

Design and Implementation of Two-Axis Solar Tracker

**Karel Octavianus Bachri^{1*}, Wilson², Melisa Mulyadi³, Linda Wijayanti⁴
Duma Kristina Yanti Hutapea⁵, Marsul Siregar⁶**

^{1,3,4}Program Studi Profesi Insinyur

²Program Studi Teknik Elektro

^{5,6}Program Studi Magister Teknik Elektro

^{1,2,3,4,5}Fakultas Teknik, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya

E-mail: karel.bachri@atmajaya.ac.id

ABSTRAK

Makalah ini membahas perancangan dan implementasi sistem penggerak panel surya 2 sumbu dengan menggunakan motor servo yang dikendalikan oleh mikrokontroler arduino uno, sistem ini bekerja berdasarkan masukan sensor LDR sebanyak empat buah yang dipasang pada masing-masing sisi panel surya dan satu buah yang dipasang di tengah modul solar panel tersebut. Sensor LDR pun dihubungkan pada mikrokontroler yang akan mengolah masukan yang diberikan menjadi keluaran tegangan kepada motor servo. Motor servo yang dipakai diperancangan alat ini sebanyak dua buah yang akan menggerakkan panel surya menuju arah vertical dan horizontal. Pengujian dilakukan dengan beberapa tahap seperti pengujian hasil yang didapatkan oleh panel surya dengan berbagai kondisi, pengujian sensor cahaya dan pengujian keseluruhan. Sehingga mendapatkan hasil yang cukup baik dan memuaskan, kedua motor servo dapat bergerak menerima hasil keluaran yang diberikan oleh mikrokontroler dan kelima sensor LDR dapat menerima cahaya matahari dan mendeteksi arah cahaya matahari secara cukup baik sehingga perancangan alat mendapatkan hasil keseluruhan secara cukup baik. Hasil keseluruhan daya yang didapat secara maksimal oleh panel surya sebanyak 12V yang akan bergerak mengikuti arah cahaya matahari.

Kata kunci :

Arduino Uno Controller; Servo Motor Control; Solar Panel Power Generator; Two-axes Solar Tracker

ABSTRACT

This paper discusses the design and implementation of two-degree-of-freedom solar tracker using microcontroller. The solar panel is put on a platform, controlled by two servo motor using Arduino Uno microcontroller. The first axis controls the initial position, which is set once a day, while the second axis is used to follow the relative position of the sun in one day. The system uses five LDR, one of which is placed at the center of the panel, while four are placed on each side of the panel. Microcontroller processes the output that control the motors. The system is tested using the various condition, the solar panel output produces 12 V and rotates following the relative movement of the sun.

Keywords :

Arduino Uno Controller; Servo Motor Control; Solar Panel Power Generator; Two-axes Solar Tracker

1. INTRODUCTION

Zaman sekarang, energi listrik merupakan energi yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari mulai dari penggunaan untuk alat rumah tangga hingga untuk membantu berkomunikasi pun menggunakan listrik. Di Indonesia sendiri, generator Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) menggunakan Bahan Bakar Minyak (BBM) dan juga batu bara dari penggunaan kedua bahan bakar utama tersebut memiliki dampak negatif bagi masyarakat dan hewan yang berada disekitar dampak negatif yang ditimbulkan yaitu adanya polusi udara yang dihasilkan dari PLTU, getaran mesin, radiasi yang merupakan suara bising yang dihasilkan dari kipas pendingin yang berkapasitas besar,

limbah batu bara sisa bahan bakar utama mesin PLTU, selain limbah cair yang dihasilkan oleh PLTU berakibat kepada masyarakat yang berprofesi sebagai nelayan, karena biota laut yang semakin langka yang berpengaruh kepada kehidupan nelayan-nelayan kecil [1].

Seiring dengan berjalannya waktu, jumlah energi yang begitu besar yang dihasilkan dari sinar matahari, membuat solar cell menjadi alternatif sumber energi masa depan yang sangat menjanjikan [2].

