

Rancang Bangun *Solar Tracking System* Pembangkit Listrik Tenaga Surya Skala Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno

Novia Utami Putri¹, Fajar Santoso², Fika Trisnawati³

Jurusan Teknik Elektro Universitas Teknokrat Indonesia, Bandar Lampung

Jl. ZA. Pagar Alam No.9 -11, Labuhan Ratu, Kec. Kedaton, Kota Bandar Lampung, Lampung 35132

noviautami@teknokrat.ac.id

Intisari — Kebutuhan masyarakat Indonesia akan listrik saat ini sangatlah tinggi, termasuk Desa Bumi Dipasena Agung, Rawajitu Timur, Tulang Bawang, Lampung. Di Desa Bumi Dipasena Agung hanya sebagian rumah saja yang memiliki aliran listrik dan tersambung dengan Perusahaan Listrik Negara (PLN). Salah satu upaya masyarakat yang tidak dapat mengaliri listrik dari PLN adalah memanfaatkan energi matahari. Energi matahari dimanfaatkan melalui panel surya dan menghasilkan energi listrik dengan sistem panel surya untuk skala rumah tangga atau *Solar Home System (SHS)*. Pemasangan panel surya sekarang ini masih bersifat statis atau hanya tegak lurus dengan arah sinar matahari, dimana posisi ini kurang optimal dalam proses penyerapan energi matahari, untuk menghasilkan penyerapan panel surya yang optimal maka dirancanglah alat *solar tracking system*. Alat ini bekerja menggunakan *microcontroller* Arduino UNO sebagai pusat kontrolnya dan dipasang sensor *Light Dependent Resistor (LDR)*, dimana sensor *Light Dependent Resistor (LDR)* akan membaca intensitas cahaya yang masuk dari matahari dan *actuator* dapat bergerak mengikuti arah datang cahaya matahari. Pada pengujian dengan *solar tracker* rata – rata harian yang dihasilkan panel surya yaitu tegangan 19,94 Volt, arus 5,07 A, dan daya 88,69 Watt sedangkan, pengujian tanpa *solar tracker* rata – rata harian yang dihasilkan panel surya yaitu tegangan 18,7 Volt, arus 3,77 A, dan daya 70,9 Watt dan dapat dilihat pada grafik penyerapan harian tegangan dan arus menggunakan *solar tracker* jauh lebih optimal dibandingkan tanpa *solar tracker*.

Kata kunci — Arduino UNO, *Light Dependent Resistor (LDR)*, *Solar Home System (SHS)*, *Solar Tracking System*.

Abstract — The current demand for electricity for the Indonesian people is very high, including in Bumi Dipasena Agung Village, East Rawajitu, Tulang Bawang, Lampung. In Bumi Dipasena Agung Village, only some houses have electricity and are connected to the State Electricity Company (PLN). One of the community's efforts that cannot supply electricity from PLN is utilizing solar energy. Solar energy is utilized through solar panels and produces electrical energy with a solar panel system for household scale or *Solar Home System (SHS)*. The current solar panel installation is still static or only perpendicular to the direction of the sun, where this position is less than optimal in the process of absorbing solar energy, to produce optimal absorption of solar panels, a solar tracking system is designed. This tool works using the Arduino UNO microcontroller as the control center and a *Light Dependent Resistor (LDR)* sensor is installed, where the *Light Dependent Resistor (LDR)* sensor will read the intensity of the incoming light from the sun and the actuator can move in the direction of the sunlight. In testing with a solar tracker the daily average produced by solar panels is a voltage of 19.94 Volts, a current of 5.07 A, and a power of 88.69 Watts, while the test without a solar tracker produces a daily average of voltage 18, 7 Volts, current 3.77 A, and power 70.9 Watts and can be seen on the daily absorption graph of voltage and current using a solar tracker is much more optimal than without a solar tracker.

Keywords— Arduino UNO, *Light Dependent Resistor (LDR)*, *Solar Home System (SHS)*, *Solar Tracking System*.

