

# Implementasi Alat Penyesuai Sudut Panel Surya Terhadap Cahaya Matahari Berbasis Arduino Nano

Ryan Laksmana Singgeta<sup>1</sup>, Swensy Wales<sup>2</sup>, Julie C. Rante<sup>3</sup>, Chrysantus M. M. Padachan<sup>4</sup>

Teknik Elektro, Universitas Katolik De La Salle Manado

Kairagi I Kombos Manado Sulawesi Utara

E-mail: rsinggeta@unikadelasalle.ac.id, swensywales@gmail.com, jrante@unikadelasalle.ac.id, cpadachan@unikadelasalle.ac.id

**Abstrak**— Tenaga surya merupakan salah satu sumber energi bersih dan tidak menghasilkan emisi karbon atau polutan lainnya yang dapat merusak lingkungan. Salah satu alat yang menggunakan tenaga surya adalah panel surya dimana dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Panel surya pada umumnya, dipasang dengan posisi yang tetap sehingga menyebabkan nilai tegangan dan arus yang dihasilkan selalu bervariasi dan tidak stabil. Untuk itu, dirancang sistem kendali posisi panel surya, yang mana sistem ini akan menjadikan sudut datang cahaya matahari sebagai referensi, untuk menentukan posisi panel surya, agar cahaya matahari akan sebisa mungkin tegak lurus terhadap permukaan panel surya dalam jangka waktu yang lebih lama. Pada alat yang dirancang terdiri dari *input*/masuk *Light Dependent Resistor* untuk mendeteksi sudut datang sinar matahari. Nilai masukan dari sensor tersebut diproses dan diolah oleh Arduino Nano sebagai nilai pembandingan dengan nilai referensi pada sistem kendali sehingga menghasilkan nilai keluaran untuk mengendalikan *Motor DC (Direct Current)*. Berdasarkan hasil pengujian, pada saat cuaca berawan panel surya dengan pengatur sudut otomatis mampu menghasilkan daya lebih banyak 17.96 % dibandingkan dengan daya rata-rata yang diterima panel surya sudut yang tetap. Sedangkan pada kondisi cuaca yang cerah, panel surya dengan pengatur sudut otomatis mampu menghasilkan daya lebih banyak 39.96 % dibandingkan dengan daya rata-rata yang diterima panel surya dengan sudut tetap.

**Kata kunci** : Arduino Nano, *Light Dependent Resistor*, Panel Surya, Sistem kendali

**Abstract**— Solar power is one of the clean energy sources and does not produce carbon emissions or other pollutants that can damage the environment. One tool that uses solar power is a solar panel which can convert solar energy into electrical energy. Solar panels are generally installed in a fixed position so that the resulting voltage and current values always vary and are unstable. For this reason, a solar panel position control system is designed, in which this system will use the angle of incidence of sunlight as a reference, to determine the position of the solar panel, so that the sunlight will be as perpendicular to the surface of the solar panel as possible for a longer period of time. The designed tool consists of a *Light Dependent Resistor input* to detect the angle of incidence of sunlight. The *input* value from the sensor is processed and processed by the Arduino Nano as a comparison value with the reference value in the control system so as to produce an *output* value for controlling a DC (*Direct Current*) motor. Based on the test results, when the weather is cloudy solar panels with automatic angle control are able to produce 17.96% more power compared to the average power received by fixed angle solar panels. Whereas in sunny weather conditions, solar panels with automatic angle control are able to produce 39.96% more power compared to the average power received by solar panels with a fixed angle.

**Keyword:** Arduino Nano, Control system, Light Dependent Resistor, Solar Panel

## I. PENDAHULUAN

Pemenuhan energi listrik untuk kebutuhan sehari-hari dalam jumlah yang masif, menimbulkan suatu masalah bagi sumber energi fosil, yang mana punya potensi mencemari lingkungan. Untuk itu, akademisi terus mengembangkan alternatif sumber energi yang bersih, efektif, dan efisien.

