

KARYA ILMIAH TERAPAN

**PERANCANGAN *SINGLE AXIS SOLAR TRACKER*
BERBASIS ARDUINO GUNA EFISIENSI *OUTPUT* DAYA
PANEL SURYA DI KAPAL**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma IV
Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

FARIS RAHMAN AP

NIT 07 19 008 1 11

**PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL**

**PROGRAM DIPLOMA IV
POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA**

2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : FARIS RAHMAN .AP
Nomor Induk Taruna : 07 19 008 1 11
Program Studi : D-IV TEKNOLOGI REKAYASA
KELISTRIKAN KAPAL

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

PERANCANGAN *SINGLE AXIS SOLAR TRACKER* BERBASIS ARDUINO GUNA EFISIENSI *OUTPUT* DAYA PANEL SURYA DI KAPAL

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

SURABAYA, 27 JULI 2023

FARIS RAHMAN .AP

**PERSETUJUAN SEMINAR HASIL
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : **PERANCANGAN *SINGLE AXIS SOLAR TRACKER*
BERBASIS ARDUINO GUNA EFISIENSI *OUTPUT*
DAYA PANEL SURYA DI KAPAL**

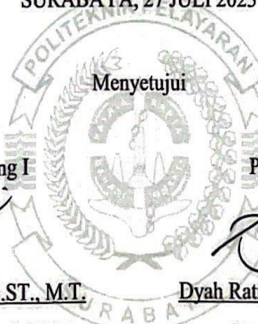
Nama Taruna : **FARIS RAHMAN .AP**



NIT : **07 19 008 1 11**

Program Studi : **D-IV TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL**

Dengan ini dinyatakan memenuhi syarat untuk diseminarkan.

SURABAYA, 27 JULI 2023



| | | |
|---|------------|--|
| Pembimbing I | Menyetujui | Pembimbing 2 |
|  | |  |
| <u>Edi Kurniawan, S.ST., M.T.</u> | | <u>Dyah Ratnaningsih, S.S., M.Pd.</u> |
| Penata Muda Tk. I (III/b) | | Penata Tk. I (III/d) |
| NIP. 198312022019021001 | | NIP. 198003022005022001 |

Mengetahui
Ketua Program Studi
Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



Akmad Kasan Gupron, M.Pd.

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19800517200502100

PENGESAHAN KARYA TULIS ILMIAH

**PERANCANGAN *SINGLE AXIS SOLAR TRACKER* BERBASIS ARDUINO
GUNA EFISIENSI *OUTPUT* DAYA PANEL SURYA DI KAPAL**

Disusun dan Diajukan Oleh:

FARIS RAHMAN .AP

NIT 07 19 008 1 11

TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL MANDIRI

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian KIT

Pada tanggal, 27 Juli 2023

Menyetujui

Penguji I



Diana Alia, S.T. M.Eng.

Penata Muda Tk. I (III/b)

NIP. 199106062019022003

Penguji II



Rizqi Ami Rakhman, S.S.T.Pel., M.M.Tr.

Penata Muda Tk. I (III/b)

NIP. 198904062019022002

Penguji III



Edi Kurniawah, S.ST., M.T.

Penata Muda Tk. I (III/b)

NIP. 198312022019021001

Mengetahui

Ketua Program Studi

Teknologi Rekasaya Kelistrikan Kapal



Akhmad Kasan Gupron, M.Pd.

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 198005172005021003

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala kuasa dan nikmat yang telah dilimpahkan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian karya ilmiah terapan ini yang berjudul :

“PERANCANGAN *SINGLE AXIS SOLAR TRACKER* BERBASIS ARDUINO GUNA EFISIENSI *OUTPUT* DAYA PANEL SURYA DI KAPAL”

Dengan penuh rasa hormat yang setinggi-tingginya kepada seluruh pihak yang membantu, memotivasi serta membimbing penulis untuk menyelesaikan penelitian karya ilmiah terapan ini.

Perkenankan penulis pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Heru Widada, M.M., direktur Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah memberikan fasilitas untuk penelitian ini.
2. Bapak Akhmad Kasan Gupron, M.Pd., ketua program studi teknologi rekayasa kelistrikan kapal yang telah mendukung penelitian ini.
3. Bapak Edi Kurniawan, S.ST., M.T. dan Ibu Dyah Ratnaningsih, S.S., M.Pd., sebagai dosen pembimbing.
4. Dosen Penguji I, II, dan III untuk waktu, arahan, wawasan serta bimbingan yang diberikan kepada penulis
5. Kedua orang tua dan saudara saya yang selalu memberikan semangat dan doa terbaik.
6. Teman-teman TRKK Mandiri Angkatan I baik gelombang 1 maupun gelombang 2 yang merupakan teman seperjuangan dan selalu memberi dukungan, dan motivasi.
7. Teman-teman angkatan X Politeknik Pelayaran Surabaya yang selalu kebersamai memberi dukungan serta pengalaman dalam menjalani masa studi perkuliahan
8. Segenap crew MT. Nectar yang telah memberikan banyak ilmu dan membimbing selama penulis melaksanakan praktik laut

9. Kepada diri penulis sendiri, Faris Rahman .AP, karena sudah berjuang, berdoa, serta memiliki keyakinan kuat untuk dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah ini.
10. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan karya tulis ilmiah ini tetapi tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis berharap semoga karya ilmiah terapan ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulis khususnya. Semoga tuhan yang maha esa senantiasa memberikan petunjuk dan lindungan dalam melakukan penelitian dituangkan dalam bentuk karya ilmiah terapan.

Surabaya, 20 Juli 2023

FARIS RAHMAN .AP

NIT. 07 19 008 1 11

ABSTRAK

FARIS RAHMAN AP. Karya ilmiah terapan, Politeknik Pelayaran Surabaya, berjudul perancangan *single axis solar tracker* berbasis arduino guna efisiensi *output* daya panel surya di kapal. Dibimbing oleh Bapak Edi Kurniawan, S.ST., M.T. dan Ibu Dyah Ratnaningsih, S.S., M.Pd.