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat Indonesia akan listrik saat ini sangatlah tinggi. Hal ini dikarenakan seiring berjalannya waktu jumlah penduduk Indonesia semakin bertambah dan juga kemajuan teknologi membuat konsumsi masyarakat akan listrik semakin tak bisa dibatasi lagi (Gusti Bagus Ardina, 2019), termasuk Desa Bumi Dipasena Agung, Rawajitu Timur, Tulang Bawang, Lampung. Desa Bumi Dipasena Agung sendiri memiliki sekitar 30 RT, akan tetapi hanya sekitar 4 rumah setiap RT yang memiliki aliran listrik yang tersambung dengan Perusahaan Listrik Negara (PLN).

Tanpa adanya listrik segala aktivitas masyarakat akan menjadi sedikit terkendala, salah satu upaya masyarakat yang tidak dapat mengaliri listrik dari PLN adalah memanfaatkan energi matahari. Energi matahari adalah salah satu energi yang dapat diperbaharui serta dapat diubah menjadi energi listrik dengan memanfaatkan teknologi yang disebut dengan panel surya. Energi listrik yang didapat dari panel surya untuk skala rumah tangga disebut juga dengan *Solar Home System* (SHS) [1].

Pembangkit listrik tenaga surya skala rumah tangga adalah sebuah sistem pembangkit listrik yang penerapannya dipasang pada skala rumah tangga dan memanfaatkan energi matahari untuk menghasilkan energi listrik, umumnya pada setiap rumah dipasang modul surya dengan kapasitas tertentu dan dipasang di atap rumah untuk menyerap energi matahari kemudian mengubahnya menjadi energi listrik dengan komponen penunjang lain seperti baterai, dan *Solar Charge Controller* (SCC) sebelum energi listrik tersebut disambungkan ke beban yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik rumah tangga. Panel surya atau *solar cell* merupakan kumpulan sel surya yang memanfaatkan energi matahari yang dikonversikan menjadi energi listrik [2].

Pemanfaatan dari energi matahari sebagai sumber energi listrik dapat dihasilkan menggunakan panel *photovoltaic* atau pemusatan sinar matahari. Pembangkit listrik

tenaga surya skala rumah tangga atau *solar home system* (SHS) dirakit dan dipasang secara tegak lurus dengan arah sinar matahari [3]. Posisi ini kurang optimal dalam proses penyerapan sinar matahari oleh karena itu, untuk mendapatkan efisiensi maksimum dari cahaya matahari panel surya harus selalu dalam posisi menghadap arah cahaya matahari. Berdasarkan rotasi bumi, posisi matahari tidak selalu sama setiap saat. Pada waktu - waktu tertentu, matahari terletak di belahan bumi utara, dan terkadang di belahan bumi selatan atau ekuator. Akibatnya, panel surya tidak mampu menyerap energi matahari secara maksimal karena perubahan posisi matahari di setiap waktunya, dengan adanya hal tersebut maka dibuatlah alat yang dinamakan *Solar Tracker*.

Solar Tracker adalah sebuah alat yang dirancang untuk panel surya mendapatkan efisiensi maksimum penyerapan energi matahari dengan cara mengikuti arah datang sinar matahari secara otomatis menggunakan teknologi sistem *microcontroller*. Dalam penelitian ini peneliti ingin merancang sebuah alat *solar tracking system* yang berfungsi untuk mendapatkan efisiensi maksimum, agar panel surya dapat mengikuti pergerakan matahari. Prinsip kerja alat ini adalah ketika sinar matahari masuk dari sudut tertentu dan masuk ke *solar tracking* maka alat tersebut akan bekerja. *Solar tracking* dipasang sensor *Light Dependent Resistor* (LDR), dimana sensor *Light Dependent Resistor* (LDR) akan membaca intensitas cahaya yang masuk dari matahari, masukan intensitas cahaya ini yang dijadikan acuan bagi *solar tracker* untuk bergerak ke bawah dan atas mengikuti sumbu dimana matahari berada.