Panel surya muncul sebagai salah satu terobosan yang menjanjikan jika dilihat dari konsep dan visinya. Namun, masalah baru muncul, yaitu bahan yang digunakan sebagai dasar pembuatan panel surya, berpotensi pula mencemari lingkungan apabila masa pakainya sudah habis yang mana akan menjadi limbah. Maka dari itu, salah satu usaha yang dilakukan dalam pengembangannya, yaitu membuat setiap panel surya untuk bisa bekerja dengan sebaik mungkin.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan, bahwasannya daya yang dihasilkan panel surya memiliki relasi dengan sudut kemiringan permukaan panel surya terhadap matahari, yang mana dapat memengaruhi intensitas cahaya yang diterima oleh permukaan panel surya. Salah satu penelitian yang pernah membahas hal ini, yaitu tentang “Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Arus Keluaran Photovoltaic”, Mereka menyimpulkan bahwa intensitas cahaya matahari dipengaruhi oleh sudut kemiringan panel surya. Hal itu terlihat ketika tegangan *output* pada panel surya, dengan kemiringan 20 derajat tersebut, berbeda setiap jamnya [1].

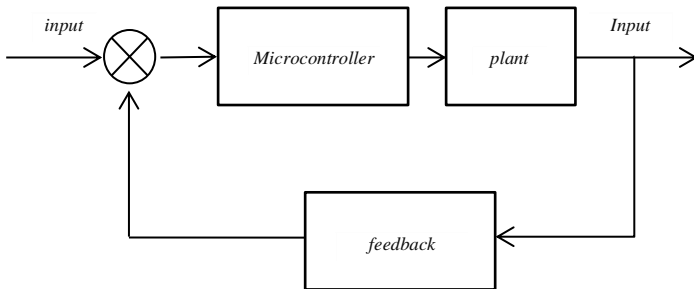
Berangkat dari penelitian lain yang juga telah dilakukan sebelumnya, yang membahas mengenai “Prototype Solar Tracker dua sumbu berbasis Microcontroller Arduino Nano dengan sensor LDR”, mereka berkesimpulan bahwa nilai tegangan panel surya akan berada pada nilai yang cenderung tetap apabila memakai solar tracker [2]. Selanjutnya, berangkat pula dari penelitian yang membahas tentang “Pengaruh Perubahan Arah Sudut Sel Surya Menggunakan Energi Matahari Intensitas Cahaya Terhadap Tegangan”, salah satu kesimpulan mereka ialah bahwa perubahan sudut datangnya cahaya matahari akan berdampak terhadap besar kecilnya tegangan yang dihasilkan [3].

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan tersebut, dalam penggunaannya, kerap kali tegangan dan arus keluaran panel surya sangat bervariasi, dengan nilai tertinggi ketika matahari berada tepat dengan permukaan panel surya. Sehingga berdasarkan hal tersebut, dirancang dan dibangunlah sistem kendali panel surya mengikuti posisi matahari.

II. LANDASAN TEORI

A. Sistem Kendali Loop Tertutup

Sistem kendali loop tertutup merupakan konsep sistem kendali yang digunakan pada tugas akhir ini, sebab memiliki umpan balik dari keluaran (*output*), untuk memberikan referensi ke nilai masukan (*input*) dalam menentukan besaran nilai selanjutnya seperti pada gambar 1. Bagian *output* memiliki percabangan, yang mana ada yang mengarah keluar dan ada yang berbalik ke summing point, dan arah yang berbalik tersebut adalah *feedback* yang merupakan istilah untuk umpan-balik, biasanya dalam bentuk sensor [2].

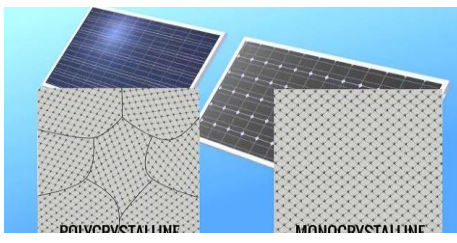


Gambar 1. Diagram umum sistem kendali loop tertutup

B. Panel surya

Panel surya adalah alat dengan bahan dasar silikon kristal tunggal yang memiliki kemampuan untuk mengkonversi radiasi sinar matahari menjadi energi listrik.[9] Dalam prosesnya pengoperasiannya, cahaya matahari/*foton* harus menebus lapisan silikon agar nantinya dapat menghasilkan energi listrik seperti pada gambar 2.

