

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN *CONTROLLER SOLAR PANEL*
OTOMATIS BERBASIS ARDUINO**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I MADE RICKY ADI WIRATA

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2022**

PROYEK AKHIR

**RANCANG BANGUN *CONTROLLER SOLAR PANEL*
OTOMATIS BERBASIS ARDUINO**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

**I MADE RICKY ADI WIRATA
NIM. 1915213039**

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN *CONTROLLER SOLAR PANEL* OTOMATIS BERBASIS ARDUINO

Oleh :

I MADE RICKY ADI WIRATA
NIM : 1915213039

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Proyek Akhir
Program Studi D3 Teknik Mesin pada Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali

Di setujui Oleh :

Pembimbing I



A.A.Ngr. Bagus Mulawarman, ST., MT
NIP. 196505121994031003

Pembimbing II



Ir. I Ketut Rimpung, MT.
NIP. 195807101989031001

Disahkan oleh :

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg.
NIP. 196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN *CONTROLLER* *SOLAR PANEL OTOMATIS BERBASIS ARDUINO*

Oleh :

I MADE RICKY ADI WIRATA

NIM : 1915213039

Proyek Akhir ini telah di pertahankan di depan tim penguji dan di terima
untuk dapat cetak sebagai Buku Proyek Akhir Pada hari/tanggal :
Senin, 22 Agustus 2022

Tim penguji

Penguji I : I Dewa Made Pancarana, S.T.,M.T.

NIP. : 196601011991031004

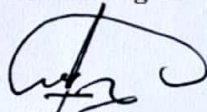
Penguji II : I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, S.T.,M.T.


NIP. : 198207102014041001

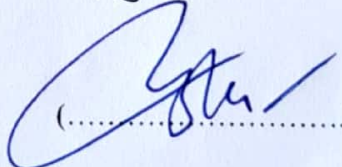
Penguji III : I Wayan Temaja, S.T ,. M.T.

NIP. : 196810221998031001

TandaTangan


(.....)


(.....)


(.....)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya bertanda tangan di bawah ini :

Nama : I Made Ricky Adi Wirata
NIM : 1915213039
Program Studi : D3 Teknik Mesin
Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun *Controller Solar Panel* Otomatis
Berbasis Arduino

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Proyek Akhir ini bebas plagiat. Apabila di kemudian hari terbukti plagiat dalam Proposal Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan perundang-undangan yang berlaku.

Badung, 17 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan.



I Made Ricky Adi Wirata

NIM : 1915213039

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Buku Proyek Akhir ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE, M.eCom. Selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanata, ST.,MT, Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak I Wayan Suastawa, M.T. Selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Mesin.
5. Bapak A.A.Ngr. Bagus Mulawarman,ST.,MT. Selaku pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan dan semangat kepada penulis sehingga Buku Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
6. Bapak Ir. I Ketut Rimpung, MT. Selaku dosen pembimbing-2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Proyek Akhir ini.
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.
9. Teman – teman seperjuangan dalam menyelesaikan Proyek Akhir tahun 2021 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
10. Sahabat – sahabat, terima kasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan buku Proyek Akhir ini.

Semoga Buku Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis dan kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

Badung,17 Agustus 2022

I Made Ricky Adi Wirata

ABSTRAK

Sekarang ini panel surya telah menjadi sebuah sumber energi listrik alternatif yang mulai banyak digunakan untuk menunjang kebutuhan energi listrik rumah tangga, terutama di Indonesia mengingat Indonesia sebagai negara beriklim tropis di mana mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun dengan suhu udara yang tinggi.

Controller solar panel otomatis menggunakan Arduino sebagai mikrokontroler, sensor ldr sebagai *input* data, dan relay sebagai *output*. Penelitian dimulai dengan menyiapkan membuat alat ukur, penentuan lokasi penelitian, teknik analisa yang digunakan berupa perbandingan daya yang dihasilkan antara *solar panel* dengan penggerak otomatis dengan *solar panel* tanpa penggerak diuji ditempat dan waktu yang bersamaan,

Dengan menggunakan *Controller solar panel* otomatis mampu meningkatkan efektifitas kinerja *solar panel* sebesar 32% selama 10 jam, *solar panel* optimal bekerja dari awal hingga akhir pengujian dan memberikan selisih daya terbesar pada pukul 17.00 sebar 75 Watt.

