

PEMBUATAN SISTEM KENDALI PELACAK SURYA OTOMATIS PADA PLTS

Harry Rudi Saragih¹, Yogie Rinaldy G² Adhy Prayitno³

Laboratorium Pengukuran, Jurusan teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

¹harry.rudi1235@student.unri.ac.id, ²godmanmingling@gmail.com, ³adhyprayitno_hadi@eng.unri.ac.id

Abstract

Solar Electricity Generation (SEG) is an environmental freiandly technology takes advantage from phototovoltaic which is capable of converting solar energy to electricity energy. The Potensial of promoting SEG in Indonesia is very promizing in view of Indonesia's geographical location on the equator. The SEG with an automatic solar tracking system consist of LDR Sensor, Arduinio Uno, Servo Motor, Stepper Motor. Work operating procedur of the automatic solar tracking on SEG is begun from LDR sensor detection to solar position. Based upon LDR, data, Arduino (microcontroller) actived stepper motor to drive the photovoltaic panels to be always perpendicullar to the solar radiation during the operation. A such SEG system is considered able to give optimum energy output since the photovoltaic gets maximum radiant energy from the sun. The use of an automatic solar position control system on solar panels can increase panel performance and increase electrical power with an average output reaching almost 75% more than static solar panels.

Keywords : SEG, Photovoltaic, Solar panels

1. Pendahuluan

PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) merupakan teknologi ramah lingkungan yang memanfaatkan energi sel surya dan dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Potensi pengembangan PLTS di Indonesia sangat besar dilihat dari letak geografisnya Indonesia yang berada pada garis khatulistiwa.

Indonesia mempunyai sumber energi surya yang berlimpah dengan intensitas radiasi matahari rata-rata sekitar 4,8 kWh/m² per hari di seluruh wilayah Indonesia. Dengan berlimpahnya sumber energi surya yang belum dimanfaatkan secara optimum, maka sistem pembangkitan listrik menggunakan *solar cell* merupakan salah satu jawaban yang dapat dipertimbangkan sebagai salah satu jenis energi alternatif.[1]

Solar cell dengan kemajuan teknologi menjadi sangat umum sekarang ini. Seperti yang kita ketahui cara kerja *solar cell* adalah memanfaatkan teori cahaya sebagai partikel. Sebagai mana diketahui bahwa cahaya baik yang tampak maupun yang tidak tampak memiliki sifat yaitu sebagai gelombang dan dapat sebagai pertikel yang disebut *photon*. Penemuan ini pertama kali diungkapkan oleh Einstein 1905.

Untuk dapat merealisasikan sistem tersebut dibutuhkan beberapa sensor peka cahaya yang membaca arah datangnya cahaya matahari dari beberapa sudut. Sudut yang paling kuat dari sensor peka cahaya tersebut diasumsikan sebagai sudut fokus arah datangnya sinar matahari, sehingga sudut dengan

fokus terkuatlah yang akan diikuti oleh pergerakannya.

Sensor peka cahaya dibagi menjadi dua blok yang masing-masing berfungsi sebagai sensor pencari arah pergerakan cahaya matahari dan sebagai sensor fokus yang menandakan adanya cahaya matahari pertama yang diberikan sinyal kepada sistem rangkaian yang didalam panel kendali dan ditempatkan ditengah-tengahnya. Kepekaan yang paling kuat dari *LDR (Light Dependen Resistor)* akan diikuti oleh pergerakan panel surya, sehingga dapat memaksimalkan kinerja panel surya.[2]

