



RANCANG BANGUN SISTEM GERAK PANEL SURYA BERBASIS ARDUINO UNO

Titien Kumala Sari⁽¹⁾, Toibah Umi Kalsum⁽²⁾,

¹⁾Study Program Of Computer Systems Engineering Faculty Of Computer
Universitas Dehasen Bengkulu

²⁾Departemen of Computer Systems Engineering Faculty Of Computer,
universitas Dehasen Bengkulu

Email: ¹⁾TitienKumala.Sari@gmail.com, ²⁾Cicik.umie@gmail.com

How to Cite :

Titien Kumala Sari, Toibah Umi Kalsum. 2020. RANCANG BANGUN SISTEM GERAK PANEL SURYA BERBASIS ARDUINO UNO. GATOTKACA Journal.

DOI:<https://doi.org/10.37638/gatotkaca.1.1.14-28>

ARTICLE HISTORY

Received [12Januari 2020]

Revised [16 Februari 2020]

Accepted [20 Maret 2020]

KEYWORDS

SolarPanel, MotorDriver,
RTC, Arduino UNO

Information :

1: Student

2: Supervisors

This is an open access
article under the [CC-BY-SA](#)
license



ABSTRAK

Ringkasan,- Panel Surya (Panel Photovoltaik) adalah suatu panel yang terdiri dari kumpulan sel surya berfungsi merubah energi cahaya menjadi energi listrik dengan memanfaatkan efek photovoltaik. Photovoltaik dapat diartikan sebagai "cahaya-listrik". Sel surya atau sel PV bergantung pada efek photovoltaik untuk menyerap energi matahari dan menyebabkan arus mengalir antara dua lapisan bermuatan yang berlawanan. Pada umumnya modul photovoltaik dipasarkan dengan kapasitas 50 Watt-peak (Wp) dan kelipatannya. Unit satuan Watt-peak adalah satuan daya (Watt) yang dapat dibangkitkan oleh modul photovoltaik dalam keadaan standar uji (Standard Test Condition – STC). Penggunaan arduino uno pada panel surya ini tujuannya agar pengaturan arah panel surya selalu tegak lurus dengan arah cahaya matahari. Dengan demikian dibuat sebuah sistem kontrol yang dapat mengatur arah panel surya secara otomatis melalui penggerak driver motor.

Hasil analisa sistem gerak panel surya berbasis Arduino Uno, pada Panel Surya ini menggunakan Arduino Uno sebagai sistem gerak untuk mengikuti arah matahari, RTC digunakan sebagai penerimaan perintah yang dikirim melalui panel surya agar dapat membaca kisaran sudut, stepper difungsikan sebagai penggerak panel surya yang dikendalikan menggunakan Arduino UNO menggunakan aplikasi. Hasil yang optimal terdapat pada jam 11.00 - 12.00 wib karena cahaya matahari lebih terik dari waktu pagi dan sore. Hasil arus dan tegangan sesuai yang didapatkan karena pengoptimal arus dan tegangan pada panel surya bergerak lebih efisien.

**ABSTRACT**

The Solar Panel (Photovoltaic Panel) is a panel consisting of a collection of solar cells that functions to convert light energy into electrical energy by utilizing photovoltaic effects. Photovoltaics can be interpreted as "light-electricity". Solar cells or PV cells depend on photovoltaic effects to absorb solar energy and cause current to flow between two opposite charged layers. In general, photovoltaic modules are marketed with a capacity of 50 Watt-peak (Wp) and multiples thereof. Watt-peak units are units of power (Watts) that can be generated by photovoltaic modules in standard test conditions (STC). The use of Arduino Uno on solar panels is intended to regulate the direction of the solar panel always perpendicular to the direction of sunlight. Thus, a control system is created that can automatically adjust the direction of the solar panel through the driver of the motor. The results of the analysis of the motion of solar panels based on Arduino Uno, in this Solar Panel using Arduino Uno as a motion system to follow the direction of the sun, RTC is used as receiving commands sent through solar panels so that they can read the angle range, stepper functioned as a solar panel driven Arduino UNO uses the application. Optimal results are available at 11.00 - 12.00 WIB because the sun's rays are hotter than morning and evening. The current and voltage results are as obtained because the current and voltage optimizers in solar panels move more efficiently.

