

Rancang Bangun Solar *Tracking* Sistem Berbasis Arduino Uno

Izran Mardjun¹, Syahrir Abdussamad², Riska K Abdullah¹.

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Icshan Gorontalo

²Jurusan Teknik, Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Icshan Gorontalo

e-mail: izran.mardjun@yahoo.co.id

Abstrak—Saat ini solar sell sudah banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, karena solar sell tidak menggunakan bahan bakar dan ramah lingkungan, tetapi solar sell kebanyakan masih bersifat statis, hal ini menyebabkan solar sell tidak dapat menyerap sinar matahari dengan optimal. Tujuan penelitian ini adalah untuk dapat mengoptimalkan penggunaan energi matahari oleh panel surya, maka peneliti membuat suatu alat yang dapat mengorientasikan panel surya terhadap arah datangnya cahaya matahari dan dapat membandingkan hasil pengukuran tegangan, arus dan daya antara sistem tracking dan statis. Solar tracking sistem yang dibuat merupakan prototipe. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen dengan menggunakan sebuah sistem minimum Arduino uno yang menggunakan mikrokontroler ATmega 328 sebagai pusat kendali dan 5 buah sensor dengan outputnya berupa pergerakan motor servo. Dari 5 buah LDR yang digunakan 4 buah diantaranya diletakkan pada kondisi keempat penjuru mata-angin dan sebuah lagi ditempatkan ditengah-tengahnya sebagai pembanding dari masing-masing fokus yang diterima oleh LDR terkuat. Kepekaan paling kuat dari LDR akan diikuti oleh pergerakan solar cell hingga terdapat nilai kepekaan yang sama antara salah satu LDR yang diikuti tersebut dengan LDR yang ditengah sebagai pembandingnya. Dengan kondisi ini maka solar cell akan selalu mendapatkan sinar matahari secara optimal disepanjang hari. Hasil penelitian yang diperoleh dari solar tracking sebesar 1.340 Watt dan statis sebesar 1.211 Watt, jadi kenaikan tegangan sel surya mencapai 11% dibandingkan yang tidak menggunakan solar tracking.

Kata kunci: Arduino uno, LDR, Motor servo, Solar sell, Solar tracking.

I. PENDAHULUAN

Tingginya konsumsi dari penggunaan bahan bakar berbasis fosil dapat berdampak pada habisnya sumberdaya tersebut suatu saat nanti, belum lagi energi fosil membutuhkan waktu yang sangat lama untuk proses terbentuknya, dan membutuhkan biaya yang sangat besar untuk melakukan proses produksinya. Untuk itu perlu adanya pengembangan energi baru dan terbarukan sebagai sumber energi alternative seperti energi matahari.

Energi matahari dapat dimanfaatkan dengan cara merangkai suatu alat yang dapat digunakan untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Alat yang dapat digunakan adalah solar cell. Teknologi dengan menggunakan solar cell telah lama dikenal oleh manusia.

Penggunaan solar cell sangatlah luas di seluruh dunia, sebagai contoh: penggunaan yang paling umum di kalkulator yaitu menggantikan fungsi baterai. Selama tersedianya sinar, kalkulator dapat berfungsi selamanya. Panel solar cell yang lebih besar juga digunakan untuk menyediakan tenaga untuk lampu lalu lintas, lampu jalan, lampu rumah, dan lain-lain. [1]

Permasalahan yang ada sekarang ini adalah solar cell yang terpasang kebanyakan masih bersifat statis. Hal ini menyebabkan penerimaan energi matahari tidak optimal. Oleh karena itu, perlu dibuat sistem yang membuat solar cell selalu mengikuti arah matahari.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Solar Tracking

Solar yaitu *Photovoltaic* atau panel surya, Sedangkan *Tracking* yaitu sistem penjejak. Jadi *Solar Tracking* adalah sistem penjejak panel surya agar mendapatkan cahaya matahari yang optimal. Hal tersebut terjadi jika panel surya mengikuti terus arah matahari.[1]

2.1.2 Solar Cell / Tenaga Surya

Solar cell (*photovoltaic*) adalah suatu alat/komponen yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik. *Photovoltaic* terdiri dari beberapa solar cell, yang tiap sel terhubung dengan lainnya secara seri atau parallel untuk membentuk deretan *photovoltaic* yang secara umum disebut *photovoltaic modules*.

