika

perangkat sudah terdaftar dan sedang dalam keadaan online, maka pada kolom state akan berwarna hijau dengan tulisan connected. Sementara saat offline akan tertulis disconnected.

Data Buckets atau bisa disebut keranjang data, yaitu semacam penyimpanan virtual dari hasil pembacaan sensor dari waktu ke waktu. Nilai interval penyimpanan data dapat diatur sesuai kebutuhan. Hasil penyimpanan juga dapat diekspor untuk pengolahan offline.

Endpoints merupakan titik masuk ke layanan, proses atau lainnya.

Access Tokens adalah cara untuk memberikan otoritas ke layanan atau aplikasi pihak ketiga tanpa harus membagikan nama pengguna dan kata sandi.

2.2.6 *Software Arduino IDE*

Software Arduino IDE (Integrated Development Environment), adalah perangkat lunak yang dikhususkan untuk memprogram mikrokontroler Arduino. Arduino IDE menggunakan Bahasa C sebagai algoritma pemrogramannya. Akan tetapi, tidak seperti perangkat lunak yang menggunakan Bahasa C lainnya, pada Arduino IDE memiliki *user interface* yang bisa dikatakan ramah terhadap pengguna serta Bahasa C yang dipermudah untuk tujuan mempermudah pengguna untuk melakukan *Burn Bootloader* pada mikrokontroler Arduino.

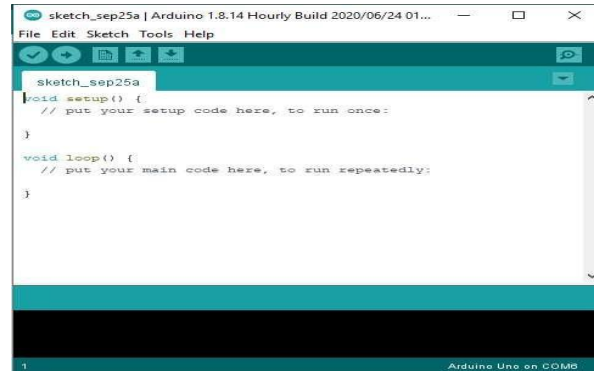
Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut Wiring yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah. Arduino IDE ini dikembangkan dari software Processing yang dirombak menjadi Arduino IDE khusus untuk pemrograman dengan Arduino. Program yang ditulis dengan menggunakan Arduino

Software (IDE) disebut sebagai sketch. Sketch ditulis dalam suatu editor teks dan disimpan dalam file dengan ekstensi .ino. Teks editor pada Arduino Software memiliki fitur” seperti cutting/paste dan seraching/replacing sehingga memudahkan kamu dalam menulis kode program. Pada Software Arduino IDE, terdapat semacam message box berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti pesan error, compile, dan upload program. Di bagian bawah paling kadan Sotware Arduino IDE, menunjukan board yang terkonfigurasi beserta COM Ports yang digunakan.

Arduino adalah sistem punarupa elektronika (electronic prototyping platform) berbasis open-source yang fleksibel dan mudah digunakan baik dari sisi perangkat keras/hardware maupun perangkat lunak/software. Di luar itu, kekuatan utama arduino adalah jumlah pemakai yang sangat banyak sehingga tersedia pustaka kode program (code library) maupun modul pendukung (hardware support modules) dalam jumlah yang sangat banyak. Hal ini memudahkan para pemula untuk mengenal dunia mikrokontroler. Arduino didefinisikan sebagai sebuah platform elektronik yang open source, berbasis pada software dan hardware yang fleksibel dan mudah digunakan, yang ditujukan untuk seniman, desainer, hobbies dan setiap orang yang tertarik dalam membuat sebuah objek atau lingkungan yang interaktif. Arduino sebagai sebuah platform komputasi fisik (Physical Computing) yang open source pada board input ouput sederhana, yang dimaksud dengan platform komputasi fisik disini adalah sebuah sistem fisik yang interaktif dengan penggunaan software dan hardware yang dapat mendeteksi dan merespon situasi dan kondisi. Kelebihan arduino dari platform hardware mikrokontroller lain adalah:

1. IDE Arduino merupakan multiplatform, yang dapat dijalankan di berbagai sistem operasi, seperti Windows, Macintosh dan Linux.
2. IDE Arduino dibuat berdasarkan pada IDE Processing sederhana sehingga mudah digunakan.
3. Pemrograman Arduino menggunakan kabel yang terhubung dengan port USB bukan port serial. Fitur ini berguna karena banyak komputer sekarang ini tidak memiliki port serial.
4. Arduino adalah hardware dan software open source, pembaca bisa mendownload software dan gambar rangkaian arduino tanpa harus membayar ke pembuat arduino.
5. Biaya hardware cukup murah, sehingga tidak terlalu menakutkan untuk membuat kesalahan.
6. Proyek arduino ini dikembangkan dalam lingkungan pendidikan sehingga bagi pemula akan lebih cepat dan mudah mempelajarinya.
7. Memiliki begitu banyak pengguna dan komunitas di internet dapat membantu setiap kesulitan yang dihadapi terutama oleh programmer pemula.

Berikut adalah tampilan dari *software* Arduino IDE yang digambarkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.6 *Software* Arduino IDE

2.2.7 LCD (Liquid Crystal Display)

LCD adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*.

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horizontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul molekul yang telah menyesuaikan diri dan segment yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang di tampilkan (Tawurisi et al., 2019).

LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. Adapun fitur yang disajikan

dalam LCD ini adalah: - Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris. - Mempunyai 192 karakter tersimpan. - Terdapat karakter generator terprogram. - Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit. - Dilengkapi dengan back light. Proses inialisasi pin arduino yang terhubung ke pin LCD RS, Enable, D4, D5, D6, dan D7, dilakukan dalam baris LiquidCrystal (2, 3, 4, 5, 6, 7), dimana lcd merupakan variable yang dipanggil setiap kali intruksi terkait LCD akan digunakan. Definisi pin lcd 16x2 dapat dilihat ditabel 2.2 dan gambar 2.8 adalah device LCD.

Pada penelitian ini LCD yang digunakan memiliki fungsi dapat menampilkan karakternya dengan menggunakan library yang bernama LiquidCrystal. Berikut ada beberapa fungsi- fungsi dari library LCD :

1. begin()

Untuk begin() digunakan dalam inialisasi interface ke LCD dan mendefinisikan ukuran kolom dan baris LCD. Pemanggilan begin() harus dilakukan terlebih dahulu sebelum memanggil instruksi lain dalam library LCD. Untuk syntax penulisan instruksi begin() ialah sebagai berikut. `lcd.begin(cols,rows)` dengan LCD ialah nama variable, cols jumlah kolom LCD, dan rows jumlah baris LCD.

2. clear()

Instruksi clear() digunakan untuk membersihkan pesan text. Sehingga tidak ada tulisan yang ditampilan pada LCD.

3. setCursor()

Instruksi ini digunakan untuk memposisikan kursor awal pesan text di LCD. Penulisan syntax setCursor() ialah sebagai berikut. `lcd.setCursor(col,row)` dengan LCD ialah nama variable, col kolom LCD, dan row baris LCD.

4. print()

Sesuai dengan namanya, instruksi print() ini digunakan untuk mencetak, menampilkan pesan text di LCD. Penulisan syntax print() ialah sebagai berikut lcd.print(data) dengan LCD ialah nama variable, data ialah pesan yang ingin ditampilkan.

2.2.8 LDR (*Light Dependent Resistor*)

LDR atau *Light Dependent Resistor* merupakan jenis resistor yg nilai hambatan atau nilai resistansinya tergantung pada intensitas cahaya yang diterimanya. Semakin rendah intensitas cahaya yang diterima, maka nilai resistansi LDR akan semakin besar. Sebaliknya, semakin tinggi intensitas cahaya yang diterima LDR, maka nilai resistansi LDR akan semakin kecil.

Dengan istilah lain LDR (*Light Dependent Resistor*) akan menghantarkan arus listrik apabila mendapat sejumlah intensitas cahaya (kondisi terang) & menghambat arus listrik pada kondisi gelap. Dalam beberapa kondisi LDR dipakai untuk mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. LDR (*Light Dependent Resistor*) diklaim juga sebagai Photoresistor, Photoconduction dan Photocell.

Resistansi LDR bisa berubah seiring dengan perubahan intensitas cahaya yang mengenainya. Pada umumnya, nilai resistansi LDR akan mencapai 200 Kilo Ohm ($k\Omega$) dalam intensitas cahaya rendah (kondisi gelap) dan menurun menjadi 500 Ohm (Ω) pada intensitas cahaya tinggi (kondisi terang).

LDR merupakan jenis resistor yang biasa dipakai menjadi detektor cahaya atau pengukur besaran konversi cahaya. Oleh karena itu, LDR atau Light Dependent Resistor juga bisa dipakai & disebut menjadi sensor cahaya. Tak heran apabila komponen elektronik peka cahaya ini banyak diimplementasikan sebagai

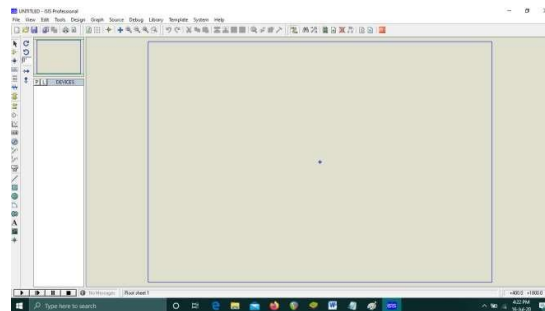
sensor lampu penerang jalan, rangkaian anti maling, lampu kamar tidur, alarm dan lain-lain.