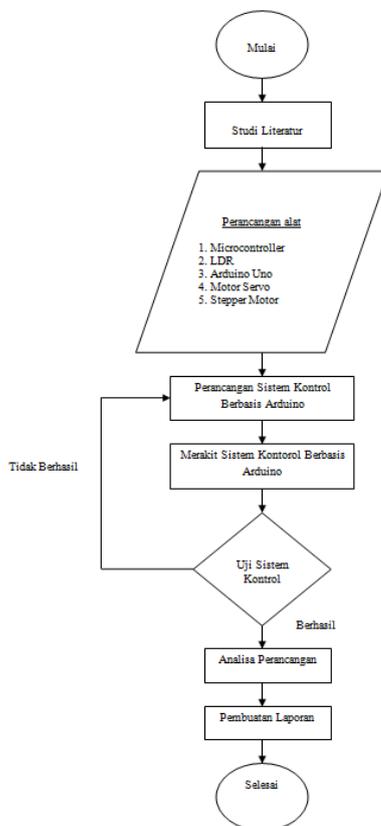
Penggunaan *solar cell* sangatlah luas di dunia, sebagai contoh penggunaan yang paling umum terdapat pada kalkulator sebagai pengganti fungsi baterai. Selama tersedianya sinar matahari, kalkulator dapat bekerja selama terkena sinar matahari. Panel solar yang lebih besar juga digunakan untuk menyediakan tenaga untuk lampulalu lintas, telepon, lampu jalan, rumah, kapal, mobil elektrik tenaga surya yang dapat bekerja tanpa minyak, dan sumber energi lainnya.

Kemajuan teknologi panel surya (*Photovoltaic*) telah menyebabkan biaya pembuatan sistem kendali pelacak surya otomatis panel surya semakin kompetitif, biaya investasi awal akan tertutupi oleh biaya operasional, yang murah, pemanfaatan energi surya dengan rumusan permasalahan yang ada sekarang ini adalah *solar cell* yang terpasang kebanyakan masih bersifat statis. Hal ini menyebabkan penerimaan energi matahari tidak optimum.

2. Metodologi

Metode yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah uji eksperimental, eksperimen dilakukan terhadap sistem mekanik dinamik kerangka dari kedudukan panel surya. Metode pengendalian panel surya sehingga mencapai kondisi yang diinginkan yaitu permukaan panel surya tegak lurus (\perp) terhadap sinar matahari.

Dalam perancangan pembuatan sistem kendali pelacak surya otomatis pada PLTS ini menggunakan sistem kendali arduino *loop* tertutup. Ada beberapa tahapan yang harus dikerjakan diantaranya adalah pemilihan elemen, perencanaan serta uji kelayakan sistem kendali arduino pada PLTS seperti yang diperlihatkan pada gambar 1



Gambar 1 Diagram Alir Pembuatan Sistem Kendali Posisi Surya pada PLTS

2.1Komponen Sistem Kendali

Ketepatan pemilihan komponen sangat mempengaruhi kinerja dari alat yang dibuat. Dalam pembuatan sistem kendali pelacak surya otomatis pada PLTS ini ada beberapa komponen penting yang harus diperhatikan.

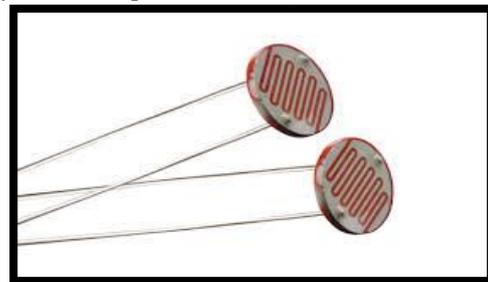
Dalam pembuatan sistem kendali ini diperlukan ketepatan pemilihan komponen. Bila pemilihan komponen kurang tepat akan terjadi permasalahan

pada kerja alat yang akan dibuat. Ketelitian dan toleransi dari komponen sangat mempengaruhi dari pada ketepatan kerja alat tersebut. Biasanya, penentuan komponen yang akan digunakan adalah jenis komponen yang mudah didapatkan di pasaran. Selain mudah juga memiliki nilai ekonomis sehingga pembuatan peralatan tersebut tidak membutuhkan biaya yang mahal.

Adapun komponen yang digunakan dalam pembuatan sistem kendali pelacak surya otomatis pada PLTS ini diantaranya yaitu Sensor LDR, Arduino Uno, Motor Servo, Motor *Stepper*.