2.1.3 Modul *Photovoltaic*

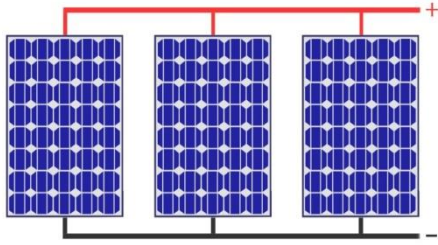
Modul *photovoltaic* merupakan suatu komponen yang tersusun dari *cell-cell* surya kemudian terbentuk modul-modul surya dan dari modul surya terbentuk dalam satu *array*.



Gambar 1. Bentuk solar sel, modul, panel array

Adapun sistem rangkaian pada *solar cell*:

a. Rangkaian Paralel

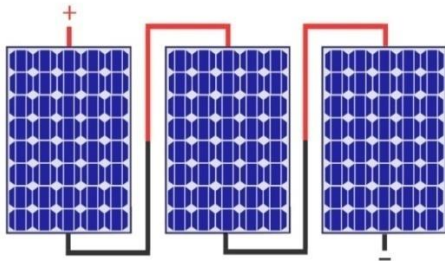


Gambar 2. Modul *photovoltaic* rangkaian paralel.

Rangkaian paralel modul *Photovoltaic* di dapat apabila terminal kutub positif (+) dan negatif (-) sel surya dihubungkan satu sama lain.

Tegangan sel surya yang dihubungkan paralel sama dengan satu sel surya.

b. Rangkaian Seri



Gambar 3. Modul *photovoltaic* rangkaian seri.

Hubungan seri suatu modul *Photovoltaic* didapat apabila bagian positif (+) sel surya utama dihubungkan dengan bagian negatif (-) sel surya kedua atau sebaliknya.

Faktor dari pengoperasian sel surya agar didapatkan nilai yang maksimum sangat tergantung pada beberapa hal, [2] antara lain :

- Temperatur sel surya
- Radiasi Matahari
- Kecepatan angin bertiup
- Keadaan atmosfer bumi
- Orientasi sel surya
- Posisi letak sel surya terhadap matahari.

2.2 Penelitian Terdahulu

"A Preliminary Study On The 2-Axis Hybrid Solar Tracking Method For The Smart Photovoltaic Blind." dibahas tentang perancangan solar tracking sistem yaitu dengan melakukan Investigasi Pada Tracking Sistem SPB (*Solar Power Box*). Hasil dari studi ini dikembangkan berupa prototipe *Solar Tracking* yang mempunyai 2 axis. Pada artikelnya dijelaskan prosedur perekaman data tidak didefinisikan dengan detail. Data yang ada belum dijelaskan

diukur dengan alat apa dan spesifikasi seperti apa. Pada artikel ini model yang ditawarkan menyerupai desain dari penelitian penulis yang akan dibahas pada penelitian ini.[3]

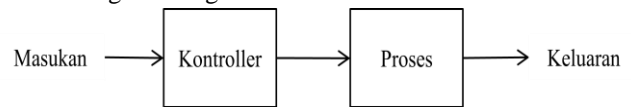
"Design And Implementation Of A Solar-Tracking Algorithm." dibahas tentang mengukur radiasi dan melakukan tracking posisi matahari untuk menentukan besar sudut posisi panel surya terhadap matahari. Hasil dari penelitian ini yaitu pergerakan panel surya yang mengikuti nilai maksimal radiasi matahari dapat memaksimalkan energi yang dihasilkan oleh modul *photovoltaic*. Algoritma yang dimodelkan pada (*Lab VIEW*) dapat menunjang pembuatan prototipe lebih cepat dengan biaya yang efektif, akan tetapi gambar struktur mekanik yang ditampilkan masih diperlukan penjelasan yang lebih lanjut. Pada artikel ini model yang diterapkan pada penelitian akan diadopsi oleh peneliti menggunakan *software proteus*. [4]

