

## ANALISIS ARUS KONSTAN PADA SOLAR CELL DENGAN PENGATURAN DUAL AXIS TRACKING

Indrawan Nugrahanto.,S.ST.,M.T.<sup>1)</sup> Sungkono, S.T.,M.T.<sup>2)</sup> Drs. Eka Mandayatma, M. T. <sup>3)</sup>

<sup>1,2)</sup> Program Studi Teknik Elektronika

Jurusan Teknik Elektro – Politeknik Negeri Malang

Jl. Soekarno Hatta No.9 Kota Malang, Jawa Timur

[indrawan.nugrahanto@polinema.ac.id](mailto:indrawan.nugrahanto@polinema.ac.id)

### ABSTRAK

Dalam proses pengisian aki (*charging*) dengan sumber listrik yang berasal dari *solar cell*, tentunya diperlukan sebuah alat kontrol yang berfungsi mengatur sistem pengisian energi listrik yang biasa disebut *solar charge controller* atau kontrol pengisian. Pada aplikasinya, adakalanya penggunaan alat kontrol pengisian tersebut masih terdapat kekurangan, diantaranya ialah alat tersebut hanya dapat digunakan untuk pengisian aki dengan tegangan 12 dan 24 volt saja. Sehingga jika digunakan untuk tegangan yang lebih tinggi dari itu, maka diperlukan modifikasi sistem pengisian yang sesuai dengan kebutuhan untuk menganalisa arus konstan yang dihasilkan, untuk itu digunakan *dual tracking solar cell* sebagai sumber *charging* sistem aki sehingga didapatkan sistem pengisian aki yang efisien. Sistem yang digunakan kita sebut dengan *sequence method*, yaitu pengisian dengan cara bergantian satu persatu sampai kondisi kapasitas aki penuh dengan cara mengontrol alat yang telah diprogram untuk bekerja dengan cara memaksimalkan output arus yang di peroleh dari pergerakan solar panel mengikuti sudut azimuth dan altitude dari matahari. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah pencapaian arus yang konstan dengan *rate* 0.1A dengan memaksimalkan pergerakan solar panel mengikuti pergerakan arah matahari.

**Kata Kunci :** *Solar cell, Charging system, Arus Konstan*

### ABSTRACT

*In the process of charging the battery (charging) with a power source that comes from a solar cell, of course, a control device is needed that functions to regulate the electrical energy charging system, which is commonly called a solar charge controller or charging control. In its application, sometimes the use of the charging control device still has drawbacks, including that the device can only be used for charging batteries with a voltage of 12 and 24 volts only. So if it is used for a higher voltage than that, it is necessary to modify the charging system according to the need to analyze the constant current generated from the dual tracking solar cell used for charging the battery system so that an efficient battery charging system is obtained. The system that is trying to be implemented is the sequential method. Charging alternately one by one until the condition of the battery capacity is full with controlled tools that have been programmed to work by maximizing the current output obtained from the movement of the solar cell following the azimuth angle and altitude from the sun. The aim of this research is to achieve a constant current with a rate of 0.1A by maximizing the movement of the solar panel following the movement of the sun.*

**Keywords :** *Solar cell, Charging system, Constant Curren*

## 1. PENDAHULUAN

Saat ini penggunaan akan energi listrik di Indonesia semakin tinggi. Hal ini seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan juga kemajuan teknologi. Sehingga perusahaan listrik negara (PLN) gencar mensosialisasikan program hemat listrik dari pukul 17.00 hingga 22.00. Alasan PLN melakukan ini adalah untuk efisiensi energi terutama dalam menghadapi beban puncak pada jam tersebut.

Menurut *Energy Information Administration* (EIA) memperkirakan pemakaian energi hingga tahun 2025 masih didominasi bahan bakar fosil yakni minyak bumi, gas alam dan batu bara. Meskipun cadangan batu bara masih cukup tinggi, tetapi penggunaan bahan bakar batu bara yang merupakan sumber penghasil emisi karbon dioksida secara global menyebabkan efek *global warming*. Selanjutnya penggunaan bahan bakar gas memang relatif murah dan ramah lingkungan, namun cadangan gas bumi terbatas. Jika yang digunakan energi air yang kerap menjadi kendala yaitu ketika musim kemarau tiba maka sumber air yang digunakan sebagai

pembangkit listrik seringkali surut dan jauh berkurang sehingga tidak dapat beroperasi secara optimal.