PENDAHULUAN

Listrik merupakan salah satu kebutuhan yang penting, energy tersebut juga bisa bersumber dari energi matahari yang dikonversikan menjadi energi listrik dengan memanfaatkan panelsurya. Penggunaan panel surya di indonesia sangat cocok karena indonesia merupakan negara tropis sehingga mendapatkan pancaran sinar matahari yang bagus, akan tetapi energi ini kurang dimanfaatkan secara optimal. Panel surya yang terpasang selama ini masih bersifat statis (tidak mengikuti pergerakan matahari), maka panelsurya tidak dapat menangkap cahaya secara maksimal pancaran sinar matahari sepanjang siang hari.

Pemanfaatan energi matahari atau energi alternatif yang terbarukan sebagai pembangkit listrik mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi. Hal ini disebabkan penggunaan daya listrik masih banyak menggunakan bahan bakar seperti bahan bakar utama batubara.

Dalam penelitian ini dirancang suatu sistem panel surya berbasis Arduino sebagai penyuplai utama energy listrik. Sistem ini bekerja untuk saling mengsupport agar mendapatkan energy matahari secara maksimal dan panel surya bisa bergerak mengikuti cahaya matahari.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, penulis tertarik untuk mengangkat judul penelitian "Rancang Bangun Sistem Gerak Panel Surya Berbasis Arduino Uno".



LANDASAN TEORI

Untuk Kerja

Menurut Hamzah B Uno(2012:19),Unjuk kerja merupakan penilaian yang dilakukan dengan mengamati kegiatan dalam melakukan sesuatu.Unjuk kerja yang diamati seperti menggunakan peralatan laboratorium,dan mengoperasikan suatu alat.Menurut Bambang Subali (2010:16)Unjuk kerja adalah penilaian yang memfokuskan aspek keterampilan yang berkait dengan karya yang dapat didemonstrasikan.Dilihat dari kinerja atau kemampuan yang didemonstrasikan.

Sistem Gerak

Pengertian Sistem Menurut Jogianto (2005 : 2) mengemukakan bahwa system adalah kumpulan dari elemen-elemen yang berinteraksi untuk mencapai suatu tujuan tertentu. Sistem ini menggambarkan suatu kejadian kejadian dan kesatuan yang nyata adalah suatu objek nyata, seperti tempat, benda, dan orang-orang yang betul-betul ada dan terjadi.

Pengertian Sistem Secara Umum

Sistem berasal dari bahasa Latin (*systēma*) dan bahasa Yunani (*sustēma*) adalah suatu kesatuan yang terdiri dari komponen atau elemen yang dihubungkan bersama untuk memudahkan aliran informasi, materi atau energi untuk mencapai suatu tujuan. Istilah ini sering dipergunakan untuk menggambarkan suatu setentitas yang berinteraksi, di mana suatu model matematika seringkali bisa dibuat.

Panel Surya

Menurut Jurnal (Jom FTEKNIK Volume 4 No. 2 Oktober 2017), Panel Surya (Panel Photovoltaik) adalah suatu panel yang terdiri dari kumpulan sel surya berfungsi merubah energi cahaya menjadi energi listrik dengan memanfaatkan efek photovoltaik. Photovoltaik dapat diartikan sebagai "cahaya-listrik". Sel surya atau sel PV bergantung pada efek photovoltaik untuk menyerap energi matahari dan menyebabkan arus mengalir antara dua lapisan bermuatan yang berlawanan. Pada umumnya modul photovoltaik dipasarkan dengan kapasitas 50 Watt-peak (Wp) dan kelipatannya. Unit satuan Watt-peak adalah satuan daya (Watt) yang dapat dibangkitkan oleh modul photovoltaik dalam keadaan standar uji (*Standard Test Condition – STC*).

Arduino Uno

Menurut (FeriDjuandi, 2011) Arduino adalah merupakan sebuah board minimum system mikrokontroler yang bersifat *open source*. Didalam rangkaian board arduino terdapat mikrokontroler AVR seri ATmega 328 yang merupakan produk dari Atmel.