"On Improving The Efficiency Of A Solar Panel Tracking System" membahas tentang mengusulkan konsep solar tracking sistem dengan konstruksi *Smart Grid* Sistem. Hasil dari penelitian model yang ditawarkan dapat berfungsi sebagai penyuplai tenaga pada sistem *Grid*. Berbeda dengan *Solar Power Box (SPB)* pada umumnya *standalone* (berdiri sendiri). Tetapi Secara teori model yang ditawarkan belum sempat di uji secara nyata dilapangan. Berkaitan dengan artikel ini Penulis akan melakukan penelitian pada *Solar Power Box (SPB)*, dimana SPB yang akan dirancang merupakan sistem *Standalone* (berdiri sendiri). [5]

2.3 Sistem Kontrol

a. Sistem Kontrol lup terbuka (*open loop*)

Sistem kontrol lup terbuka adalah sistem kontrol yang keluarannya tidak berpengaruh pada aksi pengontrolan. Jadi pada sistem kontrol lup terbuka, keluaran tidak diukur atau diumpan-balikan untuk dibandingkan dengan masukan.

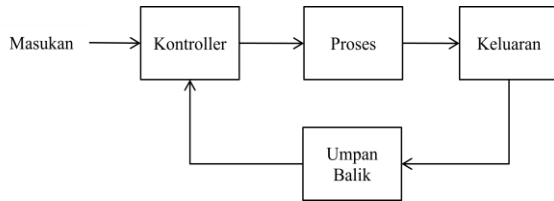


Gambar 4. Sistem kontrol *loop* terbuka

Pada setiap sistem kontrol *loop* terbuka keluaran tidak dibandingkan dengan masukan acuan. Sehingga, untuk setiap masukan acuan, terdapat suatu kondisi operasi yang tetap.

b. Sistem Kontrol Lup Tertutup (*Close Loop*)

Sistem kontrol *loop* tertutup adalah sistem kontrol yang sinyal keluarannya mempunyai pengaruh langsung pada aksi pengontrolan.

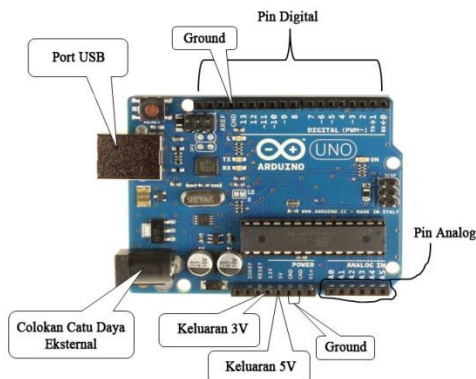
Gambar 5. Sistem kontrol *loop* tertutup

Jadi, sistem kontrol *loop* tertutup adalah sistem kontrol ber-umpan balik. Sinyal kesalahan penggerak, yang merupakan selisih antara sinyal masukan dan sinyal umpan balik (yang dapat berupa sinyal keluaran atau suatu fungsi sinyal keluaran dan turunannya), diumpankan ke kontroler untuk memperkecil kesalahan dan membuat agar keluaran sistem mendekati nilai yang diinginkan.

2.4 Mikrokontroller

2.4.1 Arduino Uno

Arduino dilengkapi dengan *static random-access memory* (SRAM) berukuran 2KB untuk memegang data, *flash memory* berukuran 32KB, dan *erasable programmable read-only memory* (EEPROM). SRAM digunakan untuk menampung data atau hasil pemrosesan data selama Arduino Uno menerima pasokan catu daya. *Flash memory* untuk menaruh program yang dibuat. *EEPROM* digunakan untuk menaruh program bawaan dari Arduino Uno dan sebagian lagi dapat dimanfaatkan untuk menaruh data secara permanen. [6]



Gambar 6. Board arduino

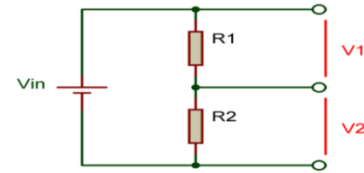
2.4.2 Sensor LDR

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



Gambar 7. Bentuk fisik dan simbol LDR

2.4.3 Rangkaian Dasar Sensor LDR



Gambar 8. Rangkaian dasar LDR

Pada gambar 8, ada 3 titik yang memiliki tegangan berbeda. Tegangan V_{in} , tegangan pada $R1$, dan tegangan pada $R2$. Berdasarkan hukum ohm, V_{in} , $V1$, dan $V2$ bisa dihitung dengan cara: [7]

$$V_{in} = I \cdot (R1 + R2)$$

$$I = \frac{V_{in}}{(R1 + R2)} \quad (\text{pers 1})$$

$$V1 = I \cdot R1 \quad (\text{pers 2})$$

$$V2 = I \cdot R2 \quad (\text{pers 3})$$

Jika ingin menghitung $V1$, maka kita tinggal menyubstitusikan antara pers 1 dan pers 2.

