

# Rancang Bangun *Solar Tracker* dengan Sensor *Light Dependent Resistor* Berbasis Arduino

**Aditya W. Utama**

Program Studi Manajemen Logistik

Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi – Bekasi

Email : [awu7620@cwe.ac.id](mailto:awu7620@cwe.ac.id)

## Abstrak

Permasalahan selalu terjadi pada pengguna *solar panel*, yaitu efisiensi *solar panel* dan *monitoring* sistem pembangkit *solar panel*. Hal ini menyebabkan diperlukannya sistem *solar tracker* dan *monitoring*-nya. Sistem *tracker* berfungsi meningkatkan produktivitas panel surya dan sistem *monitoring* berfungsi memberikan informasi kondisi produktivitas panel surya. *Internet of Things* (IoT) membuat perangkat dapat berkomunikasi seperti mengirim dan menerima data. Penelitian ini merancang sistem *tracker* dan *monitoring* yang terdiri dari Arduino Mega, Esp8266-12F, sensor LDR dan Motor servo. Aplikasi *web* sederhana mampu memberikan informasi secara *realtime* kepada pengguna, sehingga dapat memantau produktivitas panel surya. Ketika *solar panel* menghasilkan listrik dan melewati sensor arus INA219, sensor akan mengirim sinyal analog ke Arduino Mega yang akan diteruskan ke Esp8266 untuk mengirimkan informasi data sensor yang dikirim ke web sederhana, kemudian data tersebut diakses dengan aplikasi *Google Chrome* sebagai tampilan *user interface*. Sensor LDR dapat mendeteksi tingkat cahaya matahari dan mengirimkan sinyal ke Arduino Mega yang kemudian akan diolah dan mengirimkan perintah ke motor servo untuk bergerak mengikuti perintah Arduino Mega yaitu menuju arah sumber cahaya.

## Kata Kunci

Arduino Mega, Esp8266-12F, Sensor LDR, Motor servo, *Internet of Think*, Sensor INA219.

---

## Abstract

*The problem always occurs with solar panel users, is the efficiency of solar panels and monitoring of solar panel generating systems. This causes the need for a solar tracker and monitoring system. The tracker system functions to increase the productivity of solar panels and the monitoring system serves to provide information on the condition of the productivity of solar panels. Internet of Things (IoT) allows devices to communicate like sending and receiving data. This study designed a tracker and monitoring system consisting of Arduino Mega, Esp8266-12F, LDR sensors and servo motors. Simple web application is able to provide information in realtime to users, so they can monitor the productivity of solar panels. When the solar panel generates electricity and passes the INA219 current sensor, the sensor will send an analog signal to Arduino Mega which will be forwarded to Esp8266 to send sensor data information sent to a simple web, then the data is accessed by the Google Chrome application as a user interface. The LDR sensor can detect the level of sunlight and send a signal to arduino mega which will then be processed and send commands to the servo motor to move following the arduino mega command to the direction of the light source.*

## Keywords

Arduino Mega, Esp8266-12F, Sensor LDR, Motor servo, *Internet of Think*, Sensor INA219.

## Pendahuluan

**D**i era globalisasi sekarang ini, listrik sudah menjadi sebuah kebutuhan yang pokok bagi masyarakat. Hampir dalam semua aspek kehidupan kita sehari-hari, listrik mutlak dibutuhkan.

Namun keberadaan listrik yang sepenuhnya disediakan oleh PLN, memiliki beberapa keterbatasan antara lain seringnya ada pemadaman listrik karena faktor teknis dan alam, belum semua wilayah di Indonesia dapat tercover listrik PLN, dan harga tarif dasar listrik setiap tahun naik, serta isu lingkungan. Membuat sebagian orang memakai energi listrik yang ramah lingkungan dan terjangkau untuk semua kalangan di antaranya yaitu dengan pembangkit listrik tenaga surya, dengan memanfaatkan panel surya.

Dengan menggunakan pembangkit listrik tenaga surya, beberapa orang mampu mandiri dalam energi listrik. Namun pembangkit listrik tenaga surya memiliki kekurangan yaitu hanya mampu memproduksi listrik saat ada sinar matahari. Dan pergerakan matahari juga menjadikan panel surya kurang efisien karena panel surya dapat menghasilkan tenaga listrik dengan maksimal jika sudut panel surya tegak lurus terhadap matahari.

*Internet of Things* (IoT) membuat perangkat dapat berkomunikasi seperti mengirim data. Penelitian ini merancang sistem *solar tracker* yang terdiri dari Arduino Uno, ESP8266-12F, sensor arus INA219. *Web* sederhana mampu memberikan informasi secara *realtime* kepada pengguna, sehingga pengguna dapat memantau perolehan energi listrik, seperti kondisi volt, arus dan power yang dihasilkan panel surya.

Penelitian tentang penggunaan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pengendali jarak jauh telah banyak diterapkan di berbagai bidang. Mikrokontroler ini bisa digunakan untuk mengendalikan lampu penerangan rumah tinggal untuk menghemat energi listrik (Hudori & Paisal, 2019). Perancangan sensor otomatis untuk *sounding* CPO di *storage tank* juga dilakukan dengan menggunakan mikrokontroler ini (Mahfud *et al*, 2019).

## Metodologi

### Metode Analisa

Pada metode ini penulis menggunakan sistem DFD (*Data Flow Diagram*). Alasan penulis menggunakan metode analisa ini adalah penulis sangat memerlukan suatu perencanaan strategis serta struktur sasaran atau tujuan yang saling mendukung. DFD dapat dilihat pada Gambar 1.

### Metode Perancangan

Metode perancangan yang digunakan adalah metode perancangan sistem berjalan melalui tahap pembuatan *flowchart* yang dirancang yang sesuai alat yang akan dibuat. Perancangan alat menggunakan dengan konsep diagram blok. Metode ini dimaksudkan untuk mengetahui bagaimana melakukan pembuatan dan perancangan alat yang saling terhubung, seperti: Arduino, sensor LDR, ESP8266, motor penggerak, dll. *Flowchart* penelitian yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 2.

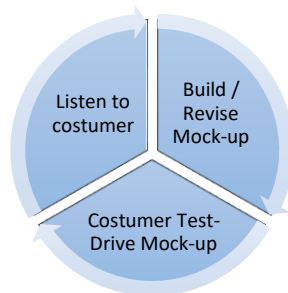


## Metode *Prototyping*

Metode yang dipakai dengan sistem yang sebenarnya dipandang sebagai evolusi dari versi awal yang sangat terbatas menuju sistem akhir.

### *Prototyping Model*

Paradigma dari metode *prototyping* adalah sistem informasi yang menggambarkan hal-hal penting dari sistem informasi yang akan datang. *Prototype* sistem informasi bukanlah merupakan sesuatu yang lengkap, tetapi sesuatu yang harus dimodifikasi kembali, dikembangkan, ditambahkan atau digabungkan dengan sistem informasi yang lain bila perlu.