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat *open source*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan untuk penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Softwarenya memiliki bahasa program sendiri.

METODE PENELITIAN

Metode Pengumpulan Data

Menurut Azwar (2007: 110), Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Pada penelitian yang dilakukan akan terfokus pada performa kedudukan

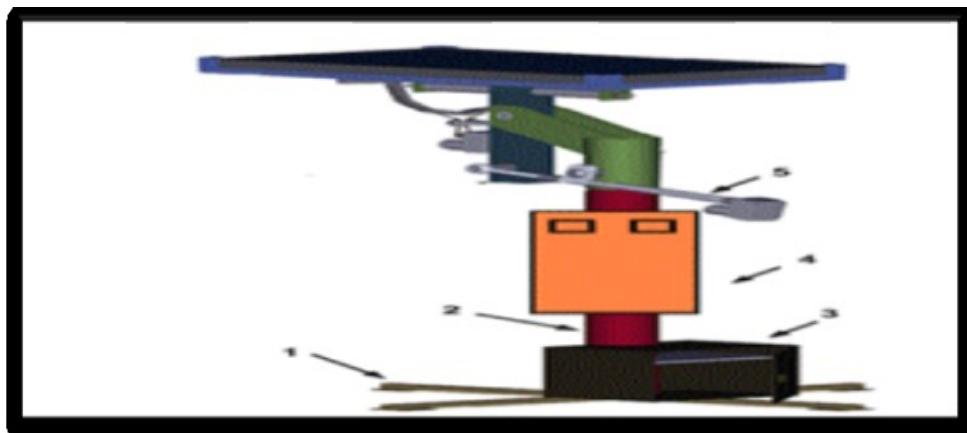


panel surya dalam pengontrolan penangkapan cahaya matahari datang hingga terbenam agar mencapai kondisi yang diinginkan saat pengontrolan sistem terhadap panel surya. Hasil eksperimen ini selanjutnya didokumentasikan untuk melakukan analisa sehingga dapat memahami cara kerja dari panel surya. Dari hasil analisa tersebut nantinya akan mendapatkan kesimpulan proses yang terjadi pada penangkapan cahaya matahari dalam menggunakan panel surya berbasis Arduino

Metode Perancangan Sistem

Blok Diagram Global

Blok diagram global yang digunakan dalam perancangan penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Blok Diagram Global

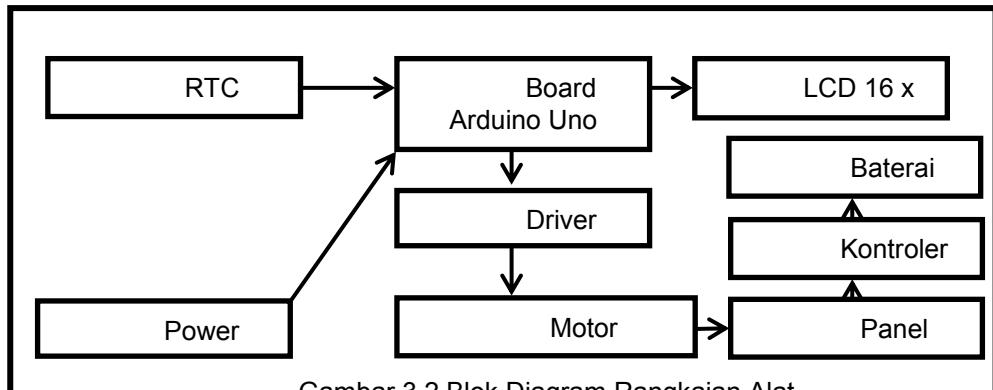
Keterangan gambar :

1. Kaki
2. Tiang utama
3. Aki
4. Mikrokontroler *arduino*, RTC, Driver motor,kontroler dan baterai
5. Motor penggerak
6. Panel Surya

Pada gambar 3.1 blok diagram global diatas, dapat dijelaskan bahwa secara keseluruhan alat pengujian yang dilakukan terhadap gabungan seluruh rangkaian elektronik, motor dan rangka alat serta alat pendukung lainnya dapat bekerja menggerakkan dan mengikuti posisi dimana matahari berada, kemudian arduino yang dihidupkan akan bekerja mencari sumber cahaya matahari dan kabel panel surya dihubungkan pada baterai sebagai tempat penyimpanan energi yang dihasilkan oleh panel surya.