$$V1 = I \cdot R1$$

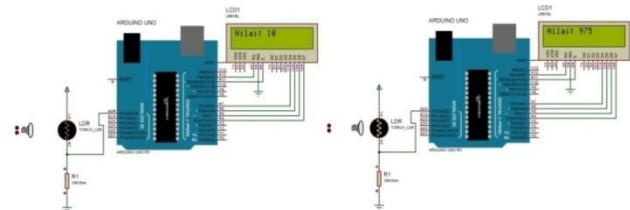
$$V1 = \frac{V_{in}}{(R1 + R2)} \cdot R1$$

Atau lebih umum dikenal dengan rumus :

$$V1 = \frac{R1}{(R1 + R2)} \cdot V_{in}$$

Jika ingin menghitung $V2$, maka rumusnya adalah:

$$V2 = \frac{R2}{(R1 + R2)} \cdot V_{in}$$



(a) LDR dalam keadaan normal (b) LDR dalam keadaan di beri cahaya

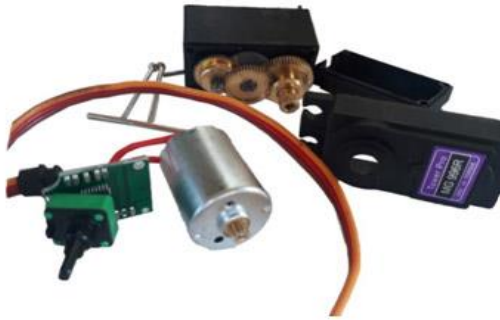
Gambar 9. Rangkaian Pengujian Sensor LDR

Resistansi LDR berubah seiring dengan perubahan intensitas cahaya yang mengenainya. Dalam keadaan gelap resistansi LDR sekitar 10 MΩ dan dalam keadaan terang sebesar 1 KΩ atau kurang.

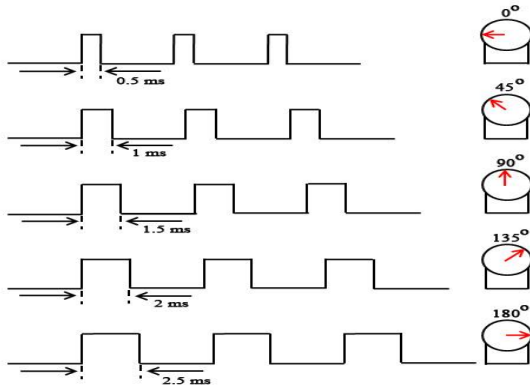
2.4.4 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem *closed feedback* di mana posisi dari motor akan di informasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari *motor dc*, rangkaian *gear*, potensiometer dan rangkaian kontrol.

Pengendalian gerakan batang motor servo dapat dilakukan dengan menggunakan metode *PWM* (*Pulse Width Modulation*). Teknik ini menggunakan sistem lebar pulsa untuk mengendalikan putaran motor. Sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor.



Gambar 10. Konstruksi motor servo



Gambar 11. Lebar pulsa untuk mengatur sudut servo

Apabila motor servo diberikan pulsa sebesar 1,5 ms maka mencapai gerakan 90° . Bila diberikan pulsa kurang dari 1,5 ms maka posisi mendekati 0° dan bila diberikan pulsa lebih dari 1,5 ms maka posisi mendekati 180° .

Untuk penelitian ini penulis menggunakan motor servo *standart* (FT5316M) sudut putar nya adalah 180° derajat yang dapat dioperasikan dalam dua arah.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Pengumpulan Data

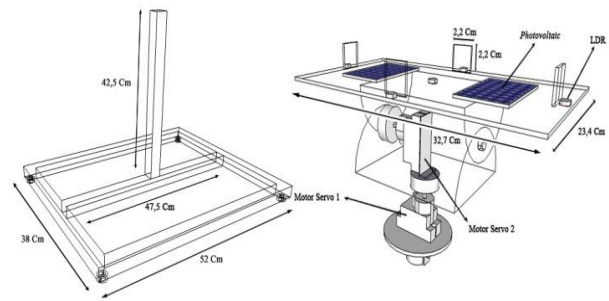
Dalam pengumpulan data peneliti mendapatkan acuan peneliti terdahulu, hal ini dimaksudkan untuk membandingkan/menimbang tingkat produktifitas, efektifitas dalam perancangan alat.

