

SOLAR CELL TRACKING SYSTEM DENGAN LUX METER BERBASIS ARDUINO UNO R3

Felycia

Program Studi Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas Teknologi Informasi Universitas Serang Raya

E-mail: felyciaa@gmail.com

Abstrak - *Solar cell* adalah perangkat yang dapat mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik. Namun dalam penerapannya, sebagian besar *solar cell* ditempatkan secara statis sehingga dalam penyerapan cahaya matahari tidak mendapatkan cahaya dan daya yang optimal. Untuk mengoptimalkannya, perlu ditambahkan perangkat mekanis yang dapat menggerakkan sel surya. Dalam penelitian ini, menggunakan Arduino Uno R3, sensor cahaya LDR dengan *output* pergerakan motor servo. Lalu menggunakan metode 2 DOF, *solar cell* dapat diposisikan baik secara vertikal maupun horizontal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang *Solar Cell Tracking System dengan Lux Meter Berbasis Arduino Uno R3* dapat bergerak mengikuti cahaya matahari dan untuk mengukur nilai cahaya matahari yang jatuh pada *solar cell* dengan menggunakan sensor BH1750. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan *solar cell tracker* dapat bergerak dengan matahari dan mendapatkan selisih nilai yang ditandai dengan peningkatan tegangan, arus, daya dan lux. Dan pada pengujian tegangan dengan persentase kenaikan nilai sebesar 2,24%. Pada pengujian arus dengan persentase peningkatan nilai sebesar 12,06%. Pada pengujian daya dengan persentase peningkatan nilai sebesar 18,18%. Dan pada pengujian lux dengan persentase peningkatan nilai sebesar 6,15%.

Kata Kunci: *Arduino Uno, LDR, Motor Servo, Solar Cell, BH175*

I. PENDAHULUAN

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.

Upaya mencari sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil masih tetap ramai dibicarakan. Dengan demikian perlu ditemukan alternatif lain untuk mendukung atau mempertahankan kebutuhan dan gaya hidup yang menggunakan energi yang dapat diperbaharui.

Energi matahari merupakan karunia Allah S.W.T yang wajib syukuri. Sumber dari segala sumber yang ada di bumi adalah matahari. Tanpa matahari tidak ada makhluk yang akan hidup di planet bumi. Energi matahari menjadi salah satu solusi yang tepat karena ketersediaannya di alam tidak terbatas. Manusia hanya dituntut untuk berpikir dan mengelola sumber daya alam berupa sinar matahari untuk dijadikan sumber energi cadangan sebagai pengganti bahan bakar fosil.

Salah satu upaya teknologi untuk memanfaatkan energi cahaya matahari adalah dengan menggunakan *solar cell*. *Solar cell* adalah alat yang dapat mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik. *Solar cell* akan

menghasilkan energi listrik sesuai besar intensitas cahaya yang diterimanya dari pancaran cahaya matahari. Namun dalam aplikasinya kebanyakan panel surya hanya mengarah pada satu arah tertentu saja sehingga penyerapan intensitas sinar matahari tidak dapat dilakukan secara optimal dan berakibat daya yang dihasilkan juga tidak maksimum.

Untuk memanfaatkan energi cahaya matahari dengan maksimal maka *solar cell* harus mengikuti arah sinar matahari. Semakin besar intensitas cahaya matahari yang ditangkap oleh *solar cell*, semakin besar daya listrik yang dihasilkan. Oleh karena itu dibuat suatu alat dimana nantinya panel surya akan bergerak mengikuti arah lintas matahari dari timur ke barat yang dikontrol menggunakan mikrokontroler Arduino.

Berdasarkan uraian di atas maka pada Penelitian ini, akan dikembangkan *solar tracking system dengan lux meter* berbasis Arduino Uno R3. Dimana sistem ini nantinya dapat digunakan pada semua wilayah atau area tanpa harus mengubah *setting* pada pengendali untuk disesuaikan dengan lintasan gerak matahari pada area atau wilayah tersebut. Selain itu sistem ini diharapkan mampu membantu pemerintah dalam upaya mengatasi masalah energi terutama dalam pencarian dan pengoptimalan energi alternatif.

II. KAJIAN PUSTAKA

Kajian Pustaka

Untuk mendukung penelitian perlu adanya pemahaman-pemahaman yang berhubungan dengan perancangan yang akan dilakukan. Pemahaman tersebut meliputi: teori Solar Panel, Arduino Uno, Sensor LDR, Motor Servo, *Light Sensor* (BH1750), Resistor, Trimpot, dan LCD 2 x 16.

Solar panel merupakan kumpulan rangkaian *solar cell*. *Solar cell* adalah suatu perangkat yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek photovoltaic. Efek photovoltaic adalah suatu kondisi dimana munculnya tegangan listrik yang disebabkan adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan saat mendapatkan energi cahaya. Oleh karena itu, *solar cell* sering disebut juga dengan sel Photovoltaic (PV). Efek photovoltaic ini ditemukan oleh Henry Becquerel pada tahun 1839. Sama halnya seperti baterai, *solar cell* juga dapat dirangkai secara seri maupun paralel. Pada umumnya, setiap *solar cell* menghasilkan tegangan sebesar 0,45 ~ 0,5 V dan arus listrik sebesar 0,1 A pada saat menerima cahaya yang terang. Gambar 1 adalah gambar solar cell 6 VDC yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Solar cell 6 VDC

