

RANCANG BANGUN SISTEM PENGGERAK PANEL SURYA MENGUNAKAN AKTUATOR BERBASIS MIKROKONTROLLER

Muhammad Al Farizy¹, T.Hasannuddin², Nazaruddin³

^{1,2,3}Prodi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: fariz070900@gmail.com¹, teukuhasannuddin@pnl.ac.id², nazaruddin@pnl.ac.id³

ABSTRAK

Pemanfaatan energi matahari dapat dilakukan salah satunya dengan menggunakan panel surya. Panel surya mampu mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Pada saat ini kebanyakan pemasangan panel surya masih menghadap ke satu arah, mengakibatkan proses penyerapan energi yang dilakukan hanya saat matahari tepat berada di posisi panel surya diletakkan. Agar pemanfaatan panel surya dapat dimaksimalkan, maka dibuatlah sebuah sistem yang membuat panel surya dapat terus menghadap ke arah matahari. Sistem ini dapat dirancang menggunakan dua buah sensor LDR yang masing-masing diletakkan pada posisi Timur dan Barat. Kemudian menggunakan aktuator sebagai penggerak utama agar panel surya dapat bergerak mengikuti sinar matahari secara otomatis dengan menggunakan mikrokontroler yang mendapat nilai masukan dari sensor LDR. Dari hasil pengujian yang dilakukan, maka didapatkan bahwa tingkat jumlah tegangan tertinggi adalah 19,2V berada pada jam 10.00 sampai jam 13.00.

Kata Kunci : Panel Surya, LDR, Mikrokontroler, Aktuator

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki iklim tropis, sehingga potensi energi matahari sangat tinggi yaitu sebesar 4,8 kWh/m²/hari. Energi matahari adalah pancaran cahaya, juga panas dari matahari yang dimanfaatkan dengan menggunakan berbagai teknologi. Sebagai bola gas yang berukuran besar, matahari bisa menghasilkan panas dan cahaya yang terang untuk bumi, hal ini disebabkan saat ada reaksi berantai proton-proton memancarkan energi yang sangat besar, panas dari matahari menjadi sumber penting energi terbarukan, dan energi matahari atau energi surya ini banyak memberikan manfaat bagi kehidupan manusia.

Pemanfaatan energi matahari dapat dilakukan salah satunya dengan menggunakan panel surya. Panel surya mampu mengubah energi matahari menjadi energi listrik, semakin besar cahaya yang mengenai permukaan dari panel surya maka energi listrik yang didapat akan semakin besar. Namun pada saat ini kebanyakan dari pemasangan panel surya masih diletakkan hanya menghadap ke satu arah, ini mengakibatkan proses penyerapan energi yang dilakukan oleh panel surya hanya berlangsung saat matahari tepat berada di posisi panel surya diletakkan. Agar pemanfaatan dari panel surya dapat dimaksimalkan, Kebanyakan panel surya dipasang permanen dengan sudut elevasi yang tetap (fixed elevating angles). Hal ini menyebabkan panel surya tersebut tidak dapat menyerap radiasi matahari secara optimal karena matahari selalu bergerak, yaitu dalam arah timur-barat (gerak semu harian matahari) dan utara selatan (gerak semu tahunan matahari). Penyerapan radiasi matahari akan optimal jika arah radiasi matahari tegak lurus terhadap permukaan bidang panel surya. Oleh sebab itu, diperlukan upaya untuk

mengarahkan permukaan panel surya agar selalu tegak lurus terhadap cahaya matahari[1].

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Potensi PLTS di Indonesia

Wilayah Indonesia merupakan salah satu wilayah yang kondisi iklimnya memiliki iklim tropis. Pada dasarnya untuk daerah tropis dan subtropis, radiasi matahari di luar atmosfer bumi (extraterrestrial radiation) harian tidak terlalu beragam selama setahun. Meskipun demikian, dikarenakan fenomena cuaca musiman (hujan, kemarau, badai dll) dapat terjadi perubahan musim yang ekstrim dalam radiasi global, khususnya pada daerah utara dan selatan daerah tropis. Perubahan irradiasi pada daerah-daerah ini umumnya merupakan fungsi dari panjangnya hari sudut datang radiasi matahari[1].