Penggunaan energi terbarukan yaitu tenaga cahaya matahari dengan cara mengubah energi tersebut menjadi tenaga listrik melalui sel surya. Umumnya panel surya dirangkai secara *fixed* menyebabkan kurangnya daya serap tenaga surya dikarenakan kapal yang selalu bergerak dan tidak selalu menghadap kearah sinar matahari. Dibutuhkan solusi untuk menggerakkan permukaan panel surya agar selalu mengikuti arah sinar cahaya matahari. Alat yang digunakan untuk mengikuti arah cahaya matahari dikenal sebagai *solar tracker*. Penelitian ini menggunakan sensor LDR guna mengetahui arah gerak matahari yang dihubungkan dengan mikrokontroler arduino guna menggerakkan motor servo sesuai dengan pembacaan sensor cahaya. Berdasarkan data perbandingan antara panel surya menggunakan *tracker* dan *fixed* setelah dihitung nilai rata-rata daya yang diperoleh antara panel surya menggunakan *tracker* dan *fixed*, lebih besar daya yang dihasilkan oleh panel surya menggunakan *tracker*, hal ini juga berguna untuk efisiensi *output* daya yang dihasilkan oleh panel surya. Sensor-sensor dapat membaca nilai sesuai fungsinya masing-masing. Perbandingan hasil pengukuran *output* daya yang dihasilkan oleh panel surya 100wp menggunakan *tracker* memiliki efisiensi daya hingga 51% dibandingkan dengan panel surya statis.

Kata kunci : Panel Surya, Daya, *Tracker*

ABSTRACT

FARIS RAHMAN AP. *Applied scientific work, Politeknik Pelayaran Surabaya, entitled the design of an arduino-based single axis solar tracker for the efficiency of solar panel power output on ships. Supervised by Mr. Edi Kurniawan, S.ST., M.T. and Mrs. Dyah Ratnaningsih, S.S., M.Pd.*

The use of renewable energy, namely sunlight power by converting this energy into electric power through solar cells. Generally, solar panels are used fixedly causing a lack of solar power absorption due to ships that are always moving and not always facing towards sunlight. A solution is needed to move the surface of the solar panel to always follow the direction of sunlight. The tool used to follow the direction of sunlight is known as a solar tracker. This research uses an LDR sensor to determine the direction of motion of the sun which is connected to the Arduino microcontroller to move the servo motor according to the light sensor reading. Based on the comparison data between solar panels using trackers and fixed after calculating the average value of power obtained between solar panels using trackers and fixed, the greater the power generated by solar panels using trackers, this is also useful for the efficiency of the power output generated by solar panels. Sensors can read values according to their respective functions. Comparison of the measurement results of the power output generated by 100wp solar panels using trackers has a power efficiency of up to 51% compared to static solar panels.

Keywords : Solar Panel, Power, Tracker

DAFTAR ISI

| | |
|-------------------------------------|------|
| PERNYATAAN KEASLIAN..... | ii |
| PERSETUJUAN SEMINAR HASIL | iii |
| PENGESAHAN KARYA TULIS ILMIAH | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| ABSTRAK | vii |
| <i>ABSTRACT</i> | viii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL..... | xiii |
| DAFTAR SINGKATAN | xv |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| A. LATAR BELAKANG | 1 |
| B. RUMUSAN MASALAH..... | 2 |
| C. BATASAN MASALAH..... | 3 |
| D. TUJUAN PENELITIAN..... | 3 |
| E. MANFAAT PENELTIAN | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| A. REVIEW PENELITIAN..... | 5 |
| B. LANDASAN TEORI..... | 7 |
| 1. <i>SOLAR PANEL</i> | 8 |
| 2. ARDUINO MEGA 2560..... | 9 |
| 3. SENSOR CAHAYA..... | 10 |
| 4. MOTOR DC..... | 12 |

| | |
|---|----|
| 6. GERAK SEMU MATAHARI | 13 |
| 7. SISTEM <i>TRACKING</i> MATAHARI..... | 14 |
| BAB III METODE PENELITIAN..... | 16 |
| A. PERANCANGAN SISTEM | 17 |
| B. PERANCANGAN ALAT | 20 |
| C. RENCANA PENGUJIAN | 21 |
| 1. PENGUJIAN STATIS | 22 |
| 2. PENGUJIAN DINAMIS..... | 22 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 25 |
| A. UJI COBA PRODUK | 25 |
| 1. PENGUJIAN KOMPONEN | 25 |
| 2. PERAKITAN KOMPONEN..... | 29 |
| 3. PEMROGRAMAN <i>SOFTWARE</i> | 30 |
| 4. PENGUJIAN ALAT | 31 |
| B. PENYAJIAN DATA..... | 32 |
| C. ANALISIS DATA | 34 |
| BAB V PENUTUP..... | 39 |
| A. KESIMPULAN | 39 |
| B. SARAN | 39 |
| DAFTAR PUSTAKA | 41 |
| LAMPIRAN..... | 43 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Panel Surya 100wp..... | 8 |
| Gambar 2.2 Arduino Mega 2560 | 10 |
| Gambar 2.3 Sensor Cahaya..... | 11 |
| Gambar 2.4 Motor Servo..... | 12 |
| Gambar 2.5 Gerak Semu Harian Matahari..... | 13 |
| Gambar 2.6 Gerak Semu Tahunan Matahari..... | 14 |
| Gambar 2.7 Sistem <i>Tracking</i> Panel Surya | 15 |
| Gambar 3.1 Blok Diagram Perancangan Sistem..... | 17 |
| Gambar 3.2 Flowchart Sistem Alat..... | 18 |
| Gambar 3.3 Nilai <i>Deadband</i> | 19 |
| Gambar 3.4 Rancangan Alat | 20 |
| Gambar 3.5 Rencana Pengujian | 23 |
| Gambar 3.6 Perhitungan Nilai Sudut Panel Surya..... | 24 |
| Gambar 4.1 Pengujian Panel Surya..... | 25 |
| Gambar 4.2 Pengukuran Nilai Resistor Sensor Cahaya..... | 26 |
| Gambar 4.3 Uji Coba Arduino Mega 2560..... | 27 |
| Gambar 4.4 Pengujian <i>Driver</i> Motor L298N..... | 28 |
| Gambar 4.5 Pengujian Linear Aktuator | 29 |
| Gambar 4.6 Perakitan Komponen | 30 |
| Gambar 4.7 Pemrograman <i>Software</i> | 31 |
| Gambar 4.8 Pengujian Alat..... | 32 |
| Gambar 4.9 Pengambilan Data Dikapal..... | 32 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.10 Perbandingan <i>Output</i> Daya Panel Surya 1 | 35 |
| Gambar 4.11 Perbandingan <i>Output</i> Daya Panel Surya 2 | 36 |
| Gambar 4.12 Perbandingan <i>Output</i> Daya Panel Surya 3 | 37 |
| Gambar 4.13 Efisiensi Rata-Rata | 38 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Review Penelitian Sebelumnya..... | 5 |
| Tabel 3.1 Tabel Algoritma Kendali | 19 |
| Tabel 3.2 <i>Wiring</i> Rancangan Alat..... | 20 |
| Tabel 4.1 Pengukuran Tegangan Panel Surya..... | 26 |
| Tabel 4.2 Pengukuran Nilai Resistor | 27 |
| Tabel 4.3 Hasil Data Panel Surya Hari Ke-1 | 33 |
| Tabel 4.4 Hasil Data Panel Surya Hari Ke-2 | 33 |
| Tabel 4.5 Hasil Data Panel Surya Hari Ke-3 | 34 |
| Tabel 4.6 Hasil Data Panel Surya 1 | 35 |
| Tabel 4.7 Hasil Data Panel Surya 2 | 36 |
| Tabel 4.8 Hasil Data Panel Surya 3 | 37 |
| Tabel 4.9 Efisiensi Rata – Rata | 38 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| Lampiran 1. 1 <i>Coding Software Program</i> | 43 |
| Lampiran 1. 2 Uji Coba Alat..... | 44 |
| Lampiran 1. 3 Proses Pengambilan Data | 44 |