Sinar/cahaya matahari tersebut, yang juga disebut sebagai foton, akan menghantam atom yang berada pada sel-sel surya, kemudian dari kejadian tersebut akan memisahkan elektron, kemudian elektron tersebut akan bergerak melalui pita-pita konduksi. Atom-atom pada sel surya yang kehilangan elektron akan bermuatan positif, sehingga akan bergerak menjauhi daerah positif, dan elektron akan bergerak menjauhi daerah negatif [4]. Melalui pergerakan inilah kemudian terjadi arus listrik yang dapat dimanfaatkan.

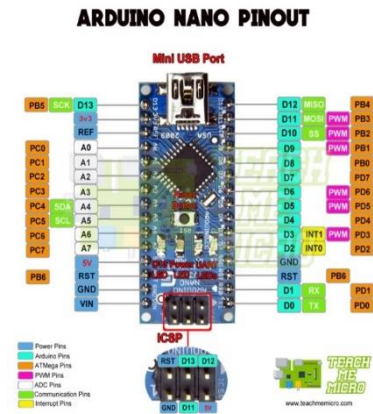


Gambar 2. Panel Surya Polikristal dan Monokristal

C. Microcontroller Arduino Nano

Arduino merupakan salah satu Microcontroller yang bersifat *open source*. Arduino telah menjadi media proyek-proyek sistem

kendali yang sangat populer, dikarenakan tidak cukup sulit untuk mendesain dan mengoperasikannya. Dari beberapa jenisnya, Arduino Nano merupakan satu diantaranya yang bentuknya dapat dilihat pada gambar 3. Salah satu kelebihan dari Arduino Nano ialah praktis dalam segi ukuran [5]. Pada gambar di bawah ini adalah bentuk dari Arduino Nano yang digunakan sedangkan spesifikasinya dapat dilihat pada tabel I.



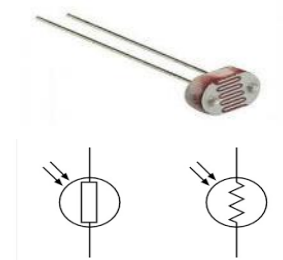
Gambar 3. Arduino Nano

TABEL I  
SPESIFIKASI ARDUINO NANO

Jenis Arduino	Arduino Nano
Microcontroller	Atmega328p
Tegangan	3,3V dan 5V
Pin I/O digital	14 (6 PWM)
Arus maksimal	40 mA
USB	Mini
Pin Analog	8
Memori	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB

D. Sensor Light Dependend Resistor (LDR)

Sensor LDR pada dasarnya adalah sebuah resistor. Jenisnya termasuk dalam resistor variabel, yang mana adalah jenis resistor yang nilainya dapat berubah-ubah (gambar 4). Pada sensor LDR, nilai hambatannya bergantung pada intensitas cahaya yang mengenai fisik dari resistor [6]. Pada di bawah ini, adalah bentuk dari sensor cahaya (*Light Depended Resistor*) yang digunakan pada rangkaian.



Gambar 4. Sensor Light Dependent Resistor

E. Motor DC

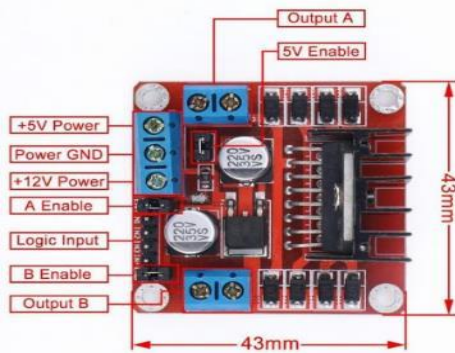
Motor DC merupakan sebuah motor listrik yang dapat berputar dengan jangkauan 360 derajat. Motor DC adalah salah satu aktuator yang sangat populer dan biasanya digunakan untuk memutar suatu objek. Seperti pada gambar di bawah, terlihat bentuk fisik dari Motor DC dimana bagian coil tidak tampak karena terlindungi oleh casing besi, dan yang keluar adalah bagian ujung shaft, yang mana merupakan bagian yang nantinya akan berputar. Motor DC yang digunakan biasanya beroperasi pada rentang tegangan 6 V (dengan jenis arus dc) sampai 12 V (dengan jenis arus dc) dengan arus kurang dari 500 mA seperti pada tabel II.