Penyinaran matahari di Indonesia berkisar antara 1700 – 1900 kWh/m²/tahun = 4,66 – 5,34 kWh/m²/hari. Berdasarkan data pengukuran yang dihimpun dari beberapa lokasi, distribusi penyinaran matahari di Indonesia dapat dirata-ratakan serta dikelompokkan berdasarkan Kawasan Barat Indonesia (KBI) dan Kawasan Timur Indonesia (KTI), maka dapat diperoleh gambaran sebagai berikut:

- Penyinaran matahari rata-rata Indonesia = 4,85 kWh/m²/hari
- Kawasan Barat Indonesia (KBI) sekitar 4,55 kWh/m²/hari
- Kawasan timur Indonesia (KTI) sekitar 5,14 kWh/m²/hari,

B. Panel Surya

Panel surya atau *photovoltaic* merupakan alat yang dapat mengkonversi sinar matahari langsung menjadi energi listrik. *photovoltaic* tersusun dari beberapa sel surya yang dirangkai sedemikian rupa, baik dirangkai seri maupun paralel dengan maksud dapat menghasilkan daya listrik tertentu dan disusun pada satu bingkai (*frame*) dan diberikan lapisan pelindung[2].

Oleh karena itu, kata *photovoltaic* dapat disingkat dengan PV. Panel surya yang rata-rata banyak digunakan bersifat tetap. Hal ini membuat penyerapan sinar matahari oleh panel surya kurang optimal. Agar penyerapan sinar matahari oleh panel surya optimal, maka panel surya harus selalu mengikuti pergerakan arah matahari, dimana kedudukan modul surya dapat diatur mengikuti pergerakan arah matahari dengan menentukan posisi sudut kemiringan, sudut deklinasi, bujur lintang, sudut zenith, sudut datang matahari, sudut permukaan azimuth, serta sudut jam matahari terhadap pergerakan arah matahari[3].



Gbr 1. Panel Surya Monocrystalline Silicon

C. Radiasi Harian Matahari Pada Permukaan Bumi

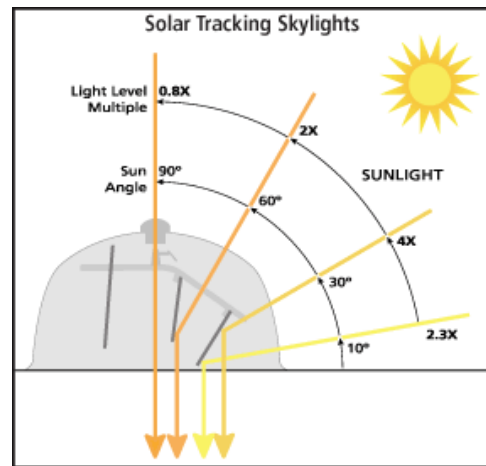
Konstanta radiasi matahari sebesar 1353 W/m^2 dikurangi intensitasnya oleh penyerapan dan pemantulan oleh atmosfer sebelum mencapai permukaan bumi. Ozon di atmosfer menyerap radiasi dengan panjang-gelombang pendek (ultraviolet) sedangkan karbon dioksida dan uap air menyerap sebagian radiasi dengan panjang gelombang yang lebih panjang (inframerah). Selain pengurangan radiasi bumi yang langsung atau pancaran oleh penyerapan tersebut, masih ada radiasi yang dipancarkan oleh molekul-molekul gas, debu, dan uap air dalam atmosfer sebelum mencapai bumi yang disebut sebagai radiasi sebaran[1].

D. Sudut Kemiringan Surya

Besarnya radiasi yang diterima solar cell/panel surya dipengaruhi oleh sudut datang (*angle of incidence*) yaitu sudut antara arah sinar datang dengan komponen tegak lurus bidang panel. Panel surya akan mendapat radiasi matahari maksimum pada saat matahari tegak lurus dengan bidang panel. Peralatan pengaturan di dalam sistem PLTS ini dapat dibuat

secara manual, yaitu dengan cara selalu menempatkan kearah matahari dan juga dapat dibuat secara otomatis.