DAFTAR SINGKATAN

| | |
|------|--------------------------------------|
| A | : <i>Ampere</i> |
| ADC | : <i>Analog to Digital Converter</i> |
| AH | : <i>Ampere Hours</i> |
| DC | : <i>Direct Current</i> |
| GND | : <i>Ground</i> |
| Imp | : <i>Maximum Power Current</i> |
| LDR | : <i>Light Dependent Resistor</i> |
| PWM | : <i>Pulse Width Modulation</i> |
| Pmax | : <i>Peak Power Maximum</i> |
| SCC | : <i>Solar Control Charge</i> |
| V | : <i>Volt</i> |
| VCC | : <i>Voltage at Common Collector</i> |
| VDC | : <i>Voltage Direct Current</i> |
| Vmp | : <i>Maximum Power Voltage</i> |
| WP | : <i>Watt Peak</i> |

BAB I PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Listrik merupakan bagian yang tidak terpisahkan dalam aktivitas dalam kehidupan. Banyak aktivitas manusia, baik di rumah tangga, perkantoran, maupun industri yang membutuhkan tenaga listrik. Salah satu cara untuk menghasilkan tenaga listrik dengan menggunakan generator listrik. Lebih dari 99% energi listrik yang digunakan saat ini dihasilkan oleh generator listrik dalam bentuk arus bolak-balik yang disalurkan dalam rentang jarak yang jauh (Aji, 2022).

Sumber energi untuk pembangkit listrik di Indonesia sebagian besar diperoleh dari energi fosil. Berbagai penelitian berfokus pada peningkatan sumber-sumber energi terbarukan seperti sumber tenaga nuklir, tenaga surya (*solar energy*), tenaga air, tenaga angin, tenaga biomassa, tenaga panas bumi, dan tenaga gelombang laut. Pemanfaatan sumber tenaga terbarukan guna memenuhi kebutuhan listrik di kapal sangat baik dilakukan. Indonesia sebagai negara beriklim tropis dapat memanfaatkan tenaga cahaya matahari sebagai sumber tenaga terbarukan untuk mencukupi kebutuhan pemakaian listrik sehari-hari.

Teknologi energi cahaya matahari yang dimanfaatkan yaitu teknologi energi cahaya matahari (*photovoltaic*) yang merupakan teknologi untuk memanfaatkan energi cahaya matahari dengan cara mengubah energi tersebut menjadi energi listrik dengan menggunakan piranti semikonduktor yang disebut sel surya (*solar cell*).

Kebanyakan pemasangan panel surya secara *fixed* pada atap rumah maupun di halaman rumah menggunakan sudut tertentu dengan menghadap arah dari timur kebarat, Apabila hal ini diterapkan di kapal menyebabkan kurangnya daya serap

tenaga surya dikarenakan kapal yang selalu bergerak dan tidak selalu menghadap kearah sinar matahari. Oleh karena hal itu, dibutuhkan upaya untuk mengarahkan permukaan panel surya agar selalu mengikuti arah gerak matahari.

K. Fadhlullah (2017) melaksanakan penelitian perancang sistem *tracking* panel surya berbasis arduino yang mampu bergerak sesuai arah cahaya matahari dan mampu difungsikan di seluruh daerah, dengan memanfaatkan *tracker* panel surya yang didesain, tenaga matahari yang diperoleh dan dihasilkan lebih besar dibandingkan tanpa memanfaatkan *tracker* panel surya. Alat yang diaplikasikan untuk mengikuti cahaya matahari disebut sebagai *solar tracker*. Arah cahaya matahari tersebut dapat diikuti dengan mengindra perubahan arah cahaya yang dipancarkannya. Sensor cahaya yang sering digunakan pada beberapa penelitian sebelumnya yaitu fotodiode dan LDR(*Light Dependent Resistor*). Perbedaan dikedua sensor tersebut adalah LDR merupakan komponen yang nilai resistansinya dapat berubah akibat intensitas cahaya, sedangkan fotodiode merupakan komponen semikonduktor yang dapat mengkonversi cahaya menjadi arus listrik. Penelitian ini menggunakan sensor LDR guna mengetahui arah gerak matahari yang dihubungkan dengan mikrokontroler arduino guna menggerakkan motor servo sesuai dengan pembacaan sensor cahaya.

B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian diatas maka penulis merumuskan beberapa masalah yang akan diuraikan, yaitu :

1. Bagaimana merancang *single axis solar tracker* berbasis arduino di kapal ?
2. Bagaimana efisiensi *output* daya menggunakan *single axis solar tracker* berbasis arduino di kapal ?

C. BATASAN MASALAH

Sebagai pokok bahasan dalam karya ilmiah terapan ini supaya tidak meluas, maka penulis hanya akan membatasi masalah hanya pada sebagai berikut :

1. Penelitian ini diujikan di kapal pada saat olah gerak.
2. *Solar tracker* diletakkan di atas anjungan kapal.
3. *Solar tracker* ini berbasis mikrokontroler arduino mega 2560.
4. Sistem menggunakan aktuator linear Matrix HARL – 3618.
5. Menggunakan sensor LDR untuk menggerakkan *solar tracker* secara otomatis mengikuti arah sinar matahari.
6. Menggunakan *solar panel* 100wp berukuran 1.030mm x 670mm x 30mm.
7. Penelitian yang dilakukan yaitu membandingkan daya yang diperoleh pada saat posisi *solar panel* tetap dengan pada saat posisi *solar panel* bergerak.
8. Pengambilan data dilakukan setiap jam pada jam 07.00 – 17.00 WIB selama tiga hari kecuali pada saat hujan.

D. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk dapat merancang *single axis solar tracker* berbasis arduino di kapal
2. Untuk mengetahui efisiensi *output* daya *single axis solar tracker* berbasis arduino di kapal.

E. MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi Penulis

Dapat mengembangkan wawasan keilmuan dan meningkatkan pemahaman tentang *single axis solar tracker*.

2. Bagi Pembaca

Dapat mengetahui efisiensi daya listrik yang dihasilkan panel surya yang menggunakan *single axis solar tracker* dengan daya yang dihasilkan panel surya yang diletakkan pada posisi *fixed*.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. REVIEW PENELITIAN

Tabel 2.1 Review Penelitian Sebelumnya

| NO | NAMA | JUDUL | HASIL | PERBEDAAN |
|----|--|---|---|--|
| 1 | (Putra & Aslimeri, 2020) (Universitas Negeri Padang) | Sistem Kendali <i>Solar Tracker</i> Satu Sumbu berbasis Arduino dengan sensor LDR | Hasil dari penelitian dan pengujian dari panel surya statis dan menggunakan <i>tracker</i> mempunyai efisiensi lebih maksimal dibandingkan dengan panel surya statis, panel surya yang digunakan yaitu daya maksimal $(P_{max}) = 50\text{WP}$, tegangan maksimal $(V_{mp}) = 17.5\text{ V}$, arus maksimal | Pada penelitian sebelumnya panel surya yang di gunakan untuk pengujian yaitu daya maksimal $(P_{max}) = 50\text{WP}$, sedangkan penelitian ini menggunakan panel surya dengan spesifikasi panel surya yaitu daya maksimal $(P_{max}) = 100\text{WP}$, tegangan maksimal $(V_{mp}) = 17.8\text{V}$, arus maksimal $(I_{mp}) = 5.62\text{ A}$. |

| | | | | |
|---|--|--|---|---|
| | | | <p>(<i>Imp</i>) = 2.78 A, daya rata – rata yang dihasilkan oleh panel surya menggunakan <i>tracker</i> yaitu 33.24 watt, sedangkan daya rata – rata yang dihasilkan oleh panel surya statis yaitu 19.41 watt.</p> | |
| 2 | (Nurdiansyah,2020) (Universitas Teknokrat Indonesia) | Sistem kendali rotasi matahari pada panel surya berbasis arduino uno | <p>Penelitian dan pembahasan didapatkan hasil yaitu panel surya mampu berjalan dengan baik pada saat terdapat sinar matahari, servo pada alat mampu berjalan dengan baik</p> | <p>Pada penelitian sebelumnya motor servo yang digunakan yaitu servo motor yang sudah memiliki <i>output</i> PWM(<i>pulse width modulation</i>), dengan <i>input voltage</i> 5VDC, sedangkan pada</p> |

| | | | | |
|--|--|--|---|---|
| | | | <p>dikarenakan mampu berubah-ubah posisi sesuai dengan nilai yang didapatkan oleh dua buah sensor cahaya.</p> | <p>penelitian ini menggunakan dua buah sensor cahaya yang diletakkan pada titik tengah panel surya, sensor cahaya memberikan nilai untuk diproses menggerakkan panel surya menggunakan linier akuator 12VDC yang diatur oleh <i>driver</i> motor L298N.</p> |
|--|--|--|---|---|

B. LANDASAN TEORI

Pada landasan teori membahas berbagai sumber teori yang selanjutnya akan menjadi dasar dari pada penelitian. Hal ini penting karena pembaca akan dapat memahami mengapa masalah atau topik yang diangkat dalam penelitian. Selain itu, landasan teori juga bertujuan untuk rujukan bagaimana topik tersebut dapat dihubungkan dengan hasil penelitian dengan pengetahuan yang lebih luas. Pada

landasan teori ini penulis memaparkan tentang pengertian dari komponen yang akan digunakan oleh peneliti.

1. Solar Panel

Sel surya adalah kumpulan sel *photovoltaic* yang dapat mengubah cahaya matahari menjadi listrik. Pada saat pembuatan panel surya, produsen harus memastikan bahwa sel-sel surya saling terhubung secara elektrik antar satu dengan yang lain dalam sistem tersebut. Sel surya sangat mudah dalam hal *maintenance* karena tidak memiliki bagian yang bergerak. Satu hal yang harus selalu diperhatikan adalah memastikan untuk menghilangkan segala sesuatu yang dapat menghalangi sinar matahari ke panel surya tersebut (Marniati, 2018).

Mirip dengan baterai, sel surya juga dapat dihubungkan secara seri juga paralel. Pada umumnya, setiap sel surya memproduksi tegangan sebesar 0,45 ~ 0,5 volt dan arus listrik sebesar 0,1 ampere pada saat memperoleh cahaya yang cukup. Gambar 2.1 adalah contoh sel surya 100wp yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 2.1 Panel Surya 100wp
Sumber : Dokumen Pribadi

2. Arduino Mega 2560

Menurut Sulaiman (2012), arduino adalah suatu perangkat yang terdiri dari perangkat lunak dan perangkat keras. *Hardware* arduino mirip seperti mikrokontroler pada umumnya hanya pada perangkat arduino ditambahkan pin-pin agar mudah digunakan. *Software* arduino merupakan *software open source* sehingga dapat di *download* secara gratis. *Software* ini berfungsi untuk membuat dan memasukkan program ke dalam arduino. Pemrograman arduino tidak sebanyak tahapan mikrokontroler konvensional karena arduino sudah didesain mudah untuk dipelajari, sehingga para pemula dapat mulai belajar mikrokontroler dengan Arduino. Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan (*development board*) mikrokontroler yang berbasis chip ATmega2560. Disebut sebagai papan pengembangan karena *board* ini memang berfungsi sebagai arena *prototyping sirkuit* mikrokontroler. Dengan menggunakan papan pengembangan, anda akan lebih mudah merangkai rangkaian elektronika mikrokontroler dibanding jika anda memulai merakit ATmega2560 dari awal di *breadboard*.