Blok Diagram Rangkaian Alat

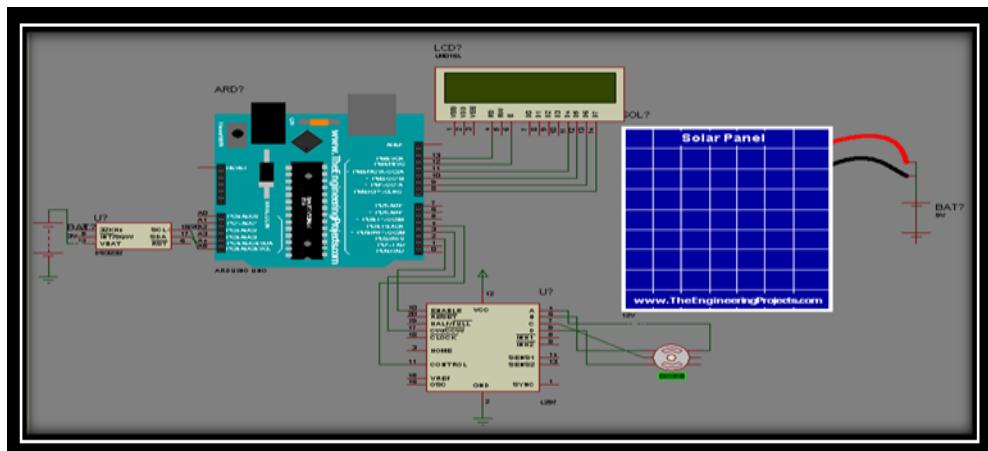


Gambar 3.2 Blok Diagram Rangkaian Alat

Keterangan gambar :

1. RTC adalah *Real Time Clock* yang berfungsi menyimpan waktu secara realtime, yaitu tanggal, bulan, hari, tahun, jam, menit, dan detik.
2. Board arduino untuk mengolah rangkaian alat
3. Lcd untuk menampilkan hasil data
4. Driver motor digunakan untuk menggerakkan motor penggerak
5. Panel Surya adalah objek penelitian yang akan diukur arus dan tegangannya dalam uji coba alat
6. Kontroler adalah bagian dari alat yang mengolah arus dan tegangan dari panel surya
7. Baterai penyimpan sumber arus yang akan digunakan untuk menghidupkan berbagai peralatan elektronik.

Desain Rangkaian



Gambar 3.3 Desain Rangkaian

Keterangan :

Salah satu hal penting yang perlu diperhatikan adalah untuk mencocokkan kapasitas panel surya dengan Amp-Jam baterai, sehingga baterai dengan kapasitas 72Ah harus



dihubungkan panel surya tidak lebih dari 6 amp. Gambar rangkaian diatas mengilustrasikan untuk kapasitas 72Ah.

Prinsip Kerja Sistem

Prinsip kerja alat ini adalah ketika alat dihidupkan maka arduino akan membaca data dari RTC berupa waktu, kemudian akan menggerakkan motor penggerak sehingga panel surya bergerak setiap 10 menit sekali. Sudut gerak dari panel surya yaitu tegak lurus dengan arah matahari mulai dari pukul 08.00 sampai pukul 15.00.