TABEL III  
SPESIFIKASI MOTOR DC

Tegangan minimal	6 V
Tegangan maksimal	12 V
RPM	100 rpm
Berat Satuan	75 g
Diameter Shaft	3 mm

F. Driver motor

Driver motor adalah rangkaian yang tersusun dari transistor yang akan difungsikan sebagai pengendali kerja sebuah Motor DC (lihat gambar 5). Jenis driver motor yang digunakan ialah driver motor L298N (spesifikasi tabel III), yang mana adalah modul yang sering digunakan untuk mengendalikan arah perputaran Motor DC dan juga dipakai untuk mengendalikan kecepatan putaran Motor DC bila diperlukan[7].



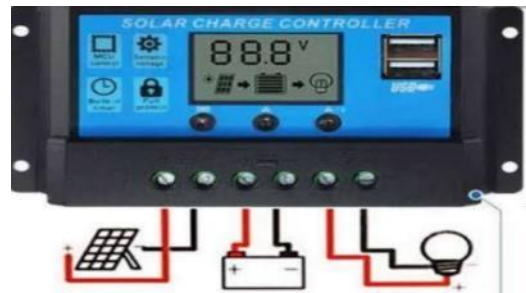
Gambar 5. Driver Motor

TABEL IIIII  
SPESIFIKASI DRIVER MOTOR

Tegangan Masukan	5 V dan 12 V
Arus Maksimal	2 A
Kisaran Arus Operasi	36 mA
Konsumsi Daya Maksimum	20 W
Dimensi	3.4 cm x 4.3 cm x 2.7 cm
Pin	4 pin

G. Solar Charge Controller (SCC)

SCC adalah perangkat yang berisi rangkaian elektronika yang berfungsi melakukan pengisian otomatis pada baterai apabila nilai voltase dari baterai berada di bawah ambang batas tertentu, serta memutus suplay ke output SCC apabila nilai voltase baterai telah berada kurang dari ambang batas yang ditentukan [8]. Penentuan ambang batas pengisian ke baterai dan ambang batas pemutusan ke output dapat diatur secara manual oleh pengguna. 6 pin yang berada di bagian bawah merupakan pin untuk koneksi ke panel surya, baterai, dan beban. Sedangkan di bagian bawah dari LCD, terdapat menu, increase/decrease yang berfungsi mengatur nilai tegangan. Sedangkan untuk baterai yang digunakan memiliki tegangan 12 Volt, 5 Ah. Tampilan alat tersebut dapat dilihat pada gambar 6.

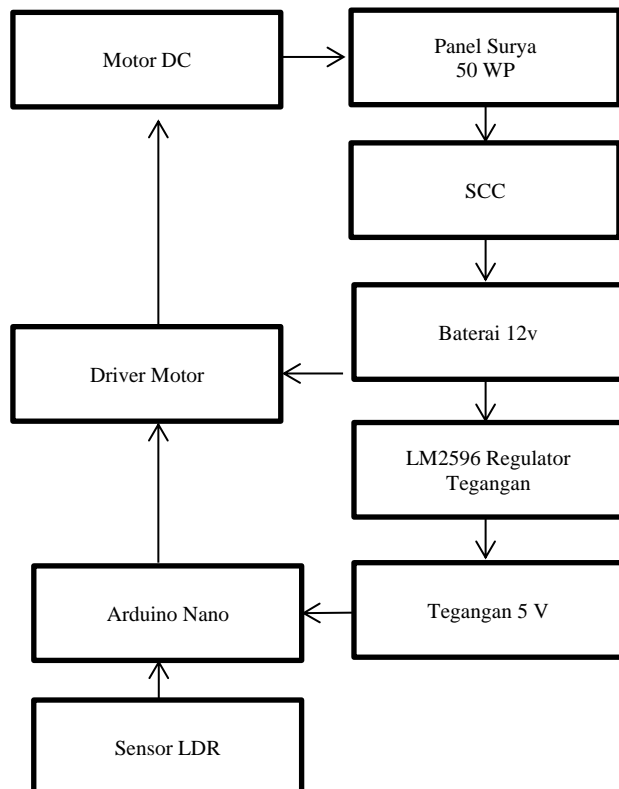


Gambar 6. Solar Charge Controller.