Untuk menentukan arah sudut kemiringan modul surya harus disesuaikan dengan letak geografis lokasi pemasangan modul tersebut. Hal tersebut berguna untuk membenarkan penghadapan modul surya ke arah garis khatulistiwa. Pemasangan modul surya ke arah khatulistiwa dimaksudkan agar modul surya mendapatkan penyinaran yang optimal. Modul surya yang terpasang di khatulistiwa (lintang 0°) yang diletakkan mendatar (*tilt angle* = 0°), akan menghasilkan energi maksimum[3].



Gbr.2 Sudut Kemiringan Surya

E. Solar Charge Controller

Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Solar charger controller mengatur overcharging (kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh) dan kelebihan voltase dari panel surya/solar cell. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai. Modul surya 12V umumnya memiliki tegangan output 16 – 21 Volt, jika tanpa solar charge controller baterai akan rusak oleh over charging dan ketidakstabilan tegangan. Karena baterai umumnya di charge pada tegangan 14 – 14,7 Volt[2].



Gbr 3 Solar Charge

F. Baterai

Baterai (*Battery*) adalah sebuah alat yang merubah energi kimia yang disimpannya menjadi energi listrik

yang dapat digunakan oleh suatu perangkat elektronik. Penyimpanan energi dibutuhkan karena sinar matahari hanya bisa diperoleh pada siang hari bila dalam kondisi tidak hujan sedangkan PLTS harus beroperasi secara continue baik dalam kondisi sinar matahari ada atau tidak. Energi yang disimpan pada baterai berfungsi sebagai cadangan (back up), yang biasanya digunakan pada saat panel surya tidak menghasilkan energi listrik contohnya pada saat malam hari[2].



Gambar 4. Baterai

G. Inverter

Power Inverter atau biasanya disebut dengan Inverter adalah suatu rangkaian atau perangkat elektronika yang dapat mengubah arus listrik searah (DC) ke arus listrik bolak-balik (AC) pada tegangan dan frekuensi yang dibutuhkan sesuai dengan perancangan rangkaianannya. Inverter ini akan sangat bermanfaat apabila digunakan di daerah-daerah yang memiliki keterbatasan pasokan arus listrik AC. Karena dengan adanya Power Inverter, kita dapat memudahkan menggunakan Panel Surya ataupun Aki untuk menggerakkan peralatan-peralatan rumah tangga seperti Televisi, Kipas Angin yang pada umumnya memerlukan sumber listrik AC yang bertegangan 220 V ataupun 110 V.

H. Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan sirkuit berbasis mikrokontroler. IC (intergrated circuit) ini memiliki 14 input/ouput, koneksi USB, pin header ICSP, soket adaptor, dan tombol reset. Semua ini dibutuhkan untuk mensupport mikrokontroler secara mudah terhubung dengan kabel power USB atau kabel power supply adaptor AC ke DC atau juga baterai. Seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Arduino Uno

I. Sensor LDR

Sensor LDR (Light Dependent Resistor) merupakan salah satu sensor yang digunakan dalam penelitian ini. LDR adalah salah satu jenis resistor yang dapat mengalami perubahan resistansinya apabila mengalami perubahan penerimaan cahaya. LDR terbuat

dari cadmium sulfida yaitu merupakan bahan semikonduktor yang resistansinya berubah-ubah menurut banyaknya cahaya (sinar) yang mengenainya.

Prinsip kerja LDR adalah pada saat gelap atau cahaya redup, bahan semikonduktor tersebut menghasilkan elektron bebas dengan jumlah relatif kecil, sehingga hanya ada sedikit elektron untuk muatan elektrik. Artinya pada saat cahaya redup atau gelap LDR memiliki resistansi yang besar. Pasa saat cahaya terang, ada lebih banyak elektron yang lepas dari atom bahan semikonduktor tersebut, sehingga lebih banyak elektron untuk mengangkut muatan elektrik. Artinya pada saat cahaya terang LDR memiliki resistansi .

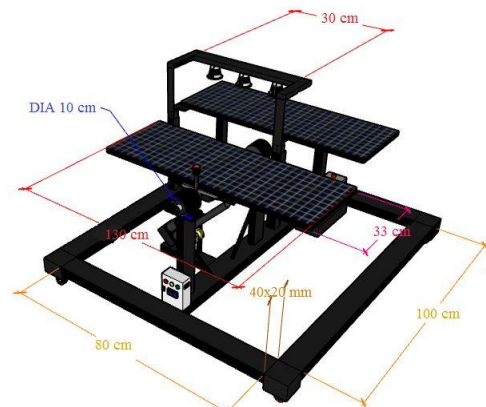


Gambar 6. Sensor LDR

III. METODOLOGI

A. Fabrikasi

Fabrikasi alat dapat dilihat seperti pada gambar 4.