Gambar 3 Model *Prototyping*

Gambar model *prototyping* yang terdapat pada Gambar 3, dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengumpulan kebutuhan: *developer* serta klien bertemu dan menentukan tujuan umum, kebutuhan yang diketahui dan gambaran bagian-bagian yang akan dibutuhkan berikutnya. Detail kebutuhan mungkin tidak dibahas di sini, pada awal pengumpulan kebutuhan.
2. Perancangan: perancangan dilakukan cepat serta rancangan mewakili semua aspek *software* yang diketahui, dan rancangan ini menjadi dasar pembuatan *prototype*.
3. Evaluasi *prototype*: klien mengevaluasi *prototype* yang dibuat dan digunakan untuk memperjelas kebutuhan *software*.

## Metode Pengujian

Pada metode pengujian ini penulis menggunakan metode yang memungkinkan pengujian secara *software* dan *hardware*.

Penelitian ini diimplementasikan pada sistem *solar tracking* yang menerapkan teknologi yang berbasis *internet of things* (IoT) dengan menggunakan sensor LDR sebagai sensor cahaya.

## Hasil dan Pembahasan

### Perancangan Alat

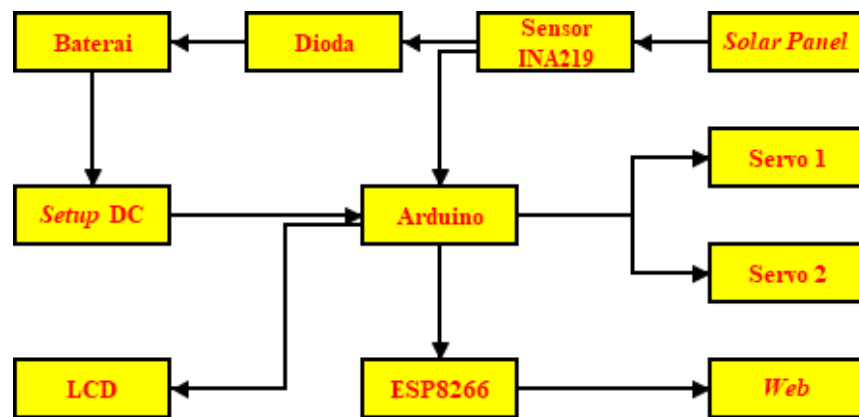
Sistem yang dirancang oleh penulis adalah *prototype solar tracker* pada sebuah instalasi *solar system* dengan *web* sebagai *monitoring*. Pada *prototype* ini menggunakan sistem mikrokontroler yang sudah bisa

tersambung *WiFi* yaitu ESP8266 yang terhubung dengan sensor LDR. Setiap data akan masuk ke dalam *web* sederhana sehingga pemilik bisa memantaunya.

### Perancangan Diagram Blok

Untuk menjelaskan gambaran sistem yang dilakukan dalam penelitian perancangan *solar tracking system* berbasis arduino. Terlebih dulu secara umum digambarkan oleh blok diagram sistem kerja yang ditunjukkan.

Adapun rancangan blok diagram *prototype solar tracking system* berbasis Arduino yang akan dibuat adalah seperti terlihat pada Gambar 4.

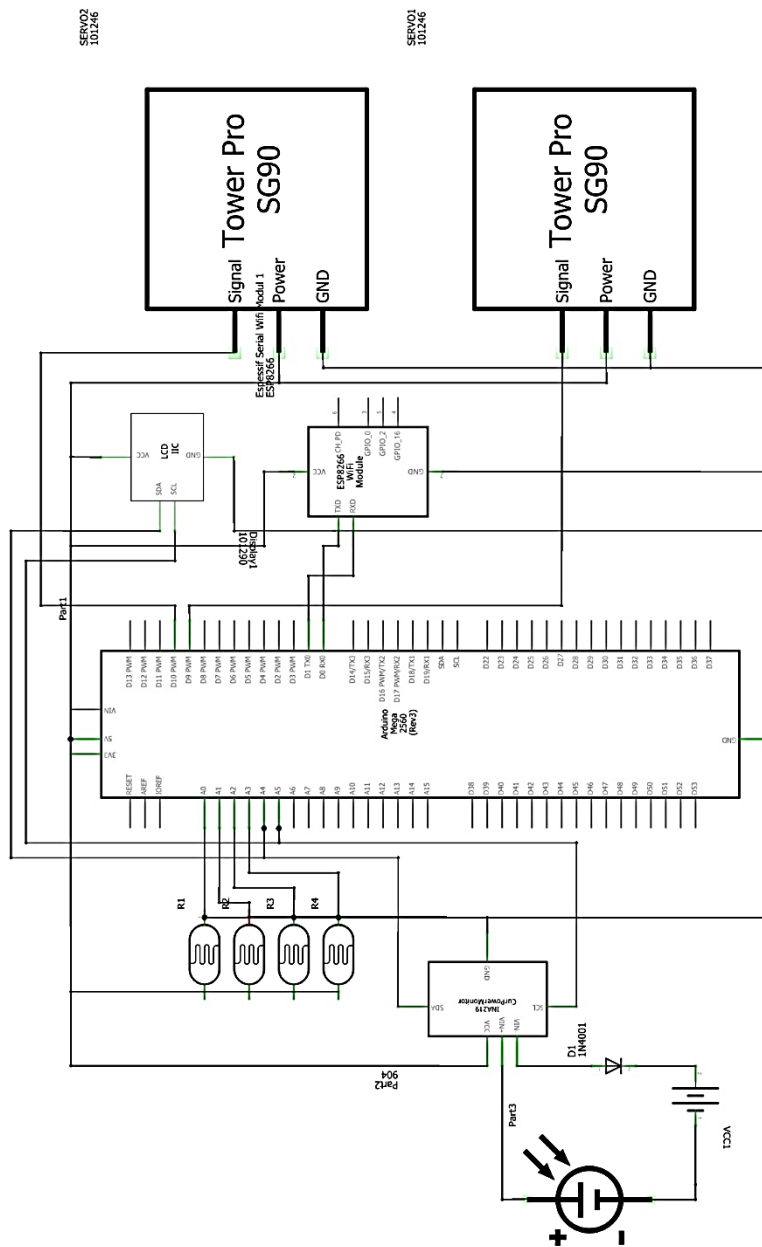


Gambar 4 Diagram Blok Perancangan *Solar Tracking System* Berbasis Arduino

Berdasarkan skema rancangan alat tersebut, dapat dijelaskan bahwa *solar panel* berfungsi sebagai sensor penggerak dari *solar tracker*. Terdapat dioda dan sensor INA219 yang terpasang di antara *solar panel* dan baterai. Dioda tersebut berfungsi untuk mencegah baterai memberi *supply* ke *solar panel*. Dan sensor INA219 yang terhubung dengan Arduino Mega berfungsi sebagai sensor pembaca tegangan dan arus dari *solar panel*. Setiap *output* dari *solar panel* akan dibawa ke mikrokontroler. Tegangan tertinggi yang didapatkan oleh *solar panel* akan menjadi referensi untuk mikrokontroler memberikan perintah kepada motor servo agar dapat mengarahkan *solar panel* secara vertikal dan horizontal ke arah tegangan tertinggi tersebut. LCD berfungsi untuk menampilkan arus yang didapatkan oleh *solar panel* saat sudah berada pada keadaan stabil. Baterai berfungsi untuk memberikan energi (catu daya) pada mikrokontroler dan menyimpan energi yang dihasilkan *solar panel*. ESP8266 berfungsi sebagai pengirim data yang diolah Arduino ke *Web* sederhana untuk ditampilkan.