II. LANDASAN TEORI

A. Photovoltaic

Kata photovoltaic terdiri dari dua kata yaitu photo dan volta yang berasal bahasa yunani. Photo berarti cahaya (phos, photos) dan volta berasal dari nama seorang fisikawan italia yaitu Alessandro Volta (1745-1827) yang berarti unit tegangan listrik. Kata photovoltaic biasa disingkat dengan PV, photovoltaic adalah teknologi yang menghasilkan tenaga listrik direct

current (DC) dari bahan semikonduktor yang terpapar oleh energi radiasi matahari.

Selama cahaya bersinar mengenai solar cell (nama individual elemen photovoltaic), maka akan menghasilkan energi listrik ketika tidak ada cahaya, energi listrik juga berhenti dihasilkan. Sinar matahari memancarkan gelombang dengan panjang gelombang berbeda-beda, mulai dari 250 nm sampai dengan 2500 nm yang berupa sinar ultraviolet, sinar infrared sampai cahaya tampak. Tidak semua sinar langsung cahaya matahari pada atmosfer sampai ke permukaan bumi. Atmosfer melemahkan banyak bagian spektrum cahaya [4]. Misalnya x-ray hampir semuanya diserap sebelum mencapai tanah. Beberapa persen radiasi ultraviolet juga disaring oleh atmosfer, beberapa dipantulkan kembali ke angkasa dan beberapa bagian lagi tersebar di atmosfer yang membuat langit terlihat biru.

Intensitas cahaya matahari yang sampai ke tanah melemah karena sinar matahari mendekati horizon dan terdapat lebih banyak atmosfer atau massa udara yang akan ditembus. Atmosfer adalah penyerap yang kuat yang dapat mengurangi energi yang sampai ke bumi sebesar 50% atau lebih. Intensitas puncak sinar matahari pada permukaan bumi Sekitar 1 kW/m² namun, tidak semua bagian bumi mendapatkan jumlah sinar matahari rata-rata yang sama sepanjang tahun. Sinar matahari yang terdiri dari energi radiasi jatuh pada permukaan solar cell, maka energi radiasi matahari tersebut akan diserap lalu dipantulkan dan dilewatkan begitu saja dan hanya energi radiasi matahari dengan tingkat tertentu yang akan membebaskan elektron dari ikatan atomnya, sehingga terjadinya aliran arus listrik untuk membebaskan elektron dari ikatan kovalennya, energi radiasi matahari harus sedikit lebih besar atau di atas band gap jika, energi radiasi matahari terlalu besar dari band gap, maka sisa dari energi tersebut akan dikonversi menjadi panas pada solar cell [5].

B. Light Dependent Resistor (LDR)

Light Dependent Resistor (LDR) merupakan salah satu komponen resistor yang nilai resistansinya akan berubah-ubah

sesuai intensitas cahaya yang mengenai sensor ini [6]. LDR ini juga digunakan untuk sensor cahaya. Perlu diketahui bahwa nilai resistansi ini bergantung pada intensitas cahaya. Semakin banyak cahaya mengenai semakin rendah nilai resistansi sebaliknya, semakin sedikit cahaya (kegelapan) semakin besar nilai resistansi yang akan menghalangi arus mengalir. Biasanya sensor LDR memiliki hambatan 200 ohm jika pada saat dalam keadaan minim cahaya (gelap), dan akan menurun menjadi 500 ohm jika terkena banyak cahaya.

C. Solar Charge Controller (SCC)

Pengontrol surya adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah, yang dibebankan ke baterai dan dibawa dari baterai ke beban. Pengontrol surya mengatur pengisian daya berlebih dan tegangan berlebih pada sel surya. Tegangan berlebih dan pengisian daya akan mempersingkat masa pakai baterai. Pengontrol surya menggunakan teknologi modulasi lebar pulsa untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan melepaskan arus dari baterai ke beban. Sebuah solar cell 12 volt biasanya memiliki tegangan keluaran 16-21 volt. Oleh karena itu, jika tidak ada pengontrol surya, aki akan rusak akibat pengisian yang berlebihan dan tegangan yang tidak stabil [7].