Gbr 4 .Fabrikasi

B. Perhitungan Dimensi dan Spesifikasi

Dalam perencanaan dihitung seluruh kapasitas perangkat yang digunakan dalam rancang bangun sistem penggerak panel surya berbasis mikrokontroler sebagai berikut:

1. Kapasitas Panel Surya

Daya 80 wp

Arus 4,5 A (berbeban)

Tegangan 17,4 V

Arus hubung singkat 4,2 A

Tegangan tanpa beban 21,4 V

2. Kapasitas solar charge controller

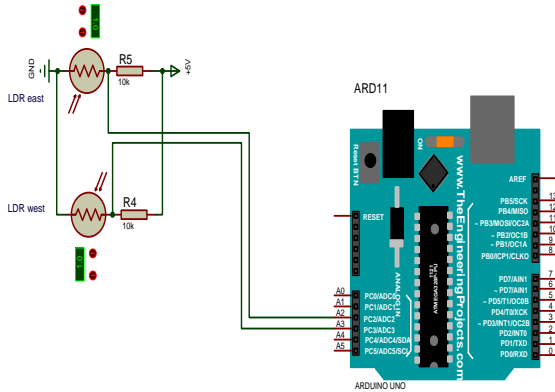
10A 12/24Volt

3. Kapasitas daya baterai 12V/3,5ah

4. Kapasitas daya inverter 500 Watt

C. Perancangan Sensor LDR Timur dan Barat

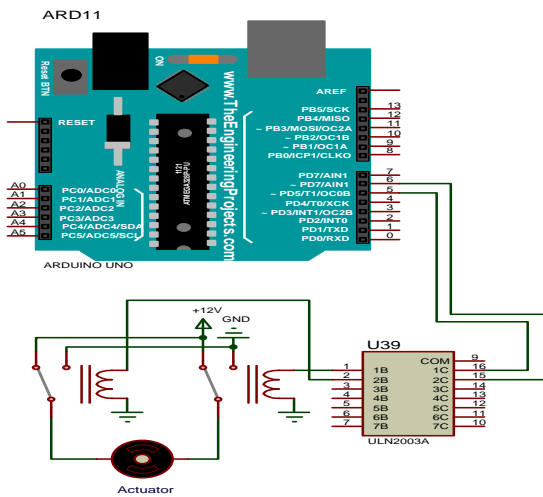
Pada perancangan ini digunakan dua buah sensor LDR yaitu LDR menghadap timur dan LDR menghadap barat. LDR digunakan sebagai pembanding sinar dari matahari untuk kemudian dikirimkan ke arduino UNO untuk kemudian menentukan posisi yang tepat agar panel mendapatkan cahaya yang maksimal dari matahari.



Gbr 5. Perancangan Sensor LDR Timur dan Barat

D. Perancangan Rangkaian Aktuator Parabola

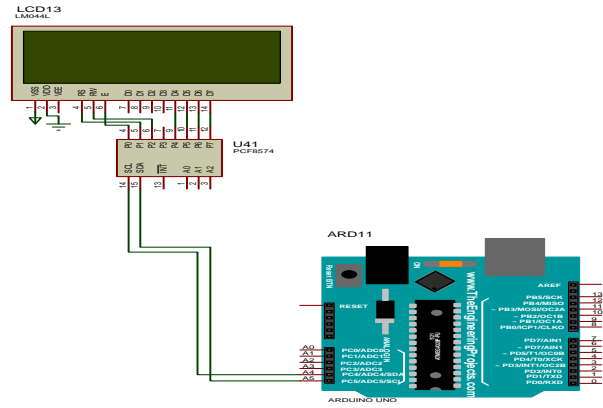
Pada perancangan ini aktuator menerima perintah dari mikrokontroler setelah menerima sinyal dari sensor.