### Perancangan Skematik Sistem

Pada bagian ini, perangkat akan digambarkan dengan menggunakan aplikasi *fritzing*, perancangan ini berguna untuk mengetahui semua jalur rangkaian berjalan sesuai rencana yang diinginkan dan tidak terdapat kesalahan dalam pembuatan jalur yang sebenarnya atau pada *Printed Circuit Board* (PCB). Berikut gambar simulasi pembuatan jalur rangkaian.



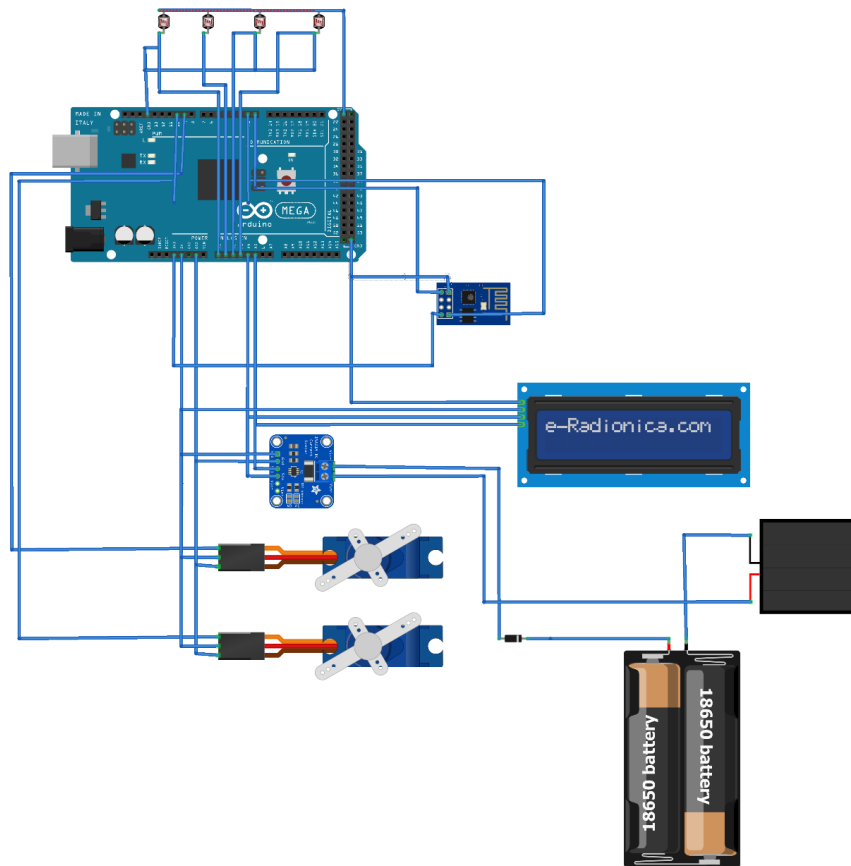
Gambar 5 Diagram Skematik Perancangan Solar Tracking System Berbasis Arduino

Aditya W. Utama

Rancang Bangun Solar Tracker dengan Sensor Light Dependent Resistor Berbasis Arduino

### Perancangan Bentuk Fisik

Pada bagian ini, *prototype solar tracking system* pada panel surya dirancang dengan menggunakan akrilik sebagai rangka/penyangga mengikuti bentuk panel surya, dan papan PCB yang memiliki dimensi yang tidak terlalu besar dan ringan sebagai papan untuk meletakkan komponen-komponen. Pemilihan bahan ini didasarkan pada struktur yang kuat dan ringan. Adapun komponen-komponen seperti komponen LDR, sensor INA219, baterai, terminal, mikrokontroler Arduino Uno, ESP8266 dan rangkaian LCD disimpan pada bagian dalam kotak kontrol, sedangkan motor servo diletakkan pada penyangga panel surya. Adapun susunan dari *prototype solar tracking system* pada panel surya berbasis Arduino dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Diagram Fisik Perancangan *Solar Tracking System* Berbasis Arduino

### Perancangan Perangkat Lunak

Pada perancangan perangkat lunak, Arduino menggunakan perangkat lunak sendiri yang sudah disediakan di website resmi Arduino. Bahasa yang digunakan dalam perancangan lunak adalah bahasa C/C++ dengan beberapa literatur tambahan Untuk memperjelas, berikut ditampilkan *flowchart* perancangan sistem secara umum bagaimana proses penyerapan energi, *tracking* arah lintas matahari sampai menampilkan data pada LCD dan mengirim data ke *web* sederhana.

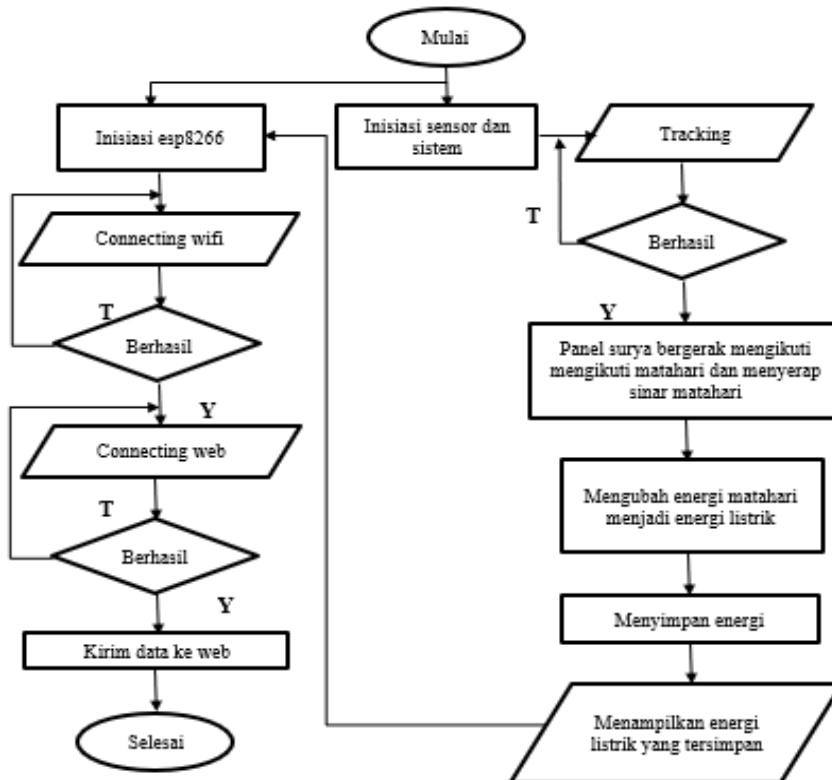
Gambar 7 menunjukkan bahwa pada saat sistem pertama kali dinyalakan, sistem akan melakukan proses inisialisasi pada bagian-bagian dalam solar tracking system, setelah proses inisialisasi maka mikrokontroler aktif. Kemudian sistem mencari objek dalam hal ini matahari dengan metode scanning, Namun jika objek tidak dikenali, maka sistem akan melakukakn scanning ulang sampai menemukan objek. Setelah objek dikenali maka panel surya bergerak mengikuti objek tersebut dan sistem akan menyerap energi matahari. Setelah diperoleh energi maksimal maka energi di konversi menjadi energi listrik kemudian disimpan pada batterai, dan LCD menampilkan energi listrik yang dihasilkan.