Rencana Kerja Sistem



Gambar 3.4 Rencana Kerja

E. Rancangan Pengujian

Pengujian ini dilakukan dengan metode blackbox, yaitusebuah metode yang digunakan untuk menemukan kesalahan dan mendemonstrasikan fungsi rangkaian alat saat dioperasikan, apakah input diterima dengan benar dan output yang dihasilkan telah sesuai dengan yang diharapkan, sehingga dapat membuktikan kebenarannya. :



Panel Surya Bergerak				Panel Surya Tetap			
NO	Waktu	Arus	Tegangan	NO	Waktu	Arus	Tegangan
1	08.00			1	08.00		
2	11.00			2	11.00		
3	12.00			3	12.00		
4	15.00			4	15.00		

HASILDAN PEMBAHASAN

Pembahasan

Hasil analisa sistem gerak panel suryaberbasis *Arduino Uno*, pada Panel Surya ini menggunakan *Arduino Uno* sebagai sistem gerak untuk mengikuti arah matahari, RTC digunakan sebagai penerimaan perintah yang dikirim melalui panel surya agar dapat membaca kisaran sudut, stepper difungsikan sebagai penggerak panel surya yang dikendalikan menggunakan *Arduino Uno* menggunakan aplikasi.

Dalam penelitian ini penulis mendapatkan hasil sebagai berikut :

Pengujian Rangka Panel Surya

Dalam pembuatan sistem gerak panel surya yang dikendalikan menggunakan *Arduino Uno* dapat dilihat pada gambar berikut :

1. Tampak Depan



Gambar 4.1 Tampak Depan Panel

2. Tampak Atas



Gambar 4.2 Tampak Atas Panel

3. Tampak Samping



Gambar 4.3 Tampak Samping Panel

Pengujian Listing Program

Hasil yang akan di peroleh dalam menggunakan aplikasi *Arduino IDE* ini berupa listing program sehingga kita akan mengetahui kode program yang akan dikirim dan diterima oleh seluruh rangkaian dalam pengendalian panel surya yang akan di *upload* kedalam mikrokontroller *Arduino Uno* dengan menggunakan sebuah PC dan bahasa pemograman *sketch*. Kode program ini dapat diketahui ketika menghidupkan rangkaian pada *panel surya* dan terhubung pada baterai yang akan menggerakan aktuator, program ini dapat dilihat pada gambar 4.4 dan untuk lebih jelasnya lagi bisa dilihat pada lampiran.



Gambar 4.4 Listing Program Sketch

Pengujian Gerak Panel Surya

Dalam pengujian ini penulis melakukan pengujian secara keseluruhan pada rangkaian Panel Surya. Dan akan mendapat hasil sebagai berikut :

1. Pergerakan Panel Surya ke Arah Timur
2. Pergerakan Panel Surya Tegak Lurus Terhadap Matahari
3. Pergerakan Panel Surya ke Arah Barat

Saat terhubungnya rangkaian panel surya pada baterai 12v secara otomatis panel bergerak berdasarkan sudut dan waktu yang telah ditentukan pada *listing* program sketch yang mana panel bergerak mengikuti arah datang cahaya matahari.

Persiapan Alat dan Bahan

Alat dan bahan dalam melakukan penelitian dan analisa untuk panel surya berbasis *Arduino Uno* ini memerlukan pemilihan komponen yang tepat karena sangat mempengaruhi sistem kerja pada alat.

Adapun komponen yang diperlukan untuk pembuatan alat adalah sebagai berikut :

1. Panel Surya(*fotovoltaik*), merupakan suatu integrasi dari rangkaian sel surya yang disusun untuk mendapatkan besaran arus dan tegangan tertentu.
2. Sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi, sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor RTC.
3. RTC adalah jam elektronik berupa chip yang dapat menghitung waktu (mulai detik hingga tahun) dengan akurat dan menjaga/menyimpan data waktu tersebut secara real time. *Arduino Uno* adalah papan sirkuit berbasis mikrokontroler. IC (*integrated circuit*) ini memiliki 4 *input/output*, Lcd adalah sebuah peralatan elektronik yang berfungsi untuk menampilkan output pada layar. Maka secara efisien kita dapat melihat hasil pada layar *LCD*.
4. Driver Motor adalah komponen yang berfungsi untuk mengkomunikasikan antarakontroler dengan aktuator serta memperkuat sinyal keluaran dari kontroler sehingga dapat dibaca oleh aktuator.
5. Stepper Aktuator adalah suatu peralatan yang terdiri dari perangkat elektronik dan mekanik yang terletak pada tiang penyanggah, yang berfungsi untuk menggerakkan dan mengarahkan agar didapatkan posisi yang mengarah tepat kesatelite yang dikehendaki, namun pada penelitian ini *Actuator* berfungsi sebagai penggerak panel surya pada saat mencari posisi cahaya atau panas matahari.