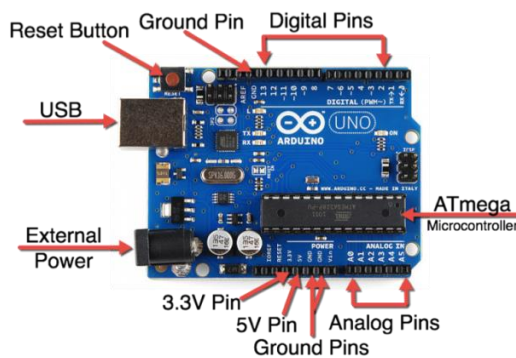
Arduino uno yang digunakan adalah mikrokontroler jenis R3. Arduino Uno merupakan perangkat *hardware open source* (OSH - *Open Source Hardware*). Arduino sebagai perangkat hardware open source berarti siapapun memiliki kebebasan untuk dapat membuat dan mengembangkan Arduino sendiri.

Hal ini seperti yang diungkapkan oleh Mike Schmidt. Menurut Massimo Banzi, salah satu pendiri atau pembuat Arduino, Arduino merupakan sebuah *platform hardware open source* yang mempunyai input/output (I/O) yang sederhana. Menggunakan Arduino sangatlah membantu dalam membuat suatu *prototyping* ataupun untuk melakukan pembuatan proyek. Arduino memberikan I/O yang sudah lengkap dan bisa digunakan dengan mudah, arduino dapat digabungkan dengan modul elektro yang lain sehingga proses perakitan jauh lebih efisien.

Software open source ini digunakan untuk menulis kode pemrograman, *debug error*, dan *upload* program pada mikrokontroler board Arduino. Arduino mendukung perangkat mikrokontroler yang dapat dihubungkan dengan komputer menggunakan kabel USB sebagai *loader* dan *port*.

Rangkaian *loader* terpisah untuk memasukkan program ketika memprogram mikrokontroler. *Port* USB tersebut selain untuk *loader* ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai *port* komunikasi serial. Arduino menyediakan 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin input analog dan 14 pin digital input/output. Untuk 6 pin analog sendiri bisa juga difungsikan sebagai output digital jika diperlukan output digital tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog menjadi digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam *board*, bisa dilihat pin digital diberi keterangan 0-13, jadi untuk menggunakan pin analog menjadi output digital, pin analog yang pada keterangan board 0-5 kita ubah menjadi pin 14-19. dengan kata lain pin analog 0-5 berfungsi juga sebagai pin output digital 14-16.

Sifat *open source* arduino juga banyak memberikan keuntungan tersendiri dalam menggunakan *board* ini, karena dengan sifat *open source* komponen yang dipakai tidak hanya tergantung pada satu merek, namun memungkinkan bisa memakai semua komponen yang ada di pasaran.

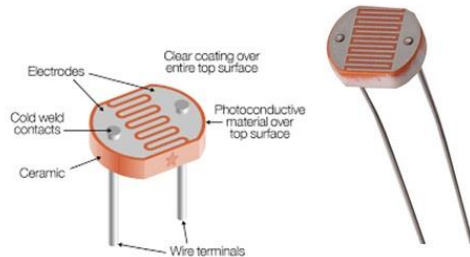


Gambar 2. Arduino Uno R3

Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) merupakan sebuah komponen penghambat (resistor) yang nilai hambatannya dapat berubah-ubah bergantung pada intensitas cahaya yang diterima oleh sensor ini sehingga digunakan dapat sebagai sensor cahaya. Semakin banyak cahaya yang mengenainya, maka nilai hambatannya semakin kecil. Sebaliknya jika semakin sedikit cahaya (gelap) yang diterima LDR, maka nilai hambatannya akan semakin besar sehingga aliran arus listrik akan terhambat. Artinya pada saat cahaya terang LDR menjadi konduktor yang baik, atau bisa disebut juga LDR memiliki hambatan yang kecil pada saat cahaya terang. Sensor LDR memiliki nilai hambatan 200 Kilo Ohm pada saat

dalam kondisi gelap, dan akan menurun menjadi 500 Ohm pada kondisi terkena banyak cahaya.

Prinsip kerja LDR sangat sederhana tak jauh berbeda dengan variabel resistor pada umumnya. LDR dipasang pada berbagai macam rangkaian elektronika dan dapat memutus dan menyambungkan aliran listrik berdasarkan cahaya. Semakin banyak cahaya yang mengenai LDR maka nilai resistansinya akan menurun, dan sebaliknya semakin sedikit cahaya yang mengenai LDR maka nilai hambatannya akan semakin membesar.



Gambar 3. Light Dependent Resistor

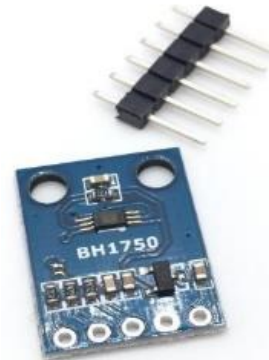
Motor servo merupakan sebuah *actuator* putar (motor) yang mampu bekerja dua arah (*Clockwise* dan *Counter Clockwise*) dengan sistem *closed feedback* dimana posisi axis putar dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kendali yang ada di dalam motor servo. Motor servo terdiri dari motor DC, potensiometer, dan rangkaian kendali. Potensiometer berfungsi sebagai pengatur batas maksimal dari putaran motor servo sedangkan arah putaran dan sudut dari axis motor servo dapat diatur berdasarkan pengaturan sinyal PWM pada pin kendali motor servo. Jenis motor servo yang digunakan dalam penelitian ini adalah motor micro servo Sg 90. Kecepatan reaksi motor micro servo sg 90 mencapai 0,1 detik / 60 derajat (tanpa beban) dengan supply tegangan 4,8-6 VDC.



