

SUN TRACKING OTOMATIS UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)

Sigit Nurharsanto¹, Adhy Prayitno²

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Riau, Kampus Bina Widya Panam, Pekanbaru, 28293

¹sigitnurharsanto@yahoo.co.id, ²adhyprayitno_hadi@eng.unri.ac.id

ABSTRACT

Electricity has been used by industry, offices, as well as for the general public and individuals that is greatly improved in demand source of the electricity can be obtained from solar energy converted into electrical energy by utilizing solar panels. The solar power can be utilized as an alternative electric energy, in utilizing this solar energy is by using a photovoltaic process, which converts directly solar energy into electrical energy.

An automatic sun tracking for solar power plants can be designed to meet the needs of large-scale households which people can be easily to use its technology, This technology can be designed using some basic instruments such as solar panels. LDR (Light Dependent Resistor), Arduino microcontroller, motor AC and Motor Drivers. Some components are assembled and programmed into a sun tracking device that is called sun tracking. In this research the sun tracking used an automatic motion which following the direction of sunlight using arduino uno brain. The sunlight on LDR sensor and direct motor driver gave the command "On" to a DC motor that would move the solar panel to always perpendicular to the arrival of sunlight. Therefore, the solar panels with automatic suntracking system in this research is obtained a control system that can work maximally in the process of controlling and revealed the maximum current.

Keywords : Microcontroller, LDR, DC Motor, Solar Panel, Photovoltaics

1. Pendahuluan

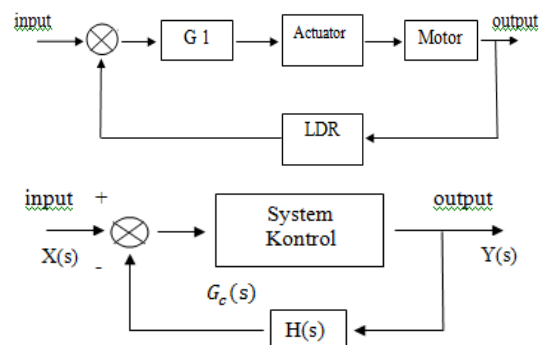
Listrik merupakan salah satu kebutuhan yang penting, Energi tersebut bisa didapat dari energi matahari yang dikonversikan menjadi energi listrik dengan memanfaatkan panel surya. Selain itu daya listrik masih banyak menggunakan bahan bakar seperti bahan bakar utama batu bara pada PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) dan PLTGU (Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap) yang menimbulkan polusi dan gas rumah kaca [1]. Dengan dasar inilah penulis mencoba untuk merancang sebuah pembangkit listrik dengan memanfaatkan energi matahari (*energy* surya). Dimana energi listrik tenaga surya ini dapat dimanfaatkan sebagai energi listrik alternatif yang dapat diaplikasikan untuk perumahan yang berada di daerah-daerah terpencil ataupun untuk keperluan lainnya. Dalam memanfaatkan energi surya ini Indonesia khususnya Pekanbaru dipilih karena merupakan negara tropis yang berada di jalur khatulistiwa [2]. Untuk memanfaatkan energi matahari ini penulis mencoba untuk menggunakan proses *photovoltaic* yang dapat mengkonversikan secara langsung energi surya menjadi energi listrik [3]. Pemanfaatan ini dapat dilakukan dengan menggunakan suatu bahan yang umum dinamakan dengan sel surya (*solar cell*). Sel surya ini mampu bekerja dengan optimal jika sel surya ini tetap mendapat sinar matahari penuh.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dapat dirancang sesuai kebutuhan dari skala rumah tangga sampai dari skala besar dengan teknologi yang mudah diadopsi oleh masyarakat. Permasalahan yang ada sekarang ini adalah *solar*

cell yang terpasang kebanyakan masih bersifat statis [4]. Hal ini menyebabkan penerimaan energi matahari tidak optimal, sehingga mendorong penulis untuk merancang suatu alat yang dapat membantu kapasitas penyerapan sinar matahari dengan menggunakan *Sun Tracking* otomatis untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang bersifat dinamis dengan menggunakan panel surya yang mampu mengikuti arah datangnya sinar matahari menggunakan 4 buah sensor LDR dengan *microcontroller* Arduino Uno [5].