1. Sensor LDR

LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah jenis resistor yang biasa digunakan sebagai detektor cahaya atau pengukur besaran konversi cahaya. *Light Dependent Resistor* terdiri dari sebuah cakram semikonduktor yang mempunyai dua buah elektroda pada permukaannya. Sensor LDR berperan vital selain arduino uno pada pembuatan sistem kendali pelacak surya otomatis pada PLTS. [3]



Gambar 2 Sensor LDR

2. Arduino Uno

Arduino merupakan pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open source*, diturunkan dari *wiring platform*, didesain untuk memudahkan dalam penggunaan elektronik di berbagai bidang, *Hardwarenya*, memiliki prosesor Atmel AVR dan *softwarenya* memiliki bahasa program sendiri, sedangkan Arduino Uno adalah papan sirkuit berbasis mikrokontroler ATmega328.

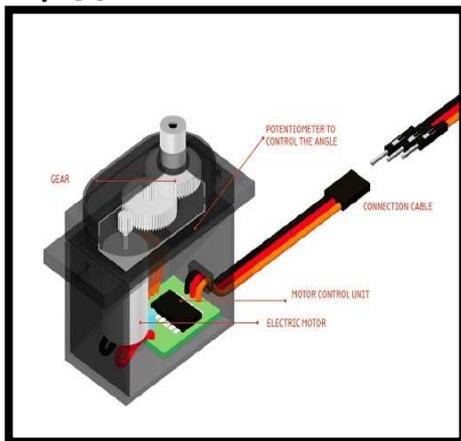
IC (*integrated circuit*) ini memiliki 14 *input/output* digital (6 *output* untuk PWM), 6 *analog input*, resonator kristal keramik 16 MHz, Koneksi USB, soket adaptor, *pin header* ICSP, dan tombol *reset*. Hal inilah yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler secara mudah terhubung dengan kabel *power* USB atau kabel *power supply* adaptor AC ke DC atau juga baterai. sehingga Arduino Uno dipilih sebagai rangkaian pengendali semua sistem [3]



Gambar 3 Arduino Uno

3. Motor Servo

Motor Servo adalah motor dengan sistem umpan balik tertutup yang menggunakan sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) sebagai *input* untuk mengatur besar dan arah putaran. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian *gear*, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan luas batas sudut putaran servo. Sedangkan sudut dari motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa (*pulse*) yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Motor servo mampu bekerja dua arah yaitu, searah jarum jam CW (*Clock Wise*) dan kebalikan arah jarum jam CCW (*Counter Clock Wise*). Arah dan sudut pergerakan rotor dari motor servo dapat dikendalikan hanya dengan memberikan pengaturan *duty cycles* sinyal PWM pada bagian pin kontrolnya. [4]



Gambar 4 Motor Servo

4. Motor Stepper

Motor *stepper* adalah perangkat elektromekanis yang bekerja dengan mengubah pulsa (*Pulse*) elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit. Motor *stepper* bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor [4]. Karena itu, untuk menggerakannya diperlukan pengendali motor *stepper* yang membangkitkan pulsa-pulsa periodik. Penggunaan motor *stepper* memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan penggunaan motor DC biasa. Keunggulannya antara lain adalah :

- Sudut rotasi motor proporsional dengan pulsa masukan sehingga lebih mudah diatur.

- Motor dapat langsung memberikan torsi penuh pada saat mulai bergerak
- Posisi dan pergerakan repetisinya dapat ditentukan secara presisi
- Memiliki respon yang sangat baik terhadap mulai, berhenti dan berbalik (perputaran)
- Sangat realibel karena tidak adanya sikat yang bersentuhan dengan rotor seperti pada motor DC
- Dapat menghasilkan perputaran yang lambat sehingga beban dapat dikopel langsung ke porosnya
- Frekuensi perputaran dapat ditentukan secara bebas dan mudah pada range yang luas



Gambar 5 Motor Stepper

2.2 Software Sistem Kendali

Dalam pelaksanaan tugas akhir ini digunakan beberapa *software* pembuatan sistem kendali pelacak surya otomatis pada PLTS ini supaya berjalan dengan baik. *Software* yang digunakan yaitu:

1. Arduino Uno

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open source*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan untuk penggunaan elektronik dalam berbagai bidang, *Hardware*nya memiliki prosesor Atmel AVR dan *software*nya memiliki bahasa program sendiri, sedangkan Arduino Uno adalah papan sirkuit berbasis mikrokontroler ATmega328.