LDR (*Light Dependent Resistor*) terdiri dari sebuah cakram semikonduktor yg memiliki 2 butir elektroda dalam permukaannya. Bahan semikonduktor yang dipakai untuk pembuatan LDR adalah seperti senyawa kimia cadmium sulfide. Dengan bahan ini energi dari cahaya yang jatuh mengakibatkan lebih banyak muatan yang dilepas atau arus listrik meningkat, artinya resistansi bahan sudah mengalami penurunan.

Seperti halnya resistor biasa, pemasangan LDR dalam suatu rangkaian sama persis misalnya pemasangan resistor biasa.

2.2.9 Software Proteus

Software Proteus adalah sebuah *software* yang digunakan untuk mendesain PCB yang juga dilengkapi dengan simulasi *PSpice* pada level skematik sebelum rangkaian skematik di-*upgrade* ke PCB untuk memastikan sistem rangkaian dapat berfungsi dengan semestinya. *Proteus* mengkombinasikan program ISIS untuk membuat skematik desain rangkaian dengan program ARES atau disebut juga *Advanced Routing and Editing Software* yang digunakan untuk membuat modul layout PCB.



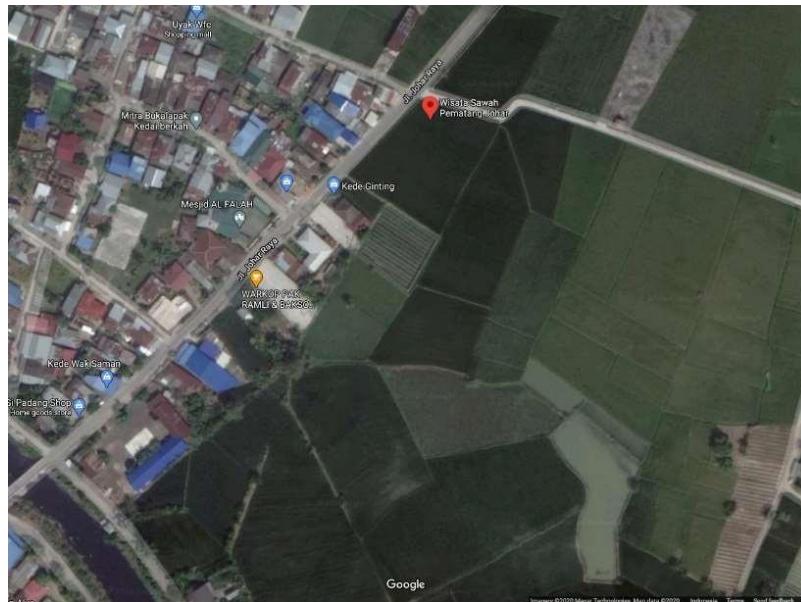
Gambar 2.7 Tampilan *Software Proteus*

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Wisata Sawah Pematang Johar, Kec. Labuhan Deli, Kab. Deli Serdang pada tanggal 9 Juli 2020 sampai selesai.



Gambar 3.1 Lokasi penelitian

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, diperlukan beberapa alat antara lain:

1. Toolkit elektronika, digunakan sebagai alat bantu dalam perakitan sistem.
2. Perangkat laptop, berfungsi sebagai alat bantu dalam perancangan program.
3. Software Arduino IDE, digunakan untuk membuat program Arduino UNO.

4. Software Proteus, berfungsi untuk menggambar rangkaian alat.
5. Catu daya, berfungsi sebagai sumber daya listrik untuk alat.
6. Bor PCB, digunakan untuk melubangi papan PCB.
7. Gergaji ukir, digunakan untuk memotong papan PCB.
8. Usb asp, digunakan sebagai konektor antara Arduino UNO dengan PC.

Selanjutnya, bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Tabel 3.1 Daftar bahan yang diperlukan

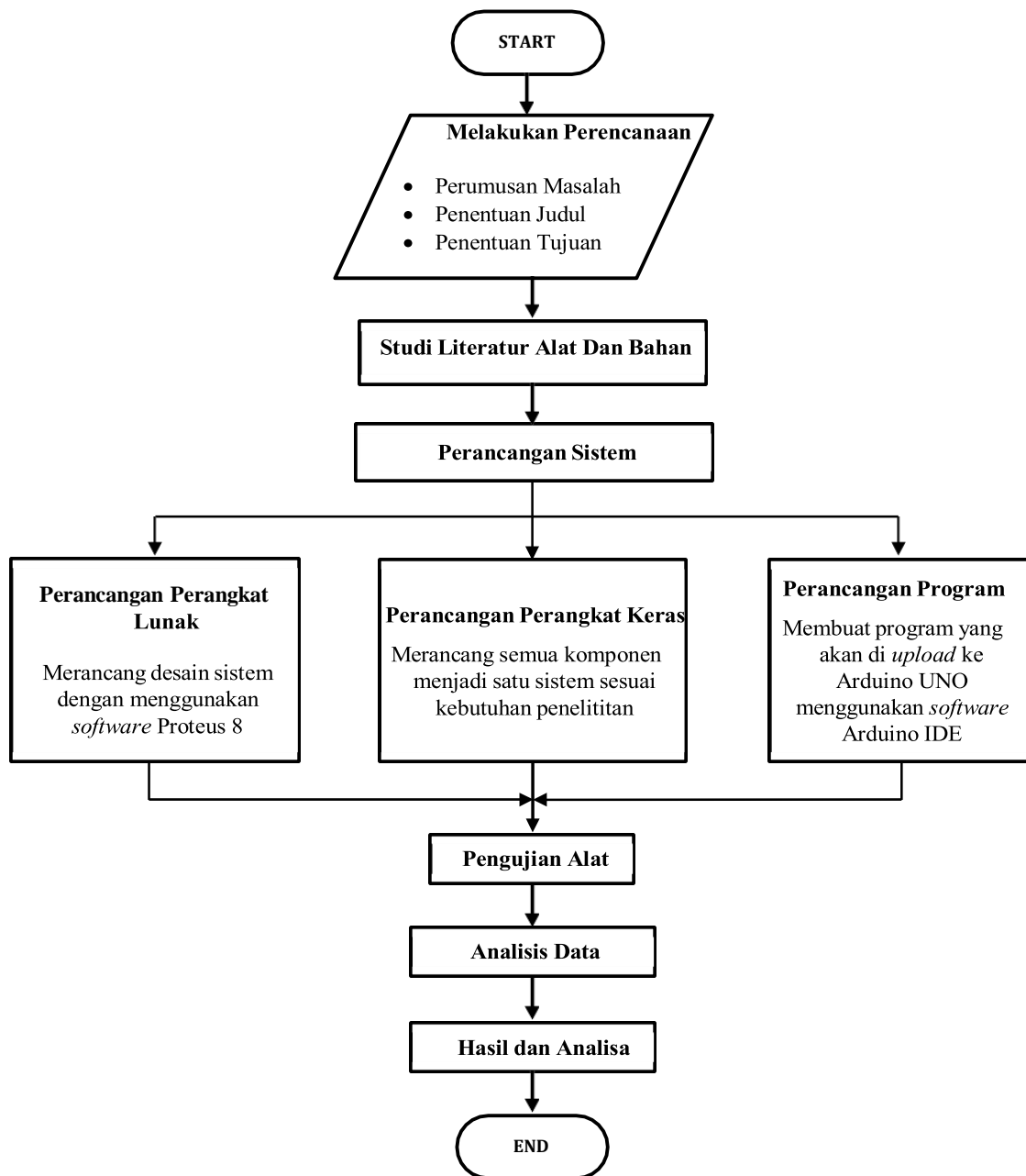
No.	Nama Alat	Jumlah	Satuan
1.	Arduino Uno	1	Buah
2.	Kaca akrilik	20x30	cm
3.	Terminal block	4	Buah
4.	Modul relay 5 volt	1	Buah
5.	Konverter DC to DC	1	Buah
6.	Resistor 1k	10	pcs
7.	Photovoltaic 10WP	1	Keping
8.	Motor DC	1	Unit
9.	Plat Alumunium	10x10	cm
10.	Sensor MPU 6050	1	unit
11.	Modul RTC DS1302	1	unit
12.	LDR	2	pcs
13.	Sensor tegangan dan arus	1	unit
14.	Lampu indikator	7	Buah
15.	Kabel Jumper	2	Set
16.	Kabel duct	1	Set
17.	Skun garpu	1	Set
18.	LCD 16x2	1	Unit

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian merupakan serangkaian proses – proses yang terjadi selama penelitian yang disusun secara urut dari tahap yang pertama sekali dilakukan

sampai dengan tahap yang terakhir. Dengan alur penelitian, dapat ditentukan tujuan dan arah penelitian tugas akhir ini akan dilakukan.