2. Metodologi

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji eksperimental. Eksperimen dilakukan terhadap sistem mekanik dinamik kerangka dari kedudukan panel surya. Sehingga metode pengontrolan panel surya mencapai kondisi yang diinginkan yaitu permukaan panel surya tegak lurus (\perp) terhadap sinar matahari datang, pengontrolan sistem panel surya dalam diagram blok dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Blok Sistem Kontrol

$$LDR = H(s) \quad (\text{sinyal feedback})$$

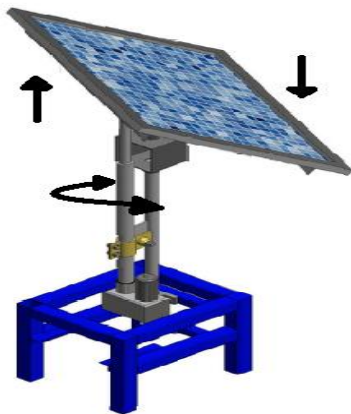
$$\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{G(cs)}{1 + G_c(s).H(s)} \quad \text{maka} \quad H = LDR$$

$$= \text{unity feedback} = 1$$

$$\frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{G(cs)}{1 + G_c(s)}$$

$$G_c(s) = G1 \times G2 \times G3 \quad \text{maka} \quad G_c(s) = \frac{Y_1}{input} \times \frac{Y_2}{Y_1} \times \frac{Y_0}{Y_2} = \frac{Y_0}{input}$$

Kerangka mempunyai gerak 2 derajat kebebasan, kerangka dapat bergerak pada putaran 180 derajat / kerangka arah putaran DoF seperti diilustrasikan pada Gambar 2. Untuk menggerakkan kerangka hidrolik dipergunakan motor penggerak parabola dan *power window*.

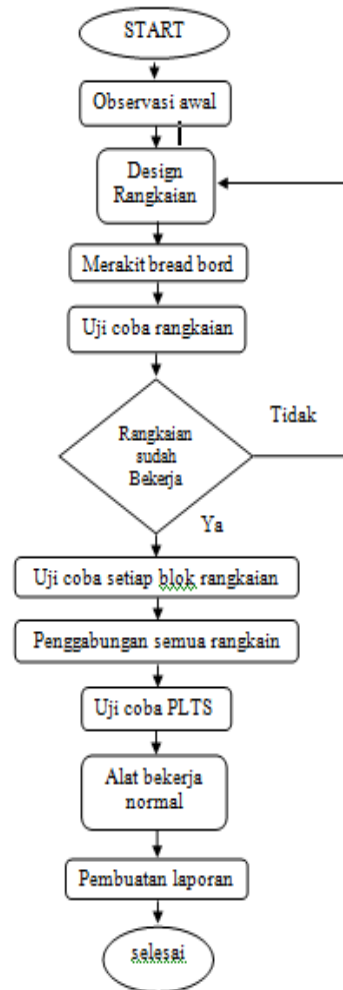


Gambar 2 Panel 2 Axis

Gerakan motor dikendalikan oleh *microcontroller* yang diprogram sesuai dengan tujuan penempatan posisi bidang panel surya terhadap sinar datang, pengukuran sudut sinar datang pada permukaan panel dilakukan sebagai upaya verifikasi fungsi kinerja mikrokontroler.

Sistem pengaturan posisi permukaan panel terhadap sinyal datang disebut dengan sun tracking, yakni dengan menggunakan sensor LDR, dimana LDR ini memberikan input pada mikrokontroler, pada penelitian ini digunakan 4 LDR yang ditempatkan pada 4 titik.

Mikrokontroler akan menggerakkan panel mengikut output LDR yang optimum dan system berasal dari output arus dari panel, sistem kerja panel surya dinamik dengan sun tracking diberikan dalam *Flowchart* pada Gambar 3.



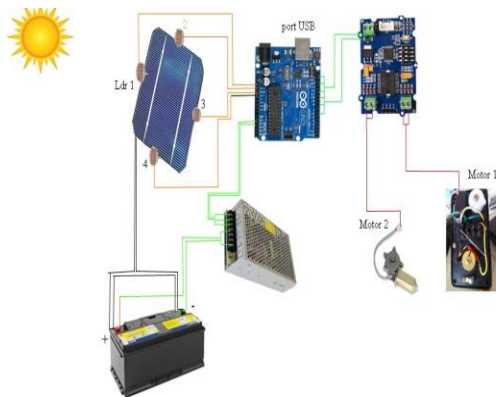
Gambar 3 Diagram Alir Pembuatan Simulasi PLTS

2.1 Perancangan Alat

Dalam pembuatan suatu alat agar mendapatkan kegunaan yang tepat dan bisa 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 dari Simulasi PLTS yang dibuat pada Gambar 1.