Kata kunci : *panel surya, arduino, , dan relay.*

Arduino Based Automatic Solar Panel Controller

ABSTRACT

Nowadays, solar panels have become an alternative source of electrical energy that is starting to be widely used to support household electrical energy needs, especially in Indonesia considering that Indonesia is a tropical country where it gets sunlight all year round with high air temperatures.

The automatic solar panel controller uses Arduino as a microcontroller, ldr sensor as data input, and relay as output. The research began by preparing measuring instruments, determining the location of the study, the analytical technique used in the form of a comparison of the power generated between solar panels with automatic drives and solar panels without drives tested at the same time and place.

By using an automatic solar panel controller, it can increase the effectiveness of solar panel performance by 32% for 10 hours, the optimal solar panel works from the beginning to the end of the test and provides the largest power difference at 17.00, spreading 75 Watts.

Keywords: solar panel, Arduino, and relay.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Buku Proyek Akhir ini yang berjudul *Controller Solar Panel* Otomatis Berbasis Arduino tepat pada waktunya. Penyusunan Buku Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Diploma 3 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Buku Proyek Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Badung, 17 Agustus 2022

I MADE RICKY ADI WIRATA

DAFTAR ISI

Sampul	i
Judul	ii
Pengesahan oleh Pembimbing	iii
Persetujuan Dosen Penguji.....	iv
Pernyataan Bebas Plagiat	v
Ucapan Terima Kasih	vi
Abstrak	vii
<i>Abstract</i>	viii
Kata Pengantar	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Tabel	xv
Daftar Lampiran	
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Rancang Bangun.....	4
2.2 Sistem Kontrol Otomatis	4
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	6
2.3.1 Cara kerja pembangkit listrik tenaga surya	6
2.3.2 Kelebihan dan kekurangan PLTS.....	7
2.4 Pengertian Arduino	8
2.4.1 Bagian – bagian pada komponen Arduino.....	8
2.4.2 Cara kerja arduino.....	9
2.4.3 Cara memprogram Arduino	10

2.4.4	Jensi – jenis Arduino	11
2.4.5	Pemilihan Arduino	13
2.5	Pengertian <i>Solar Panel</i>	14
2.6	<i>Linear Aktuator</i>	16
2.7	<i>Module Relay 4 Chanel</i>	17
2.8	Sensor Cahaya LDR (<i>Light Dependent Resistor</i>).....	17
2.9	<i>Solar Charger Control</i>	18
2.9.1	Fungsi utama dari <i>Solar Charge Controller</i>	18
2.9.2	Jenis-jenis <i>Solar Charge Controller</i>	19
2.9.3	Pemilihan <i>Solar Charge Controller</i>	19
2.10	Bahan Yang Digunakan.....	20
BAB III METODE PENELITIAN		21
3.1	Jenis Penelitian	21
3.1.1	Skema Sistem <i>Controller Solar Panel</i> Otomatis	21
3.1.2	Fungsi <i>Controller Solar Panel Otomatis</i> Berbasis Arduino	21
3.1.3	Cara Kerja <i>Controller Solar Panel Otomatis</i> Berbasis Arduino.....	22
3.1.4	<i>Wiring</i> diagram rangkain	24
3.2	Alur Penelitian.....	25
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	27
3.4	Penentuan Sumber Data	27
3.5	Sumber Daya Penelitian	28
3.5.1	Alat yang Digunakan.....	28
3.5.2	Bahan yang Digunakan	28
3.6	Instrumen Penelitian	28
3.7	Prosedur Penelitian.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		30
4.1	Pembahasan Perancangan Sistem.....	30
4.1.1	Rancangan Sistem	30
4.1.2	Kebutuhan Komponen dan Kapasitas <i>Controller Solar Panel</i> Otomatis	32
4.1.3	Cara Kerja <i>Controller Solar Panel</i> Otomatis Berbasis Arduino.....	33
4.2	Proses Pembuatan Alat.....	36