Arduino mega memiliki 54 digital pin *input / output* (atau biasa ditulis I/O, dimana 15 pin diantaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM), 16 pin *input* analog, menggunakan crystal 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, *header* ICSP dan tombol reset. Hal tersebut adalah semua yang diperlukan untuk mendukung sebuah rangkaian mikrokontroler.

cahaya atau gelap maka nilai *resistor* pada sensor ini semakin kecil, sedangkan jika cahayanya terang maka nilai *resistor* menjadi semakin besar.

Sensor LDR adalah suatu komponen yang digunakan dalam bidang elektronika yang berfungsi untuk mengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik. Sensor ini memiliki fungsi sangat luas dalam kehidupan sehari-hari salah satunya yaitu sebagai pendeteksi cahaya pada tirai otomatis. Beberapa komponen yang biasanya digunakan dalam rangkaian sensor cahaya adalah LDR, *photodiode*, dan *photo transistor*.



Gambar 2.3 Sensor Cahaya
Sumber : Dokumen Pribadi

b. Prinsip Kerja Sensor Cahaya

Prinsip kerja dari sensor LDR sendiri adalah mengubah energi dari foton menjadi elektron. Pada umumnya satu foton dapat membangkitkan satu elektron. Biasanya pada saat gelap atau tidak ada cahaya, bahan dari cakram tersebut menghasilkan elektron bebas dengan jumlah yang relatif kecil. Sehingga hanya ada sedikit elektron untuk mengangkut muatan elektrik. Artinya pada saat cahaya redup, LDR menjadi konduktor yang buruk atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi yang besar pada saat gelap atau cahaya redup.

Pada saat cahaya terang, ada lebih banyak electron yang lepas dari atom bahan semikonduktor tersebut. Sehingga akan lebih banyak elektron untuk mengangkut muatan elektrik. Artinya pada saat cahaya terang, LDR menjadi konduktor yang baik atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi kecil pada saat cahaya terang

4. Motor DC

Motor servo merupakan sebuah motor DC yang dilengkapi dengan sebuah sistem kontrol(Pambagyo, 2018). Pendapat lain juga disampaikan oleh Sanjaya (2016) yakni motor servo pada dasarnya terdiri dari motor DC, gear box, rangkaian kontroler dan potensiometer. Pendapat para ahli tersebut dapat diambil kesimpulan yakni motor servo merupakan sebuah motor DC yang dilengkapi dengan gearbox, rangkaian kontroler dan potensiometer. Motor DC digunakan sebagai aktuator penggerak panel surya. Bentuk fisik dan simbol motor DC dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Motor Servo
Sumber : Dokumen Pribadi

5. Daya

Daya Listrik memiliki arti sebagai energi per satuan waktu(Murianto, 2020). Daya merupakan jumlah energi listrik yang digunakan untuk melakukan usaha di dalam sistem tenaga listrik. Satuan untuk daya listrik umumnya adalah watt. Daya juga dapat didefinisikan sebagai laju aliran energi. Sumber energi seperti

tegangan listrik dapat menghasilkan daya listrik sedangkan beban yang tersambung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut. Atau dengan kata lain, daya listrik yaitu tingkat konsumsi energi dalam sebuah rangkaian/ sirkuit listrik. Daya diperoleh dari persamaan sebagai berikut.

$$P = V \times I$$

Keterangan :

P = Daya (watt)

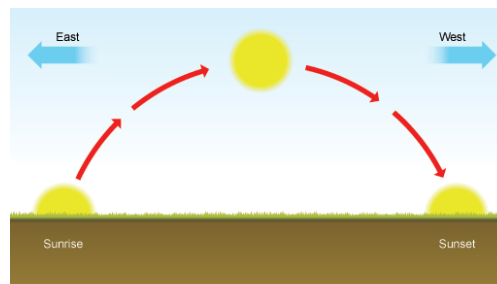
I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

Berdasarkan persamaan di atas daya merupakan hasil perkalian antara tegangan listrik dan arus listrik.

6. Gerak Semu Matahari

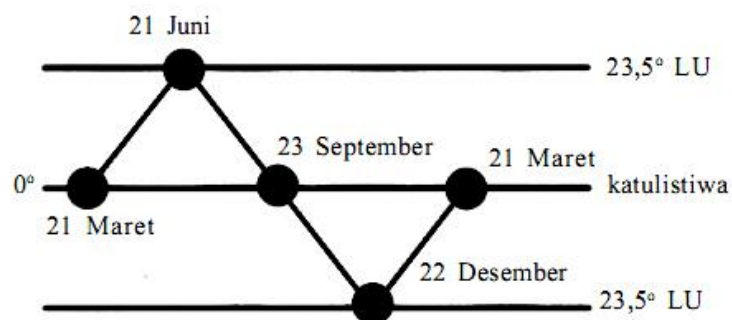
Gerak semu matahari terbagi menjadi dua yaitu gerak semu harian matahari dan gerak semu tahunan matahari. Gerak semu harian matahari disebabkan oleh rotasi bumi pada porosnya dimana bumi berputar dari arah barat ke timur sehingga seolah-olah matahari bergerak dari timur ke barat. Gerak bumi berotasi tersebut membutuhkan waktu selama 23 jam 56 menit 4.091 detik. Dalam satu hari matahari bergerak sebesar 360° selama 24 jam. Sehingga dalam 1 jam matahari bergerak sejauh 15° (Saputra, 2022).



Gambar 2.5 Gerak Semu Harian Matahari

Sumber : <https://ilmugeografi.com/gerak-semu-harian-matahari>

Gerak semu tahunan matahari disebabkan oleh revolusi bumi dimana bumi mengelilingi matahari selama 365,25 hari sehingga seolah-olah matahari bergerak dari garis khatulistiwa, ke garis balik utara ($23,5^{\circ}$ LU), ke khatulistiwa lagi lalu ke garis balik selatan ($23,5^{\circ}$ LS). Dampak dari gerak semu tahunan matahari yaitu perbedaan penyinaran matahari dan perubahan musim dan temperature.