III. METODE PENELITIAN

A. Konsep Perancangan Prototipe

Berikut adalah model sistem untuk panel surya dengan pengendali sudut otomatis seperti pada gambar 7.

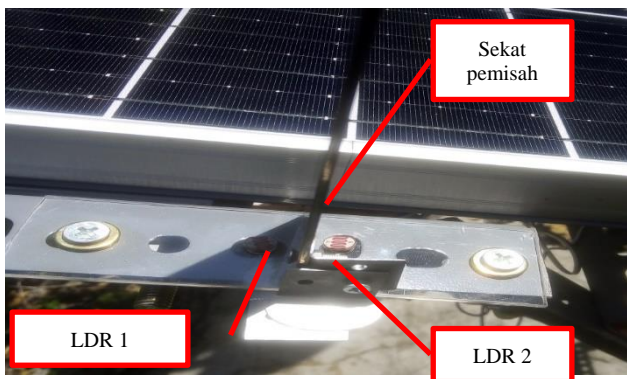


Gambar 7. Diagram Blok

Pada sistem ini, panel surya memberikan tegangan dan arus melalui *solar charge controller* (SCC). Setelah melewati SCC, diteruskan ke baterai. Dari baterai dihubungkan ke 2 komponen, yaitu ke driver motor dan ke regulator tegangan agar bisa menghasilkan tegangan 5v yang nantinya akan digunakan untuk menyuplai Arduino Nano. Setelah itu, Arduino Nano, berdasarkan masukan dari sensor dan perhitungan yang dilakukan, arduino akan memberikan masukan ke driver motor untuk mengatur putaran *Motor DC* beserta arahnya.

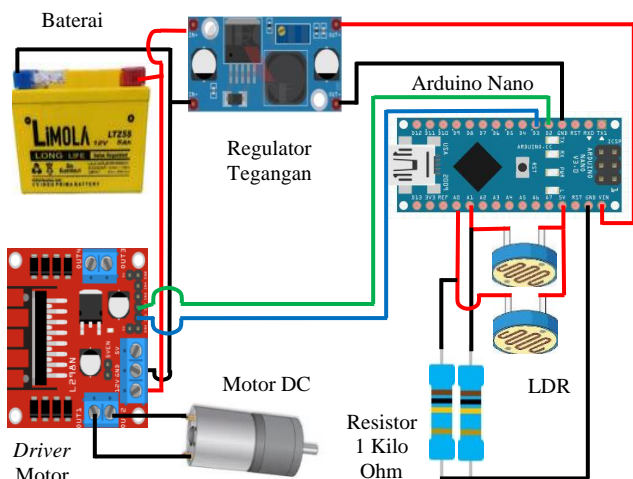
**B. Perancangan Sistem Keseluruhan**

Sensor yang digunakan sebanyak 2 buah yang dapat dilihat pada gambar 8. Kedua sensor diletakkan secara berdekatan dengan sekat diantaranya, yang mana sekat ini harus semaksimal mungkin tidak tembus cahaya. Apabila salah satu sensor, tidak menerima cahaya matahari secara langsung, dikarenakan terhalang oleh sekat pemisah, maka motor bergerak dan kemudian ketika kedua sensor menerima cahaya matahari langsung, tanpa terhalang sama sekali oleh sekat pemisah, maka motor tidak akan bergerak dan panel surya pun akan ada pada kondisi diam.