Setelah dinyalakan ESP8266 aktif. Kemudian sistem mencari sinyal WiFi dalam hal ini penulis menggunakan *hotspot WiFi handphone*. Namun, jika koneksi WiFi tidak ditemukan, maka sistem akan melakukan

scanning ulang sampai menemukan sinyal WiFi. Setelah koneksi berhasil maka panel ESP8266 akan mengirimkan data volt, amper, daya dan energi yang dihasilkan panel surya ke *web* sederhana untuk ditampilkan.

Aditya W. Utama

Rancang Bangun Solar Tracker dengan Sensor Light Dependent Resistor Berbasis Arduino



Gambar 7 Flowchart Perancangan Perangkat Lunak

## Perancangan Sistem Aplikasi

Pada perancangan sistem aplikasi, penulis akan menggunakan metode UML (*Unified Modelling Language*) untuk melakukan perancangan mengenai sistem dan aktivitas yang ada pada aplikasi. UML adalah bahasa standar yang digunakan untuk menjelaskan dan memvisualisasikan artefak dari proses analisis dan desain berorientasi objek. UML memungkinkan *developer* melakukan pemodelan secara visual, yaitu penekanan pada penggambaran.

Pemodelan visual membantu untuk menangkap struktur dan perilaku dari objek, mempermudah penggambaran interaksi antara elemen dalam sistem, dan mempertahankan konsistensi antara desain dan implementasi dalam pemrograman.

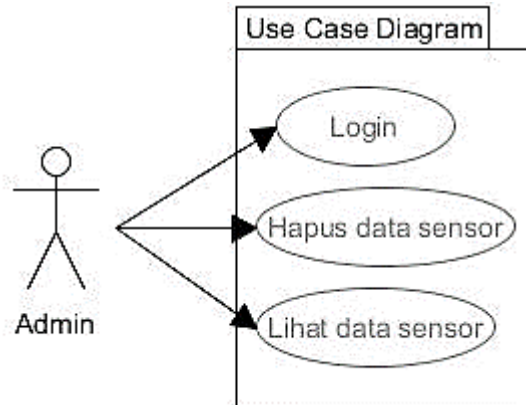
Perancangan sistem gerbang otomatis dengan metode UML, meliputi hal-hal berikut:

### 1. Use Case Diagram

*Use Case Diagram* pada sistem gerbang otomatis menggambarkan tentang akses gerbang otomatis tersebut, yakni di halaman *web* awal



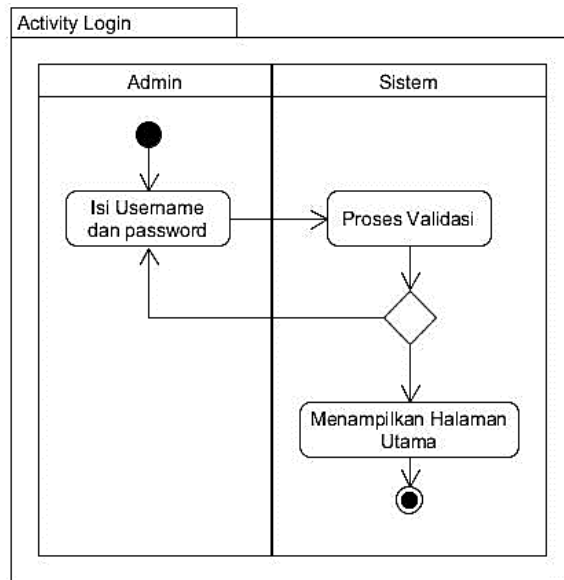
diberikan *login* bagi *admin* untuk akses *web* utama *monitoring* data sensor dan pilihan menu. Setelah *login*, *admin* bisa memonitor setiap data sensor yang masuk.



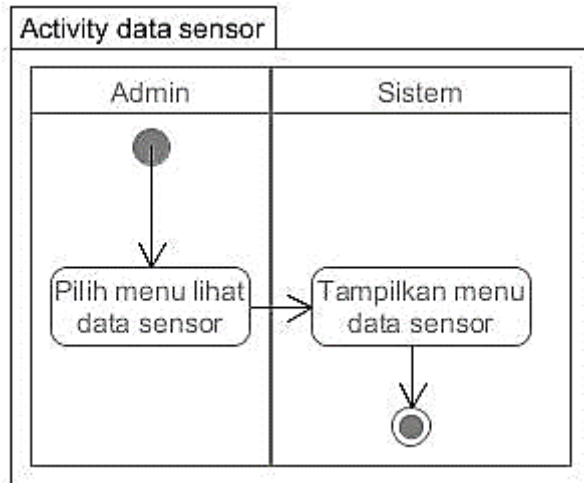
Gambar 8 Use Case Diagram Solar Tracker

## 2. Activity Diagram

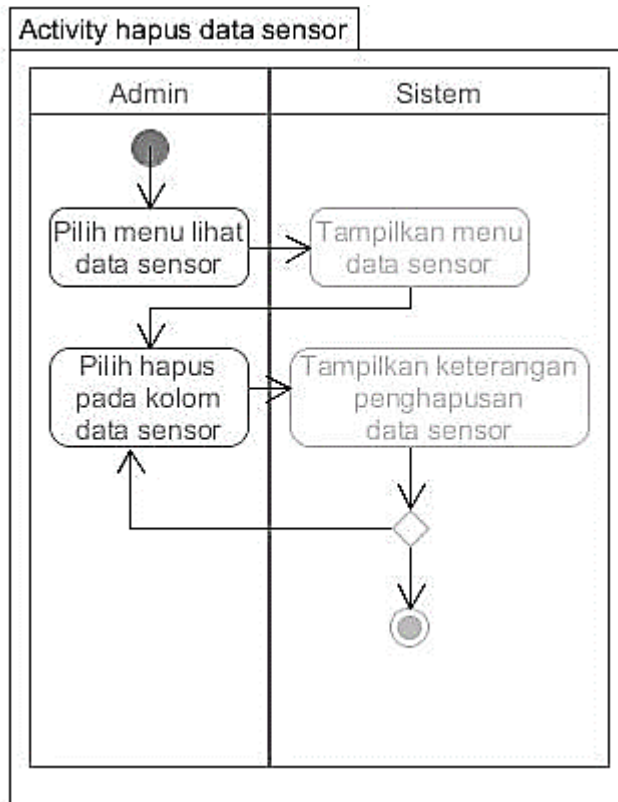
Diagram ini menggambarkan tentang aktivitas yang terjadi pada sistem. Dari pertama sampai akhir, diagram ini menunjukkan langkah-langkah dalam proses kerja sistem yang dibuat. Struktur diagram ini juga mirip dengan *flowchart*.