Penggunaan Solar Cell sekarang ini belum optimal dikarenakan pemasangan Solar Cell yang tetap atau permanent. Pemasangan yang

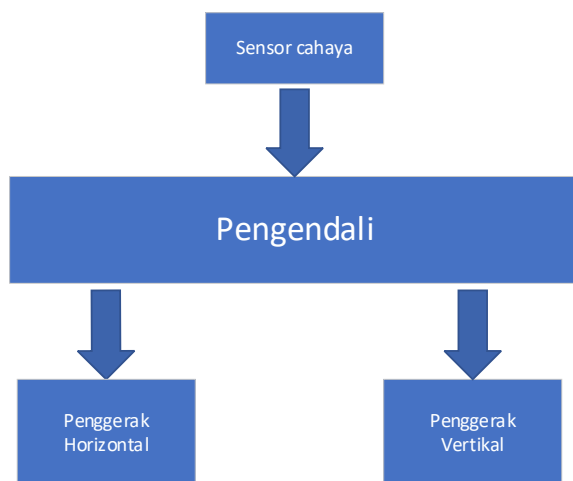
tetap tersebut menyebabkan cahaya yang diterima oleh Solar Cell menjadi kurang maksimal sehingga energi listrik yang dihasilkan pun tidak maksimal.

Tujuan yang dari penelitian ini adalah merancang sistem *solar tracker* yang dapat mengikuti arah matahari dengan 2 axis.

Hal tersebut membuat pengguna Solar Cell membutuhkan alat yang dapat membantu Solar Cell dapat bergerak untuk mengikuti cahaya atau lebih dikenal sebagai Solar Tracker sehingga dapat menghasilkan energi listrik yang dihasilkan pun menjadi lebih maksimal. Hal ini dikarenakan rotasi bumi terhadap matahari tidak hanya berputar dari barat ke timur pada satu garis lurus tetapi pada tiap harinya selama 365 hari bumi berputar dengan kemiringan sebanyak 23,5° hal ini yang menyebabkan adanya pergeseran arah matahari dari utara ke selatan pada poros yang berulang setiap tahunnya [3].

2. METODOLOGI

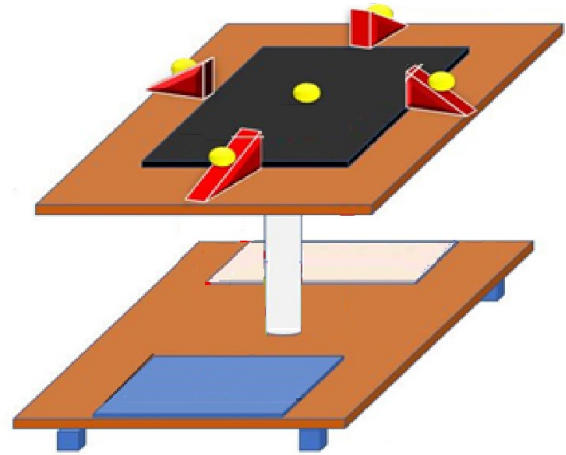
Diagram blok sistem ditunjukkan pada Gambar 1. Sistem yang dirancang terdiri dari sistem sensor, sistem pengendali, dan *actuator*. Sistem sensor terdiri dari 5 modul LDR yang dirancang untuk mendeteksi arah datangnya cahaya matahari. Keluaran sensor LDR dihubungkan ke port input arduino uno sebagai masukan untuk mengendalikan gerakan motor [4].



Gambar 1. Diagram blok sistem

2.1 Perancangan sistem sensor

sistem sensor dirancang menggunakan lima LDR dengan empat buah ditempatkan pada masing-masing sisi panel seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sketsa rancang bangun alat.

Sensor yang terdapat pada tiap sisinya sebagai penerima cahaya matahari yang dideteksi dari kiri, kanan, depan, atau belakang. Sensor yang dekat dengan matahari terbit disebut sensor depan, sedangkan sensor yang jauh dari posisi matahari terbit disebut sensor belakang. Sensor kiri dan kanan berturut-turut. Sensor yang terdapat di tengah sebagai pendeteksi bahwa panel surya telah mendapat cahaya matahari yang maksimal.