Adapun tahapan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada blok diagram berikut ini :

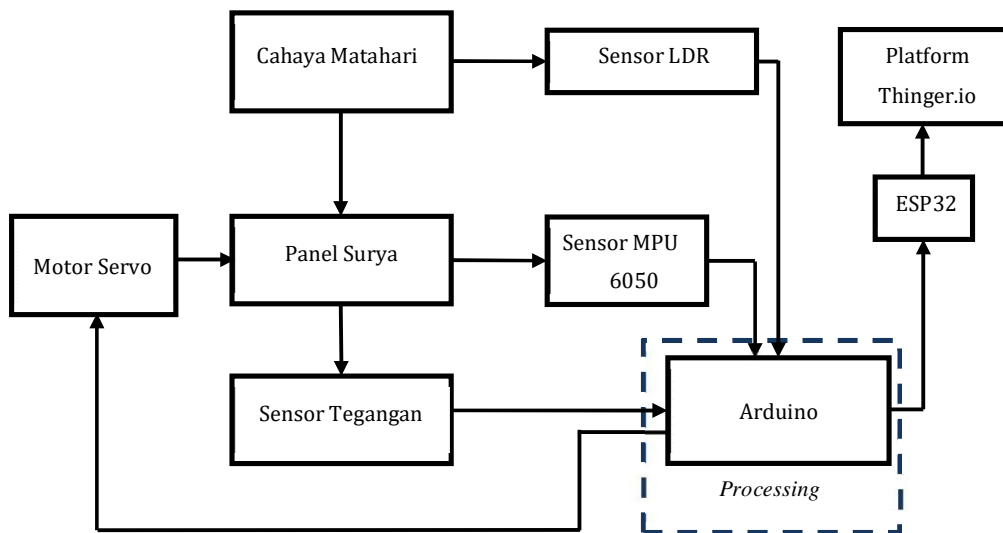


Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

3.4 Inisialisasi Sistem dan Blok Diagram Sistem

Inisialisasi sistem ialah tahap awal untuk menentukan nilai dan variabel sistem yang akan dibuat nanti. Dimana inisialisasi ini nantinya akan digunakan sebagai acuan penamaan dan penomoran baik dalam perancangan software maupun hardware.

Ketika ingin menentukan nilai dan variabel dari suatu sistem, harus diketahui terlebih dahulu kebutuhan dan fungsi dari material yang digunakan, seperti fungsi mekanikal, thermal, listrik, magnetik, optik, dan kimia. Sedangkan blok diagram sistem merupakan pemodelan masukan, proses, keluaran, ataupun sebuah transaksi dan interaksi dengan menggunakan simbol simbol yang telah ditentukan dengan tujuan memudahkan dalam memahami sebuah alur sistem. Proses tersebut diuraikan pada blok diagram dibawah ini:



Gambar 3.3 Blok diagram sistem

Berdasarkan blok diagram diatas, cara kerja alat dalam penelitian ini dibedakan menjadi input dan output. Pada bagian input terdiri dari sensor tegangan, LDR, dan sensor MPU 6050, sedangkan untuk bagian output terdiri dari motor

servo. Ketika cahaya matahari mengenai bagian atas LDR, tegangan akan mengalir dari kaki LDR menuju Arduino. LDR dipasang pada kedua sisi panel surya, yang dimana nantinya ketika matahari mulai bergerak akan menyebabkan perbedaan intensitas cahaya yang diterima oleh LDR sehingga menyebabkan tegangan yang berbeda pula menuju Arduino. Ketika terjadi perbedaan tegangan, secara otomatis Arduino akan membuat motor servo yang telah dihubungkan dengan panel surya berputar sehingga panel surya dapat mengikuti arah pergerakan matahari. Sensor *gyroscope* MPU 6050 yang dipasang pada panel surya yang bergerak mengikuti posisi matahari akan memberikan besar sudut karena pergerakan solar panel yang dibuat oleh putaran motor servo yang nantinya besar sudut ini akan dikirimkan ke platform *thinger.io* melalui jaringan internet menggunakan esp32 dan disimpan sebagai data dimana pada data tersebut juga terdapat besar nilai tegangan panel surya yang dihasilkan pada saat itu melalui sensor tegangan.

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan sistem, seperti tata letak dan koneksi tiap komponen. Koneksi yang salah antar komponen akan menyebabkan sistem tidak berjalan dengan baik bahkan dapat mengalami kegagalan fungsi.

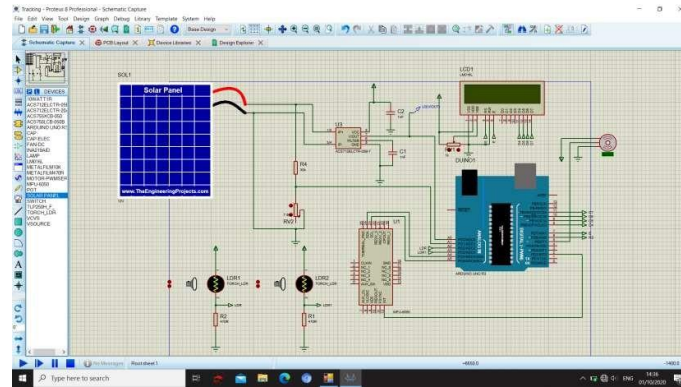
3.5 Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan langkah awal untuk menentukan bentuk alat yang akan dibuat. Tahap perancangan dilakukan agar pada saat pembuatan alat dapat terealisasi secara terstruktur, sistematis, efektif dan efisien. Berikut beberapa tahapan dalam perancangan sistem pada penelitian ini antara lain:

3.5.1 Perancangan Skema Alat Menggunakan Software Proteus

Setelah mengetahui cara kerja alat, perancangan software pun dilakukan dengan tujuan merancang skema yang akan digunakan sebagai acuan rangkaian sistem yang dirancang nanti. Perancangan *software* dalam penelitian ini dibuat menggunakan *software* Proteus yang dibuat sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan dalam penelitian tugas akhir ini.

Berikut merupakan tampilan dari skema rangkaian yang akan digunakan pada penelitian tugas akhir ini yang dijelaskan pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.4. Skema rangkaian menggunakan *software* Proteus

Dapat dilihat, fungsi kerja dari rangkaian alat menggunakan software proteus ini ialah sama dengan cara kerja yang dijelaskan pada blok diagram sistem.

3.5.2 Perancangan besi penyangga

Pada perancangan *hardware*, tahap awal yang dilakukan pertama kali ialah melakukan perancangan untuk penyangga alat penelitian. Dimana fungsi penyangga ini ialah sebagai pijakan semua rangkaian pada penelitian yang akan dibuat. Tahap pertama ialah memotong besi siku dengan panjang 20 cm sebanyak dua buah dan 30 cm sebanyak 1 buah lalu melubangi tiap-tiap besi siku sesuai titik

yang telah ditentukan. Selanjutnya mengunci tiap besi menggunakan mur baut menjadi satu sistem. Berikutnya pasang rak siku pada tapak besi tadi sesuai yang di perlihatkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.5. Besi penyangga alat penelitian

3.5.3 Perancangan Panel *Photovoltaic*

Setelah besi penyangga telah selesai di buat, maka selanjutnya ialah meletakkan panel PV di antara ruas kedua sisi besi rak siku. Dimana tujuannya ialah agar panel PV dapat bergerak ke kanan dan ke kiri sesuai arah matahari. Pada sisi samping tengah panel dibuat lubang untuk tempat as dan diletakan pada lubang yang ada pada ujung besi rak siku.



Gambar 3.6. Pemasangan panel PV pada besi penyangga

3.5.4 Perancangan Rangkaian Arduino

Pada tahap ini, jenis arduino yang digunakan ialah WeMos D1 R1, karena memiliki modul ESP8266. Modul ESP8266 sendiri berfungsi agar rangkaian dapat terkoneksi dengan internet melalui jaringan wifi. Hal pertama ialah merakit semua komponen dan bahan menjadi satu sistem berdasarkan layout pada gambar 3.4. Selanjutnya mengkoneksikan semua komponen dengan timah maupun kabel *jumper* dan melakukan *test comissioning* pada jalur rangkaian. Ketika jalur rangkaian sudah dipastikan terkoneksi maka tahap selanjutnya ialah meng-*upload* program pada Wemos D1.

3.5.5 Perancangan Program

Sistem mikrokontroler seperti arduino tidak dapat berfungsi sebelum intruksi program diberikan. Program tersebut nantinya yang akan mengubah sistem kerja pada Arduino sesuai dengan kebutuhan penelitian. Adapun program yang akan di- *upload* nanti dibuat menggunakan *software* Arduino IDE dengan eksistensi jenis Bahasa C. Bentuk program tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



```

Program_Solar_Angle_Tracker | Arduino 1.8.5
File Edit Sketch Tools Help
Program_Solar_Angle_Tracker
1 #include <Servo.h>
2 #include <SPI.h>
3 #include <SD.h>
4
5 Servo myServo;
6 File myFile;
7
8 #define LDR_1 A0
9 #define LDR_2 A0
10 #define limitSwitch 2
11 #define PV A0
12
13
14 int pos = 0;
15 int error;
16 int selisih = 5;
17 int geser;
18 int var_1 = 0;
19 int var_2 = 0;
20 int state = 0;
21 int limsw;
22 int sensorLdr_1;
23 int sensorLdr_2;
24 #define A 0; // Pin 10
25 #define B 13; // Pin 9
26
27
28 void setup() {
29   Serial.begin(9600);
30   myServo.attach(15);
31 }
32
33 void loop() {
34   /* if (state == 0) {

```

Gambar 3.7 Bentuk program Wemos D1

3.5.6 Perancangan server Thinger.io

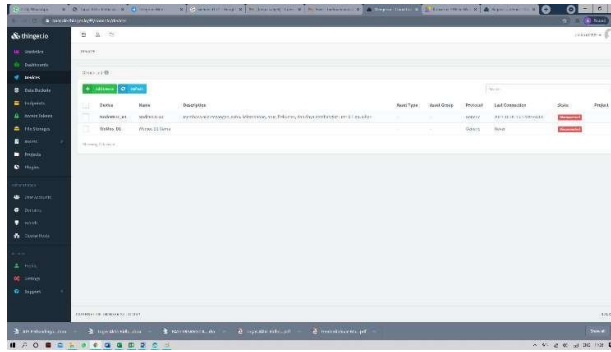
Selanjutnya pada tahap ini ialah membuat server untuk menampung semua data yang dikirimkan oleh Wemos D1, server tersebut dibuat dengan menggunakan platform *thinger.io* yang dapat diakses menggunakan jaringan internet.