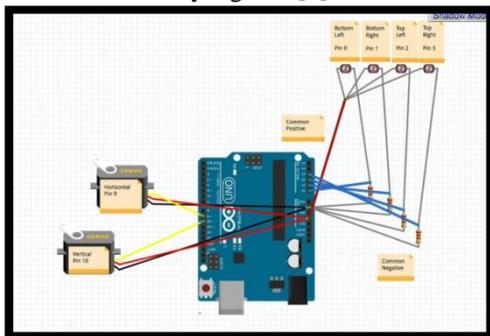
IC (*integrated circuit*) ini memiliki 14 *input/output* digital (6 *output* untuk PWM), 6 *analog input*, resonator kristal keramik 16 MHz, Koneksi USB, soket adaptor, *pin header* ICSP, dan tombol *reset*. Hal inilah yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler secara mudah terhubung dengan kabel *power* USB atau kabel *power supply* adaptor AC ke DC atau juga baterai. Sehingga Arduino Uno dipilih sebagai rangkaian pengontrol semua sistem.



Gambar 6 Arduino Uno

2. Proteus 8 Professional

Proteus 8 Professional adalah software simulasi dengan desain sistem papan sirkuit yang digunakan untuk membuat sebuah skematik, *microprocessor* ataupun desain PCB. Proteus 8 Professional juga merupakan software yang dikembangkan oleh Labcenter Electronics. Proteus 8 Professional memiliki komponen-komponen seperti : ISIS *schematic capture*, ARUS PCB layout dan VSM (*Visual System Modeling*). Selain itu, Proteus 8 professional dapat mensimulasikan operasi mikrokontroler.. Proteus 8 professional ini juga menyediakan tampilan yang menarik dan database komponen yang lebih lengkap dibandingkan software elektronika yang lain.[5]



Gambar 7 Rangkaian Sistem Kendali Dalam Software Proteus 8 Professional

3. Solid Work

Solidworks adalah salah satu CAD software yang dibuat oleh Dassault Systemes digunakan untuk merancang bagian permesinan atau susunan bagian permesinan yang berupa *assembling* dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan bagian sebelum bagian nyata diadibuat atau tampilan 2D (*drawing*) untuk gambar proses permesinan.

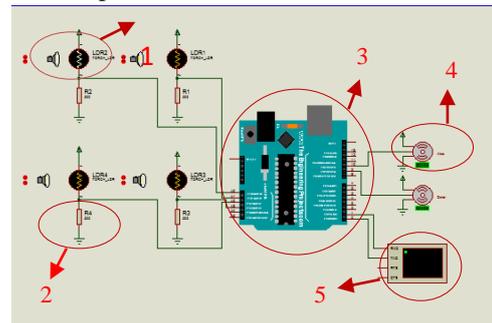


Gambar 8 Rangka Pembangkit Listrik Tenaga Surya Otomatis dengan Software Solid Work

3. Hasil

3.1 Hasil Pembuatan Sistem Kendali

Dari skematik rangkaian sistem kendali telah di buat suatu sistem kontrol penggerak *tool* penggambar berbasis *microcontroller* arduino UNO seperti yang diperlihatkan pada Gambar 9



Gambar 9 Rangkaian Skematik Arduino Uno

Keterangan Gambar:

1. Sensor LDR
2. Resistor
3. Arduino Uno
4. Motor Servo
5. Voltmeter

3.2 Hasil dari Pembuatan Sistem Kendali

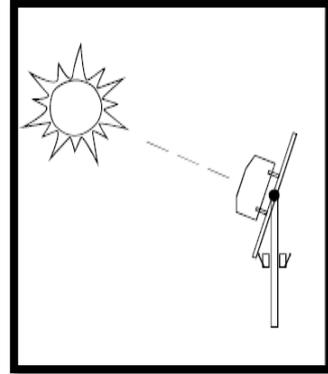
Adapun hasil dari pembuatan sistem kendali otomatis pada PLTS berdasarkan Pengukuran tiap jam:

Tabel 1 Hasil Pembuatan Sistem Kendali Otomatis

| No | Waktu | Posisi Panel surya |
|----|-------|---|
| 1 | 08.00 | Menghadap Arah Timur ($\pm 80^\circ$) |