B. Studi literature

Metode ini dilakukan untuk mencari dan mendapatkan sumber-sumber kajian landasan teori yang mendukung. Informasi yang dikumpulkan dapat dijadikan sebagai acuan untuk melakukan perencanaan, percobaan, pembuatan, dan penyusunan laporan.

C. Perencanaan Project

Pembuatan/desain model yang ingin dibuat dalam bentuk 3D, hal ini dimaksudkan supaya dalam perancangan/pembuatan alat lebih mudah.



Gambar 12. Desain solar tracking

D. Keperluan Perangkat

Perangkat utama yang digunakan adalah Arduino Uno, Sollar cell (*photovoltaic*), Sensor LDR, Motor Servo, yang kemudian dibuat/dirangkai menjadi satu alat.



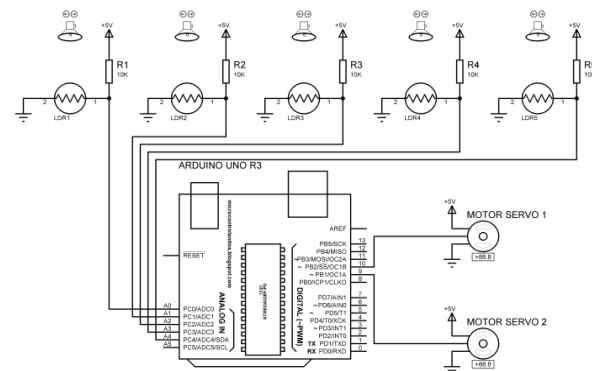
Gambar 13. Komponen utama

E. Perencanaan Alur Sistem.

Perencanaan alur sistem yang digunakan peneliti adalah alur flowchart, untuk memudahkan dalam perancangan/perencanaan dari awal hingga akhir.

F. Perancangan Hardware dan Software.

Semua alat yang akan digunakan dirangkai menjadi satu.

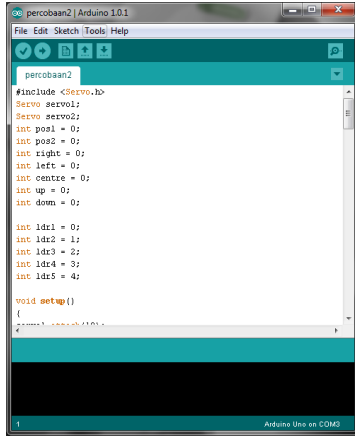


Gambar 14. Skema Rangkaian

Pembuatan skema rangkaian dibuat menggunakan aplikasi *proteus 8.0*, sistem kontrol dari alat ini adalah Arduino Uno. Dalam rangkaian mikrokontroler Arduino Uno terdapat 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin input analog dan 14 pin digital input/output. Untuk input analog A0, A1, A2, A3, A4 kita gunakan sebagai input LDR dan dari 14 pin input/output

diantaranya terdapat beberapa pin yang termasuk *PWM (Pulse Width Modulation)*. Untuk *Input/output PWM* terdapat pada pin ~3, ~5, ~6, ~9, ~10, ~11. Pin ini dihubungkan dengan motor servo. Untuk penelitian ini pin yang digunakan pada motor servo 1 adalah pin ~10, dan untuk motor servo 2 pada pin ~9.

software yang digunakan untuk penulisan program adalah *Arduino IDE 1.0.1*.