III. METODE

A. Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik merupakan tahapan awal dari pembuatan solar tracker, peran dari mekanik untuk solar tracker sangat penting dalam mencari arah matahari. Adapun langkah untuk perancangan mekanik solar tracker yaitu pemelihan bahan yang akan digunakan untuk kerangka. Desain mekanis dari solar tracker dapat dilihat pada Gambar 1.

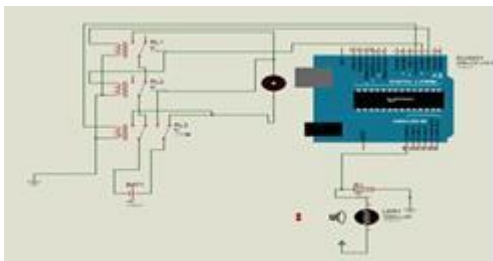
Setelah bahan didapat, dibentuklah susunan dari bahan tersebut untuk menjadi dudukan panel surya dan kerangka dari solar tracker. Desain dari kerangka dibuat kokoh agar dapat menahan beban dari masing – masing komponen dan memiliki fungsi gerak yang fleksibel.



Gbr 1. Desain Mekanik Alat

B. Perancangan Sistem Elektrik

Desain elektrik dari solar tracker dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini :

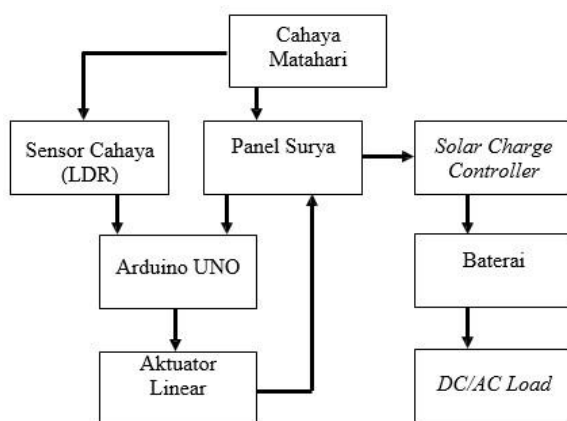


Gbr 2. Desain Elektrik Alat

Perancangan elektrik merupakan tahapan lanjutan dari pembuatan *solar tracker*, pada bagian perancangan elektrik ini terdapat beberapa bagian seperti sensor sebagai input untuk Arduino UNO dalam memproses sinyal. Lalu sinyal dikirim menuju ke *actuator linear* sebagai penggerak dari *solar tracker* untuk mengikuti posisi matahari agar panel surya bisa tetap sejajar dengan datangnya arah cahaya matahari.

C. Prinsip Kerja Alat

Adapun cara kerja alat dapat dilihat pada diagram blok sistem pada gambar 3.



Gbr 3. Diagram Blok Sistem

Dari diagram blok sistem dapat diketahui bahwa dari intensitas cahaya matahari akan terbaca oleh sensor LDR, yang akan menjadi masukan untuk arduino UNO, kemudian arduino UNO menggerakkan aktuator linear. Selanjutnya posisi dari panel surya akan digerakan sesuai dengan nilai setting pada program. Lalu, panel surya mendapatkan posisi yang sejajar dengan cahaya matahari untuk menyerap energi dan diteruskan ke solar charge controller yang berfungsi sebagai pengatur dalam pengisian daya baterai yang kemudian disambungkan pada beban. Penggerak otomatis ini bergerak berdasarkan pergerakan aktuator linear yang bergerak dengan satu arah atau satu axis yaitu dari timur ke barat. Dengan penggerak berupa aktuator linear ini dapat lebih maksimalnya mendapatkan cahaya matahari sehingga energi yang diperoleh lebih maksimal.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujiandan pembahasan ini dilakukan dengan diperolehnya data pengukuran pada alat sehingga diperoleh data secara *real*. Diperolehnya data tersebut untuk mengetahui keberhasilan dalam pembuatan alat, maka perlu dilakukan pengujian terhadap alat yang telah dibuat.