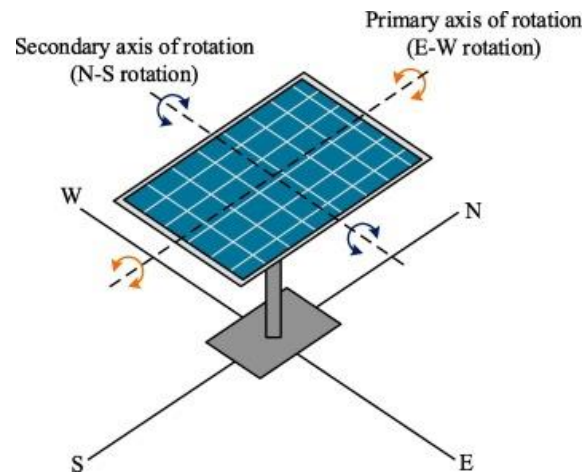


Gambar 2.6 Gerak Semu Tahunan Matahari

Sumber : <https://www.gurugeografi.id/mamahami-gerak-semu-harian-dantahunan>

7. Sistem Tracking Matahari

Solar tracking system adalah sebuah sistem *tracking* yang mampu untuk menggerakkan sebuah panel surya agar dapat mengikuti pergerakan dari arah datangnya cahaya matahari. Ada dua jenis sistem *tracking* yang dapat digunakan yaitu *single axis tracking system* dan *dual axis tracking system*. Perbedaan kedua sistem tersebut terletak pada jumlah sumbu yang digunakan, *single axis* hanya menggunakan satu sumbu sehingga pergerakannya hanya satu arah yaitu bolak-balik. Sedangkan *dual axis* menggunakan 2 sumbu yaitu x dan y, dimana sumbu x akan menghasilkan pergerakan perputaran secara horizontal, sedangkan sumbu y akan menghasilkan pergerakan secara vertikal (Ramli, 2022).



Gambar 2.7 Sistem *Tracking* Panel Surya
Sumber : <https://www.sciencedirect.com>(Jamroen, 2020)

BAB III METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, perlu memiliki metodologi yang terperinci dengan sumber informasi yang sebanyak-banyaknya. Untuk mencapai hasil yang diinginkan, maka dalam penelitian ini diperlukan kerangka pengerjaan yang terstruktur. Metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah diatas digunakan metode perhitungan dan analisis data.

Dalam perencanaan penelitian ini menggunakan tahapan-tahapan pengerjaan sebagai berikut :

1. Perumusan masalah

Tahapan awal yang dilakukan dalam penyelesaian penelitian adalah mengidentifikasi masalah yang ada untuk kemudian akan dicari penyelesaiannya pada pengerjaan karya ilmiah terapan ini.

2. Studi literatur

Pada tahap ini dilakukan pendalaman lebih lanjut untuk memahami teori – teori yang diperoleh dari beberapa literatur, buku, serta jurnal mengenai *single axis solar tracker*.

3. Perancangan sistem, perancangan alat dan rencana pengujian

Pada Tahap ini dilakukan perancangan sistem serta perancangan alat yang akan dibuat lalu melakukan rencana pengujian terhadap alat yang akan dibuat.

4. Uji coba produk, penyajian data, dan analisis data

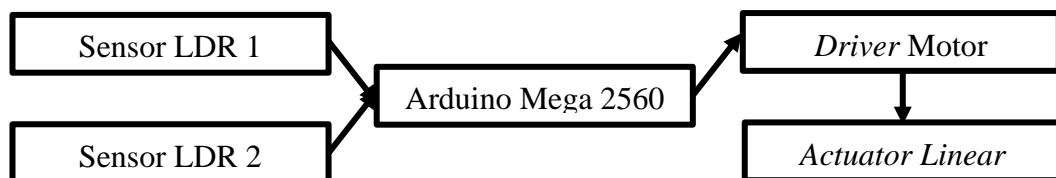
Pada tahap ini akan dilakukan uji coba produk, alat yang telah dibuat lalu mengumpulkan data yang diperlukan agar selanjutnya dapat dianalisis.

5. Kesimpulan dan saran

Setelah melakukan analisis *single axis solar tracker* terhadap efisiensi *output* daya di kapal, maka dapat ditarik kesimpulan dari hasil penelitian serta saran bagi penelitian yang telah dilakukan.

A. PERANCANGAN SISTEM

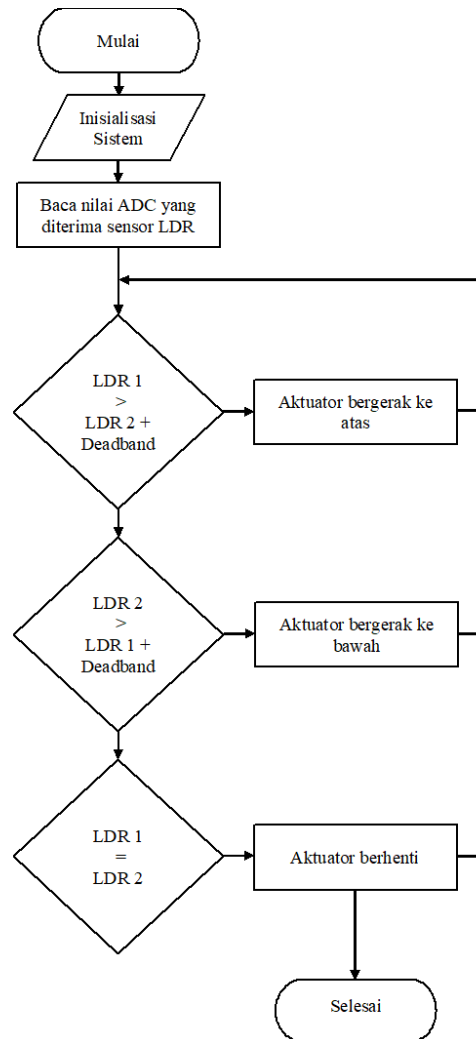
Secara umum sistem perancangan penelitian yang akan dilaksanakan terdiri dari beberapa bagian yang dapat digambarkan blok diagram pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Blok Diagram Perancangan Sistem
Sumber : Dokumen Pribadi

Keterangan :

1. Sensor LDR 1 adalah sensor cahaya yang berfungsi untuk mendeteksi tingkat cahaya pada sisi kiri.
2. Sensor LDR 2 adalah sensor cahaya yang berfungsi untuk mendeteksi tingkat cahaya pada sisi kanan.
3. Arduino Mega 2560 adalah mikrokontroler yang membaca nilai sensor LDR 1 dan sensor LDR 2, juga mengatur *output* untuk memberikan perintah kepada *driver* motor L298N
4. *Driver* Motor L298N adalah *module driver* motor DC yang berfungsi untuk mengontrol kecepatan serta arah perputaran motor DC.
5. *Actuator Linear* adalah aktuator yang berfungsi sebagai motor penggerak panel surya