Gambar 4. Motor Servo

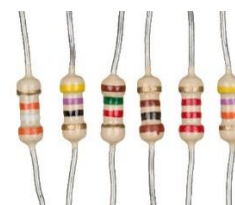
Modul sensor intensitas cahaya BH1750 adalah sensor cahaya digital yang memiliki keluaran sinyal digital, sehingga tidak memerlukan perhitungan yang rumit. Menggunakan komunikasi I2C dengan kemampuan mendeteksi cahaya 1-65535 lx. Light sensor BH1750 ini lebih akurat dan lebih mudah digunakan jika dibandingkan dengan sensor lain seperti foto diode dan LDR yang memiliki keluaran sinyal analog dan perlu melakukan perhitungan untuk mendapatkan data

intensitas. Sensor cahaya digital BH1750 ini dapat melakukan pengukuran dengan keluaran lux (lx) tanpa perlu melakukan perhitungan terlebih dahulu. Data output dengan sensor ini langsung output di satuan lux (lx).



Gambar 5. Light Sensor BH1750

Resistor adalah komponen elektronik dua kutub yang didesain untuk menahan arus listrik dengan memproduksi tegangan listrik di antara kedua kutubnya, nilai tegangan terhadap resistansi berbanding dengan arus yang mengalir. Resistor digunakan sebagai bagian dari jejaring elektronik dan sirkuit elektronik, dan merupakan salah satu komponen yang paling sering digunakan. Resistor dapat dibuat dari bermacam-macam kompon dan film, bahkan kawat resistansi (kawat yang dibuat dari paduan resistivitas tinggi seperti nikel-kromium). Karakteristik utama dari resistor adalah resistansinya dan daya listrik yang dapat diantarkan. Karakteristik lain termasuk koefisien suhu, desah listrik, dan induktansi. Resistor dapat diintegrasikan ke dalam sirkuit hibrida dan papan sirkuit cetak, bahkan sirkuit terpadu. Ukuran dan letak kaki bergantung pada desain sirkuit, kebutuhan daya resistor harus cukup dan disesuaikan dengan kebutuhan arus rangkaian agar tidak terbakar. Satuan Resistor adalah Ohm (simbol: Ω) yang merupakan satuan SI (Satuan Internasional) untuk resistansi listrik. Dalam sejarah, kata ohm itu diambil dari nama salah seorang fisikawan asal Jerman bernama George Simon Ohm. Beliau juga yang mencetuskan keberadaan hukum ohm yang masih berlaku hingga sekarang.



Gambar 6. Resistor

Trimpot atau Trimmer potensiometer adalah potensiometer dengan ukuran yang kecil yang biasanya digunakan untuk *adjustment*, *tunning* atau

kalibrasi dalam sebuah rangkaian. Trimpot ini adalah sebuah resistor variabel atau nilai resistornya dapat diubah-ubah sesuai kebutuhan dengan cara diputar. Biasanya resistor ini juga dipasang langsung pada papan PCB, bukan pada panel seperti potensiometer. Bahan penyusun trimpot adalah serat carbon. Trimpot biasanya jarang di-*adjustment* secara berulang-ulang, ketika sekali *adjustment* sudah sekali saja. Berbeda dengan potensiometer pada *tunning* Radio FM atau Amplifier yang sering digunakan dan di-*adjustment*.

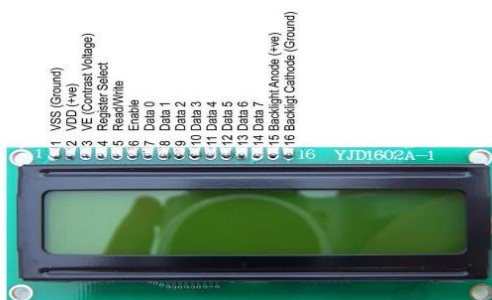


Gambar 7. Trimpot

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan alat yang umum digunakan sebagai penampil data yang terbaca dari sebuah sistem dan komponen yang dapat menampilkan data berupa tulisan. Salah satu jenisnya memiliki dua baris dengan setiap baris terdiri atas enam belas karakter, atau biasa disebut LCD 2 x 16.

LCD dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian depan panel LCD yang terdiri dari banyak dot atau titik LCD dan mikrokontroler yang menempel pada bagian belakang panel LCD yang berfungsi untuk mengatur titik-titik LCD sehingga dapat menampilkan huruf, angka, dan simbol khusus yang dapat terbaca. LCD berukuran 16 karakter x 2 baris dengan fasilitas *backlighting* memiliki 16 pin yang terdiri dari 8 jalur data, 3 jalur kontrol dan jalur-jalur catu daya, dengan fasilitas pin yang tersedia maka LCD 2 x16 dapat digunakan secara maksimal untuk menampilkan data yang dikeluarkan oleh mikrokontroler.