“Kita ketahui bersama, bahwa selama ini negeri kita tercinta, Indonesia terus kita anggap sebagai penghasil minyak, gas dan batubara yang besar di dunia. Namun perlu kita tahu dan sadari bersama, saat ini konsumsi minyak bumi Indonesia melebihi produksi sehingga menjadikan Indonesia sebagai importir minyak bumi. Di sisi lain, Indonesia pun belum memiliki cadangan penyangga energi lain yang dapat memberikan jaminan pasokan dalam waktu tertentu apabila terjadi kondisi krisis dan darurat energi,” papar Unggul dalam acara yang digelar di Kantor BPPT, Jakarta, Selasa (24/09/2018) [1].

Daya listrik yang dihasilkan panel surya dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari untuk menghasilkan daya maksimum sehingga perlu dilakukan pengaturan posisi panel surya terhadap matahari. Sederhananya, ketika sinar matahari mengenai permukaan sel surya,

energi yang dibawa oleh sinar matahari ini akan diserap oleh elektron pada sambungan p-n untuk berpindah dari bagian dioda p ke n dan untuk selanjutnya mengalir ke luar melalui kabel yang terpasang ke sel. Solar sel mengubah intensitas sinar matahari menjadi energi listrik. Secara sederhana solar sel terdiri dari persambungan bahan semikonduktor bertipe p dan n (*p-n junction semiconductor*) yang apabila tertimpa sinar matahari akan terjadi aliran elektron. Aliran elektron inilah yang disebut sebagai aliran arus listrik. Prinsip dari panel surya adalah mengubah intensitas cahaya matahari menjadi energi listrik yang dapat digunakan untuk menjalankan peralatan elektronik. sistem kontrol loop terbuka dirancang untuk masing-masing sistem pelacakan matahari pada penelitian sebelumnya [2].

## 2. DASAR TEORI

Metode penelitian yang digunakan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan yang diharapkan adalah identifikasi, percobaan system terhadap masing-masing komponen, pembuatan, pengujian, hasil dan kesimpulan.

Atom tersusun atas beberapa partikel, dan juga ada istilah subatom. Hal ini

menunjukkan betapa kecilnya ukuran atom di setiap permukaan benda. Menentukan ukuran atom menjadi hal yang tidak mudah, contoh satu tanda titik dari sebuah tulisan atau benda saja sudah tersusun dari jutaan atom. Atom kemudian juga diketahui memiliki dasar materi yang disebut dengan istilah inti atom dan awan elektron. Inti atom terdiri atas proton yang memiliki muatan positif, kemudian elektron yang mengelilinginya memiliki muatan netral. elektron di dalam atom terikat atau menempel pada inti atom oleh gaya elektromagnetik. Sekumpulan atom kemudian saling berikatan dan membentuk molekul. Atom yang berkumpul bisa terbentuk dari atom dengan muatan yang sama sehingga memiliki sifat netral. Kemudian jika atom tersebut membentuk ikatan dengan atom lain yang muatannya berbeda akan membentuk ion. Jika energi yang diberikan telah cukup, sebagian dari elektron-elektron valensi terluar tadi akan meninggalkan atomnya dan statusnya pun berubah menjadi elektron bebas. Gerakan elektron-elektron bebas inilah yang akan menjadi arus listrik dalam konduktor logam. Gerak atau aliran elektron disebut arus ( $I$ ),

dengan satuan ampere. Daya listrik yang dihasilkan oleh sel surya merupakan hasil perkalian dari tegangan keluaran dengan banyaknya electron yang mengalir atau besarnya arus.

### **Dual Axis Tracking**

*Dual axis tracking* ini digunakan untuk melacak matahari saat bergerak di langit, selain mengikuti gerakan timur-barat matahari. Pelacak surya dapat dibagi menjadi beberapa kategori berdasarkan jenis aktuasi dan sumbu rotasi. Sumbu ganda bekerja mirip dengan sumbu tunggal tetapi menangkap energi matahari lebih efektif dengan memutar sumbunya sepanjang sumbu vertikal dan horizontal.