Gambar 9 Activity Diagram Admin Solar Tracker



Gambar 10 Activity Diagram Data Sensor Solar Tracker



Gambar 11 Activity Diagram Data Sensor Solar Tracker

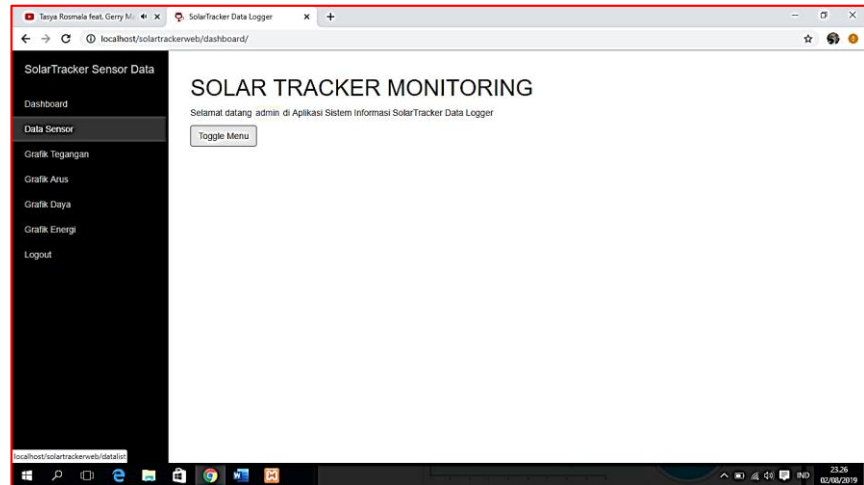
### 3. Rancangan Database

Database adalah proses untuk menentukan isi dan pengaturan data yang dibutuhkan untuk mendukung berbagai rancangan sistem. Perancangan sistem terjadi pada perancangan dua tingkat, yaitu pada tingkat pertama, perencanaan sistem, analisis dan rancangan umum dilaksanakan untuk menetapkan kebutuhan pemakai.

## Interface Aplikasi

### Antarmuka Halaman Utama

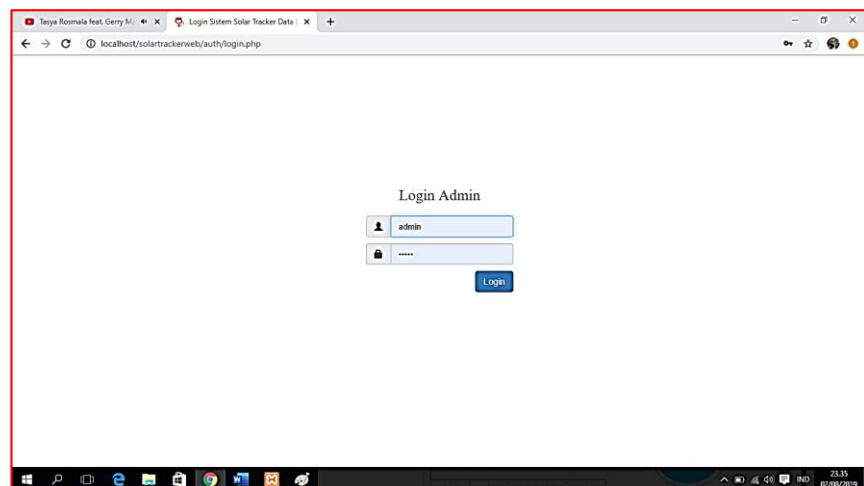
Antarmuka halaman utama dari aplikasi *monitoring* sistem berisi data pilihan menu data sensor, login, grafik tegangan, grafik arus, grafik daya, dan grafik energi, seperti terlihat pada Gambar 12.



Gambar 12 Antar Muka Halaman Utama

### Antarmuka Login

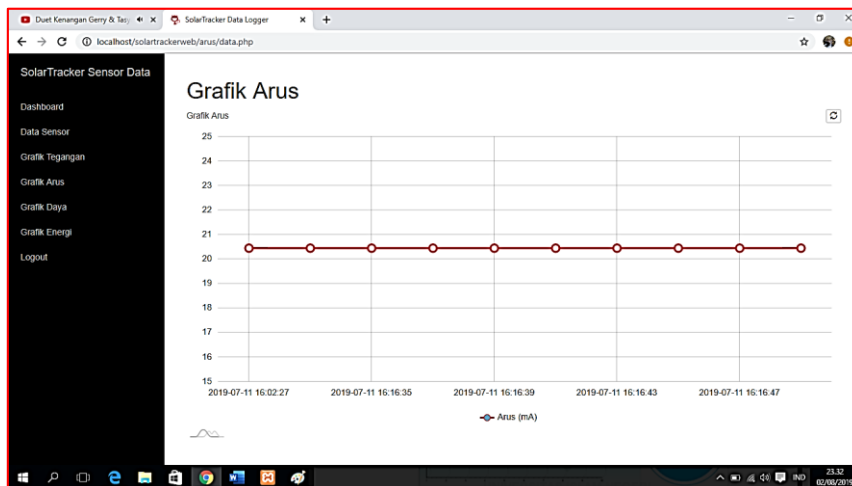
Antarmuka *login* merupakan halaman awal saat kita akan memasuki *web monitoring*, sebelum kita masuk halaman utama.



Gambar 13 Antar Muka Halaman Login

### Antarmuka Grafik Arus

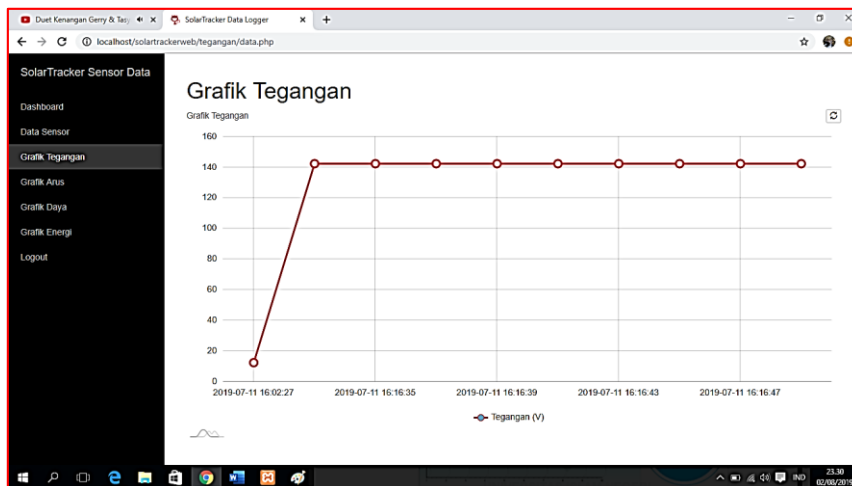
Antarmuka grafik arus merupakan halaman yang menyajikan data berupa grafik data arus sehingga memudahkan kita dalam memonitoring pergerakan perolehan arus dari panel surya.