Tahap awal ialah masuk kedalam web server terlebih dahulu dengan cara mengakses <https://thinger.io/> lalu *login* dengan akun yang sudah dibuat selanjutnya. Setelah berhasil *login*, maka akan tampil beberapa opsi seperti pada gambar di bawah ini:



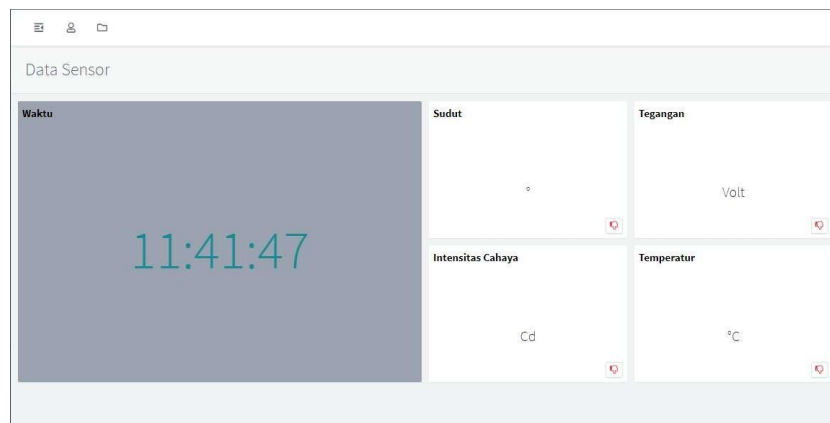
Gambar 3.8. Tampilan awal *thinger.io*

Klik pada menu *Devices>add Devices* maka akan muncul opsi untuk menambahkan perangkat. Setelah itu mengisi semua kolom sesuai dengan interuksi yang diberikan *thinger.io* lalu klik *add Device*. Jika data yang diisi benar maka tampilan pada menu *Devices* akan seperti gambar dibawah ini:



Gambar 3.9. Tampilan pada menu *Devices*

Setelah berhasil menambahkan perangkat pada server *thinger.io*, langkah berikutnya menambahkan *dashboard* dengan tujuan agar data sensor dapat tampil pada server *thinger.io* secara *realtime*. Adapun tampilan pada dashboard tersebut ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.10. Tampilan pada menu *dashboard*

Langkah berikutnya ialah membuat menu agar data yang terkirim dapat disimpan dan dapat diunduh ketika diperlukan. Hal tersebut dibuat melalui menu *Data Buckets*.

3.6 Pengujian Alat

Tujuan dari pengujian alat ialah untuk memperoleh data nilai dari parameter penelitian. Data yang didapatkan akan dikalkulasikan sesuai dengan kebutuhan penelitian. Adapun pengujian tersebut terdiri dari beberapa tahap antara lain:

3.6.1 Pengujian rangkaian motor servo dengan Wemos D1

Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan program untuk memutar motor servo secara *forward-reverse*, hal tersebut bertujuan untuk mengetahui apakah motor servo dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan penelitian yaitu dapat menggerakkan panel dari satu sisi ke sisi lainnya. Berdasarkan hasil pengujian maka didapatkan motor servo dapat bekerja dengan baik.

3.6.2 Pengujian Sensor Tegangan dengan Wemos D1

Pengujian ini dilakukan dengan cara menggunakan multimeter sebagai pembanding nilai error nya. Pada sensor ini dibuat dengan menggunakan 1 buah resistor 1 M Ω dan 1 buah trimpot 200 K Ω .



Gambar 4.1 Pengujian sensor tegangan

3.6.3 Pengujian rangkaian LDR dengan Wemos D1

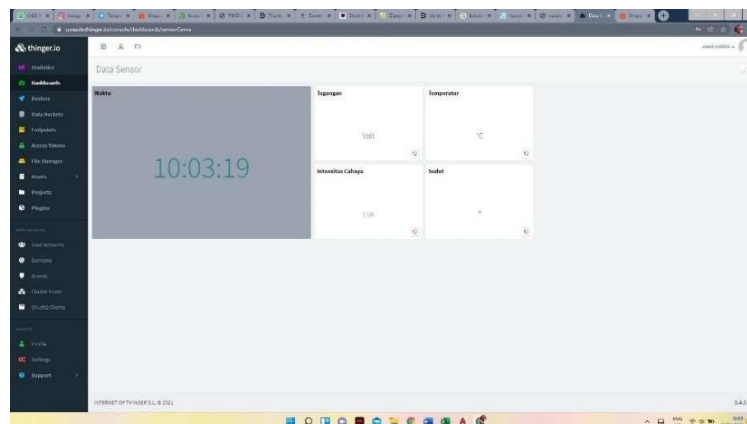
Pada pengujian ini, LDR di berikan cahaya lalu mengamati nilai yang terbaca pada serial monitor, ketika LDR diberikan cahaya maka nilai yang muncul pada serial akan naik sebaliknya, ketika LDR tidak diberi cahaya maka nilai pada serial monitor akan berkurang. Berdasarkan hasil pengujian masing-masing LDR dapat bekerja dengan baik.

3.6.4 Pengujian rangkaian modul MPU6050 dengan Wemos D1

Modul MPU6050 bekerja berdasarkan kemiringan, kemiringan tersebut akan ditampilkan pada serial monitor sesuai arah dari kemiringan modul MPU6050. Sesuai hasil pengujian maka modul MPU6050 dapat bekerja dengan baik.

3.6.5 Pengujian Platform Thinger.io

Pada pengujian ini, karena platform Thinger.io berjalan dengan menggunakan koneksi internet maka diperlukan akses internet yang sudah terhubung ke server. Setelah perangkat terhubung maka membuka situs <https://console.thinger.io/console/> untuk selanjutnya membuat token akses yang diperlukan dalam penelitian. Adapun data yang diperlukan ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



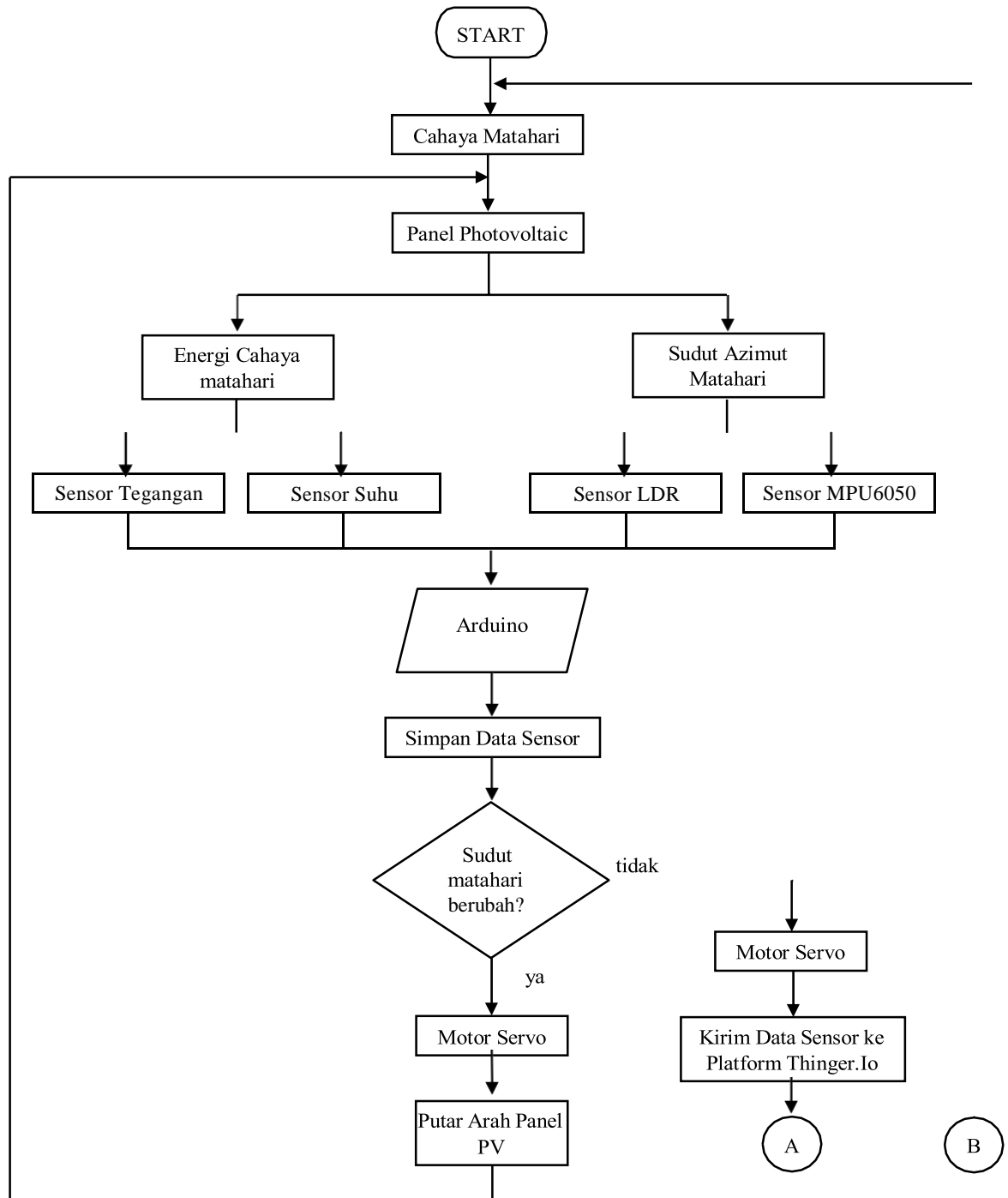
Gambar 3.11 Antar muka platform *thinger.io*