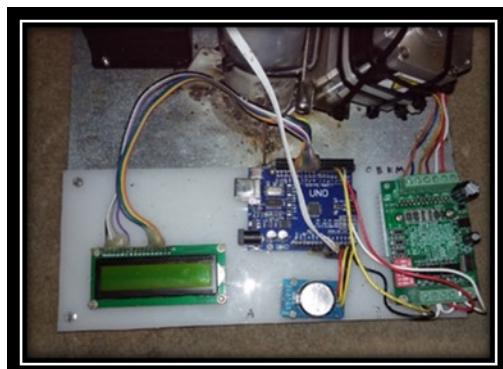
6. BateraiAki adalah media penyimpan muatan listrik. Secara garis besar aki dibedakan berdasarkan aplikasi dan kontruksi.

Dengan demikian aki ini bisa menyuplai arus listrik yang besar pada saat awal untuk menghidupkan mesin. Aki *deep cycle* biasanya digunakan untuk sistem fotovoltaik (*solar cell*) dan *back up power*, dimana aki mampu mengalami *discharge* hingga muatan listriknya tinggal sedikit.

7. Multitester untuk mengukur arus dan tegangan pada panel surya.
 8. obeng, serta perlengkapan yang dibutuhkan.

Perancangan Panel Surya

Dalam pembuatan suatu alat agar mendapatkan kegunaan yang tepat dan bisa dapat melayani kebutuhan beban dengan baik maka harus melewati suatu perencanaan atau perancangan. Maka alat tersebut harus memiliki bagian – bagian atau blok rangkaian yang saling terhubung atau terkait antara blok rangkaian yang satu dengan blok rangkaian yang lain seperti pada diagram blok.



Gambar 4.5 Tampilan Rangkaian Panel Surya

Pembuatan Panel Surya

Dalam pembuatan kerangka panel surya agar dapat mencapai kedudukan yang diinginkan, yaitu permukaan panel surya harus tegak lurus terhadap cahaya matahari, maka kerangka memiliki 2 sisi yang dapat bergerak bebas pada putaran 180° .

Adapun langkah pembuatan pada Panel Surya ini sebagai berikut:

- a. Langkah pertama dalam pembuatan, yaitu dengan mengelas bagian-bagian dari tiang penyangga untuk panel surya. Terlihat pada gambar berikut:



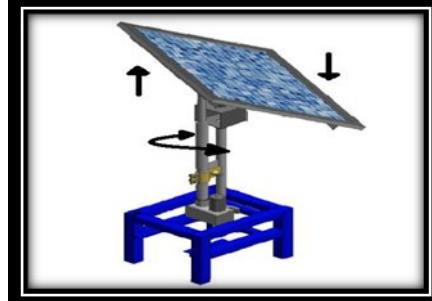
Gambar 4.6 Tiang Penyangga Panel Surya

- b. Langkah kedua perakitan komponen-komponen pelengkap terhadap panel surya. Terlihat pada gambar berikut:



Gambar 4.7 Rangkaian Komponen Panel Surya

- c. Langkah terakhir dapat terlihat pada gambar ilustrasi berikut:



Gambar 4.8 Kerangka Panel Surya

Pembuatan Program Aplikasi *Arduino IDE*

Arduino IDE adalah software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java. *IDE Arduino* terdiri dari:



1. *Editor* program, adalah windows yang memungkinkan pengguna untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa *Processing*.
 2. *Compiler*, adalah modul yang mengubah kode program (bahasa *Processing*) menjadi kode biner. Karena microcontroller tidak akan bisa memahami bahasa *Processing*. Yang bisa dipahami oleh microcontroller adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* sangat diperlukan dalam hal ini.
 3. *Uploader*, adalah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori di dalam papan Arduino.