2.2 Prinsip Kerja PLTS yang dibuat

Cahaya matahari mengenai LDR yang kemudian LDR memberikan input pada mikrokontroler yang diteruskan ke Motor DC untuk menggerakkan *solar cell* untuk mengarah tegak lurus terhadap arah datangnya sinar matahari yang kemudian cahaya tersebut dikonversikan menjadi energi listrik secara optimal untuk kemudian energi disimpan ke baterai seperti Gambar 4.



Gambar 4 Skematik Rangkaian Sistem Kontrol.

2.3 Penentuan Komponen

Dalam pembuatan alat ini memerlukan pemilihan komponen yang tepat. Bila pemilihan komponen tidak tepat maka akan terjadi masalah pada kinerja alat yang akan dibuat. Dalam hal ini ketelitian dan toleransi dari komponen sangat mempengaruhi pada ketepatan kerja alat tersebut. Sedangkan untuk pemilihan komponen yang akan digunakan adalah jenis komponen yang mudah didapatkan di pasaran. Selain mudah juga memiliki nilai ekonomis sehingga dalam pembuatan peralatan tersebut tidak membutuhkan biaya yang mahal. Komponen penting yang digunakan dalam pembuatan PLTS ini antara lain.

1. Panel Surya

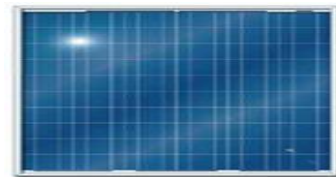
Panel surya *fotovoltaik* merupakan suatu integrasi dari rangkaian sel surya yang disusun secara seri dan paralel untuk mendapatkan besaran arus dan tegangan tertentu. Didalam penggunaannya modul surya dapat digabungkan secara seri atau paralel untuk memenuhi kapasitas pembangkitan.

Untuk menggabungkan modul sel surya ini perlu dilakukan pengetesan, dengan cara memilih modul surya yang mempunyai karakteristik listrik yang sama antara sel surya yang satu dan yang lain. Sedangkan untuk modul surya yang dapat dihubungkan secara paralel harus mempunyai tegangan hubungan terbuka (VOC), dan daya hasil maksimum (PMP) yang sama, demikian juga untuk modul hubungan seri harus mempunyai arus hubung singkat (ISC) dan daya hasil maksimum yang sama. Tetapi disini tidak dilakukan penggabungan modul, karena modul yang digunakan adalah 1 buah dengan tegangan nominal 17 Volt. Berikut adalah spesifikasi panel surya yang digunakan dalam perancangan PLTS ini adalah panel surya merk *SHARP* tipe *polycrystalline* dan model SP-50-p36.

- Daya Nominal 50 W
- Tegangan Nominal 17,6 Volt
- Arus Nominal 2.8 A

- Tegangan tanpa beban 22.5 Volt
- Arus hubung singkat 1.5 A

Gambar panel *Polycrystalline* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Panel *Polycrystalline*

2. Sensor

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 LDR.

LDR (*Light Dependent Resistor*) adalah jenis resistor yang biasa digunakan sebagai detector cahaya atau pengukur besaran konversi cahaya. *Light Dependent Resistor* terdiri dari sebuah cakram semikonduktor yang mempunyai dua buah elektroda pada permukaannya. LDR dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 LDR (*Light Dependent Resistor*)

3. 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 [6]. *Softwarena* memiliki bahasa program sendiri, sedangkan Arduino Uno adalah papan sirkuit berbasis mikrokontroler. IC (*integrated circuit*) ini memiliki 4 input/output, Koneksi USB, soket adaptor, *pin header* ICSP, dan tombol reset. Hal inilah yang dibutuhkan untuk mensupport mikrokontrol secara mudah terhubung dengan kabel *power USB* atau kabel *power supply* adaptor AC ke DC atau juga *battery* . sehingga Arduino Uno dipilih sebagai rangkaian pengontrol semua sistem. Arduino Uno diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Arduino Uno