### **2.1 Alat dan Komponen**

- *Accu/Aki*

Fungsi *accu* adalah untuk mensuplai(menyediakan) listrik ke stater sistem, sistem pengapian, lampu-lampu dan komponen kelistrikan lainnya.

- *Solar Panel*

Fungsi solar panel adalah dapat menangkap energi cahaya matahari lalu dijadikan sebagai energi listrik.

- *Arduino Uno*

Fungsi *Arduino Uno* adalah sebagai pengendali sistem untuk menjalankan program-program yang telah dibuat.

- *Solar Controller Charging*

Fungsi *Solar Controller Charging* adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban.

- *Linear Aktuator*

Fungsi *Linear Aktuator* adalah menggerakkan atau mengontrol solar panel agar dapat bergerak sesuai arah matahari.

### **Metode Perhitungan**

Metode perhitungan arus listrik,

$$I = Q/t \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

I = Kuat arus listrik (A)

Q = Muatan listrik (C)

t = Waktu (s)

Metode perhitungan arus konstan

$$\Delta q = I \times \Delta t \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

$\Delta q$  = perubahan muatan listrik (V)

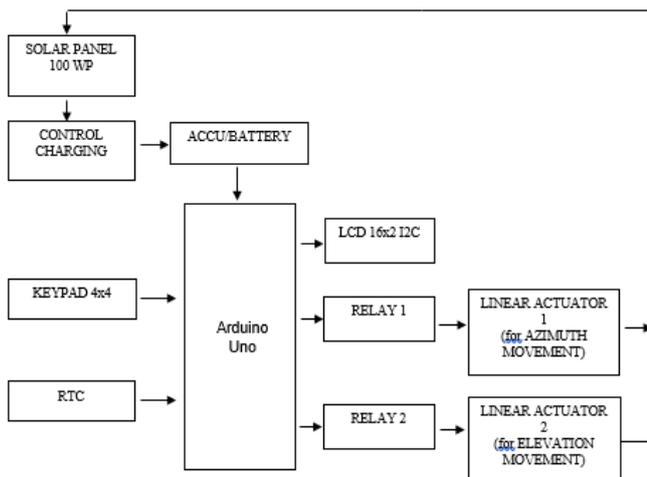
I = Arus Listrik (A)

$\Delta t$  = Perubahan Waktu (s)

$$f(x) = + \sum_{n=1}^{\infty} \left( a_n \cos \frac{n\pi x}{L} + \sin \frac{n\pi x}{L} \right) \dots (3)$$

## 2.2 Blok Diagram

Blok diagram ini akan menjabarkan proses alur kerja dari alat sebagaimana gambar berikut :



**Gambar 2.1** Blok diagram sistem

Keterangan blok diagram :

- 1.Solar panel digunakan sebagai pengubah energi matahari menjadi energi listrik.
- 2.Solar *controller charging* digunakan untuk pengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban.

3.Keypad digunakan untuk pengendali serta interaksi antara manusia dengan alat, dimana nanti akan membantu memilih dan menentukan setting program pergerakan linear aktuator sesuai yang diinginkan.

4.RTC digunakan untuk menyimpan data waktu dan tanggal dengan tingkat presisi / akurasi tinggi serta diintegrasikan dengan serial EEPROM AT24C32 untuk keperluan penyimpanan data lainnya.

5.Arduino Uno digunakan sebagai pengendali sistem untuk menjalankan program-program yang telah dibuat