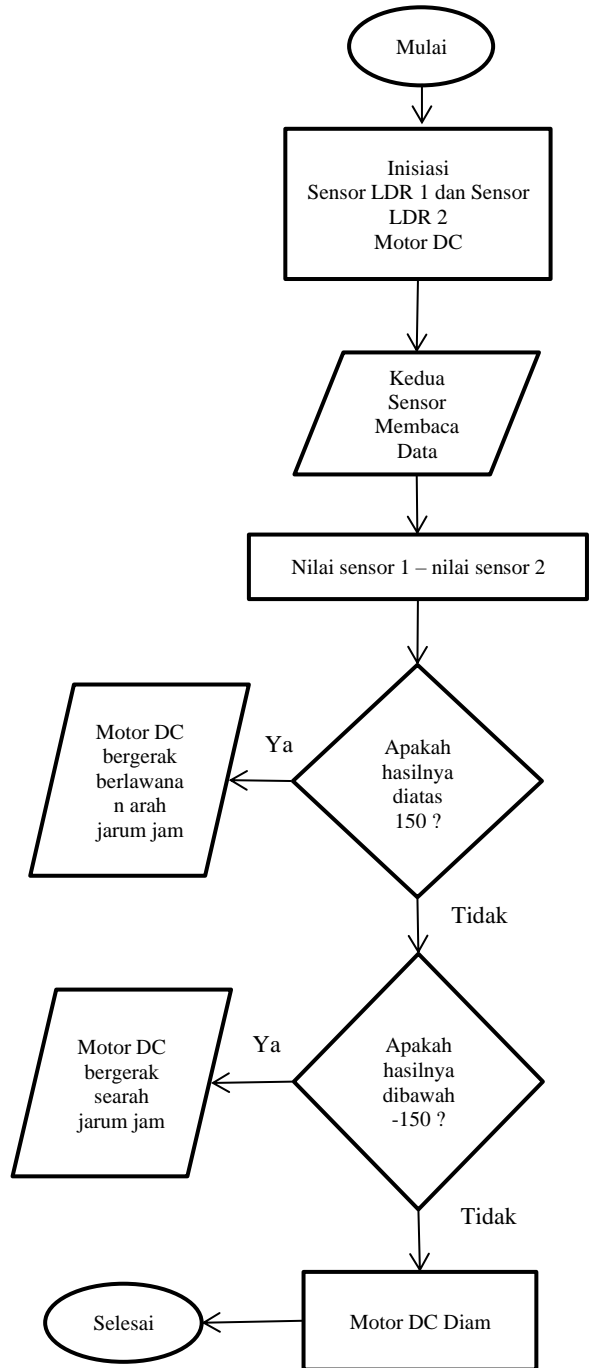


Gambar 8. Gambar susunan dan penempatan sensor

Komponen-komponen seperti driver motor, Arduino Nano, regulator tegangan, baterai, dan sensor LDR saling dihubungkan menjadi satu sistem seperti pada gambar 9. Sedangkan untuk diagram alir sistem dirancah seperti pada gambar 10.



Gambar 9. Gambar susunan komponen sistem kendali



Gambar 10. Diagram Alur Sistem

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Hasil Perancangan Prototipe**

Tampak hasil perancangan dapat dilihat pada gambar 11. Bahan utama untuk membuat penyangga panel surya adalah jenis besi sebguna, dengan pertimbangan besi serbaguna yang telah memiliki variasi lubang yang ada, sehingga akan

mempermudah dalam proses pembangunannya. Pada bagian bawah dari panel surya, disambungkan dua batang besi serbaguna, untuk nantinya dapat menjadi adaptor ke tiang penyangga. Ukuran dari dua besi serbaguna tersebut adalah 51 cm, mengikuti panjang dari sisi panel surya itu sendiri. Pada bagian tiang penyangga, digunakan pula bahan dari jenis besi serbaguna sebanyak empat batang besi. Dua batang besi sepanjang 1 meter yang akan diposisikan secara vertikal, dan dua batang besi sisanya memiliki ukuran 30 cm yang akan ditempatkan pada bagian alas dengan posisi penempatannya secara horizontal.



Gambar 11. Tampilan Alat

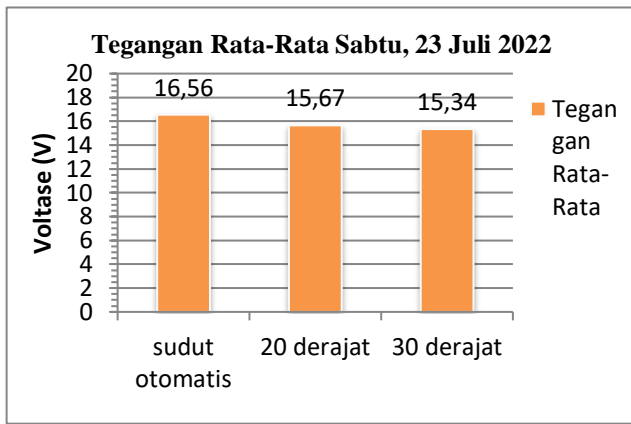
**B. Pengujian Alat Secara Keseluruhan**