Gambar 15. Tampilan arduino IDE

Arduino menggunakan pemrograman dengan bahasa C atau C++. Berikut ini adalah sedikit penjelasan:

a. Struktur

Setiap program Arduino (biasa disebut *sketch*) mempunyai dua buah fungsi yang harus ada yaitu :

1. `void setup(){}` Semua kode didalam kurung kurawal akan dijalankan hanya satu kali ketika program arduino dijalankan untuk pertama kalinya.
2. `void loop(){}` Fungsi ini akan dijalankan setelah setup (fungsi `void setup`) selesai. Setelah dijalankan satu kali, fungsi ini akan dijalankan lagi dan lagi secara terus menerus sampai catu daya (*power*) dilepas.

b. Syntax

Berikut adalah elemen bahasa C atau C++ yang dibutuhkan untuk penulisan:

1. `//` (komentar satu baris) Kadang diperlukan untuk memberi catatan pada diri sendiri apa arti dari kode-kode yang dituliskan. Cukup menuliskan dua buah garis miring dan apapun yang kita ketikkan dibelakangnya akan diabaikan oleh program.
2. `/* */` (komentar banyak baris) Jika anda punya banyak catatan, maka hal itu dapat dituliskan pada beberapa baris sebagai komentar. Semua hal yang terletak di antara dua simbol tersebut akan diabaikan oleh program.
3. `{ }` (kurung kurawal) Digunakan untuk mendefinisikan kapan blok program mulai dan berakhir (digunakan juga pada fungsi dan pengulangan).

4. `;` (titik koma) Setiap baris kode harus diakhiri dengan tanda titik koma (jika ada titik koma yang hilang maka program tidak akan bisa dijalankan).

G. Pengujian Hardware dan Software

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi masalah-masalah pada sistem yang telah ada dan mencari solusi bagaimana membuat sistem sesuai dengan yang diharapkan tidak ada kesalahan sehingga akan sesuai dengan apa yang dirancang.



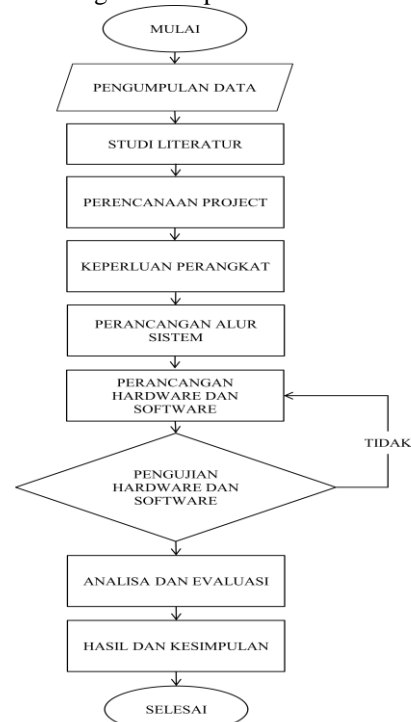
Gambar 16. Pengujian hardware dan software

H. Analisa dan Evaluasi.

Pada tahap ini akan dilakukan analisa kerja alat yang meliputi fungsi rangkaian mikrontroler dan rangkaian LDR. Analisa ini dimaksudkan untuk memetakan bagian-bagian pembahasan yang akan dimuat dalam uraian penjelasan pada bab hasil dan pembahasan berikutnya. Sehingga dapat mengemukakan penjelasan secara rinci dan menyeluruh tentang karakter kerja dan fungsi dari sistem *tracking*.

I. Diagram Alur Penelitian

Berikut adalah diagram alur penelitian:



Gambar 17. Diagram alur penelitian

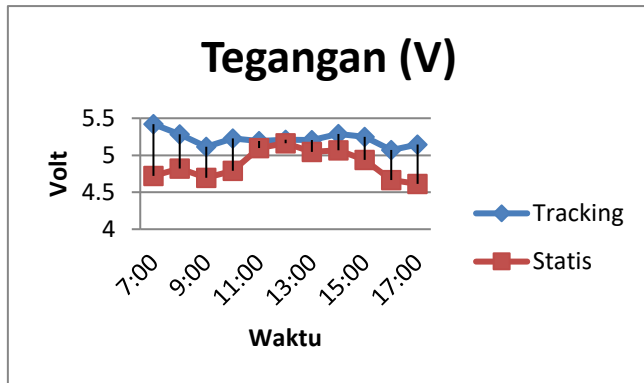
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perbandingan Hasil Pengukuran Output Daya Listrik Solar Tracking dan Solar Statis