Gambar 3.2 *Flowchart* Sistem Alat
Sumber : Dokumen Pribadi

Pembacaan hambatan sensor LDR dilakukan melalui proses ADC pada mikrokontroller. Resolusi ADC pada Arduino adalah 10 bit yang berarti dapat menghasilkan maksimal 1024 data dengan rentang nilai 0-1023. Besarnya nilai ADC dapat di hitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$Data\ ADC = Maksimal\ Data \times Vin \div Vref$$

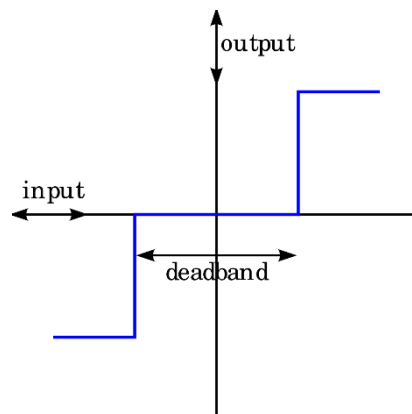
Keterangan :

Maksimal Data = 1023, karena dimulai dari 0

V_{in} = Tegangan keluaran LDR (Volt)

V_{ref} = Tegangan referensi ADC (Volt)

Selanjutnya mikrokontroller akan membandingkan nilai masing-masing LDR dengan menghitung nilai ADC dari setiap sisi solar panel (atas dan bawah). Deadband merupakan kondisi dimana suatu peralatan instrumentasi tidak bereaksi/berubah kondisi. Nilai Deadband yang ditetapkan pada proses adalah 30.



Gambar 3.3 Nilai *Deadband*

Sumber : <https://en.wikipedia.org/wiki/Deadband>

Response motor servo terhadap perbandingan nilai ADC setiap sisi tersebut tergantung terhadap algoritma kendali yang diterapkan, algoritma kendali dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Tabel Algoritma Kendali

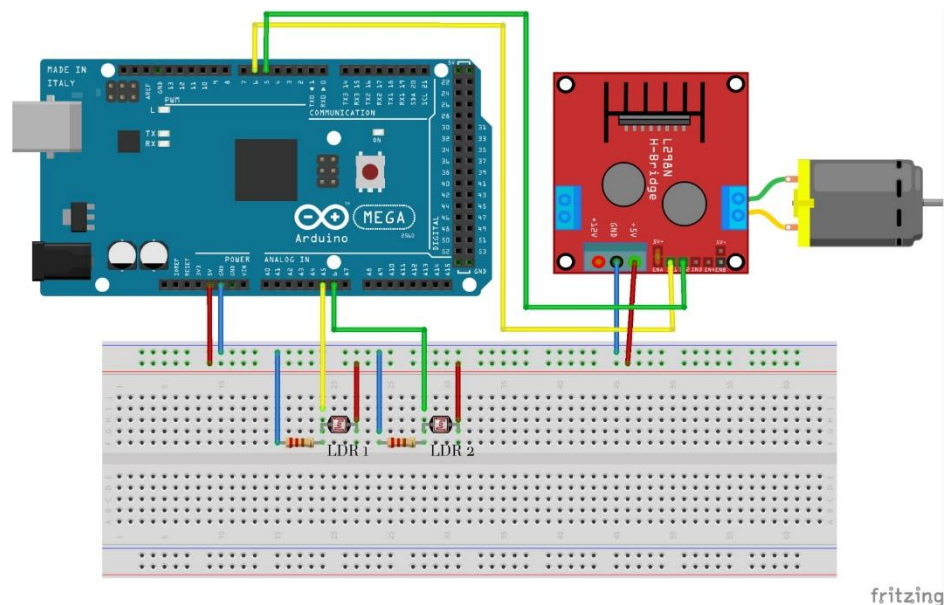
| Kondisi | Keterangan |
|------------------------------|---|
| Awal(Start) | Posisi Awal Menghadap tegak luruk sumbu y membentuk sudut $\theta = 90^\circ$ |
| $LDR\ 1 > LDR\ 2 + Deadband$ | Aktuator Bergerak Ke Bawah |
| $LDR\ 2 > LDR\ 1 + Deadband$ | Aktuator Bergerak Ke Atas |
| $LDR\ 1 = LDR\ 2$ | Aktuator Berhenti/Mempertahankan Posisi |

Berdasarkan Tabel 3.1, saat program dimulai posisi panel surya diatur pada posisi 90° (vertikal). Posisi ini dimaksudkan agar program yang telah ditentukan merespon terhadap sinyal yang telah diproses oleh mikrokontroller. Untuk penempatan sensor LDR dapat dilihat pada gambar 3.5

B. PERANCANGAN ALAT

Dua buah sensor cahaya ditempatkan dalam satu wadah lalu diberi sekat agar dapat membaca arah sinar cahaya matahari. Nilai intensitas cahaya yang didapatkan sensor LDR dibaca oleh mikrokontroller melalui pin analog dalam bentuk data ADC (*Analog to Digital Converter*). Semakin besar intensitas cahaya yang didapatkan sensor LDR semakin besar juga nilai ADC yang dibaca mikrokontroller.

Sensor cahaya tersebut diasumsikan sebagai sudut arah datangnya cahaya matahari, sehingga posisi sudut tersebut yang akan dituju oleh pergerakan *tracker* pada panel surya ini. Skema perangkat dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.4 Rancangan Alat
Sumber : Dokumen Pribadi

Keterangan :

Tabel 3.2 Wiring Rancangan Alat

| Arduino Mega 2560 | Sensor |
|-------------------|--|
| Pin 5 Volt | VCC Servo, VCC LDR 1 dan VCC LDR 2 |
| Pin Ground | GND Servo, pin resistor 1 dan pin resistor 2 |

| | |
|-----------|--------------------------------|
| Pin A5 | Pin resistor 1 dan LDR 1 |
| Pin A6 | Pin resistor 2 dan LDR 2 |
| Pin PWM 5 | IN_1 <i>driver</i> motor L289N |
| Pin PWM 6 | IN_2 <i>driver</i> motor L289N |

Sumber energi arduino mega dapat disalurkan melalui koneksi kabel USB, atau via sumber energi eksternal menggunakan pin *input* VDC atau bisa disalurkan langsung pada pin GND dan pin Vin yang ada pada papan arduino mega. Arduino mega dapat bekerja dengan sumber energi eksternal yang mempunyai tegangan antara 6V sampai dengan 20V. Namun, tegangan yang di rekomendasikan adalah 7V hingga 12V. Karena pada saat menggunakan tegangan di bawah 7V arus keluaran tegangan pada papan arduino tidak mencapai 5 VDC. Sedangkan jika menggunakan tegangan di atas 12VDC dapat menyebabkan perangkat arduino panas. Motor servo ditempatkan pada *axis*(sumbu) horizontal. Penempatan pada sumbu ini berfungsi agar motor servo dapat menggerakkan panel surya mengikuti arah sinar matahari.