2.2 Perancangan sistem penggerak

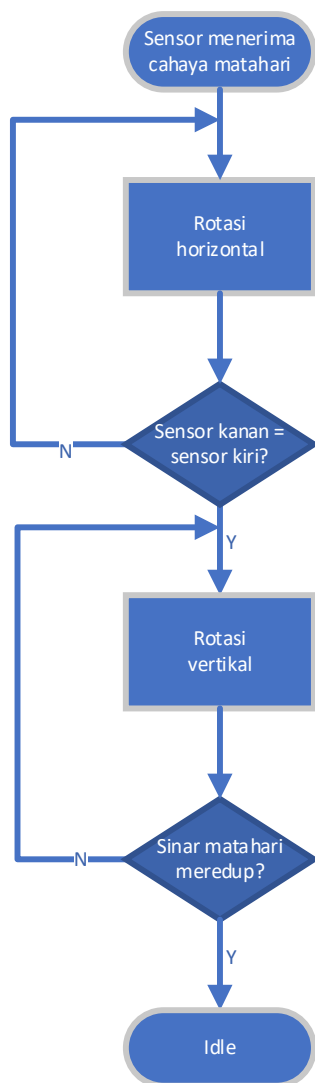
Sistem dirancang dengan menggunakan motor servo sebagai penggeraknya dan sensor LDR sebagai penentu arah. Terdapat 5 sensor LDR yang dipasang pada alat, di mana 1 sensor pada setiap sisinya dan 1 sensor yang terdapat ditengah panel surya.

Sistem penggerak dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu pergerakan horizontal dan pergerakan vertikal. Penggerak horizontal berfungsi dipengaruhi oleh arah horizontal datangnya matahari, sedangkan penggerak vertikal dipengaruhi oleh ketinggian matahari.

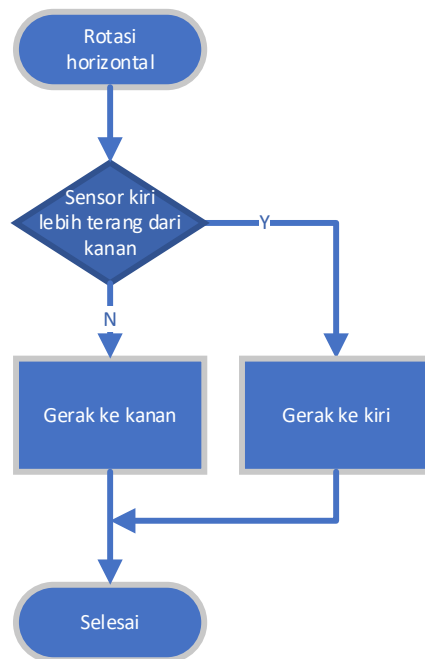
Saat intensitas matahari sudah meredup, sistem memasuki mode idle, yaitu panel tidak bergerak.

Cara kerja sistem dijelaskan pada Gambar 3. Pada saat sinar matahari cukup terang, jika sensor kiri dan sensor kanan menunjukkan nilai yang berbeda, motor akan berputar sehingga panel surya berputar horizontal ke arah kanan atau kiri sesuai dengan arah datangnya sinar. Putaran horizontal ini berhenti jika sensor kanan dan kiri menunjukkan nilai yang sama, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.

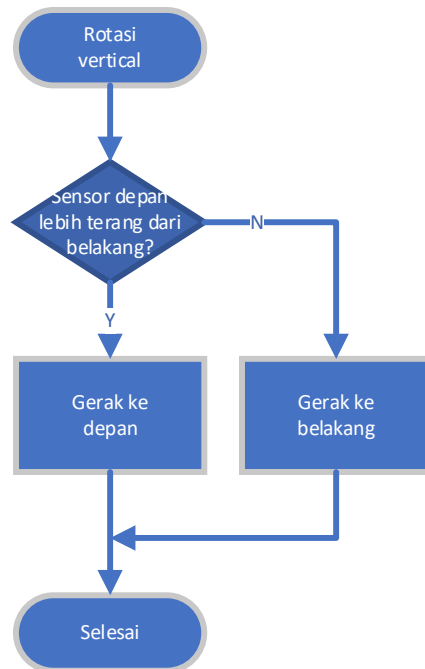
Saat posisi horizontal sudah diketahui, motor horizontal berhenti, dan sistem mulai bergerak vertical. Posisi vertical dipengaruhi oleh ketinggian matahari seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 3. Diagram alir cara kerja sistem



Gambar 4. Diagram alir rotasi horizontal



Gambar 5. Diagram alir rotasi vertikal

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh dari rancangan diuji per bagian, dan secara keseluruhan. Tabel 1 memperlihatkan keluaran masing-masing sensor saat menghadap matahari saat cuaca cerah.

Keluaran sensor menghasilkan nilai 1021 sampai dengan 1023.

Tabel 1. Keluaran masing-masing sensor saat menghadap matahari cerah.