Gambar 14 Antar Muka Grafik Arus

### Antarmuka Grafik Tegangan

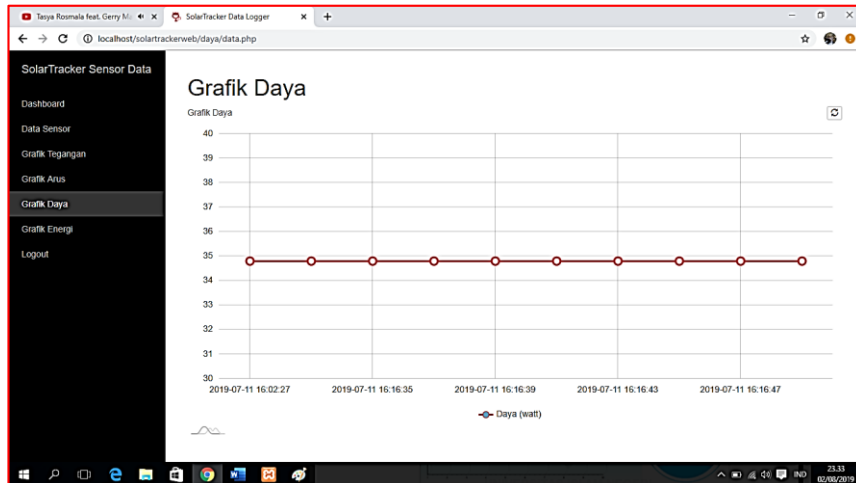
Antarmuka grafik tegangan merupakan halaman yang menyajikan data berupa grafik data tegangan sehingga memudahkan kita dalam memonitoring pergerakan perolehan tegangan dari panel surya.



Gambar 15 Antar Muka Grafik Tegangan

### Antarmuka Grafik Daya

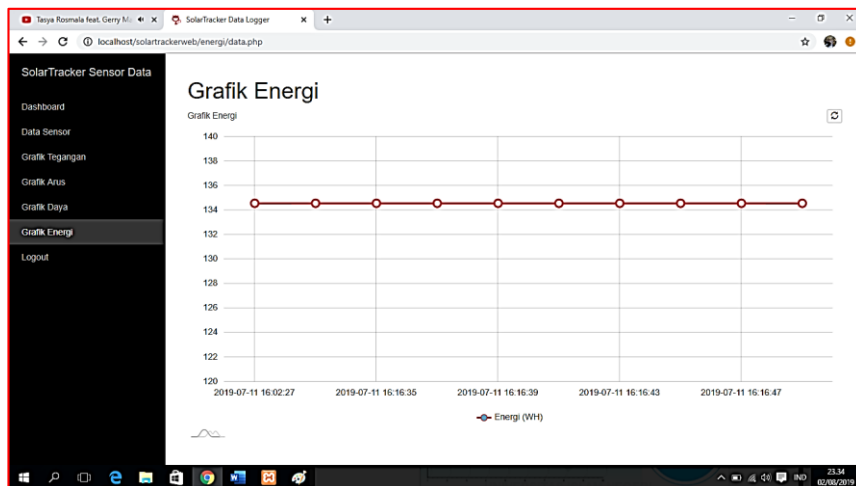
Antarmuka grafik daya merupakan halaman yang menyajikan data berupa grafik data daya sehingga memudahkan kita dalam memonitoring pergerakan perolehan daya dari panel surya.



Gambar 16 Antar Muka Grafik Daya

### Antarmuka Grafik Energi

Antarmuka grafik energi merupakan halaman yang menyajikan data berupa grafik data energi sehingga memudahkan kita dalam memonitoring pergerakan perolehan total energi dari panel surya.



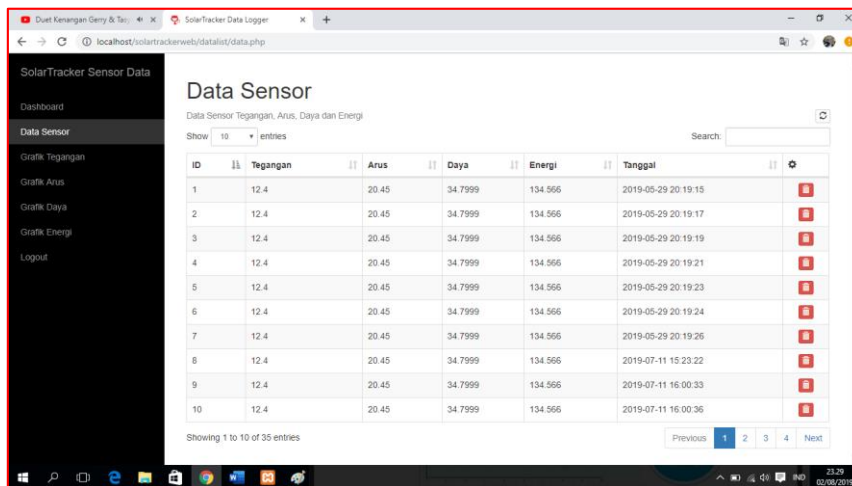
Gambar 17 Antar Muka Grafik Energi

### Antarmuka Data Sensor

Antarmuka data sensor merupakan halaman yang menyajikan data berupa tabel data tegangan, arus, daya, dan energi yang selalu diperbaharui sehingga memudahkan kita dalam memonitoring kinerja panel surya.

Aditya W. Utama

Rancang Bangun Solar Tracker dengan Sensor *Light Dependent Resistor* Berbasis Arduino

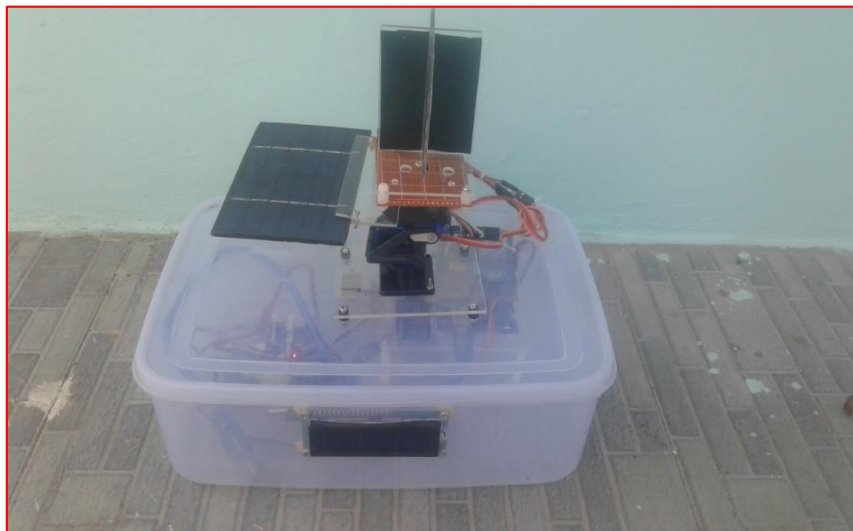


ID	Tegangan	Arus	Daya	Energi	Tanggal
1	12.4	20.45	34.7999	134.566	2019-05-29 20:19:15
2	12.4	20.45	34.7999	134.566	2019-05-29 20:19:17
3	12.4	20.45	34.7999	134.566	2019-05-29 20:19:19
4	12.4	20.45	34.7999	134.566	2019-05-29 20:19:21
5	12.4	20.45	34.7999	134.566	2019-05-29 20:19:23
6	12.4	20.45	34.7999	134.566	2019-05-29 20:19:24
7	12.4	20.45	34.7999	134.566	2019-05-29 20:19:26
8	12.4	20.45	34.7999	134.566	2019-07-11 15:23:22
9	12.4	20.45	34.7999	134.566	2019-07-11 16:00:33
10	12.4	20.45	34.7999	134.566	2019-07-11 16:00:36