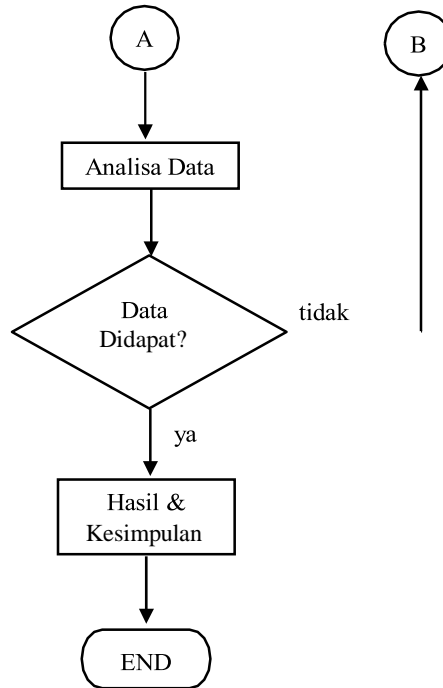
Pada gambar di atas terlihat ada empat data yang akan dikirim dan disimpan menuju server *thinger.io* dimana diantaranya ialah data dari tegangan, temperature, intensitas cahaya, dan sudut. Semua data tersebut nantinya akan terus dikirim oleh nodeMCU untuk kemudian disimpan pada server menjadi sebuah data excel. Untuk dapat menggunakan data tersebut, kita hanya perlu mendownloadnya dan menjalankan data tersebut menggunakan *software* Microsoft excel.

3.7 Flowchart Cara Kerja Alat

Sistem kerja alat digambarkan dalam *Flowchart* atau diagram alir pada

Error! Reference source not found. berikut ini:





Gambar 3. 13 Flowchart sistem *angle tracker*

BAB IV

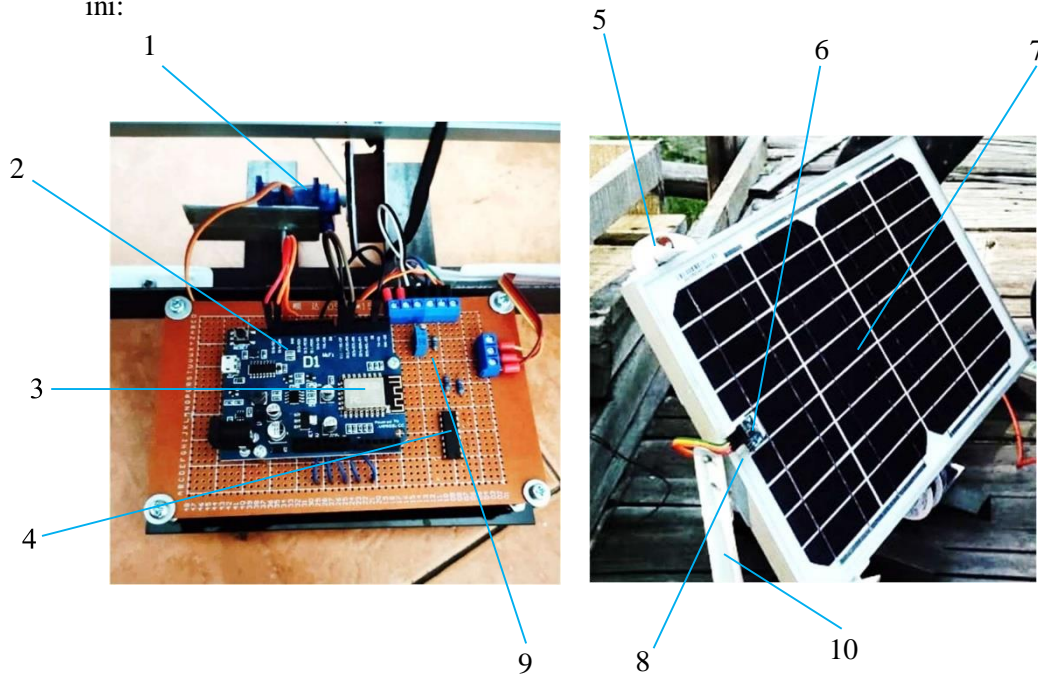
HASIL DAN ANALISA

Pada bab ini, akan dibahas mengenai hasil dari pengujian yang telah dilakukan. Hasil data dari pengujian akan dikalkulasikan berdasarkan kebutuhan dari penelitian. Setiap parameter yang muncul akan dicatat dan hitung sesuai dengan metode yang digunakan.

Adapun metode yang digunakan dalam pengujian ini adalah dengan melakukan pengamatan langsung pada sistem yang telah di buat. Hasil keluaran dari hasil pengujian dan pengamatan dapat berupa tabel dan gambar grafik.

4.1 Hasil Perancangan Solar Angle Tracker

Hasil dari perancangan *solar angle tracker* ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



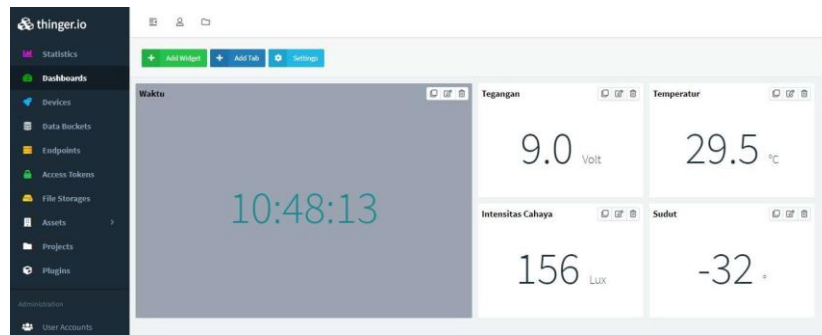
Adapun keterangan pada gambar di atas dijelaskan dibawah ini:

1. Motor Servo, berfungsi untuk memutar arah panel agar dapat mengikuti arah lintasan semu matahari.
2. Wemos D1 (Arduino), sebagai mikrokontroler yang mengendalikan semua perangkat agar dapat berjalan sesuai kebutuhan penelitian.
3. Modul WiFi ESP32, menjadikan wemos D1 dapat terhubung dengan internet karena fungsinya sebagai *transmitter* dan *receiver* data internet.
4. IC Compiler, berfungsi sebagai gerbang analog dimana menambah banyak nya input pada pin wemos D1.
5. Sensor cahaya LDR, berfungsi untuk menghitung tingkat intensitas cahaya yang dipancarkan oleh matahari.
6. Modul gyro MPU6050, sudut yang terbentuk dihasilkan dari pergeseran silikon yang ada pada ic MPU6050 tersebut dimana ic tersebut hanya mampu menghitung kemiringan sehingga kemudian dikonversi oleh wemos D1 menjadi besaran sudut.
7. Panel *Photovoltaic*, fungsinya adalah untuk menyerap energi cahaya matahari kemudian diubah menjadi energi listrik.
8. Sensor DHT22, pada penelitian ini sensor tersebut hanya digunakan untuk menghitung temperature pada panel pv. Terletak diatas permukaan panel yang menghadap matahari dengan tujuan agar besar temperature dapat terbaca dengan maksimal.
9. Sensor tegangan, berfungsi untuk menghitung besar tegangan yang dihasilkan oleh panel pv ketika terkena cahaya matahari.
10. Besi penyangga, sebagai penyangga semua rangkaian alat penelitian.

4.2 Hasil Perancangan Platform *Thinger.io*

Pada hasil penelitian tahap ini sendiri, ditunjukkan beberapa tampilan dari platform *thinger.io* itu sendiri. Dimana, terdapat beberapa nilai data yang ditampilkan dari empat instrument yang akan diteliti. Nilai-nilai tersebut berasal dari data sensor yang terbaca baik data internal maupun eksternal tersebut dikirimkan oleh mikrokontroler Arduino melalui jaringan internet menggunakan

modul ESP32. Interval waktu pengiriman diatur berdasarkan kebutuhan penelitian, semakin kecil interval yang digunakan maka semakin banyak data yang bisa dikirimkan menuju platform *thinger.io*, namun, hal tersebut berdampak pada penggunaan data internet yang semakin tinggi.



Gambar 4.2 Tampilan *dashboard thinger.io*

Gambar di atas adalah tampilan dari menu *dashboard thinger.io*, dimana pada opsi menu tersebut berisi data nilai yang dikirimkan oleh Arduino. Adapun beberapa data tersebut dijelaskan di bawah ini:

4.2.1. Menu *Dashboard Waktu*

Pada menu ini menampilkan waktu *real time* saat ini, dimana pada menu tersebut menunjukkan berapa lama *device* telah berjalan.