4.2.1	Perakitan <i>Controller Solar Panel</i> Otomatis	36
4.2.2	Kebutuhan Komponen dan Kapasitas <i>Controller Solar Panel</i> Otomatis	37
4.2.3	Pengujian Fungsional	39
4.2.4	Pembuatan dan Perakitan <i>Controller Solar Panel</i> Otomatis.....	42
4.3	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	45
4.3.1	Hasil perencanaan dan perancangan <i>Controller Solar Panel</i>	46
4.3.2	Hasil Pengujian Daya	47
4.3.3	Hasil Pengujian Alat	54
4.3.4	Perhitungan	55
4.3.5	Hasil anggaran biaya	56
BAB V PENUTUP		57
5.1	Kesimpulan.....	57
5.1	Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA		58
LAMPIRAN.....		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	6
Gambar 2.2 Alur cara kerja Arduino.....	9
Gambar 2.3 Arduino Uno	13
Gambar 2.4 <i>Solar Panel</i>	14
Gambar 2.5 <i>Linear Actuator</i>	16
Gambar 2.6 <i>Module Relay</i>	17
Gambar 2.7 Alur kerja PLTS	18
Gambar 2.8 <i>Solar Charger Control</i>	19
Gambar 2.9 Besi Hollo.....	20
Gambar 3.1 <i>Controller solar Panel</i>	22
Gambar 3.2 Blok Diagram Rancangan	23
Gambar 3.3 Blok Diagram Alir Sistem Kerja <i>Controller Solar Panel Otomatis</i>	24
Gambar 3.4 Wiring Diagram rangkain sistem control otomatis	24
Gambar 3.5 Diagram Alur.....	27
Gambar 4.1 Rancangan alat control	30
Gambar 4.2 Diagram <i>wiring</i> alat kontrol	31
Gambar 4.3 Panel Surya.....	33
Gambar 4.4 <i>Linear Actuator</i>	33
Gambar 4.5 Dudukan panel surya.....	34
Gambar 4.6 Rangka panel surya	34
Gambar 4.7 Arduino uno.....	35
Gambar 4.8 <i>Modul relay 4 chanel</i>	35
Gambar 4.9 Sensor LDR.....	36
Gambar 4.10 Potensio meter sensitivitas cahaya	36
Gambar 4.11 Rangkaian alat <i>control</i>	36
Gambar 4.12 Sensor cahaya.....	37
Gambar 4.13 Bagian Pertama program	38
Gambar 4.14 Bagian kedua program	38

Gambar 4.15 Bagian ketiga program	39
Gambar 4.16 Pengujian fungsional Arduino	40
Gambar 4.17 Pengujian sensor cahaya.....	40
Gambar 4.18 Pengujian <i>modul relay</i>	41
Gambar 4.19 Pengujian <i>Linear Actuator</i>	41
Gambar 4.20 Pengujian alat <i>control</i>	42
Gambar 4.21 Pembuatan rangka	42
Gambar 4.22 Pembuatan <i>bracket</i>	43
Gambar 4.23 Pembuatan klem	43
Gambar 4.24 Pemasangan <i>solar panel</i>	44
Gambar 4.25 Pemasangan panel surya pada rangka	44
Gambar 4.26 Pemasangan <i>Bracket</i>	45
Gambar 4.27 Pemasangan <i>linear actuator</i>	45
Gambar 4.28 Desain perencanaan alat	46
Gambar 4.29 Hasil perencanaan dan perancangan	46
Gambar 4.30 Grafik pengujian <i>solar panel</i> statis	49
Gambar 4.31 Grafik hasil pengujian <i>solar panel</i> otomatis	50
Gambar 4.32 Perbandingan hasil daya statis dan otomatis	52
Gambar 4.33 Pengujian daya menggunakan <i>multi meter</i>	53
Gambar 4.34 Pengujian keakuratan alat.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno	14
Tabel 2.2 Jenis – jenis <i>Solar Panel</i>	15
Tabel 2.3 spesifikasi <i>Linear Actuator</i>	16
Tabel 2.4 Spesifikasi <i>Relay</i>	17
Tabel 2.5 Spesifikasi <i>Solar Charge Controller</i>	20
Tabel 2.6 Spesifikasi Besi Hollo	20
Tabel 3.1 Tabel Pelaksanaan Penelitian	27
Tabel 3.2 Tabel Spesifikasi <i>Multimeter</i>	29
Tabel 4.1 Spesifikasi komponen <i>controller solar panel</i> otomatis	32
Tabel 4.2 Hasil pengujian <i>solar panel</i> tanpa penggerak	47
Tabel 4.3 Hasil pengujian daya dengan penggerak otomatis	48
Tabel 4.4 Perbandingan daya statis dengan otomatis	51
Tabel 4.5 Pengujian alat	54
Tabel 4.6 Tabel anggaran biaya	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut (Winastya, 2020), Energi listrik telah menjadi kebutuhan primer dalam kehidupan masyarakat Indonesia, terutama masyarakat Bali, hampir setiap kehidupan masyarakat melibatkan listrik di dalamnya. Indonesia pada umumnya, Bali khususnya memiliki wilayah yang beriklim tropis atau mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun dengan suhu udara yang tinggi, dapat dikatakan Indonesia khususnya Bali memiliki potensi energi matahari yang cukup besar untuk memenuhi kebutuhan listrik masyarakatnya.