Gbr 6. Perancangan Rangkaian Aktuator Parabola

E. Perancangan LCD Ke Arduino

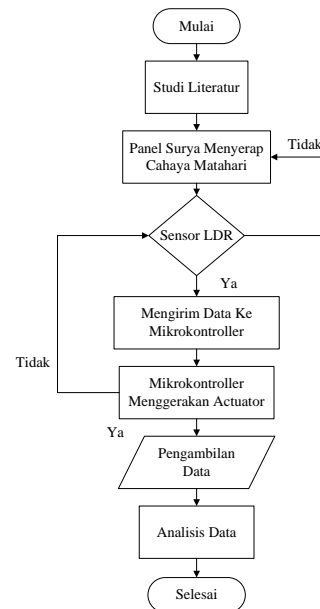
Pada perancangan ini aplikasi LCD yang digunakan adalah LCD 16x2. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan arus, tegangan, daya.



Gbr 6 Perancangan LCD Ke Arduino

F. Metode Analisa

Metode analisa yang dilakukan dalam analisa perilaku pergerakan aktuator pada rancang bangun sistem penggerak panel surya menggunakan aktuator berbasis mikrokontroler dapat digambarkan dalam flowchart pada gambar 7.



Gbr 7 Alur Penelitian

VI. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Panel Surya

Pengujian panel surya model : GL 136-M.85 dengan daya 80WP dilakukan pada tempat atau daerah terbuka agar panel surya terkena cahaya matahari secara keseluruhan. Pengukuran dilakukan mulai jam 08:00 pagi sampai jam 18:00 sore. Apabila dilihat dari sudut pandang waktu, maka tabel I merupakan hasil pergerakan panel surya berdasarkan pengukuran sudut setiap jam.

TABEL I
Pengukuran Sudut Setiap Jam

Jam	Sudut	Vout (V)
08.00	30°	18,54
09.00	30°	18,65
10.00	50°	19,17
11.00	60°	18,25
12.00	80°	18,45
13.00	110°	18,85
14.00	120°	18,30
15.00	120°	18,21
16.00	130°	18,92
17.00	130°	17
18.00	150°	16

TABEL II
Pengujian Output Panel Surya Tanpa Beban Tanggal 27 Juli 2022

Jam	Sudut	Vout (V)
08.00	30°	18,0
09.00	45°	19,0
10.00	60°	19,2
11.00	75°	18,7
12.00	90°	18,8
13.00	105°	18,8
14.00	120°	18,3
15.00	125°	18,8
16.00	130°	18,2
17.00	140°	18,7
18.00	150°	17,5

Pada Tabel 2 pengambilan data dilakukan setiap 1 jam dimulai dari jam 08.00 sampai jam 18.00, dari hasil tabel di atas dapat menunjukkan bahwa hasil pengujian panel surya tanpa beban yaitu tegangan yang dihasilkan panel surya tertinggi pada jam 10.00 WIB dengan nilai 19,2V dan terendah pada jam 18.00 WIB dengan nilai 17,5V.

TABEL III
Pengujian Dengan Baterai

Jam	Vbaterai (V)	Iout (A)	Daya (W)
08.00	12,6	0,278	3,50
09.00	12,7	0,369	4,68
10.00	12,8	0,696	8,90
11.00	12,9	1,285	16,57
12.00	12,8	1,811	23,18
13.00	13,1	2,120	27,77
14.00	13,2	1,221	16,11
15.00	13,2	1,128	14,88
16.00	13,3	1,021	13,57
17.00	13,2	0,843	11,12
18.00	13,2	0,534	7,04

Pada Tabel 3 pengambilan data dilakukan setiap 1 jam dimulai dari jam 08.00 sampai jam 18.00, dari hasil tabel di atas dapat menunjukkan bahwa hasil pengujian panel surya dengan menggunakan baterai yaitu tegangan yang dihasilkan tertinggi pada jam 16.00 WIB dan terendah pada jam 08.00 WIB. Untuk arus panel surya tertinggi pada jam 13.00 WIB dengan daya 27,77W dan terendah pada jam 08.00 WIB dengan daya 3,50W. Berdasarkan data pengujian panel surya dengan baterai yaitu tegangan baterai yang dihasilkan tertinggi pada jam 16.00 WIB dengan nilai 13,3V dan terendah pada jam 08.00 WIB dengan nilai 12,6V.

Pengujian panel surya dengan baterai yaitu Iout yang dihasilkan tertinggi pada jam 13.00 WIB dengan nilai 2,120A dan terendah pada jam 08.00 WIB dengan nilai 0,278A.