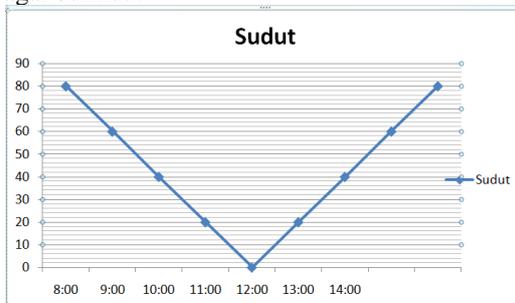
| | | |
|---|-------|---|
| 2 | 09.00 | Menghadap Arah Timur ($\pm 60^\circ$) |
| 3 | 10.00 | Menghadap Arah Timur ($\pm 40^\circ$) |
| 4 | 11.00 | Menghadap Arah Timur ($\pm 20^\circ$) |
| 5 | 12.00 | Menghadap Utara ($\pm 0^\circ$) |
| 6 | 13.00 | Menghadap Arah Barat ($\pm 20^\circ$) |
| 7 | 14.00 | Menghadap Arah Barat ($\pm 40^\circ$) |
| 8 | 15.00 | Menghadap Arah Barat ($\pm 60^\circ$) |
| 9 | 16.00 | Menghadap Arah Barat ($\pm 80^\circ$) |

bawah, pergerakan atau putaran dudukan sel surya itu digerakkan oleh motor yang mendapat tegangan serta perintah dari 4 buah sensor LDR yang memberi keluaran ke *software* Arduino uno setelah itu dilanjutkan ke *driver motor*.

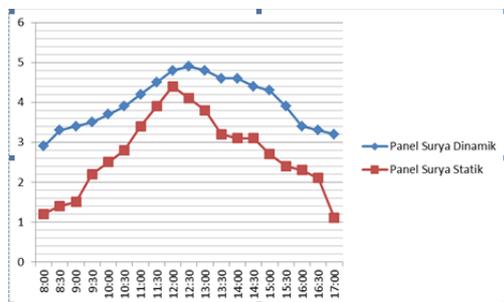


Gambar 12 Panel Surya Menghadap Timur

Maka dari hasil pengujian diatas didapat grafik sebagai berikut :



Gambar 10 Grafik Pembuatan Sistem Kendali



Gambar 11 Grafik Perbandingan Panel Surya Dinamis Dengan Statis Berdasarkan Daya [6]

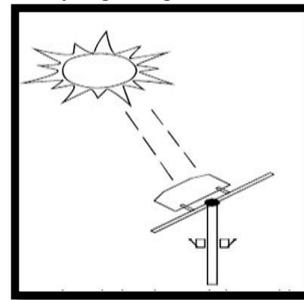
4. Pembahasan

Pergerakan panel surya dengan sudut dilakukan untuk melihat atau menganalisa pergerakan atau berjalannya sistem kendali yang telah dibuat, maka dalam simulasi ini sistem kendali dan sensor LDR dapat bekerja dengan baik sehingga didapat pergerakan panel mengikuti arah matahari berdasarkan waktu sebagai berikut :

4.1 Pergerakan

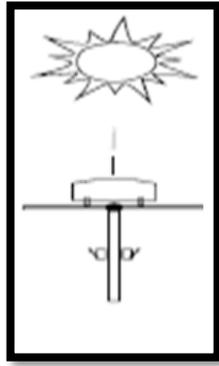
Pada pergerakan panel surya dibuat dudukan sel surya yang dapat bergerak ke atas dan ke

Ketika panel surya berada pada posisi terbit saat matahari mulai bergerak naik dan nantinya fokus cahaya matahari berada pada sensor, maka rangkaian LDR akan memberi *output* ke Arduino uno yang akan dilanjutkan ke *driver motor* untuk mengirimkan sinyal ke motor, untuk mencegah terjadinya kesalahan akibat ke dua sensor atau semua sensor mendapatkan cahaya secara bersamaan, maka dibuatlah rangkaian *interlocking* antara keempat sensor sehingga sensor LDR yang mendapat cahaya matahari lebih dulu yang akan memberi sinyal ke Arduino dan akan diproses lanjut ke *driver motor* untuk mengoperasikan motor sesuai rangkaian yang diinginkan.