Kode program Arduino umumnya disebut dengan istilah *sketch*. Kata “*sketch*” digunakan secara bergantian dengan “kode program” dimana keduanya memiliki arti yang sama.

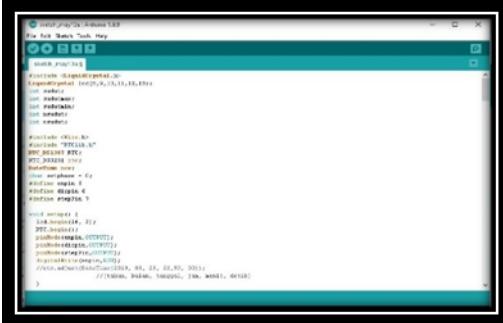
Integrasi Panel Surya ke *Arduino*

- a. Buka aplikasi *IDE duino* pada desktop maka akan tampil gambar berikut:



Gambar 4.9 Tampilan Awal Pada Aplikasi *IDE Duino*

- b. Mengetik program dengan menggunakan bahasa pemrograman *sketch/IDE duino*.



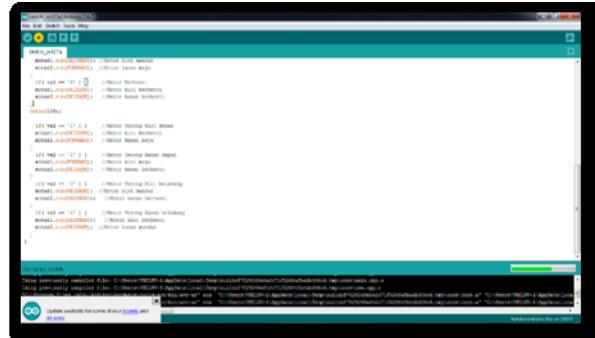
Gambar 4.10 Lembar Proses Pengeditan Program

- c. Proses **verifyte**, untuk memeriksa apa ada kesalahan dalam penulisan program.



Gambar 4.11 Tampilan Proses *Verify*

- d. Kemudian apabila tidak terdapat kesalahan, maka program telah siap untuk diupload pada *board arduino*.



Gambar 4.12 Proses Upload pada *Board Arduino*

C. Pengujian Alat Rangkaian

Pengujian dilakukan pada perangkat keras dan keseluruhan system yang terdapat dalam peralatan ini. Pengujian ini dilakukan dengan cara melakukan pengukuran pada arus dan tegangan terhadap masing masing panel, sehingga didapat perbandingan antara hasil pengujian yang didapat dengan perancangan sistem. Dan juga dapat dianalisa apakah system pada panel surya ini berfungsi dengan baik dan stabil. Tujuan dari pengukuran system ini adalah mengetahui apakah perangkat keras yang telah dibuat dapat bekerja dengan baik. Dan dapat kita lihat pada gambar berikut:

- a. Pengujian langsung pada panel surya dibawah terik matahari
 b.



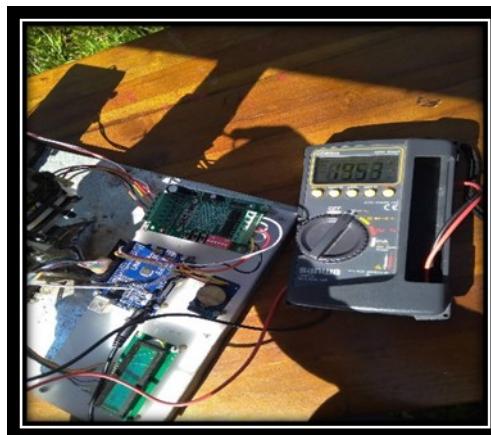
Gambar 4.13 UjiCoba Panel DibawahTerikMatahari

c. Pengukuran arus pada panel surya terhadap matahari langsung



Gambar 4.14 Pengukuran Arus Panel Surya

d. Pengukuran tegangan pada panel surya terhadap matahari langsung.