Gambar 4.3 Tampilan menu waktu pada *dashboard thinger.io*

Akan tetapi, nilai waktu yang ada di server tersebut tidak terikat dengan data yang dikirim oleh Arduino karena waktu yang ditunjukkan berasal dari waktu yang ada di server *thinger.io*. Adapun jika perangkat tidak terhubung dengan koneksi data internet waktu akan tetap berjalan.

4.2.2. Menu *Dashboard* Tegangan

Dalam menu *dashboard* ini, data yang ditampilkan ialah data tegangan yang berasal dari Arduino. Pada menu ini bergantung pada koneksi internet karena apabila perangkat tidak terhubung maka data yang terkirim oleh arduino tidak akan dapat diterima oleh perangkat PC / *smartphone*.



Gambar 4.4 Tampilan dashboard tegangan tanpa koneksi internet

Pada gambar di atas, dapat dilihat merupakan tampilan dari *thinger.io* jika salah satu perangkat tidak terhubung koneksi internet baik perangkat PC maupun arduino sendiri yang ditandai dengan tidak adanya data yang ditampilkan. Sedangkan ketika terhubung oleh koneksi internet maka data akan tampil seperti gambar dibawah ini:



Gambar 4. 5 Tampilan *dashboard* tegangan saat terkoneksi

4.2.3. Menu *Dashboard* Temperatur

Menu *dashboards* ini sendiri berisi besarnya temperatur yang diterima oleh sensor DHT22, ketika cahaya matahari mengenai panel *photovoltaic* maka cahaya matahari juga akan membuat panel tersebut menjadi panas, sehingga panas ini akan menyebar pada panel PV selanjutnya diterima oleh sensor DHT22 dengan cara merubah tahanan pada silicon semikonduktor-nya. Jadi prinsip kerja dari sensing element ini adalah di dalam sensing element ini terdapat sebuah *thermistor* dengan tipe NTC (*Negative Temperature Coefficient*). Seperti kita tahu cara kerja dari *semiconductor* ini adalah naik dan turunnya suhu berpengaruh terhadap naik dan turunnya resistansi *semiconductor*-nya sendiri.



Gambar 4.6 Tampilan *dashboard* temperatur saat terkoneksi

Pada sensing element ini menggunakan semiconductor unit NTC dimana nilai resistansinya berbanding terbalik dengan kenaikan suhu. Yaitu, semakin tinggi suhu

di sekitar sensing element maka nilai resistansi NTC-nya semakin kecil. Sebaliknya nilai resistansi-nya akan meningkat ketika suhu ruangan sensing element menurun.

Berdasarkan naik turunnya resistansi tersebut maka sensing element akan mengeluarkan output berupa nilai analog yang akan dibaca dan dikonversi oleh arduino menjadi nilai suhu (dalam bentuk °C) dan kelembaban ruangan (dalam bentuk %).

4.2.4. Menu *Dashboard* Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya menampilkan besarnya cahaya matahari yang mengenai sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) yang fungsinya ialah merubah tahanan berdasarkan intensitas cahaya yang diterimanya.



Gambar 4.7 Tampilan *dashboard* intensitas cahaya saat terkoneksi

Pada gambar di atas menunjukkan bahwa nilai intensitas cahaya sebesar 156 lux, yang mengartikan bahwa cuaca sedang mendung.

4.2.5. Menu *Dashboard* Sudut

Menu ini menampilkan besar sudut yang terbentuk karena pergeseran panel pv yang mengikuti gerak semu matahari. Ketika matahari bergerak dari timur ke barat, maka dua sensor LDR yang berada pada kedua sisi samping panel pv akan mendeteksi pergeseran tersebut dengan cara salah satu sensor ldr akan tertutup bayangan dari sisi runcing pipa PVC yang menyebabkan satu sisi ldr tidak terkena cahaya matahari. Hal tersebut kemudian diterima oleh Wemos D1 sehingga mengaktifkan motor servo yang ter-*couple* dengan panel pv. Akibat dari motor

servo yang berputar maka akan membuat panel pv bergeser mengikuti gerakan matahari. Berikut ialah tampilan besar sudut yang terdapat pada platform *thinger.io*.

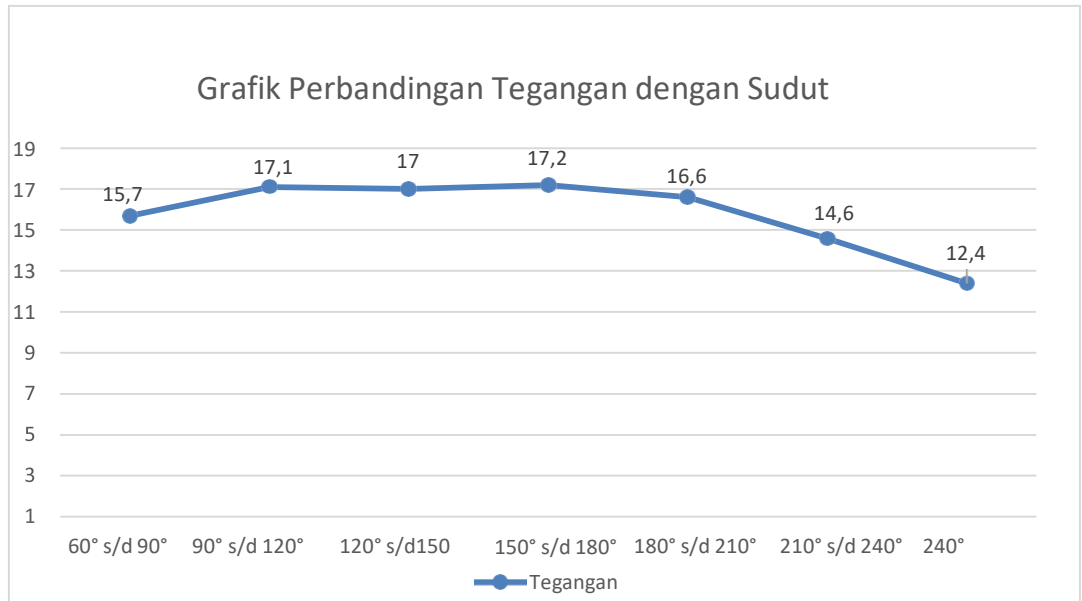
4.3 Hasil Pengamatan Tegangan, Temperatur, Intensitas Cahaya, dan Sudut

Data tegangan, temperatur, intensitas cahaya, dan sudut diperoleh melalui data rata-rata pembacaan sensor yang dikirimkan melalui platform *thinger.io*. Pengujian dilakukan dimulai dari jam 10.00 hingga jam 17.00. Pada hari pertama data rata-rata yang diperoleh ditunjukkan pada tabel berikut ini:

Tabel 4.1. Data pengamatan hari pertama

No.	Waktu	Tegangan (V)	Temperatur (°C)	Intensitas Cahaya (lux)	Sudut (°)
1	10.00-11.00	15.7	34	61.786	60 s/d 90
2	11.00-12.00	17.1	37	85.547	90 s/d 120
3	12.00-13.00	17.0	39	86.944	120 s/d 150
4	13.00-14.00	17.2	39	89.476	150 s/d 180
5	14.00-15.00	16.6	38	72.894	180 s/d 210
6	15.00-16.00	14.6	35	54.765	210 s/d 240
7	16.00-17.00	12.4	32	50.875	240

Data diatas merupakan rata-rata pengamatan pada hari pertama, diperlihatkan rata-rata tegangan terbesar yaitu 17.2 volt terdapat pada pukul 13.00-14.00 dengan intensitas cahaya sebesar 89.476 lux dan sudut 150°-180°. Adapun gambar grafik padapengujian hari pertama ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



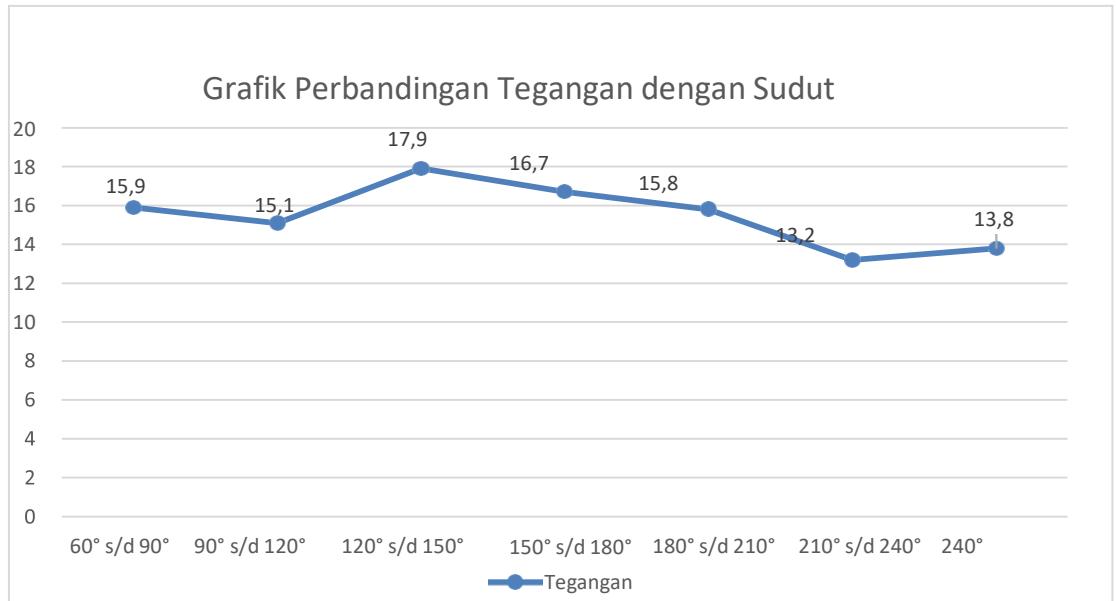
Gambar 4.8. Gambar grafik perbandingan tegangan dengan sudut pengujian hari pertama