A. Pengujian Panel Surya

Pengujian panel surya dilakukan tanpa adanya beban. Pengujian panel surya dilakukan menggunakan pengukuran *multitester digital*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian nilai uji I_{sc} dan V_{oc} panel surya sesuai dengan karakteristik. Pengujian panel surya menghasilkan hasil uji V_{oc} 19,5 Volt dan I_{sc} sebesar 5,18 A. Hasil pengujian nilai tegangan lebih kecil 2,5 Volt dari karakteristiknya sedangkan pengujian nilai arus lebih kecil 1,17 A dari karakteristiknya.

Pada tabel 1 menjelaskan bahwa pengujian panel surya yang digunakan untuk melakukan pengukuran menghasilkan tegangan terukur tanpa beban dan terhubung dengan *multitester digital*, pengujian dilakukan dari pukul 09.00 WIB sampai dengan pukul 16.00 WIB. Rata – rata terukur

tegangan panel surya yaitu 18.83 V dan *rating* tertulis pada panel surya yaitu 22.0 V sehingga didapatkan selisih sekitar 3.17 V.

Tabel 1. Pengujian Panel Surya

No.	Keterangan	
	Jam	Tegangan Terukur (Volt)
1.	09.00	18,9
2.	10.00	19,1
3.	11.00	18,9
4.	12.00	19,5
5.	13.00	18,7
6.	14.00	18,7
7.	15.00	18,3
8.	16.00	18,5
Rata-Rata		18,83

B. Pengujian Solar Tracker

Pengujian ini untuk menggerakkan panel surya menggunakan *actuator linear* yang dikontrol pergerakannya oleh Arduino UNO, sensor LDR dan *relay* sebagai *switch*. Pengujian ini menghasilkan pergerakan panel surya yang bergerak dinamis sesuai arah cahaya matahari. Posisi *solar tracker* pada pagi hari dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini. membaca resistansi cahaya matahari pada siang hari dimana posisi matahari berada tepat di garis katulistiwa. Program pada Arduino UNO akan memberikan input pada relay sebagai *switch* untuk menggerakkan *actuator linear* pada *solar tracker* sehingga panel surya sendiri dapat tegak lurus dengan arah datangnya cahaya matahari dan panel surya dapat lebih optimal ketika penyerapan energi panas matahari. Posisi *solar tracker* ini berada diantara pukul 12.00 WIB sampai dengan pukul 14.00 WIB.

Pada gambar 4 posisi *solar tracker* ketika pagi hari, posisi ini sesuai dengan program pada Arduino UNO ketika sensor LDR membaca resistansi cahaya matahari pada pagi hari dimana posisi matahari berada di timur.

Posisi panel surya sendiri dapat tegak lurus dengan arah datangnya cahaya matahari dan panel surya dapat lebih optimal ketika penyerapan energi panas matahari. Posisi *solar tracker* ini berada diantara pukul 09.00 WIB sampai dengan pukul 11.00 WIB. Posisi *solar*

tracker pada siang hari dapat dilihat pada gambar 5 dibawah ini.



Gbr 4. Posisi Solar Tracker Ketika Pagi Hari



Gbr 5. Posisi Solar Tracker Ketika Siang Hari

Pada gambar 5 posisi *solar tracker* ketika siang hari, posisi ini sesuai dengan program pada Arduino UNO ketika sensor LDR.



Gbr 6. Posisi Solar Tracker Ketika Sore Hari

Pada gambar 6 posisi *solar tracker* ketika sore hari, posisi ini sesuai dengan program pada Arduino UNO ketika sensor LDR membaca resistansi cahaya matahari pada sore hari dimana posisi matahari berada tepat di barat. Program pada Arduino UNO akan memberikan *input* pada *relay* sebagai *switch* untuk menggerakkan *actuator linear* pada *solar tracker* sehingga panel surya sendiri dapat tegak lurus dengan arah datangnya cahaya matahari dan panel surya dapat lebih optimal ketika penyerapan energi panas matahari. Posisi *solar tracker* ini berada diantara pukul 15.00 WIB sampai dengan terbenamnya matahari.