Data yang ditampilkan pada LCD merupakan data yang terbaca dari sistem. LCD yang digunakan pada penelitian ini mempunyai lebar *display* 2 baris dan 16 kolom atau biasa disebut juga sebagai LCD 2 x 16, dengan 16 pin konektor yang didefinisikan sebagai berikut:



Gambar 8. LCD 2 x 16

Beberapa penelitian terdahulu di atas memiliki persamaan dan perbedaan dengan penelitian yang saat ini dilakukan oleh penulis, antara lain:

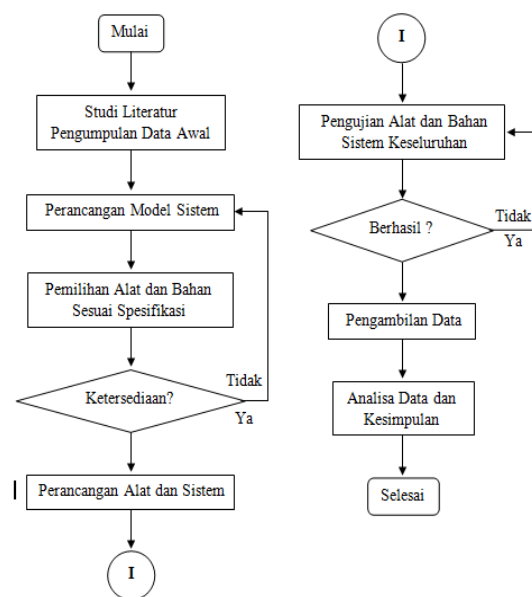
Tabel 1. Hasil Penelitian Terdahulu yang Relevan

No.	Judul Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	Perancangan Prototipe <i>2 Axis Solar Tracker</i> Guna Optimalisasi Output Daya Solar Panel (2018).	Penelitian bertujuan untuk mengoptimalkan penyerapan cahaya matahari oleh solar panel untuk menghasilkan energi listrik.	Menggunakan Motor Micro Servo sg 90, Sensor LDR, dan Bluetooth HC-05.
2.	Solar <i>Tracking</i> System Berbasis Arduino (2017).	Penelitian bertujuan untuk mengoptimalkan penyerapan cahaya matahari oleh solar panel untuk menghasilkan energi listrik.	Menggunakan Motor Micro Servo sg 90 dan Sensor LDR.
3.	Rancang Bangun Solar <i>Tracker</i> Berdasarkan Waktu Menggunakan RTC DS3231 (2016).	Penelitian bertujuan untuk mengoptimalkan penyerapan cahaya matahari oleh solar panel untuk menghasilkan energi listrik. Pergerakan solar panel ditentukan berdasarkan waktu dengan menggunakan RTC DS3231.	Menggunakan Motor Micro Servo sg 90, Sensor LDR, dan RTC DS3231.

III. METODE PENELITIAN

Blok Diagram

Sistematika penulisan dalam penelitian ini digambarkan dalam *flowchart* sebagai berikut:



Gambar 9. *Flowchart* Sistematika Penelitian

Rencana Rangkaian Kegiatan

Agar penelitian berjalan dengan baik dan lancar dalam pelaksanaannya, penulis membuat susunan rencana rangkaian kegiatan untuk pembuatan penelitian dengan tujuan agar menghasilkan perencanaan yang optimal dan sesuai dengan rencana. Adapun kegiatan yang akan dilakukan setiap bulannya, dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Rencana Rangkaian Kegiatan

No.	Kegiatan	Januari				Februari				Maret			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Pencarian referensi dan materi.	█	█	█	█								
2.	Pengumpulan alat dan bahan.	█	█	█	█								
3.	Membuat program dan perakitan.			█	█	█	█	█					
4.	Pengujian program dan alat.							█	█	█	█	█	█
5.	Penulisan laporan.			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

Teknik Pengumpulan Dan Pengolahan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan beberapa metode sebagai berikut:

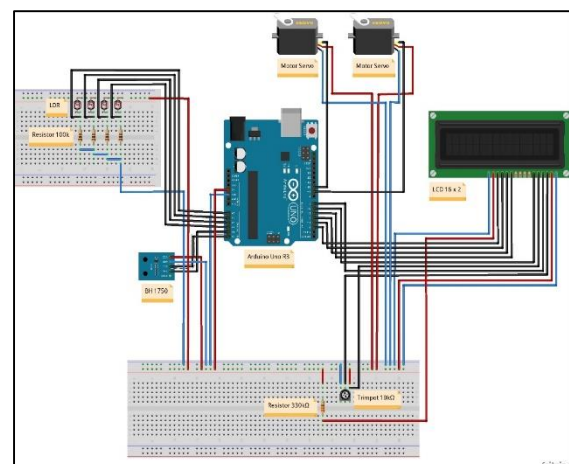
- a. Metode Literatur
Yaitu dengan mencari dan mempelajari referensi pendukung dari pustaka-pustaka sebagai bahan acuan yang berhubungan dengan objek yang diteliti. Serta mengumpulkan, mengidentifikasi, mengolah data tertulis, dan metode kerja yang digunakan.
- b. Metode Observasi
Yaitu dengan survei langsung ke lapangan, dengan langsung terjun ke lapangan untuk mengamati permasalahan yang terjadi secara langsung di tempat kejadian secara sistematis kejadian-kejadian, perilaku, objek-objek yang dilihat dan hal-hal lain yang diperlukan dalam mendukung penelitian yang sedang berlangsung. Dalam penelitian ini, penulis melakukan pengamatan langsung di tempat kejadian seperti di jalan – jalan protokol kota Cilegon.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan proses kerjanya yaitu diawali dengan sistem mikrokontroler arduino uno r3 diprogram terlebih dahulu setelah perangkat *hardware* sudah terpasang semua seperti pada gambar 10 rangkaian skematik *solar cell tracking system* dengan lux meter. Kemudian program *coding* yang sudah selesai dan benar diprogram, lalu di-*upload* ke dalam sistem arduino uno r3 dengan tujuan untuk melihat dan menjalankan program pada rangkaian *solar tracking system* dengan lux meter yang telah dihubungkan dengan mikrokontroler arduino uno r3. Salah satu hasilnya pada pengujian ini, kedua motor servo akan bergerak dari 20⁰ (titik awal) dan batas maksimal hingga 180⁰ (titik akhir). Setelah satu kali dijalankan, program ini akan selalu berjalan secara terus menerus mengulang sampai *power* (catu daya) dimatikan.