Hasil pengujian alat pada perubahan sudut panel dapat dilihat pada tabel IV dimana ditampilkan gambar-gambar keadaan panel surya di saat jam tertentu. Pada tabel tersebut dapat terlihat bahwa panel surya menyesuaikan sudutnya secara otomatis. Perubahan tersebut dikarenakan Bergeraknya aktuator, yang mana terhubung langsung ke panel surya. Pergerakan aktuator tersebut diakibatkan sensor yang memberikan masukan pada Arduino Nano, bahwa sudut panel surya sudah tidak tegak lurus lagi terhadap matahari. Maka dari itu, Arduino Nano mengirimkan sinyal digital ke driver motor sebagai perintah untuk menggerakkan aktuator. Pergerakan aktuator akan dihentikan apabila sensor memberikan masukan pada Arduino Nano, bahwa sudut panel surya telah tegak lurus terhadap matahari, sehingga Arduino Nano akan mengirim kembali sinyal digital sebagai perintah untuk menghentikan gerakan dari aktuator.

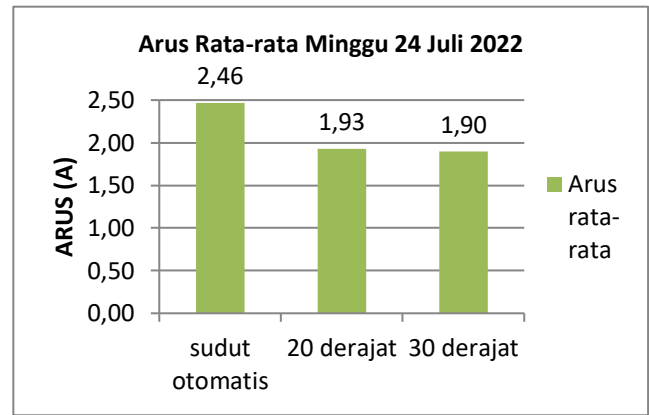
Tegangan dan arus yang dipakai oleh sistem kendali di saat Motor DC diam adalah 12V dan 0.02 A. Sedangkan arus yang muncul ketika Motor DC sedang bergerak adalah 0.12 A. Dalam satu hari, Motor DC akan bergerak sekali dari sudut terjauh di barat sampai sudut terjauh di arah timur, sebagai akibat karena sistem kendali akan mempertahankan sudut terakhir dari panel surya ketika hari sudah malam, Dari simulasi yang dilakukan, total lama waktu Motor DC bekerja untuk satu kali bergerak antar sudut terjauh dari kedua sisi adalah 2 menit 4 detik. Sehingga jika total Motor DC bergerak dua kali antar sudut terjauh, maka total lama waktu Motor DC bekerja adalah 4 menit 8 detik. Sedangkan rata-rata keluaran tegangan dan arus pada setiap jam / pengambilan data, saat dilakukan pengujian dapat dilihat pada grafik gambar 12-15.