TABEL VI
Pengujian Ouput Panel Surya Tanpa Beban
Tanggal 30 Juli 2022

No	Jam	Sudut
1	08.00	30°
2	09.00	45°
3	10.00	60°
4	11.00	75°
5	12.00	90°
6	13.00	105°
7	14.00	120°
8	15.00	125°
9	16.00	130°
10	17.00	140°
11	18.00	150°

Pada Tabel 6 pengambilan data dilakukan setiap 1 jam dimulai dari jam 08.00 sampai jam 18.00, dari hasil tabel di atas dapat menunjukkan bahwa hasil pengujian panel surya tanpa beban yaitu tegangan yang dihasilkan panel surya tertinggi pada jam 10.00 WIB dengan nilai 19,17V dan terendah pada jam 18.00 WIB dengan nilai 16V.

Tabel VII
Pengujian dengan baterai

Jam	Vbaterai (V)	Iout (A)	Daya (W)
08.00	12,5	0,194	2,42
09.00	12,7	0,388	4,92
10.00	13,1	0,866	11,34
11.00	13,0	1,880	24,44
12.00	14,0	1,285	17,99
13.00	13,2	2,330	30,75
14.00	13,2	1,183	15,61
15.00	13,2	1,128	14,88
16.00	13,3	1,050	13,96
17.00	13,2	0,523	6,90
18.00	13,2	0,187	2,46

Pada Tabel 7 pengambilan data dilakukan setiap 1 jam dimulai dari jam 08.00 sampai jam 18.00, dari hasil tabel di atas dapat menunjukkan bahwa hasil pengujian panel surya dengan menggunakan baterai yaitu tegangan yang dihasilkan tertinggi pada jam 12.00 WIB dan terendah pada jam 08.00 WIB. Untuk arus panel surya tertinggi pada jam 13.00 WIB dengan daya 30,75W dan terendah pada jam 18.00 WIB dengan daya 2,46W.

Berdasarkan pengujian panel surya dengan baterai yaitu daya yang dihasilkan tertinggi pada jam 13.00 WIB dengan nilai 30,75W dan terendah pada jam 08.00 WIB dengan nilai 2,42W.

TABEL IX
Pengujian Ouput Panel Surya Dengan Beban Lampu

Beban	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
LED (12 W)	226,70	0,08	12,50
Pijar (60 W)	225,60	0,28	62,90
CFL (36 W)	226,20	0,21	34,10
LED + CFL	225,60	0,29	46,80
LED + Pijar	226,50	0,34	76
Pijar + CFL	225,20	0,45	95,20
LED + Pijar + CFL	225,70	0,53	109,80

V KESIMPULAN

Dari hasil rancang bangun dan Pengujian Sistem Penggerak Panel Surya Menggunakan Aktuator Berbasis Mikrokontroller dapat disimpulkan bahwa.

1. Aktuator mulai bekerja setelah menerima perintah dari mikrokontroller. Acuan dasar aktuator bekerja berdasarkan perbandingan nilai antara LDR Timur dan LDR Barat. Jika nilai LDR Timur kurang dari LDR Barat aktuator akan tracking ke barat dan apabila nilai LDR Barat kurang dari LDR Timur aktuator akan tracking ke Timur.
2. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa tingkat jumlah tegangan tertinggi berada pada nilai 19,2V dan terendah berada pada nilai 16V.

REFERENSI.

- [1] Duha, P. H. (2021). **Rancang Bangun Sistem Penggerak Panel Surya Menggunakan Sensor LDR dan Motor Servo Berbasis Mikrokontroller.** *Kumpulan Karya Ilmiah Mahasiswa Fakultas sains dan Tekhnologi*, 1(1), 290-290.
- [2] Duha, P. H. (2021). **Rancang Bangun Sistem Penggerak Panel Surya Menggunakan Sensor LDR dan Motor Servo Berbasis Mikrokontroller.** *Kumpulan Karya Ilmiah Mahasiswa Fakultas sains dan Tekhnologi*, 1(1), 290-290.
- [3] Marsela, A. (2020). **Rancang Bangun Penggerak Otomatis Panel Surya Menggunakan Sensor LDR Berbasis Arduino Uno.** *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 2(2), 222-229