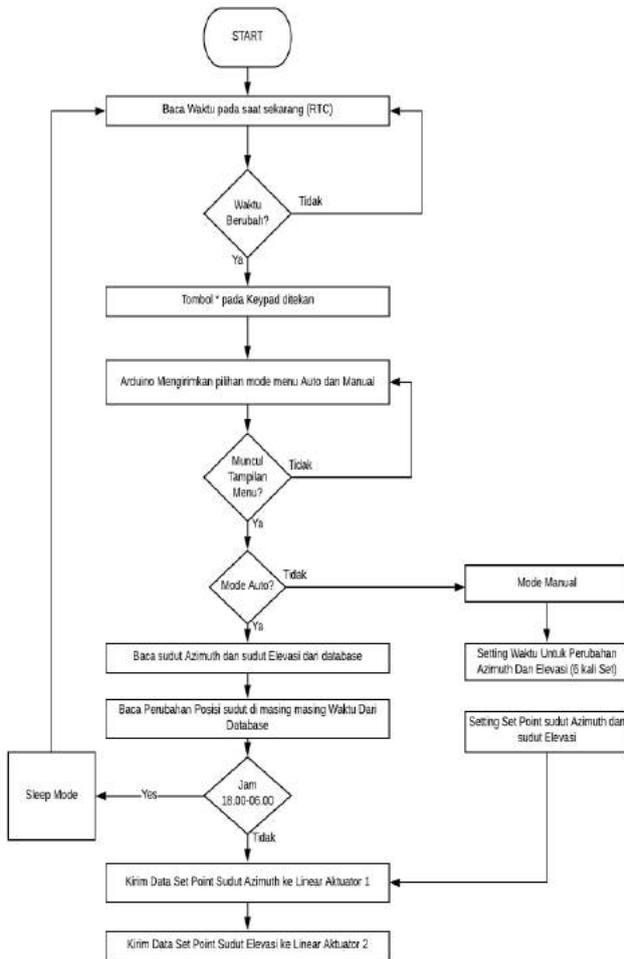
6.Accu/Battery digunakan sebagai mensuplai (menyediakan) listrik ke sistem stater, sistem pengapian, lampu-lampu dan komponen kelistrikan lainnya.

7.LCD 16x2 I2C digunakan sebagai tampilan tanggal, waktu, dan sudut azimuth.

8.Relay digunakan untuk menggerakkan Kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.

9.Aktuator linear digunakan sebagai penggerak solar panel agar dapat bergerak sesuai arah matahari.

### 2.3 Flowchart



**Gambar 2.2** Flowchart sistem panel surya.

Alat ini mendapatkan sumber tegangan dari Solar Panel *Mono Crystalline* 100 Wp. Prinsip kerja alat ini adalah solar panel yang bergerak secara otomatis tanpa menggunakan sensor dimana kita hanya perlu membuat look up table untuk menggerakkan aktuator 1 dan aktuator 2. Saat mode auto ditekan pada *keypad* maka

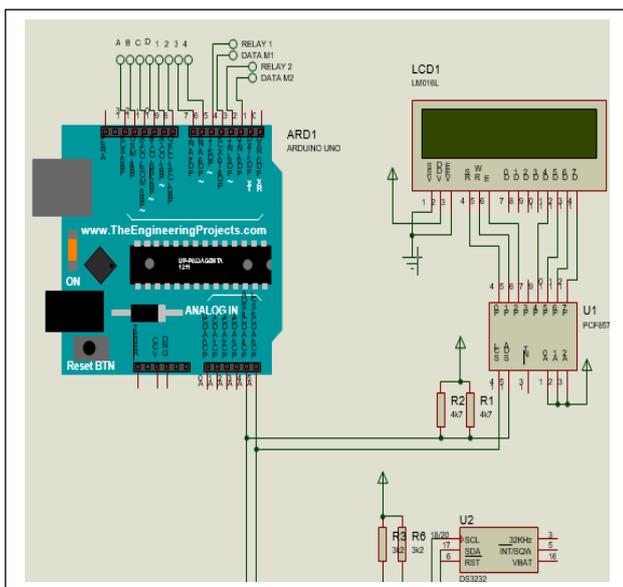
aktuator akan bergerak sendiri mengikuti arah matahari sesuai dengan program, program dari *database* tersebut sudah ditentukan dan permanen, pada *database* tersebut juga berisi posisi aktuator dan waktu perubahan aktuator selama setahun di kota Malang. Dalam sehari mulai dari jam 06.00 – jam 18.00 aktuator 1, dan aktuator 2 akan melakukan pergerakan selama 12 kali dalam sehari, setelah itu aktuator akan kembali ke posisi awal. Pada mode manual maka perlu *set up* posisi aktuator 1 dan 2 secara manual dengan keypad dan waktu yang diinginkan sebanyak 6 kali settingan perubahan.