Selanjutnya dilakukan pengamatan pada hari ke-2 dimana ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.2. Data pengamatan hari ke-2

No.	Waktu	Tegangan (V)	Temperatur (°C)	Intensitas Cahaya (lux)	Sudut (°)
1	10.00-11.00	15.9	35	62.787	60 s/d 90
2	11.00-12.00	15.1	35	72.896	90 s/d 120
3	12.00-13.00	17.9	37	84.737	120 s/d 150
4	13.00-14.00	16.7	36	76.584	150 s/d 180
5	14.00-15.00	15.8	35	62.897	180 s/d 210
6	15.00-16.00	13.2	34	54.777	210 s/d 240
7	16.00-17.00	13.8	34	54.864	240

Data pengamatan hari ke-2, menunjukkan rata-rata tegangan terbesar yaitu 17.9 volt terdapat pada sudut 120°- 150° dimana sudut tersebut terbentuk diantara pukul 12.00-13.00 dengan gambar diagram ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.9. Gambar grafik perbandingan tegangan dengan sudut pengujian hari ke-2

Berikutnya data pengamatan hari ke-3 ditunjukkan pada tabel berikut ini:

Tabel 4.3. Data pengamatan hari ke-3

No.	Waktu	Tegangan (V)	Temperatur (°C)	Intensitas Cahaya (lux)	Sudut (°)
1	10.00-11.00	12.3	30	57.875	60 s/d 90
2	11.00-12.00	12.1	29	56.985	90 s/d 120
3	12.00-13.00	13.6	32	60.875	120 s/d 150
4	13.00-14.00	17.8	40	96.584	150 s/d 180
5	14.00-15.00	15.5	35	76.076	180 s/d 210
6	15.00-16.00	13.6	34	59.056	210 s/d 240
7	16.00-17.00	12.1	30	56.898	240

Karena cuaca matahari berubah-ubah, maka data pengamatan hanya dilakukan ketika kondisi matahari berada pada kondisi terik. Dimana hal tersebut menjadi acuan awal apakah dalam satu hari tersebut matahari akan bersinar terik atau tidak. Maka diperlukan observasi dan data cuaca dari BMKG. Pada data pengamatan hari ke-3, didapatkan rata-rata tegangan tertinggi terdapat pada pukul 13.00-14.00 sebesar 17.8 volt dengan besar sudut yg terbentuk antara 150°-180°. Selanjutnya hasil pengamatan hari ke-4 ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.4. Data pengamatan hari ke-4

No.	Waktu	Tegangan (V)	Temperatur (°C)	Intensitas Cahaya (lux)	Sudut (°)
1	10.00-11.00	16.7	36	75.786	60 s/d 90
2	11.00-12.00	17.3	38	89.547	90 s/d 120
3	12.00-13.00	17.0	38	86.944	120 s/d 150
4	13.00-14.00	17.1	38	87.476	150 s/d 180
5	14.00-15.00	16.7	37	72.894	180 s/d 210
6	15.00-16.00	15.3	35	54.765	210 s/d 240
7	16.00-17.00	12.4	32	40.875	240

Data diatas merupakan rata-rata pengamatan pada hari ke-4, diperlihatkan rata-rata tegangan terbesar yaitu 17.1 volt terdapat pada pukul 13.00-14.00 dengan intensitas cahaya sebesar 87.476 lux dan sudut 150°-180°. Selanjutnya dilakukan pengamatan pada hari ke-5 dimana ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.5. Data pengamatan hari ke-5

No.	Waktu	Tegangan (V)	Temperatur (°C)	Intensitas Cahaya (lux)	Sudut (°)
1	10.00-11.00	15.7	35	62.787	60 s/d 90
2	11.00-12.00	15.3	35	72.896	90 s/d 120
3	12.00-13.00	17.8	37	84.737	120 s/d 150
4	13.00-14.00	16.7	36	76.584	150 s/d 180
5	14.00-15.00	15.6	35	62.897	180 s/d 210
6	15.00-16.00	13.4	34	54.777	210 s/d 240
7	16.00-17.00	13.8	34	54.864	240

Data pengamatan hari ke-5, menunjukkan rata-rata tegangan terbesar yaitu 17.8 volt terdapat pada sudut 120°-150° dimana sudut tersebut terbentuk diantara pukul 12.00-13.00. Berikutnya data pengamatan hari ke-6 ditunjukkan pada tabel berikut ini:

Tabel 4.6. Data pengamatan hari ke-6

No.	Waktu	Tegangan (V)	Temperatur (°C)	Intensitas Cahaya (lux)	Sudut (°)
1	10.00-11.00	13.3	30	49.875	60 s/d 90
2	11.00-12.00	16.1	36	66.985	90 s/d 120
3	12.00-13.00	15.6	35	50.875	120 s/d 150
4	13.00-14.00	17.8	40	97.584	150 s/d 180
5	14.00-15.00	14.5	35	76.076	180 s/d 210
6	15.00-16.00	12.6	29	47.056	210 s/d 240
7	16.00-17.00	12.1	29	46.898	240

Data diatas merupakan rata-rata pengamatan pada hari ke-6, diperlihatkan rata-rata tegangan terbesar yaitu 17.8 volt terdapat pada pukul 13.00-14.00 dengan intensitas cahaya sebesar 97.584 lux dan sudut 150°-180°. Selanjutnya dilakukan pengamatan pada hari ke-7 dimana ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.7. Data pengamatan hari ke-7

No.	Waktu	Tegangan (V)	Temperatur (°C)	Intensitas Cahaya (lux)	Sudut (°)
1	10.00-11.00	16.7	36	75,786	60 s/d 90
2	11.00-12.00	17.3	38	89,547	90 s/d 120
3	12.00-13.00	17.0	38	86,944	120 s/d 150
4	13.00-14.00	17.1	38	87,476	150 s/d 180
5	14.00-15.00	16.7	37	72,894	180 s/d 210
6	15.00-16.00	15.3	35	54,765	210 s/d 240
7	16.00-17.00	12.4	32	40,875	240

Pengujian terakhir dilakukan pada pengujian hari ke-7, dimana padapengujian ini didapatkan hasil rata-rata tegangan terbesar yaitu 17.1 pada pukul 13.00-14.00. Setelah semua pengujian dilakukan maka selanjutnya mengolah data yang telah dicatat pada saat pengamatan.

4.4 Hasil Rata-rata Pengamatan

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari pengujian sebelumnya, maka dapat dihitung nilai rata-rata tegangan, temperature, intensitas cahaya, dan sudut dalam 1 minggu adalah sebagai berikut:

1. Nilai rata-rata tegangan pada masing-masing sudut adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Sudut } 60^\circ \text{ s/d } 90^\circ &= \frac{15.7+15.9+12.3+16.7+15.7+13.3+16.7}{7} \\ &= 15.2 \text{ Volt}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sudut } 90^\circ \text{ s/d } 120^\circ &= \frac{17.1+17.6+16.1+17.3+16.9+16.8+17.3}{7} \\ &= 17 \text{ Volt}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sudut } 120^\circ \text{ s/d } 150^\circ &= \frac{17.0+17.9+13.6+17.0+17.8+15.6+17.0}{7} \\ &= 16.6 \text{ Volt}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sudut } 150^\circ \text{ s/d } 180^\circ &= \frac{17.2+16.7+17.8+17.1+16.7+17.8+17.1}{7} \\ &= 17.2 \text{ Volt}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sudut } 180^\circ \text{ s/d } 210^\circ &= \frac{16.6+15.8+15.7+16.7+15.6+14.5+16.7}{7} \\ &= 15.9 \text{ Volt}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sudut } 210^\circ \text{ s/d } 240^\circ &= \frac{14.6+14.2+13.6+15.3+13.4+12.6+15.3}{7} \\ &= 14 \text{ Volt}\end{aligned}$$