Dari potensi yang diketahui tersebut, perkembangan *solar panel* di Bali pun semakin pesat. pemasangan *solar panel* tidak hanya dipasang untuk kebutuhan sebuah industri, tetapi juga dapat di pasang untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, dimana itu dapat sedikit mengurangi beban tagihan listrik rumah tangga, sekaligus dapat memanfaatkan sumber daya alam yang ada (Kumara et al ., 2019).

Pemasangan *solar panel* pada umumnya diletakan di luar ruangan, seperti di atas atap, maupun di halaman belakang rumah yang terpapar sinar matahari dengan baik, namun pada umumnya masih diaplikasikan dengan satu arah sehingga kurang optimal dalam menyerap panas. Mengingat Bali yang memiliki iklim tropis tentunya akan lebih menguntungkan apabila memaksimalkan potensi daya serap panas sinar matahari oleh *solar panel*

Maka dari itu penulis berinisiatif untuk membuat *Controller Solar Panel* Otomatis Berbasis Arduino, dimana sistem kontrol ini mampu membantu *solar panel* untuk mencari sudut ideal dari sinar matahari sehingga mampu mengoptimalkan daya serap panasnya.

Untuk membuat sebuah alat yang mampu mengendalikan sistem control pada sistem control otomatis *solar panel* tersebut, disini penulis memilih Arduino sebagai mikrokontrollernya. Alasan kenapa memilih Arduino sebagai alat untuk

kontrolnya, dikarenakan biaya yang diperlukan tidak semahal alat pabrikan dan bisa di *custom* sesuai dengan kebutuhan. *Coding* Arduino sendiri bersifat *open source* dimana, *Coding* pada Arduino dapat digunakan oleh siapa saja untuk nanti digabungkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka rumusan masalah yang diajukan adalah:

1. Bagaimana cara membuat *solar panel* agar dapat bergerak secara otomatis mengikuti sinar matahari.
2. Bagaimana cara pemrograman Arduino.
3. Bagaimana hasil perbandingan daya *solar panel* tanpa menggunakan penggerak dibandingkan dengan *solar panel* dengan menggunakan penggerak otomatis.
4. Bagaimana keakuratan alat terhadap sinar matahari

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam pengembangan *Controller Solar Panel* Otomatis yaitu :

1. Tidak melakukan pembahasan mengenai cara kerja sistem *solar panel* secara mendetail
2. Tidak menghitung kekuatan maksimum rangka dan baut
3. Spesifikasi sensor cahaya
4. Tidak melakukan pemahasan sistem dan cara kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) secara mendetail
5. Pembuatan alat tidaklah mencakup perakitan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Tujuan Umum, sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan D3 pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali, dan juga untuk menerapkan apa yang sudah dipelajari di Politeknik Pegeri Bali
2. Tujuan Khusus :
 - a. Dapat membuat *solar panel* bergerak secara otomatis mengikuti cahaya
 - b. Dapat membuat program Arduino.
 - c. Dapat mengetahui daya *solar panel* dengan penggerak otomatis dan statis

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian dari Sistem Kontrol *Solar panel* Otomatis Berbasis Arduino ialah :