Gambar 18 Antar Muka Data Sensor

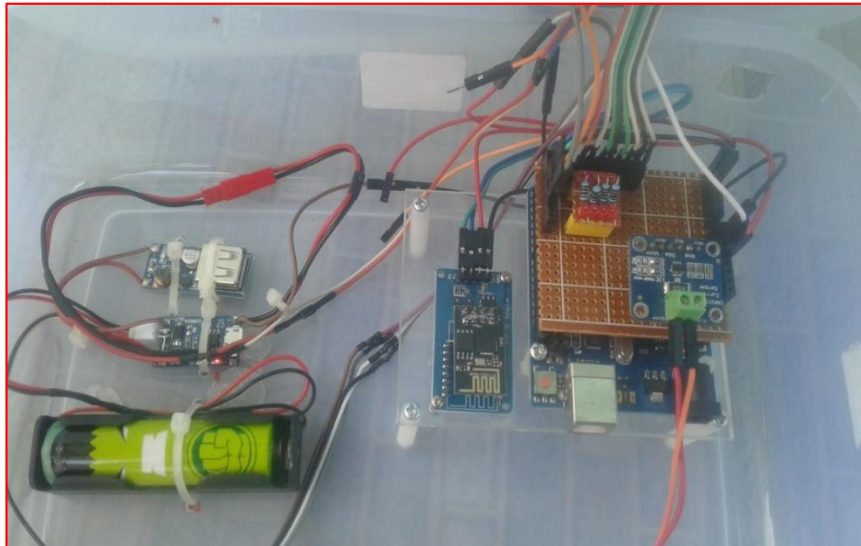
## Hasil Perancangan Perangkat Keras

Berikut ini adalah tampilan hasil rancangan perangkat keras dari *prototype solar tracking system* berbasis Arduino Mega.



Gambar 19 Hasil Rancangan Alat Secara Keseluruhan

Pada penelitian ini rangkaian perangkat keras terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian pertama rangkaian Arduino Mega, Baterai, sensor INA219, LCD yang akan dihubungkan melalui kabel jumper, ketiga perangkat tersebut memiliki masukan sebesar 5 volt. Rangkaian kedua berupa rangkaian perangkat *solar tracking* terdiri, 2 buah motor servo, 1 buah modul panel surya dan 4 buah LDR serta rangkaian penyangga. Sedangkan rangkaian ketiga berupa rangkaian ESP8266 dengan *shield*-nya yang berfungsi sebagai pengirim data ke *web*.



Gambar 20 Bentuk Fisik dari Rangkaian Arduino Mega pada Kotak Kontrol

Terdapat juga rangkaian ESP8266 pada papan kontrol untuk mengirim *output* dari energi yang diserap panel surya ke web sederhana untuk ditampilkan, seperti tampak pada Gambar 20.

Pada rangkaian mekanik LDR dirangkai sehingga mampu mendeteksi cahaya matahari dari gambar di bawah terdapat empat buah LDR yang dipasang pada sensor board, di antara sensor dipasang sekat pemisah atau separator, yang berfungsi sebagai pengidentifikasi ada atau tidak adanya area bayangan pada keempat sisi sensor.

Pada rangkaian ini penyangga berfungsi untuk menopang modul panel surya dan melekatkan servo dan LDR sehingga berfungsi dengan baik.

### Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui apakah sistem dapat berfungsi sesuai dengan fungsinya dan dapat menghasilkan keluaran sebagaimana yang diharapkan. Pengujian sistem dilakukan dengan dimulai dari pengujian komponen secara terpisah dan berurutan. Pengujian pertama kali dilakukan pada pengujian sensor dimana data yang dikirim sensor dikirim ke servo untuk menguji tiap-tiap pergerakan servo apakah sudah bergerak sesuai prosedur ketika dijalankan. Selanjutnya dengan menguji input dan output perangkat dan melihat semua komponen atau modul bekerja sesuai fungsi yang diharapkan. Dengan menguji panel surya dan baterai sebagai inputan yang dan diterima oleh LCD, apakah ketika mendapatkan inputan berupa Energi dapat menghidupkan atau mematikan perangkat listrik. Selanjutnya pengujian ESP8266 apakah sudah bisa terkoneksi ke internet dan mengirim data ke *web server*.

Dalam penelitian ini pengujian yang dilakukan terhadap sistem yaitu pengujian secara fungsional. Metode yang digunakan dalam pengujian adalah pengujian *blackbox* yang berfokus pada persyaratan fungsional dari sistem yang dibangun.