C. RENCANA PENGUJIAN

Pembuatan rencana pengujian dapat dibuat dengan mengikuti *template* pembuatan rencana pengujian, namun tidak harus mengacu kepada *template* rencana pengujian yang ada, walaupun pada garis besar inti bagian dari setiap rencana pengujian adalah sama.

Rencana pengujian dibagi menjadi rencana pengujian statis dan dinamis, yang dimana rencana pengujian statis yaitu rencana pengujian perkomponen alat berdasarkan *template* yang dikeluarkan oleh IEEE 829 (*Institute of Electrical and*

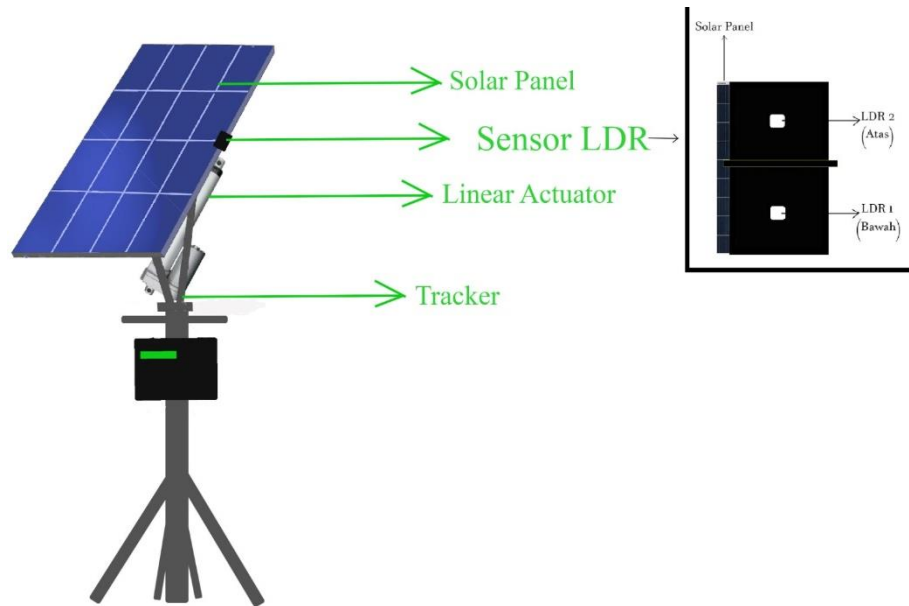
Electronics Engineers) sedangkan pengujian dinamis yaitu pengujian keseluruhan untuk mendapatkan analisis data yang di inginkan.

1. Pengujian Statis

- a. Pengujian panel surya, diujikan dengan cara memberi panel surya cahaya mahari lalu diukur *output* tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya.
- b. Pengujian sensor cahaya, diujikan dengan memberi sensor LDR cahaya lampu senter lalu diukur *output* nilai resistansinya.
- c. Pengujian arduino mega 2560, diujikan dengan memberi tegangan 12VDC lalu melihat indikator LED berwarna hijau arduino mega 2560 menyala dan juga dapat meng*upload* program kedalam arduino mega 2560.
- d. Pengujian *driver* motor L298N, diujikan dengan memberikan modul *driver* motor tegangan 5VDC atau 12VDC lalu melihat indikator LED berwarna merah modul *driver* l298N menyala.
- e. Pengujian akuator linear matrix harl-36, diujikan dengan memberikan motor servo tegangan 12-24VDC lalu melihat motor servor bergerak.

2. Pengujian Dinamis

Pengujian dinamis dengan membandingkan daya yang diperoleh panel surya yang ditempatkan pada posisi *fixed* dan menggunakan *tracker*. Kemudian pengambilan data tegangan dan arus listrik dari masing masing panel surya dilakukan dengan pengukuran manual menggunakan multimeter digital. Pengambilan data tegangan dan arus listrik dilakukan setiap jam sekali pada pukul 07.00 hingga 17.00.



Gambar 3.5 Rencana Pengujian
Sumber : Dokumen Pribadi

Adapun analisis data daya diperoleh dengan hasil perhitungan menggunakan persamaan berikut.

$$P = V \times I$$

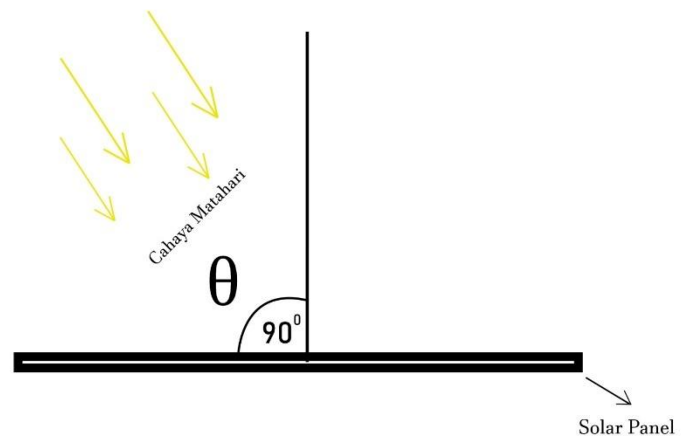
Keterangan :

P = Daya (watt)

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

Hasil data tersebut digunakan untuk perbandingan *output* daya yang diperoleh pada panel surya. Perbandingan tersebut dianalisis untuk mengetahui apakah dengan menggunakan *tracker* dapat lebih efisien menghasilkan *output* daya panel surya untuk mendapatkan energi listrik. Pada perhitungan sudut peneliti menempatkan panel surya surya 90° tegak lurus sumbu y sebagaimana yang dijelaskan pada gambar 3.5 dan besarnya nilai sudut yang terbentuk didefinisikan sebagai nilai sudut θ° .



Gambar 3.6 Perhitungan Nilai Sudut Panel Surya
Sumber : Dokumen Pribadi