1. Bagi Penulis, Sebagai pengalaman melatih kemampuan membuat sistem *control* otomatis berbasi Arduino
2. Bagi Institusi, Sebagai bahan penelitian yang nantinya dapat dikembangkan lebih lanjut
3. Bagi Masyarakat, membantu meringankan beban tagihan listrik rumah tangga, sekaligus dapat memanfaatkan sumber daya alam yang ada dengan lebih optimal.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengambilan dan pengumpulan data yang telah diambil, maka didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. *Controller solar panel* dapat bekerja secara akurat mengikuti pergerakan matahari disetiap waktunya
2. Pemrograman atau coding menghasilkan 165 baris code yang digunakan untuk mengontrol *relay* dan *actuator*
3. Selisih energi listrik yang dihasilkan dengan penggerak otomatis dan tanpa penggerak yaitu 2.196 Wh dan 1.506 Wh selama 10 jam dengan 21 kali pengujian dan mendapat daya perharinya 103.8 watt dengan sistem penggerak dan 70.01 watt tanpa sistem penggerak otomatis. Dengan hasil yang telah didapat maka peningkatan efektifitas *solar cell* menggunakan *controller* meningkat sebesar 32%

5.2 Saran

Karena keterbatasan panjang *stroke* dari *linear actuator* menyebabkan keterbatasan pada pergerakan *axis* ketimur dan kebarat, dengan menggunakan alat ini sudut termiring yang dimiliki adalah 49° hanya bisa bergerak 3 jam dari titik 0° . Alat ini juga belum mampu kembali ke arah timur secara otomatis ketika sudah memasuki malam hari.

Penempatan *box* elektronik lebih disarankan di dalam ruangan atau tempat yang tertutup agar terhindari dari paparan sinar matahari langsung untuk menghindari *over heat* dari arduino uno dan *relay*.

DAFTAR PUSTAKA

- Danny, Kurnianto. 2016. *Perancangan Sistem Kendali Otomatis Pada Smart Home Menggunakan Modul Arduino Uno*. Terdapat pada: <http://repository.unim.ac.id/285/1/JURNAL%205.13.04.11.0.172%20WAHYU%20ANDRIANTO.pdf>. Diakses tanggal 10 Desember 2021
- Faroqi, Adam., WS, Sanjaya, Nugraha, Riyan. (2016). Perancangan sistem kontrol otomatis lampu menggunakan metode pengenalan suara berbasis arduino. *Jurnal Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi dan Kontrol*. 2.2: 106-117.
- Ilham E. 2020. Pengertian dan Kelebihan Arduino. Terdapat Pada: <http://kelasmikrokontrol.com/> Diakses tanggal 1 Desember 2021.
- I Aldebaran. 2016 Semua Tentang Arduino, Sebuah Platform Sumber-Terbuka. Terdapat pada: <http://blog.aldebaran.web.id/2016/01/14/semua-tentang-arduino-sebuah-platformsumber-terbuka>. Diakses tanggal 07 juli 2018.
- Laveyne, Joannes I., et al. (2020). Impact of solar panel orientation on the integration of solar energy in low-voltage distribution grids. *International Journal of Photoenergy*. 2.2: 106-117.
- Peerzada, P., Larik, W. H., Mahar, A. A. (2021). DC Motor Speed Control Through Arduino and L298N Motor Driver Using PID Controller. *International Journal of Electrical Engineering & Emerging Technology*. 4(2), 21-24.
- Septiadi, Deni. (2017). Proyeksi potensi energi surya sebagai energi terbarukan (Studi wilayah Ambon dan sekitarnya). *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*. 10.1.
- Wahyu A, Mimin F, Rohmah, Sugianto. (2020). Sistem pengontrol lampu menggunakan lampu berbasis android. *The Journal of Rapid Development of Mobile Communication*. 10 (3):9-17
- Wijaya, A., Alfaresi, B., Ardianto, F. (2021). Perancangan dan Implementasi Tracking Solar Cell System dengan Menggunakan Overload Protection. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(4).
- Zulfidin K. (2019). Solar Panel System Design. *The Journal of Renewable Energy*. Vol.3, 1-10.