TABEL VI  
PERUBAHAN SUDUT PANEL SURYA

Jam (WITA)	Gambar Panel	Sudut
10.57		163°
12.07		170°
12.22		175°
14.02		188°



Gambar 12. Diagram Tegangan Rata-Rata



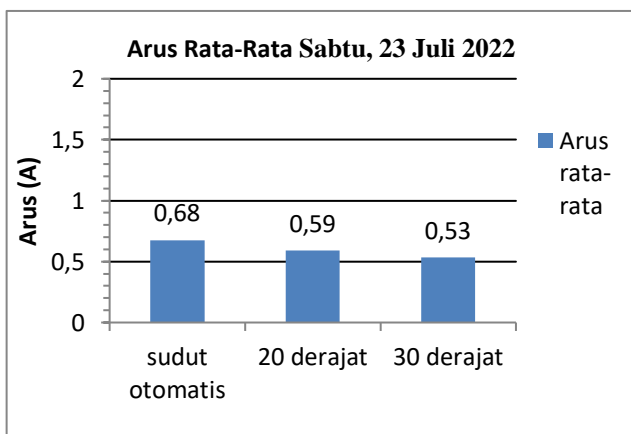
Gambar 15. Diagram Arus Rata-Rata

V. KESIMPULAN

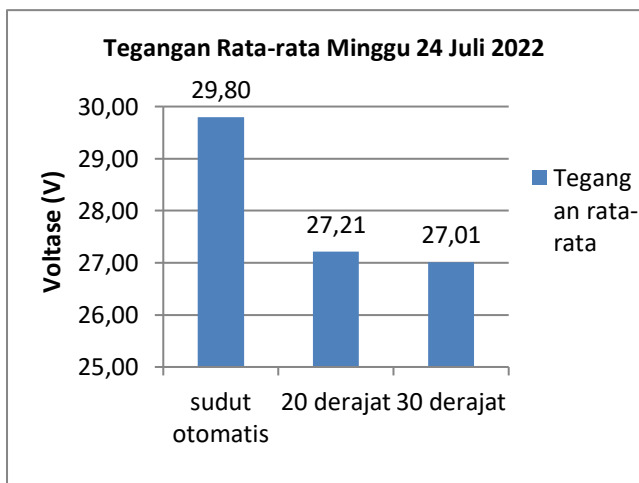
Pada kondisi cuaca yang berawan, panel surya dengan pengatur sudut otomatis mampu menghasilkan daya lebih banyak 17.96 % dibandingkan dengan daya rata-rata yang diterima panel surya sudut yang tetap. Pada kondisi cuaca yang cerah, panel surya dengan pengatur sudut otomatis mampu menghasilkan daya lebih banyak 39.96 % dibandingkan dengan daya rata-rata yang diterima panel surya dengan sudut tetap. Alat dapat dikembangkan kembali untuk kapasitas Wp yang lebih besar. Sistem pengendali sudut otomatis ini dapat dikembangkan lagi dengan durabilitas yang lebih baik lagi, agar lebih tahan untuk waktu lebih lama. Dapat dikembangkan lagi untuk tujuan lebih spesifik, yang memerlukan efektifitas penerimaan daya listrik yang tinggi dari panel surya.

REFERENSI

- [1] C. Samsurizal, Andi Makkulau, "Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Arus Keluaran Pada Photovoltaic," vol. 10, no. 2, pp. 137-144, 2018.
- [2] J. Asmi and O. Candra, "Prototype Solar Tracker Dua Sumbu Berbasis Microcontroller Arduino Nano dengan Sensor LDR," JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional), vol. 6, no. 2, p. 54, 2020, doi: 10.24036/jtev.v6i2.108504.
- [3] S. Bahari, A. Laka, and Rosmiati, "Pengaruh Perubahan Arah Sudut Sel Surya Menggunakan Energi Matahari Intensitas Cahaya Terhadap Tegangan," Semnastek 2017, no. November, pp. 1-8, 2017.
- [4] Cakrawala96, "Perbedaan Panel Surya Monocrystalline dan Polycrystalline, Mana yang Lebih Baik? - Gesainstech," 2021. <https://www.gesainstech.com/2021/05/perbandingan-monocrystalline-dan-polycrystalline.html> (accessed Jul. 27, 2022).
- [5] A. Negi, "Beginners Guide to Arduino Nano Pinout and Specs(Explained)," 2020. <https://www.etechnophiles.com/arduino-nano-pinout-schematic-and-specifications-in-detail/> (accessed Jul. 27, 2022).
- [6] A. Rasyid, "Sensor Cahaya LDR (Light Dependent Resistor)," 2020. <https://www.samrasyid.com/2020/12/sensor-cahaya-ldr-light-dependent.html> (accessed Jul. 27, 2022).
- [7] E. A. PRASTYO, "Modul Driver Motor L298N," 2020. <https://www.edukasielektronika.com/2020/12/modul-driver-motor-l298n.html> (accessed Jul. 27, 2022).
- [8] M. Bagaskara, "Solar Charge Control untuk Panel Surya," 2021. <https://www.sanspower.com/solar-charge-control-untuk-panel-surya-ramah-lingkungan.html> (accessed Jul. 27, 2022).



Gambar 13. Diagram Arus Rata-Rata



Gambar 14. Diagram Tegangan Rata-Rata