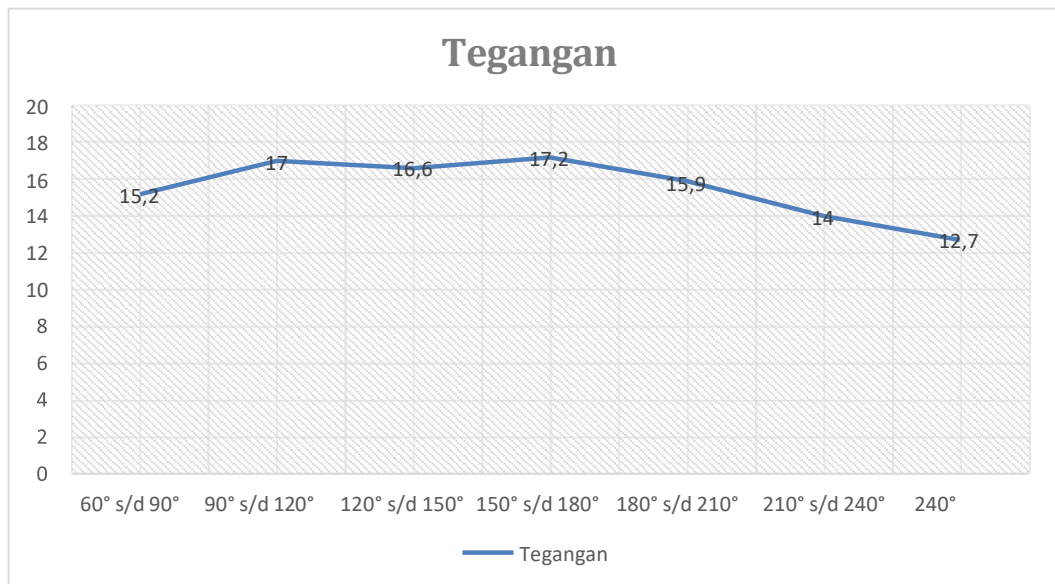
$$\begin{aligned}\text{Sudut } 240^\circ &= \frac{12.4+13.8+12.1+12.4+13.8+12.1+12.4}{7} \\ &= 12.7 \text{ Volt}\end{aligned}$$

Setelah diperoleh nilai perhitungan rata-rata tegangan berdasarkan besar sudut, maka nilai tegangan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.8. Nilai rata-rata tegangan berdasarkan besar sudut selama 7 hari

No.	Waktu	Tegangan (V)	Sudut (°)
1	10.00-11.00	15.2	60 s/d 90
2	11.00-12.00	17	90 s/d 120
3	12.00-13.00	16.6	120 s/d 150
4	13.00-14.00	17.2	150 s/d 180
5	14.00-15.00	15.9	180 s/d 210
6	15.00-16.00	14	210 s/d 240
7	16.00-17.00	12.7	240

Dari tabel di atas, diperoleh bahwa nilai tegangan tertinggi berada pada sudut 90° s/d 120° yaitu saat jam 11.00-12.00 dan sudut 150° s/d 180° yaitu saat jam 13.00-14.00 dimana radiasi sinar matahari paling besar. Akan tetapi, pada pukul 12.00-13.00 tegangan pada PV mengalami penurunan diikuti dengan semakin naiknya suhu pada PV. Hal tersebut mengindikasikan bahwa temperatur PV mempengaruhi proses penyerapan energi matahari menjadi listrik.



Gambar 4. 10. Grafik tegangan dengan sudut selama 7 hari

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Tegangan tertinggi yang dihasilkan panel PV berada pada jam 11.00-12.00 dan jam 13.00-14.00.
2. Penyerapan radiasi matahari terbesar berada pada sudut 90° s/d 120° dan sudut 150° s/d 180° .
3. Temperatur mempengaruhi penyerapan radiasi matahari pada panel PV, terlihat ketika suhu panel PV semakin tinggi tegangan yang dihasilkan semakin menurun.

5.2. Saran

Adapun saran dari penulis sebagai pengembangan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Penulis berharap agar penelitian selanjutnya dapat mencari pelacak lain yang dapat mengoptimasi daya dengan memanfaatkan selisih daya yang dihasilkan *photovoltaic*.
2. Agar dilakukan perbandingan algoritma dengan menggunakan metode penghitungan sudut azimut yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S., Pandria, T. M. A., Teknik, D., Universitas, M., & Umar, T. (2019). *Penentuan Sudut Kemiringan Optimal Panel Surya Untuk Wilayah Meulaboh*. 5(1), 21–29.
- Andriansyah, F. (2020). *Rancang Bangun Alat Ukur Sudut Punggung untuk Mempermudah Perhitungan Rula Menggunakan MPU-6050*.
<http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf>
- Azimut, P., Dalam, M., Topografi, P., & Rirang, D. I. (2000). *N 120° sehingga diperoleh koreksi selisih pembacaan azimuth sebesar 00° 26' 13"*. 57–71.
- Bahari, S., & Laka, A. (2017). *Pengaruh Perubahan Arah Sudut Sel Surya Terhadap Tegangan*. November, 1–2.
- Darussalam, R., Rajani, A., & Atmaja, T. D. (2016). *Pengaturan Arah Azimuth dan Sudut Tilt Panel Photovoltaic untuk optimalisasi Radiasi Matahari*. V, 31–36.
- Ekaputri, C., Teknik, F., Telkom, U., & Clock, R. (2018). *Desain Optimal Dan Implementasi Penggerak Panel Surya Menggunakan Metode Perhitungan Sudut Azimuth Matahari Optimal Design And Implementation Of Solar Panel Drive Using Azimuth Solar Angle Calculation Methods*. *E-Proceeding of Engineering*, 5(3), 3887–3894.
- Elektro, S. T., Teknik, F., Surabaya, U. N., Elektro, D. T., Teknik, F., & Surabaya, U. (2017). *Pengendalian Posisi Azimuth Antena Tracker Berbasis Global Positioning System (Gps) Dengan Kendali Pd Fuzzy*.

- Energi, J. (2018). *Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Arus Keluaran Pada Photovoltaic Dengan Menggunakan*. *10*(2), 137–144.
- Hafid, A., Abidin, Z., Husain, S., Umar, R., & Pendahuluan, I. (2017). Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pulau Balang Lompo. *Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*, *14*(1), 6–12.
- Kusuma, A. (2020). Rancang Bangun Alat Pelipat Baju Otomatis Menggunakan Arduino Uno. In *Orphanet Journal of Rare Diseases* (Vol. 21, Issue 1). <https://doi.org/10.1155/2010/706872>
- Murtadlo, M. L. (2017). Analisis Ketelitian Azimut Pengamatan Matahari Dan Global Positioning System (GPS) (Studi Kasus : Kampus ITS Sukolilo , Surabaya) menyangkut kemampuan disiplin ilmu geodesi membutuhkan suatu penentuan azimut (Yoel , 2009). Prinsip benda-benda langit. *GEOID*, *13*(1), 69–76.
- Murtadlo, M., & Yuwono. (2017). Studi Perbandingan Ketelitian Nilai Azimut Melalui Pengamatan Matahari dan. *Jurnal Teknik ITS*, *6*(1), 4–8.
- Optimalisasi, J., Issn, P., Issn, E., Pandria, T. M. A., Studi, P., Industri, T., Teknik, F., & Umar, U. T. (2017). *Penentuan Kemiringan Sudut Optimal*. *3*, 123–131.
- Pakpahan, R., Ramadan, D. N., & Hadiyoso, S. (2017). Rancang Bangun Dan Implementasi Automatic Transfer Switch (Ats) Menggunakan Arduino Uno Dan Relai. *Jurnal Elektro Dan Telekomunikasi Terapan*, *3*(2), 332–341. <https://doi.org/10.25124/jett.v3i2.302>

Pangestuningtyas, D. L. (n.d.). *Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya Terhadap Radiasi Matahari Yang Diterima Oleh Panel Surya Tipe Larik Tetap Metode*. 0–7.

Qodir, F., & Putra, J. A. (n.d.). *Tranduser ultrasonik sebagai pendeteksi gerak pada sistem keamanan rumah*. 61–71.

Rimbawati, Setiadi, H., Ananda, R., & Ardiansyah, M. (2019). Perancangan Alat Pendeteksi Kebocoran Tabung Gas LPG Dengan Menggunakan Sensor MQ-6 Untuk Mengatasi Bahaya Kebakaran. *Journal of Electrical Technology*, 4(2), 2502–3624.

Sianipar, R. (2014). *Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. 11(2), 61–78.

Tamimi, S., Indrasari, W., & Iswanto, B. H. (2016). *Optimasi Sudut Kemiringan Panel Surya Pada Prototipe Sistem Penjejak Matahari Aktif*. V, SNF2016- CIP-53-SNF2016-CIP-56. <https://doi.org/10.21009/0305020111>

Tawurisi, F., Mangindaan, G. M. C., Silimang, S., Elektro, T., Sam, U., Manado, R., & Manado, J. K. B. (2019). *Rancang Bangun Sistem Kendali Automatic Transfer Switch Perusahaan Listrik Negara – Generator Set*. 8(3), 143–152.



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir (Skripsi)

Nama : GEMA MAHARDIKO
NPM : 1607220041
Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN SOLAR ANGLE TRACKER SEBAGAI PENENTU
KEMIRINGAN PHOTOVOLTAIC MENGGUNAKAN SENSOR LDR
BERBASIS INTERNET of THINGS

No	Tanggal	Catatan	Paraf
	11/08 2021	Perbaiki BAB II	
	22/08 2021	Tambahan Teori Jurnal	
	16/09 2021	Perbaiki Rangkaian	
	21/09 2021	Perbaiki BAB IV	
	29/09 2021	Perbaiki Daftar Isi	
	2/10 2021	Perbaiki Grafik	
		ACL seminar Hasil 6/10 2021	

Pembimbing

Rimbawati S.T., M.T



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir (Skripsi)

Nama : GEMA MAHARDIKO
NPM : 1607220041
Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN SOLAR ANGLE TRACKER SEBAGAI
PENENTU KEMIRINGAN PHOTOVOLTAIC MENGGUNAKAN
SENSOR LDR BERBASIS INTERNET of THINGS

No	Tanggal	Catatan	Paraf
		Tambah Penjelasan teori dan jurnal di Bab 2 21/10 2021	
		Perbaiki Bab 4 tambah Penjelasan 23/10 2021	
		Acc sidang 27/10 2021	

Pembimbing

Rimbawati S.T., M.T