### 2.4 Perancangan Elektrik

Untuk mengetahui apakah alat ini berjalan dengan baik atau tidak, maka dilakukan serangkaian pengukuran dan pengujian. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan data pengukuran yang dipergunakan sebagai bahan pertimbangan antara teori dan spesifikasi komponen elektrik yang digunakan dengan data hasil pengujian untuk menghasilkan kinerja alat yang sesuai dengan *datasheet*.

### 2.4.1 Modul RTC (*Real Time Clock*) DS3221 terhadap arduino uno

Berdasarkan hasil pengujian RTC dapat disimpulkan bahwa RTC dapat tegangan 5V dari Arduino Uno dan dalam keadaan baik. RTC dapat menampilkan data sesuai dengan program yang dibuat pada Arduino uno melalui software arduino. RTC digunakan untuk penjadwalan perubahan posisi solar panel.

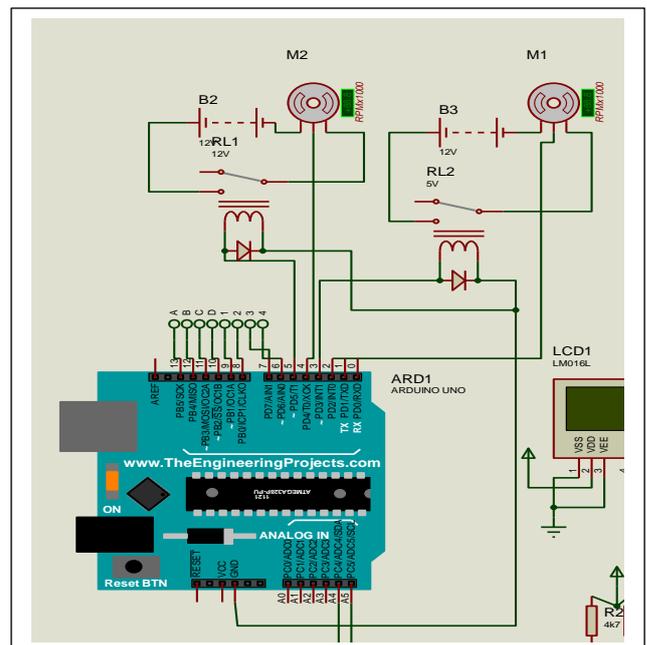


**Gambar 2.3** Perancangan rangkaian elektrik RTC (*Real Time Clock*)

RTC pada alat ini berfungsi untuk menyimpan data waktu dan tanggal dengan tingkat presisi / akurasi tinggi berdasarkan *database* yang sudah direkam.

### 2.4.2 Linear aktuator terhadap arduino Uno

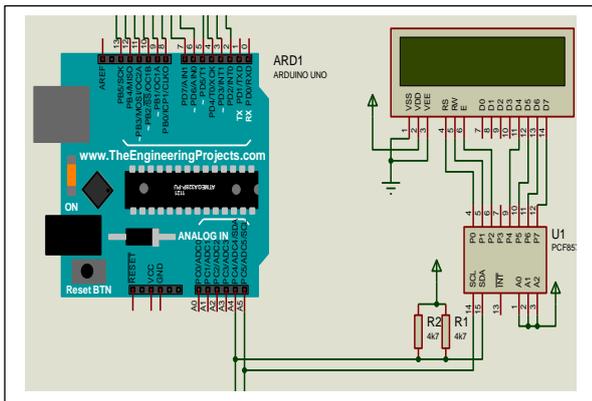
Rangkaian elektrik linear aktuator ini adalah alat ini yang berfungsi untuk menggerakkan atau mengontrol solar panel agar dapat bergerak sesuai arah matahari. Seperti pada gambar 2.4 dimana ada 2 motor DC yang merupakan output dari *controller* Arduino Uno berfungsi sebagai penggerak solar panel, dengan pengaturan sudut dan derajat *azimuth* dan *altitude* yang sudah kita simpan pada memori *controller*.