Perancangan Alat

Solar tracking system dengan lux meter berbasis Arduino uno R3 dirancang dengan menggunakan akrilik dengan ukuran tebalnya sebesar 3 mm sebagai rangka atau penyangga. Kemudian sebagai tempat untuk meletakkan komponen-komponen menggunakan akrilik dengan ukuran tebalnya sebesar 5 mm. Adapun komponen-komponen seperti mikrokontroler Solar Panel, Arduino Uno, Sensor LDR, Motor Servo, *Light Sensor* (BH1750), Resistor, Trimpot, dan LCD 2 x 16. Adapun susunan rangkaian skematik dari solar *cell tracking system* dengan lux meter berbasis arduino uno r3 dapat dilihat dari gambar berikut ini:



Gambar 10. Rangkaian Skematik Solar Tracking System dengan Lux Meter

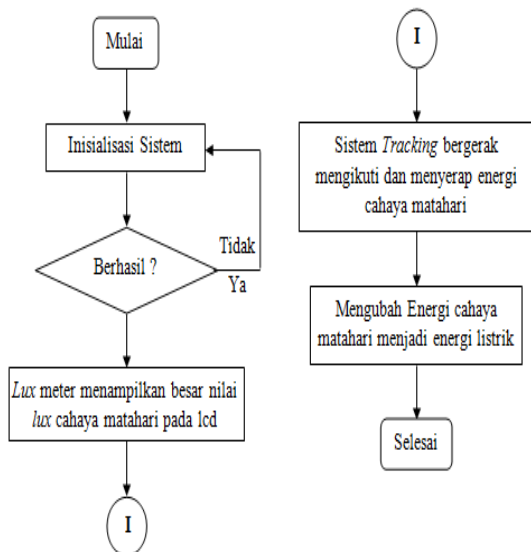
Power supply Arduino uno dapat dialirkan melalui koneksi kabel USB, atau via *power supply* eksternal menggunakan *jack* VDC atau dapat menghubungkan langsung GND dan pin Vin yang ada pada *board* arduino uno. Arduino uno dapat

beroperasi dengan *power supply* eksternal yang memiliki tegangan antara 6V sampai dengan 20V.

Kemudian kedua motor servo diletakkan pada axis (sumbu) yang berbeda, yaitu horizontal dan vertikal. Penempatan 2 axis ini bertujuan agar motor servo dapat menggerakkan solar panel mengikuti cahaya matahari. Dimana axis horizontal untuk memosisikan solar panel pada orientasi matahari dari timur ke barat dan axis vertikal untuk orientasi matahari terbit hingga terbenam. Motor servo dihubungkan pada pin 6 dan 10 board Arduino yang dapat memberikan sinyal PWM untuk menggerakkan motor servo.

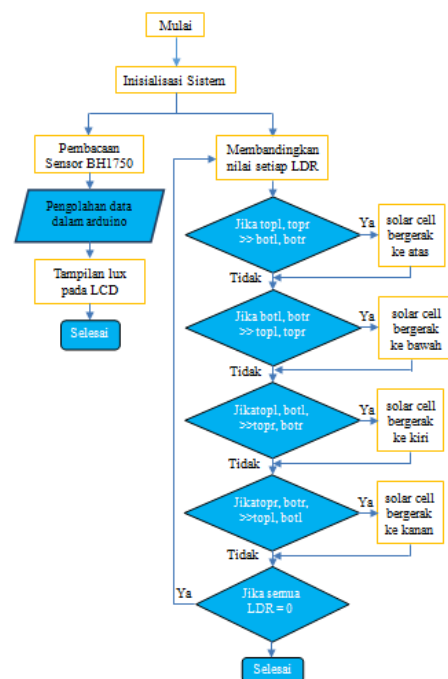
Perancangan Sistem

Pemrograman dilakukan agar perangkat dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. *Software* yang digunakan untuk mengolah data Arduino adalah Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Program di-*upload* atau disimpan pada Mikrokontroler ATmega328 yang terdapat di dalam board Arduino uno R3 sebagai otak untuk mengatur dan membaca kinerja perangkat lainnya. Berikut ini adalah *Flowchart solar cell tracking system* dengan lux meter dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Flowchart Solar Cell Tracking System dengan Lux Meter

Berikut ini *Flowchart program solar cell tracking system* dengan lux meter:



Gambar 12. Flowchart Program Solar Cell Tracking System dengan Lux Meter

Pengujian Sistem

Pada pengujian sistem tracking solar cell dengan lux meter dibagi menjadi dua tahapan pengujian. Kedua pengujian ini dilakukan selama 2 hari dari jam 08.00 WIB hingga jam 17.00 WIB secara bergantian pada hari yang berbeda dengan pengambilan data dilakukan setiap satu jam. Hasil pengukuran arus dan tegangan, digunakan untuk mendapatkan nilai daya output *solar cell*. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan:

$$P = V \times I \dots(1)$$

Dengan:

P = Daya (watt)

V = Tegangan (volt)

I = Arus (A)

Langkah Kerja Pengukuran

Berikut ini langkah-langkah kerja dalam pengukuran panel *solar cell* adalah sebagai berikut:

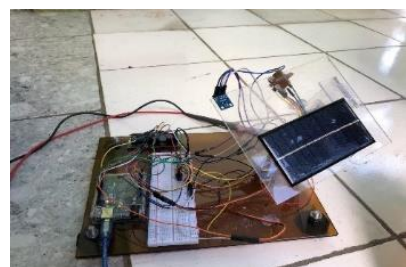
1. Mempersiapkan rangkaian bagian yang akan diuji.
2. Mempersiapkan semua peralatan yang dipergunakan dan memastikan berada dalam kondisi normal.
3. Melakukan pengukuran rangkaian.
4. Mengukur tegangan dan arus pada panel *solar cell*.

Pengujian Panel Solar Cell

Langkah pengujian mengukur panel solar cell adalah sebagai berikut:

1. Meletakkan *solar cell* di tempat yang terkena sinar matahari langsung.

2. Menyalakan sistem *solar cell tracking* dengan lux meter.
3. Mencatat waktu saat pengambilan data dilakukan.
4. Mengukur tegangan dan arus secara bergantian antara terminal positif dan negatif pada *solar cell* dengan menggunakan multimeter.
5. Mengambil data hasil pengukuran setiap jam.



Gambar 13. Pengujian Sistem Solar Cell Tracking System dengan Lux Meter

Hasil Pengujian

Hasil pengujian dalam mengukur tegangan, arus, daya output dan lux pada panel surya menggunakan *solar cell tracker* dan tanpa menggunakannya dapat dilihat pada hasil pengujian berikut ini.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Solar Cell Tanpa Solar Cell Tracker

Pengujian Solar Cell tanpa menggunakan Sistem Solar Cell Tracker

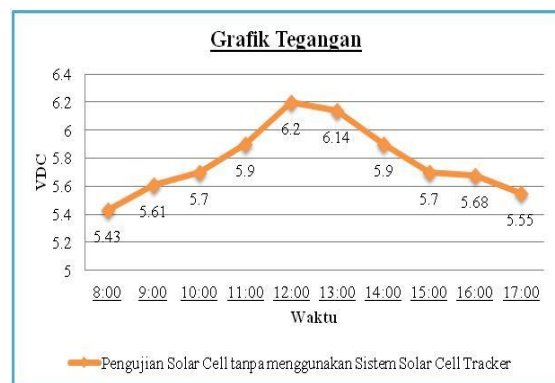
No.	Tanggal	Waktu Pengujian (WIB)	Pengujian				Cuaca
			Volt (V)	Arus (A)	Daya (W)	Lux	
1	07/03/2020	8:00	5,43	0,0029	0,0157	23.633	Cerah
2	07/03/2020	9:00	5,61	0,0038	0,0213	25.098	Cerah
3	07/03/2020	10:00	5,7	0,0042	0,0239	26.234	Cerah
4	07/03/2020	11:00	5,9	0,0088	0,0519	42.835	Cerah
5	07/03/2020	12:00	6,2	0,0101	0,0626	51.229	Cerah
6	07/03/2020	13:00	6,14	0,0095	0,0583	49.384	Cerah
7	07/03/2020	14:00	5,9	0,0065	0,0384	44.243	Cerah
8	07/03/2020	15:00	5,7	0,005	0,0285	26.426	Cerah
9	07/03/2020	16:00	5,68	0,0039	0,0222	25.148	Cerah
10	07/03/2020	17:00	5,55	0,0028	0,0155	24.439	Cerah
Total			57,81	0,0575	0,3384	338669	-
Rata-rata			5,781	0,0058	0,0338	33866,9	-

Tabel 4. Hasil Pengukuran Solar Cell Menggunakan Solar Cell Tracker

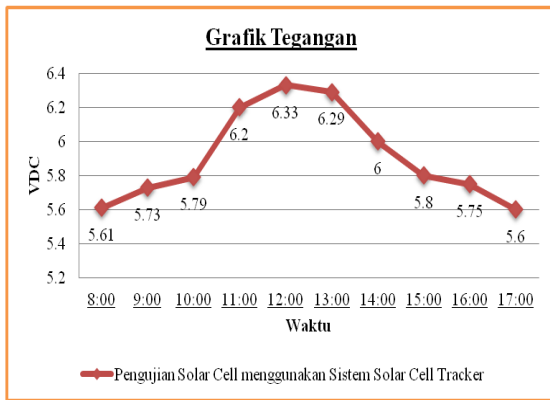
Pengujian Solar Cell menggunakan Sistem Solar Cell Tracker