Pada penelitian ini didapatkan hasil penyerapan panel surya menggunakan *solar tracker* dan tanpa menggunakan *solar tracker*, dimana panel surya menggunakan *solar tracker* menghasilkan penyerapan tegangan tertinggi 20,16 V pada tanggal 4 Juni 2021, arus tertinggi 5,37 A pada 5 Juni 2021 dan panel surya tanpa menggunakan *solar tracker* menghasilkan penyerapan tegangan tertinggi 18,9 V pada 9 Juni 2021, arus tertinggi 4,08 A pada 9 Juni 2021, dan presentase efisiensi penyerapan daya tertinggi sebesar 31,1 pada tanggal 3 Juni 2021.

Perbedaan hasil penyerapan masing – masing panel surya dengan menggunakan *solar tracker* dan tanpa menggunakan *solar tracker* sangat dipengaruhi oleh cahaya matahari, dimana semakin terang cahaya matahari maka akan meningkatkan suhu panel surya dan menyebabkan menurunnya nilai penyerapan tegangan meskipun tidak signifikan tetapi menaikkan nilai penyerapan arusnya.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancang bangun solar tacking system ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Rancang bangun solar tracking system ini berbasis microcontroller Arduino UNO dan menggunakan sensor LDR sebagai pencari jejak arah matahari.

Sehingga dapat menghasilkan penyerapan arus yang besar agar daya yang dihasilkan lebih optimal.

2. Penyerapan radiasi cahaya matahari pada panel surya yang dihasilkan dengan solar tracker lebih efisien dibandingkan tanpa solar tracker dikarenakan posisi panel surya yang selalu tegak lurus dengan arah datangnya cahaya matahari.
3. Pada pengujian dengan solar tracker rata – rata harian yang dihasilkan panel surya yaitu tegangan 19,94 Volt, arus 5,07 A, dan daya 88,69 Watt sedangkan, pengujian tanpa solar tracker rata – rata harian yang dihasilkan panel surya yaitu tegangan 18,7 Volt, arus 3,77 A, dan daya 70,9 Watt dan rata – rata efisiensi penyerapan dayanya sebesar 30,03% perharinya.

B. Saran

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Pada penelitian selanjutnya, dapat dilakukan pengembangan sistem dari penggerak solar tracking ini.
2. Solar tracking system ini hanya menggunakan panel surya 100Wp maka pemanfaatan hasil penyerapan energi listriknya hanya sebatas untuk sistem penerangan di rumah. Oleh karena itu penulis menyarankan penggunaan panel surya yang lebih besar kapasitasnya supaya dapat dimaksimalkan lagi pemanfaatan energi listriknya.

REFERENSI

- [1] M. R. Fachri, I. D. Sara, and Y. Away, "Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasis Arduino secara Real Time," *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 11, no. 4, p. 123, 2015.
- [2] A. Julisman, I. D. Sara, and R. H. Siregar, "Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada

- Sistem Otomasi Stadion Bola,” *Kitektro*, vol. 2, no. 1, pp. 35–42, 2017.
- [3] I. Nugrahanto, S. Sungkono, and M. Khairuddin, “Solar Cell Otomatis Dengan Pengaturan Dual Axis Tracking System Menggunakan Arduino Uno,” vol. 10, no. 1, pp. 11–16, 2021.
- [4] I. B. K. Sugirianta, I. G. N. A. Dwijaya Saputra, and I. G. A. M. Sunaya, “Modul Praktek PLTS On- Grid Berbasis Micro Inverter,” *Matrix J. Manaj. Teknol. dan Inform.*, vol. 9, no. 1, pp. 19–26, 2019.
- [5] D. E. Myori, R. Mukhaiyar, and E. Fitri, “Sistem Tracking Cahaya Matahari pada Photovoltaic,” *INVOTEK J. Inov. Vokasional dan Teknol.*, vol. 19, no. 1, pp. 9–16, 2019.
- [6] S. Utama and N. U. Putri, “Implementasi Sensor Light Dependent Resistor (LDR) Dan LM35 Pada Prototipe Atap Otomatis Berbasis Arduino,” *CIRCUIT J. Ilm. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 2, 2018.
- [7] B. M. Rizky, “Penggunaan arduino uno sebagai alat tracker matahari pada plts 200 wp dengan sistem solar charge,” p. 66, 2020.