**Gambar 2.4** Perancangan rangkaian elektrik linear aktuator terhadap arduino uno

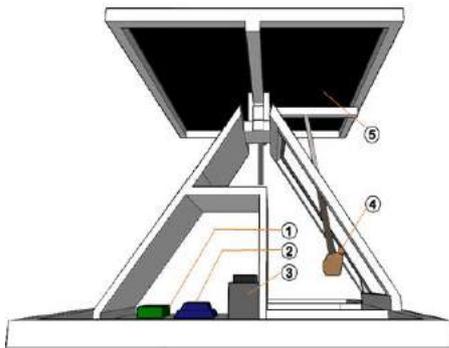
### 2.4.3 LCD 16x2 dan I2C terhadap arduino Uno

LCD 16x2 pada alat ini berfungsi untuk menampilkan waktu, tanggal, sudut azimuth, Sudut azimuth dan keluaran nilai



**Gambar 2.5** Rangkaian LCD 16x2 dan I2C Pada rangkaian LCD dengan pin output arduino uno nomor 13 dan 14 dapat menampilkan tanggal waktu dan nilai sudut altitude dan azimuth. Dapat juga di tampilkan nilai tegangan dan arus output.

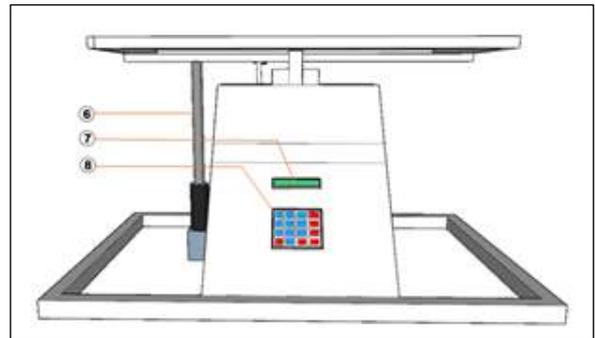
### 2.5 Perancangan Mekanik



**Gambar 2.6** Solar Tracking dari samping

Keterangan gambar tampak samping:

1. Arduino Mega
2. Control Charging
3. Accu/Battery
4. Motor Linear
5. Solar Panel



**Gambar 2.7** Solar Tracking dari depan

Keterangan gambar tampak depan :

6. Motor Linear 2
7. LCD 16x2
8. Keypad 4x4



**Gambar 2.8** Realisasi alat dual axis tracking

### 3. HASIL DAN DISKUSI

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis arus konstan pada solar panel,

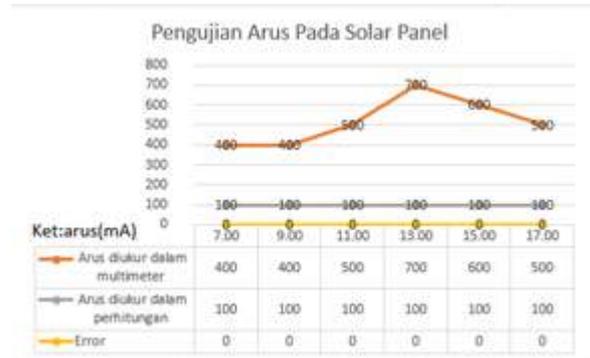
dengan melakukan perhitungan dan pengukuran untuk mendapatkan arus (Amp) dan Voltmeter yang dipasang secara paralel dengan panel surya sedangkan Ampere meter dipasang secara seri dengan bebannya.

**Tabel 3.1.** Data pengukuran arus

No	Waktu Pengukuran Arus	Nilai Arus Terhitung	Nilai Arus Dalam Multimeter	Disparitas Arus
1.	07.00	0,1	0,4	3%
2.	09.00	0,1	0,4	3%
3.	11.00	0,1	0,5	4%
4.	13.00	0,1	0,7	6%
5.	15.00	0,1	0,6	5%
6.	17.00	0,1	0,5	4%