No.	Tanggal	Waktu Pengujian (WIB)	Pengujian				Cuaca
			Volt (V)	Arus (A)	Daya (W)	Lux	
1	08/03/2020	8:00	5,61	0,0035	0,0196	25.633	Cerah
2	08/03/2020	9:00	5,73	0,0043	0,0246	26.098	Cerah
3	08/03/2020	10:00	5,79	0,0048	0,0278	26.276	Cerah
4	08/03/2020	11:00	6,2	0,0094	0,0583	49.635	Cerah
5	08/03/2020	12:00	6,33	0,0114	0,0722	53.229	Cerah
6	08/03/2020	13:00	6,29	0,0103	0,0648	51.384	Cerah
7	08/03/2020	14:00	6	0,007	0,042	45.243	Cerah
8	08/03/2020	15:00	5,8	0,0058	0,0336	30.426	Cerah
9	08/03/2020	16:00	5,75	0,0045	0,0259	26.148	Cerah
10	08/03/2020	17:00	5,6	0,0037	0,0207	25.439	Cerah
Total			59,1	0,0647	0,3895	359511	-
Rata-rata			5,91	0,0065	0,039	35951,1	-

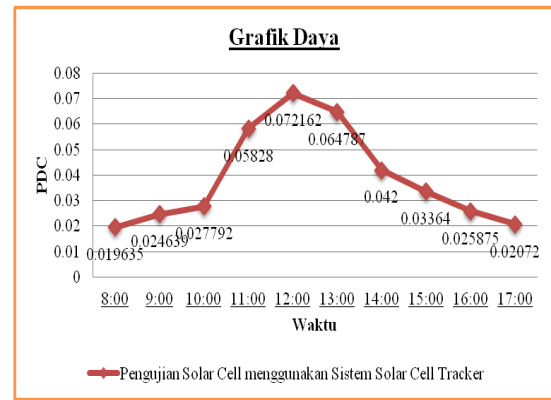
Berikut ini grafik hasil pengujian tegangan, arus, daya, dan lux dengan menggunakan solar cell tracking system dengan lux meter maupun tidak :



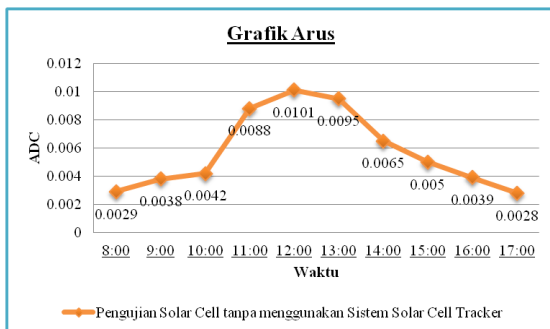
Gambar 14. Hasil Pengujian Tegangan Tanpa Menggunakan Solar Cell Tracker



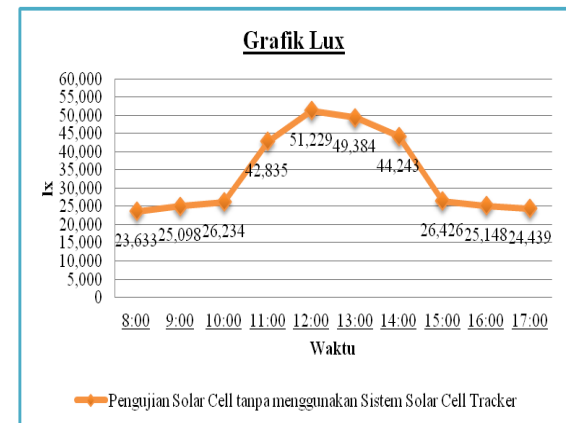
Gambar 15. Hasil Pengujian Tegangan Menggunakan Solar Cell Tracker



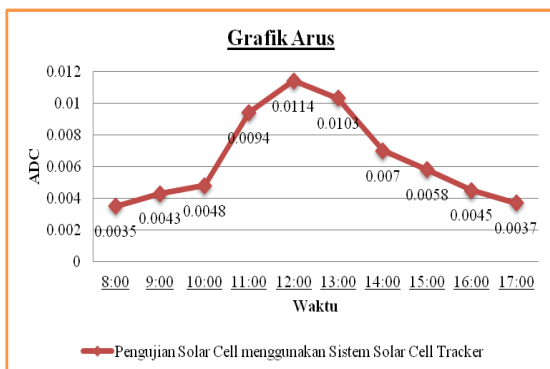
Gambar 20. Hasil Pengujian Daya Menggunakan Solar Cell Tracker



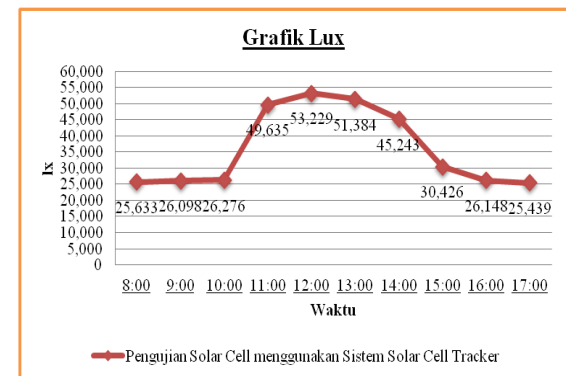
Gambar 16. Hasil Pengujian Arus Tanpa Menggunakan Solar Cell Tracker



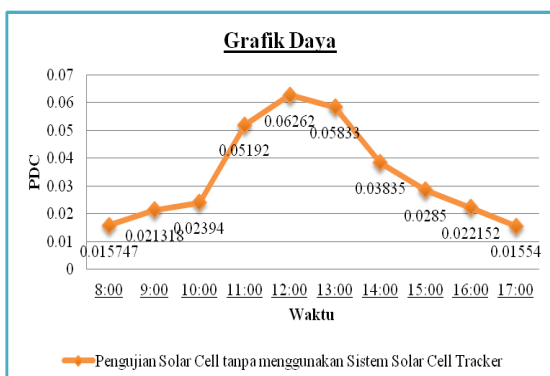
Gambar 21. Hasil Pengujian Lux Tanpa Menggunakan Solar Cell Tracker