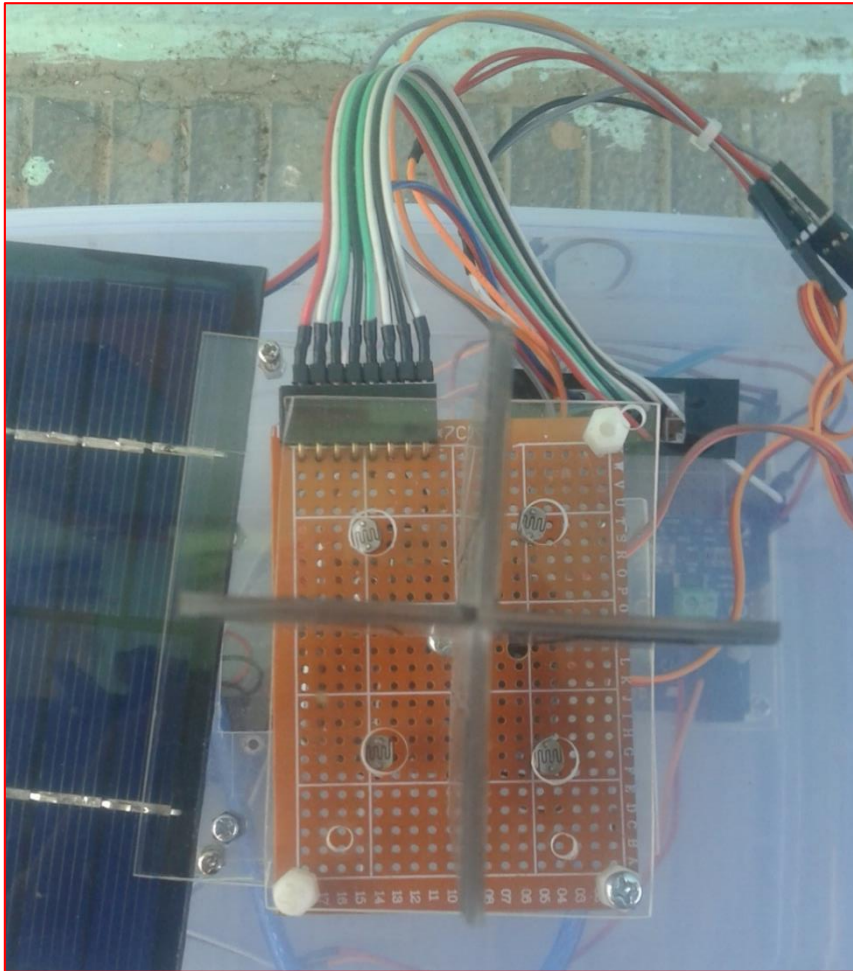


---

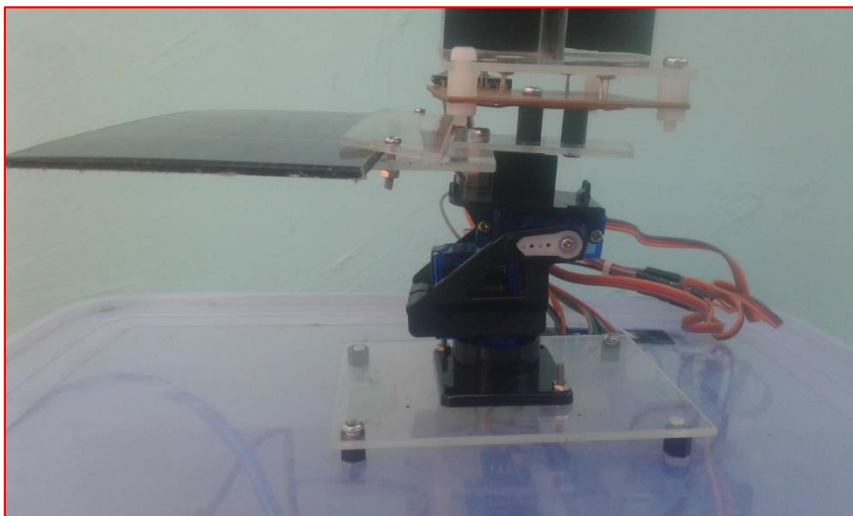
Aditya W. Utama

Rancang Bangun Solar  
Tracker dengan Sensor  
*Light Dependent*  
*Resistor* Berbasis  
Arduino

---



Gambar 21 Bentuk Fisik dari Sensor LDR pada Separator



Gambar 22 Bentuk Fisik dari Rangkaian Penyangga Servo dan Panel Surya



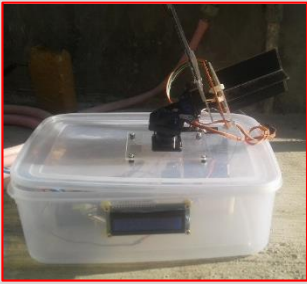

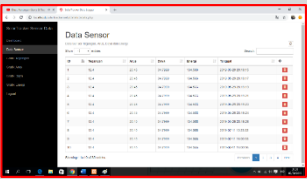
### Hasil Pengujian Secara Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan mulai pada saat sistem dan perangkat aktif secara keseluruhan. Pengujian dilakukan terhadap rangkaian alat dengan menguji tiap-tiap fungsi modul pertama menguji pergerakan servo pada perangkat. Kemudian pengujian selanjutnya dilakukan terhadap rangkaian alat dengan menguji tiap-tiap fungsi modul pertama menguji pengiriman data dari sensor LDR pada servo apabila servo bergerak sesuai sumbunya , artinya alat berfungsi sebagaimana mestinya. Selanjutnya pengujian terhadap LCD apabila data yang dikirim Tampil pada LCD artinya alat berfungsi dengan baik.

### Hasil Pengujian Setiap Modul

Berikut ini adalah beberapa hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap perangkat:

Tabel 1 Hasil pengujian Sistem

Pengujian	Hasil	Gambar
Pengujian sensor LDR dan servo	Sensor ldr dapat mengirim sinyal analog ke arduino mega selanjutnya menggerakkan servo ke arah datangnya cahaya matahari	
Pengujian LCD dan sensor INA219	Sensor ina219 dapat mendeteksi arus listrik dan mengirimkan sinyal analog ke arduino untuk diolah dan ditampilkan di layar LCD	
Pengujian ESP8266 dan web server	ESP8266 dapat terkoneksi ke internet dan mengirimkan data dari sensor INA219 ke database web server	

### Penutup Simpulan

Perancangan *solar tracker* berbasis Arduino dapat disimpulkan sebagai sarana untuk menjawab dan mengatasi beberapa permasalahan yang ada pada pemasangan *panel solar* di antaranya:

1. Dengan adanya *solar tracker* berbasis Arduino posisi panel surya dapat mengikuti arah cahaya matahari sehingga bisa meningkatkan produktivitas panel surya.

2. Dengan adanya *solar tracker* berbasis Arduino dapat memudahkan pemantauan kondisi *output* panel surya karena bisa diakses hanya melalui *web* dengan koneksi internet di manapun mereka berada.
3. Dengan adanya *solar tracker* berbasis Arduino data yang disimpan pada satu *server database* memungkinkan semua pengguna melihat informasi yang sama pada saat yang bersamaan (*realtime*).

---

Aditya W. Utama

Rancang Bangun Solar  
Tracker dengan Sensor  
*Light Dependent*  
*Resistor* Berbasis  
Arduino

---

## Saran

Untuk itu Penulis mencoba memberikan saran yang dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya, yaitu di antaranya:

1. Pada saat pengembangan sistem selanjutnya, *monitoring via web* ini dapat dibuatkan aplikasi sistem android.
2. Pada saat pengembangan sistem selanjutnya, aplikasi ini ditingkatkan untuk menu dan keamanan penggunaannya.

## Daftar Pustaka

- Heri, D. (2017). *Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman*. Bandung: Informatika.
- Hudori, M., & Paisal, Y. (2019). Perancangan Sistem Kendali Otomatis Lampu Penerangan pada Rumah Tinggal untuk Meningkatkan Efisiensi Pemakaian Listrik. *Industrial Engineering Journal*, 8(1), 10-15.
- Iswanto. (2009). *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16*. Bandung: Informatika.
- Kadir, A. (2018). *Arduino & Sensor*. Yogyakarta: ANDI Offset.
- Khadir, A. (2007). *Dasar Pemrograman Web Dinamis menggunakan PHP*. Yogyakarta: Andi.
- Mahfud, A., Rahardja, I. B., & Amran, M. (2019). Sounding Automation Prototype in Storage Tank Model Based On Arduino Uno. *Journal of Applied Sciences and Advanced Technology*, 2(1), 13-16.
- Raharjo, B. (2015). *Belajar Otodidak MySQL*. Bandung: Informatika.
- Roger, S., & Pressman, P.D. (2005). *Rekayasa Perangkat Lunak*. Yogyakarta: Andi.
- Septiadi, Dedi, dkk. (2009). *Proyeksi Potensi Energi Surya Sebagai Energi Terbarukan*. Jakarta.
- Sumardi. (2013). *Mikrokontroler Belajar AVR dari Nol*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Susanto, A. (2013). *Sistem Informasi Akuntansi*. Bandung: Lingga Jaya.
- Supomo, V.P. (2016). *Pemrograman Web Dengan Menggunakan PHP dan Framework CodeIgniter*. USA: Deepublish.
- Taufiq, R. (2013). *Sistem Informasi Manajemen, Konsep Dasar, Analisa dan Metode Pengembangan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Wicaksono, H. (2017). *Mudah Belajar Mikrokontroler Arduino*. Bandung: Informatika.