Dalam tabel diatas menunjukkan pada pagi hari sekitar pukul 07.00 sampai 11.00 arus yang diukur cenderung naik, pada siang hari pukul 13.00 arus nya tinggi yaitu 0,7 A karena sinar matahari terang tidak tertutupi awan, saat menjelang sore hari sekitar pukul 15.00 sampai 17.00 arus yang diukur cenderung turun, dikarenakan sinar matahari mulai tertutupi awan. Data diatas kemudian

diolah menjadi grafik pada gambar dibawah ini



**Gambar 3.1.** Grafik pengukuran arus.

Dalam grafik diatas menunjukkan pengujian arus pada solar panel mulai pukul 07.00 pagi hingga pukul 5 sore, untuk arus yang ada di grafik satuan arus dalam miliAmpere. Pada pengukuran arus dengan menggunakan multimeter dimulai pukul 07.00 pagi hingga pukul 13.00 siang, output arus cenderung naik dikarenakan panas matahari yang terik, sedangkan pukul 3 sore hingga pukul 5 sore output arus akan turun dikarenakan panas matahari mulai menurun. output arus yang menuju baterai/aki bernilai merata karena output fungsi dari *solar charge controller* yaitu 12Vdc.

### 3.1 Sampel pengujian

Sampel pengujian arus antara accu dan rangkaian terlihat bahwa nilai arus bernilai 0,1A.



**Gambar 3.2** Pengukuran arus

Sampel pengujian tegangan pada *Solar Charge Controller (SCC)*



**Gambar 3.3** Pengukuran tegangan

Tegangan yang dihasilkan bernilai kisaran 12,3 Volt, yang merupakan tegangan minimum agar dapat digunakan untuk pengisian/*charging* aki.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari perancangan dan pengujian alat ini didapatkan bahwa, Arduino Uno dapat bekerja dengan baik karena mampu menjalankan program sesuai yang diinginkan untuk menjalankan kontrol

linear aktuator. Linear aktuator dapat bekerja dengan baik dengan menggerakkan solar panel sesuai arah matahari yang berdasarkan database dari sensor RTC, sedangkan nilai arus output dari alat ini didapatkan kurang konstan dikarenakan pengaturan datangnya sinar matahari sehingga diperlukan penelitian lanjutan untuk membuat rangkaian elektrik tambahan kontrol arus konstan (*Constant Current*).

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Admin BPPT, “BPPT: Indonesia Darurat Energi,” [bppt.go.id](http://bppt.go.id), 2018. <https://www.bppt.go.id/berita-bppt/bppt-indonesia-darurat-energi> (accessed Jul. 21, 2021).
- [2] M. Alata, M. Al-Nimr, and Y. Qaraoush, “Developing a multipurpose sun tracking system using fuzzy control,” *Energy Convers. Manag.*, vol. 46, 2005.
- [3] N. Mudhofiroh and M. Noor, “Karakteristik Solar Cell 10-WP Pada Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan,” *Energy*, vol. 4, 2014.
- [4] S. Rochman and B. P. Sembodo, “Rancang Bangun Alat Kontrol Pengisian aki untuk Mobil listrik Menggunakan Energi

Sel Surya Dengan Metode Sequensial,”  
WAKTU J. Tek. UNIPA, vol. 12, no. 2,  
2014.

[5] W. Purnomo, Pengisi Baterai Otomatis Dengan Menpurnggunakan Solar Cell. Jakarta: Universitas Gunadarma, 2010.

[6] Braun, J.E., and J.C. Mitchell. 1983. “Solar Geometry for Fixed and Tracking Surfaces.” Solar Energy.

[7] Nurharsanto, S., & Prayitno, A. (2017). Sun Tracking Otomatis Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts). 4(2), 6.

[8] Ramadhan, A., Juningtyastuti, J., & Karnoto, K. (2017). Pemanfaatan Energi Surya Matahari Pada Solar Cell Untuk Pengisian Accumulator (Accu) Berbasis Mikrokontroller Arduino Uno. Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, 6(2), 283–289.

[9] Saputra , wasana . 2018. Rancang Bangun Solar Tracking System Untuk Mengoptimalkan Penyerapan Energi Matahari Pada Solar Cell. Depok.. Jurusan Elektro Fakultas Teknik universitas indonesia.

[10] Wijayanto, Devie Arie. 2020. Pemanfaatan Mikrokontroler Sebagai Pengendali Solar Tracker Untuk Mendapatkan Energi Maksimal. Surabaya.