Gambar 4.15 Pengukuran Tegangan Panel Surya

Setelah melakukan Pengujian, maka pengamatan atau analisa dilakukan untuk mengetahui keseluruhan hasil kerja pada sistem panel surya. Dan hasil dari pengujian dan pengamatan ini akan dimasukkan pada tabel pengujian alat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah perancangan, perencanaan sistem dan pengujian serta analisanya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan tentang sistem gerak panel surya berbasis *Arduino Uno* yang dibuat oleh penulis :

1. Perancangan panel surya meliputi perancangan desain penyangga panel, perancangan konfigurasi kabel antara *Arduino Uno*, motor penggerak, sehingga panel surya dapat dikendalikan *user* melalui baterai.
2. Berdasarkan pengujian menggunakan panel surya bergerak, total jumlah energi yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan panel surya diam.
3. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa tingkat jumlah tegangan tertinggi berada pada jam 11.00 sampai 12.00. hal ini disebabkan karena matahari tepat berada di atas lintas edar matahari harian.
4. Pengukuran arus dan tegangan pada panel surya pukul 11.00 wib berada pada titik sudut 108° dengan arus 02.45mA dan tegangan 20.52v sedangkan pukul 12.00 wib berada pada titik sudut 144° dengan arus 02.49mA dan tegangan 20.62v. Jadi hasil yang maksimum berada pada pukul 12.0 wib.
5. Sistem gerak panel surya berbasis *Arduino Uno* dapat menggerakkan panel surya mengikuti pergerakkan matahari berdasarkan waktu dengan besar sudut yang telah ditentukan.
6. Berdasarkan pengujian panel surya berbasis *Arduino Uno* dapat menghasilkan tegangan optimal dengan posisi panel surya berada tegak lurus terhadap matahari. Panel surya digerakkan oleh aktuator ke sudut yang telah ditentukan dengan settingan waktu per menit sehingga panel surya dapat berada tegak lurus terhadap sinar datang dari cahaya matahari.



Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan hasil analisa yang telah penulis lakukan maka penulis memiliki saran agar alat ini dapat dikembangkan lagi yang memiliki teknologi yang lebih canggih untuk kedepannya tetap menggunakan *Arduino Uno* dengan menambahkan intensitas cahaya saat terjadinya hujan.

DAFTAR PUSTAKA

- Putra, P.Y.A2007, Perancangan Dan Pembuatan Simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). UNDIKSHA.
- Naibaho,1994 Teknik Tenaga Listrik Tenaga Surya, Malang, PPPGT VEGT.
- Najmurokhman, dkk,2010, 25 mei. "Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Matahari", Prosiding Seminar Nasional "Sains dan Teknologi dalam Penanganan Energi" , Cimahi, ISBN 978-979-98582-2-, pp.32 – 41.
- Suryana, D. Widyariset. 2016, Otomatisasi Pada Panel Surya Menggunakan Panel Surya *Tracking Aktif Tipe Singgle Axis*.Balai Riset Industri Surabaya Vol.2 No.1
- Firmansyah, RancangBangunSistemKontrolPenggerak Panel Sel Surya Berbasis Program *Mabble Logic Controller* , JurnalSwateknologiVol 2, No 2. PoliteknikSwadharma.
- Zuhal.1988. *DasarTeknikTenagaListrikdanElektronikaDaya*. Jakarta: PT Gramedia <http://fredikurniawan.com/pengertian-sistem-secara-umum-dan-menurut-para-ahli/>
- Anonymous. 2014 "unjuk kerja PLTS 1920 Watt Di Fakultas Teknik Elektro Universitas Udayana Bukit Jimbaran.
- Banzi, Massimo. "Getting Started with Arduino".O'Reilly.2008 (diakses 10 januari 2017 <http://www.arduino.cc>
- Ismail Y.2012."Optimasi Penyerapan Sinar Matahari Menggunakan Sistem Tracking Pada Modul Sel Surya" Jurnal Elekro ELTEK, Vol 1 No: 1,2010.
- Prabawa, Benny 2015 "Rancang bangun Sistem Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino" Journal SPEKTRUM Vol 2, No. 2 Juni 2015
- Rhazio 2007, "Pembangkit Listrik Tenaga Surya" *Institut Sains & Teknologi Al-Kamal-Jakarta*