	Sensor				
	1	2	3	4	5
1	1021	1022	1021	1022	1022
2	1023	1022	1022	1022	1022
3	1023	1023	1022	1021	1021
4	1021	1022	1021	1023	1023
5	1021	1021	1021	1023	1023
6	1022	1021	1021	1022	1021
7	1022	1021	1021	1022	1021
8	1021	1023	1023	1023	1022
9	1021	1022	1021	1022	1022
10	1022	1023	1021	1021	1021
11	1021	1023	1022	1022	1023
12	1022	1022	1022	1021	1023
13	1021	1022	1023	1022	1022
14	1023	1022	1023	1023	1021
15	1023	1021	1022	1021	1023

Tabel 2 menunjukkan keluaran masing-masing sensor saat menghadap matahari dan Saat sensor menghadap matahari yang terhalang oleh awan, nilai keluaran sensor bervariasi, nilai ini terletak di antara 775 sampai dengan 819 tergantung keadaan awan.

Tabel 2. Keluaran masing-masing sensor saat menghadap matahari berawan.

	Sensor				
	1	2	3	4	5
1	802	629	651	754	695
2	707	648	775	793	615
3	791	789	635	634	602
4	805	716	695	631	756
5	680	729	653	724	746
6	620	602	692	666	674
7	744	676	774	814	630
8	817	795	640	717	794
9	734	727	726	645	813
10	767	733	716	700	775
11	737	667	741	611	674
12	766	683	717	771	716
13	633	612	785	677	741
14	602	704	625	768	737
15	685	637	792	788	757

Tabel 3 menunjukkan keluaran masing-masing sensor saat berlawanan dengan matahari pada cuaca cerah. Keluaran sensor berada pada nilai 802 sampai dengan 911. Nilai ini cukup besar jika dibandingkan sensor yang menghadap matahari pada kondisi berawan, akan tetapi kurang jika dibandingkan dengan saat menghadap matahari. Hal ini disebabkan sinar matahari bersinar dan menerangi lingkungan sekitar, akan tetapi terdapat kondisi sensor tidak langsung terkena sinar matahari

Tabel 3. Keluaran masing-masing sensor saat berlawanan dengan matahari cerah.

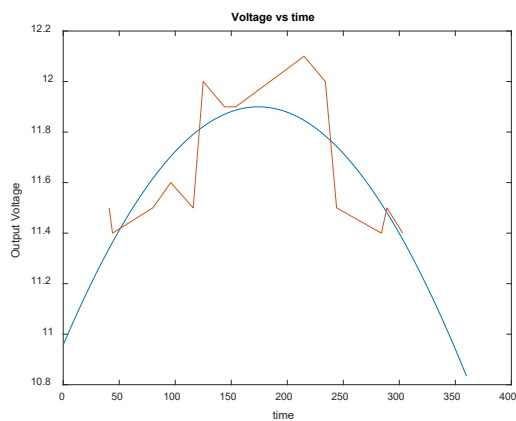
	Sensor				
	1	2	3	4	5
1	855	866	846	829	910
2	839	847	902	807	816
3	882	906	898	886	893
4	888	878	842	878	853
5	909	908	909	911	816
6	822	880	820	818	864
7	808	880	903	818	873
8	910	814	861	880	872
9	875	857	837	838	812
10	884	808	856	802	911
11	911	859	875	909	839
12	803	879	805	815	803
13	849	802	847	840	813
14	802	808	853	865	839
15	851	891	816	809	836

Tabel 4. Keluaran masing-masing sensor saat berlawanan dengan matahari berawan.

	Sensor				
	1	2	3	4	5
1	426	451	448	412	447
2	445	417	429	426	427
3	450	415	433	423	414
4	446	430	442	435	426
5	422	456	443	448	452
6	426	428	450	438	447
7	413	451	434	455	418
8	439	431	430	416	433
9	405	452	445	425	451
10	415	452	415	440	426
11	418	408	446	448	438
12	414	418	454	435	404
13	425	440	404	414	424
14	436	404	426	440	445
15	427	418	437	417	446