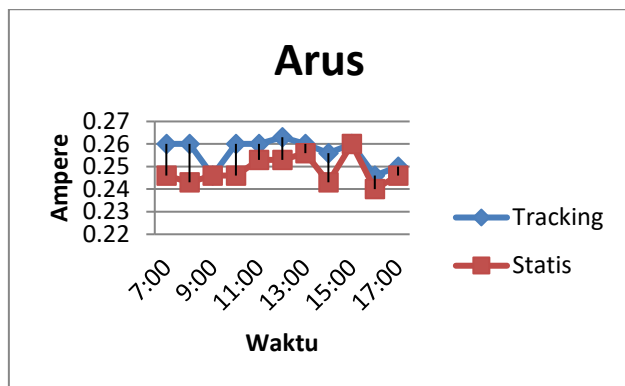
Pengukuran telah dilakukan selama 3 hari dengan kondisi cuaca dan intensitas cahaya matahari yang berbeda, dengan menggunakan cara perhitungan dan pengukuran yang sama. Sehingga dapat diperoleh hasil rata-rata pengukuran output daya listrik solar *tracking* dan solar statis.



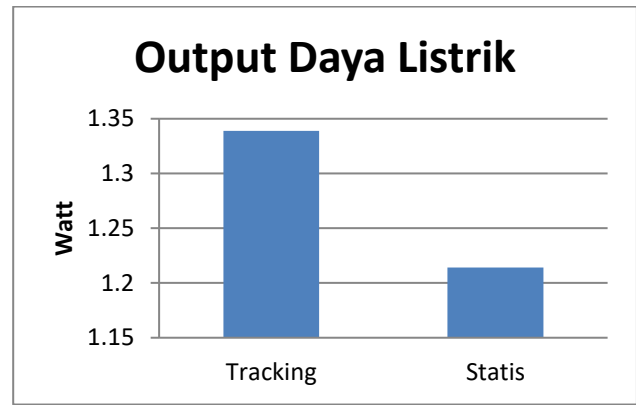
(a) (b) (c)
Gambar 18. Pengukuran tegangan dan arus listrik pada solar *tracking* dan solar statis



Gambar 19. Grafik rata-rata pengukuran tegangan listrik



Gambar 20. Grafik rata-rata pengukuran arus listrik



Gambar 21. Grafik rata-rata pengukuran output daya listrik

Dalam pengujian ini digunakan solar statis dan sistem *tracking* untuk menggerakkan sel surya menghadap ke arah datangnya cahaya matahari. Pengukuran yang dilakukan yaitu mengukur tegangan dari panel surya dengan *Voltmeter* dan mengukur arus dengan *Amperemeter*.

Pada Gambar diatas hasil pengukuran output daya listrik yang lebih maksimal adalah Sistem *tracking* dengan output daya listrik sebesar 1.340 Watt. Sistem *tracking* memiliki hasil yang lebih besar dibandingkan dengan statis yaitu pada pukul 07:00 sampai 17:00 Wita. Sehingga untuk penggunaan panel surya yang digunakan lebih maksimal jika menggunakan sistem *tracking*, pengukuran menunjukkan kenaikan tegangan sel surya mencapai 11% dibandingkan yang tidak menggunakan sistem *tracking*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Saputra, "Rancang Bangun Solar Tracking System Untuk Mengoptimalkan Penyerapan Energi Matahari Pada Solar Cell," 2008.
- [2] H. E. Hardianto and R. S. Rinaldi, "Perancangan Prototype Penjejak Cahaya Matahari Pada Aplikasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya," *Foristek*, vol. 2, no. 2, pp. 208–215, 2012.
- [3] T. Hong *et al.*, "A preliminary study on the 2-axis hybrid solar tracking method for the smart photovoltaic blind," in *Energy Procedia*, 2016, vol. 88, pp. 484–490.
- [4] I. Stamatescu, F. Ioana, G. Stamatescu, N. Arghira, and S. S. Iliescu, "Design And Implementation Of A Solar-Tracking Algorithm," vol. 69, no. 0, pp. 500–507, 2014.
- [5] S. Aziz and S. Hassan, "On Improving the Efficiency of a Solar Panel Tracking System," *Procedia Manuf.*, vol. 7, pp. 218–224, 2017.
- [6] A. Kadir, *From Zero to a Pro*. Yogyakarta: Andi, 2013.
- [7] H. Santoso, "Panduan Praktis Arduino Untuk Pemula," Trenggalek, 2015, pp. 1–101.