Gambar 17. Hasil Pengujian Arus Menggunakan Solar Cell Tracker



Gambar 22. Hasil Pengujian Lux Menggunakan Solar Cell Tracker



Gambar 18. Hasil Pengujian Daya Tanpa Menggunakan Solar Cell Tracker

Jika dilihat kembali dari tabel dan grafik dari pengukuran hasil tegangan, arus, dan daya *output* pada panel *solar cell* serta besarnya nilai dari *lux* tanpa menggunakan sistem *solar cell tracker* dan dengan yang menggunakan sistem *solar cell tracker* memiliki selisih perbandingan hasil yang cukup besar pada hasil penguciannya. Hal ini disebabkan karena posisi panel surya terhadap arah datangnya cahaya matahari. Jadi, berdasarkan hasil pengujian antara panel surya tanpa menggunakan sistem *solar cell tracker* dan dengan panel surya menggunakan *solar cell tracker* terdapat selisih kenaikan pada tegangan, arus dan daya pada

panel surya serta besarnya nilai dari *lux* di setiap pengujiannya.

- 1) Pengujian selisih nilai dengan menggunakan *solar cell tracker* maupun tidak pada tegangan rata-rata yang dihasilkan panel surya sebesar 0,13 V. Dengan persentase kenaikan nilai yaitu : $x = \frac{5,91 - 5,78}{5,78} \times 100\% = 2,24\%$.
- 2) Pengujian selisih nilai dengan menggunakan *solar cell tracker* maupun tidak pada arus rata-rata yang dihasilkan panel surya sebesar 0,0007 A. Dengan persentase kenaikan nilai yaitu :
 $x = \frac{0,0065 - 0,0058}{0,0058} \times 100\% = 12,06\%$.
- 3) Pengujian selisih nilai dengan menggunakan *solar cell tracker* maupun tidak pada daya rata-rata yang dihasilkan panel surya sebesar 0,006 W. Dengan persentase kenaikan nilai yaitu :
 $x = \frac{0,0039 - 0,033}{0,033} \times 100\% = 18,18\%$.
- 4) Pengujian selisih nilai dengan menggunakan *solar cell tracker* maupun tidak pada *lux* rata-rata yang dihasilkan panel surya sebesar 2.085 lx. Dengan persentase kenaikan nilai yaitu :
 $x = \frac{35,951 - 33,866}{33,866} \times 100\% = 6,15\%$.

V. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Mikrokontroler Arduino Uno R3 berfungsi sebagai pengendali utama pada pemrosesan data yang dihasilkan dari rangkaian. Sistem *solar cell tracking* membuat *solar cell* dapat bergerak mengikuti sinar matahari walaupun waktu respon pergerakan masih sedikit lama.
2. Mendapatkan selisih nilai terbesar pada daya *output* dengan persentase nilai sebesar 18,18% yang dihasilkan *solar cell* disebabkan karena penggunaan alat *solar cell tracking system* dan menjadikan penyerapan cahaya matahari dapat secara optimal. Selain itu *lux* meter juga bekerja dengan baik.
3. Mendapatkan nilai daya *output* terbesar dengan menggunakan alat *solar cell tracking system* pada pukul 12.00 WIB dalam kondisi cuaca cerah dan nilai daya *output* yang didapat sebesar 0,0722 Watt.

Saran

Dari hasil penelitian dalam pembuatan prototipe *solar tracking system* dengan *lux* meter berbasis Arduino uno r3, masih terdapat beberapa hal yang harus dikembangkan lebih lanjut diantaranya sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan pengembangan untuk pengaplikasian selanjutnya dalam dunia industri sebaiknya daya solar panel diperbesar agar energi matahari dapat diserap lebih banyak.
2. Diharapkan untuk pengembangan lebih lanjut dapat menggunakan motor servo yang lebih bagus dengan torsi yang besar sehingga dapat menggerakkan beban yang besar dan pergerakannya cepat.
3. Diharapkan untuk pengembangan lebih lanjut supaya rangkaian yang digunakan tidak terganggu, sebaiknya alat ini dikemas dalam bentuk yang lebih aman dan terlindungi, sehingga penggunaannya lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- K. Fadhullah. 2017. Solar Tracking System Berbasis Arduino. Repositori UIN Alauddin.
- Dickson kho. 2019. <https://teknikelektronika.com/pengertian-ldr-light-dependent-resistor-cara-mengukur-ldr/>.
- M Imam Maulana Fardani. 2018. Perancangan Prototipe 2 Axis Solar Tracker Guna Optimalisasi Output Daya Solar Panel. Universitas Islam Indonesia.
- Light Sensor. 2014. <http://indoware.com/produk-2855-light-sensor-bh1750-bh1750fvi.html>. Diakses April 2014.
- Romario Panjaitan, Frans dan Stevano Augusta M. 2012. Pengatur Intensitas Cahaya Menggunakan Transistor. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Jimmi Sitepu. 2018. <https://mikroavr.com/fungsi-trimpot/>. Diakses 09 Mei 2018.
- Monika Rianti. 2017. Rancang Bangun Alat Ukur Intensitas Cahaya dengan menggunakan Sensor BH1750 Berbasis Arduino. Repositori Institusi USU, Universitas Sumatera Utara.