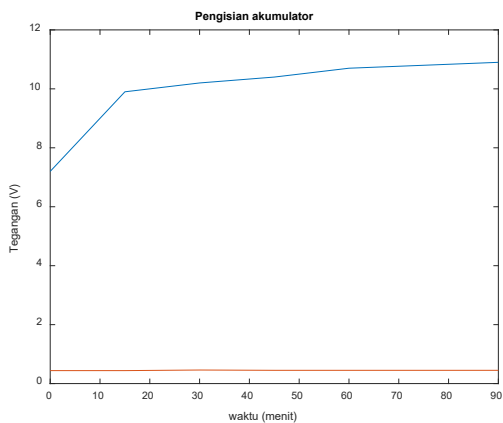
Tabel 4 menunjukkan sensor yang berada pada posisi berlawanan dengan arah datangnya matahari pada kondisi berawan. Nilai yang ditunjukkan oleh keluaran sensor terletak antara 405-693. Jangkauan nilai ini cukup besar karena kondisi berawan juga bervariasi.

Hasil pengujian sistem secara keseluruhan pada jam yang berbeda-beda ditunjukkan pada Gambar 6. Pengambilan data dilakukan pada rentang waktu dari pukul 09.00 sampai dengan pukul 15.00. Sumbu x menunjukkan waktu dalam menit dimulai dari pukul 09.00. kurva merah menunjukkan nilai actual, sedangkan kurva biru adalah pendekatan Gaussian dari nilai tersebut.



Gambar 6. Pengujian sistem pada jam berbeda

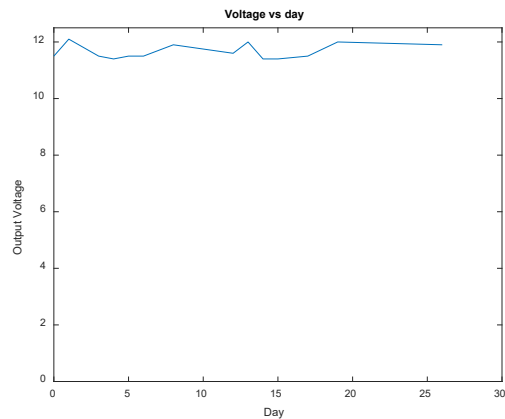
Hasil pengujian akumulator ditunjukkan pada Gambar 7. Pada awal pengisian, akumulator mempunyai tegangan 7.2 V, sedangkan arus pengisian 0.44 A.



Gambar 7. Grafik pengisian akumulator

saat dilakukan pengisian selama 90 menit, arus relative konstan 0.45 A, sedangkan tegangan naik dari 7.2 V menjadi 10.9 V. kenaikan yang terjadi tidak sampai nilai nominal 12 V karena tegangan pada panel surya berubah selama pengisian.

Pengujian sistem dilakukan selama satu bulan dimulai dari tanggal 06 oktober sampai dengan 01 November pada waktu dan kondisi yang cerah. Gambar 8 menunjukkan tegangan pada panel surya.



Gambar 8. Pengujian sistem

Hasil pengujian sistem menunjukkan tegangan pada panel surya mempunyai nilai yang cukup stabil dengan rata-rata 11.66 V dan simpang baku 0.26.

SIMPULAN

Dari perancangan dan pengujian dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu secara keseluruhan sistem dapat berfungsi dengan baik. Motor penggerak mampu mengikuti arah sinar matahari.

Sistem sensor dapat bekerja dengan baik, yaitu dapat mendeteksi arah matahari pada saat sinar matahari pertama diterima, serta dapat mengikuti tinggi matahari.

Sistem yang dirancang dapat mengisi akumulator, hal ini ditunjukkan selama pengujian tegangan pada akumulator bergerak naik mendekati nilai nominal, meskipun tidak sampai pada nilai tersebut.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akibat dari PLTU bagi lingkungan sekitar (<https://media.neliti.com/media/publications/96903-ID-evaluasi-dampak-pembangunan-pembangkit-l.pdf> diakses pada tanggal 15 oktober 2019)
- [2] Solar cell sebagai energi alternatif (<https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/solar-cell-sumber-energi-terbarukan-masa-depan> diakses pada tanggal 20 januari 2022)
- [3] Rotasi bumi terhadap matahari (<https://www.kompas.com/skola/read/2020/03/23/100000069/perbedaan-rotasi-dan-revolusi-bumi> diakses pada tanggal 5 februari 2021)
- [4] Spesifikasi Arduino uno (<http://www.eda-channel.com/2017/11/spesifikasi-arduino-uno-rev3.html> diakses pada tanggal 12 maret 2021)