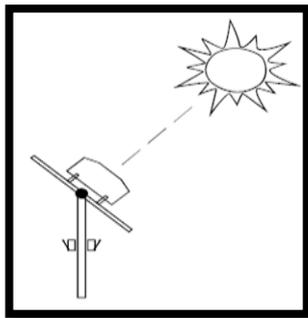
Gambar 13 Sinar Matahari Mengenai Dua Sekaligus

Proses tersebut akan terus bekerja selama matahari mengalami perpindahan posisi pada siang hari sampai sore matahari terbenam, sehingga perpindahan matahari dapat diikuti panel yang bergerak secara kontinyu sampai sel surya berada pada posisi barat yang sudah tidak dapat bergerak lagi karena sudah tidak ada cahaya dan menyentuh batas penggerak motor yang diberi *limit swift*.



Gambar 14 Panel Tegak Lurus Terhadap Matahari

Pada saat matahari sampai disebelah barat dan sel surya menyentuh batas penggerak motor, maka relay motor sebelah barat terputus sehingga kontak relay dan tegangan dari batrai akan menghentikan gerakan motor, kondisi ini akan terus berlangsung sampai matahari terbenam, dan ketika matahari terbenam arduino akan memberi perintah ke *driver motor* yang diteruskan ke motor servo untuk mengembalikan posisi panel surya keposisi awal matahari terbit arah timur.



Gambar 15 Panel Surya Arah Barat

5. Kesimpulan

Pembuatan sistem kendali posisi surya otomatis pada PLTS ini bertujuan agar panel surya mengikuti kemana posisi matahari secara otomatis dengan bantuan *software* Arduino Uno. Untuk itu dilakukan beberapa langkah dan metode sehingga alat bekerja dengan baik. Dari hasil yang diperoleh dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Pemanfaatan sistem kendali posisi surya otomatis pada panel surya dapat meningkatkan unjuk kerja panel dan meningkatkan daya listrik dengan keluaran rata-rata mencapai hampir 75% lebih besar dari panel surya statis.
2. *Microcontroller type* Arduino Uno yang digunakan pada sistem kendali pada penelitian ini dinilai cukup memadai dan berjalan dengan baik.
3. Dalam penggunaan posisi surya otomatis tipe ini masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut sehingga penyerapan sinar dan energi listrik yang dihasilkan mencapai optimal.

4. Penggunaan panel surya dengan sistem posisi surya otomatis ini diperoleh sistem kendali yang dapat bekerja maksimal atau bisa dikatakan sukses dalam melakukan proses pengendalian sehingga dapat memperoleh hasil arus yang maksimal.
5. Tegangan maksimal, kuat arus cahaya maksimal sehingga total daya listrik yang dihasilkan lebih besar.

Daftar Pustaka

- [1] Nurbarsanto.Sigit. 2017. Sun Tracking Otomatis pada Pembangkit Listrik Tenaga surya. Skripsi Sarjana. Program Studi Sarjana Teknik Mesin UNRI
- [2] Adi.Yulyanto P,dkk. 2013. “Perancangan Dan Simulasi Sistem Tracking Panel Surya Dua Derajat Kebebasan Menggunakan Metode Kendali Logika Fuzzy” *TRANSIENT, VOL.2, NO. 3, ISSN: 2302-9927, 464*. Universitas Dipenogoro, Semarang.
- [3] S.Sivasakhti M.E.Evinodha. E 2016 Automatic Solar Tracking System For Power Generation Using Microcontroller and Sensor. *International Conference on Exploration and Innovations in Engineering and Technologi*, trichy 621105, Tamilnadu. India
- [4] T. T. N. Khatib, A. Mohamed, R.J. Khan and N. Amin,2009 “A novel active sun tracking controller for photovoltaic panels”. *J. Applied Sci.*, 9, , pp. 4050 - 4055.World publishing.
- [5] Naibaho, 1994, Teknik Tenaga Listrik Tenaga Surya , Malang, PPPGT VEDC
- [6] Fajaryanto. Wahyu. 2017. Pengujian Panel Surya Statik Dan Dinamik Dengan Melakukan Perbandingan Daya *Output*.Skripsi Sarjana. Program Studi Sarjana Teknik Mesin UNRI