4. Driver Motor

Driver Motor merupakan komponen yang berfungsi untuk mengkomunikasikan antara

kontroler dengan aktuator serta memperkuat sinyal keluaran dari kontroler sehingga dapat dibaca oleh aktuator. Dalam perancangan elemen kontrol ini *Driver Motor* yang akan digunakan adalah *Board TB6560* seperti terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Driver Motor

5. Actuator

Actuator adalah suatu peralatan yang terdiri dari perangkat elektronik dan mekanik yang terletak pada tiang penyanggah, yang berfungsi untuk menggerakkan dan mengarahkan antena parabola agar didapatkan posisi yang mengarah tepat kesatelit yang dikehendaki, namun pada penelitian ini *Actuator* berfungsi sebagai penggerak panel surya pada saat mencari posisi cahaya atau panas matahari, *actuator* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Actuator

6. Power Supply

Power Supply berfungsi sebagai penyuplai tegangan listrik langsung kepada komponen-komponen yang berada di dalam casing komputer. *Power Supply* juga berfungsi untuk mengubah tegangan AC menjadi DC. Input *power supply* berupa arus bolak-balik (AC) sehingga *power supply* harus mengubah tegangan AC menjadi DC (arus searah), *Power Supply* dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Power Supply

7. Baterai

Baterai Aki adalah media penyimpanan muatan listrik. Secara garis besar aki dibedakan berdasarkan aplikasi dan konstruksi. 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.

Secara konstruksi aki dibedakan menjadi tipe basah (konvensional, *flooded lead acid*), *sealed lead acid* (SLA), *valve regulated lead acid* (VRLA), gel, dan AGM (*absorbed glass mat*); dimana semuanya merupakan aki yang berbasis

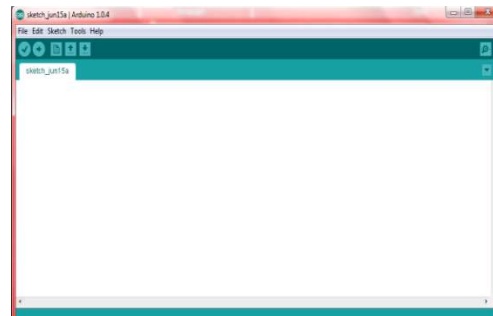
asam timbal (*lead acid*), baterai terlihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Baterai

2.4 Software sistem kontrol

Software pada sistem kontrol merupakan perangkat lunak (program komputer) yang digunakan untuk mengontrol pergerakan panel surya secara otomatis. *Software* tersebut selanjutnya akan di install pada perangkat computer dan bertindak sebagai *interface*. *Interface* merupakan perangkat lunak yang berfungsi mengkomunikasikan semua perintah yang mampu dibaca dengan baik oleh semua *hardware*. Dengan adanya *interface* atau program tanam pada Arduino maka panel surya akan bergerak sesuai dengan program yang telah didesain sebelumnya pada penelitian ini, yang digunakan sebagai *interface* adalah *Sketch_Jun151.Arduino 1.0.4*. Adapun tampilan program *Sketch* diperlihatkan pada Gambar 12.



Gambar 12 Interface Program

Dalam hal ini sistem kontrol berada di Arduino uno sebagai program tanam, untuk membuat sebuah program pergerakan panel di Arduino menggunakan bahasa pemrograman yang merupakan set tulis dengan menggunakan bahasa C atau C++ seperti terlihat pada Gambar 13.

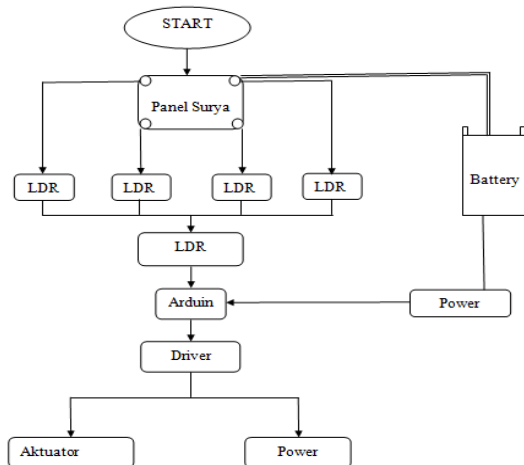


Gambar 13 Penulisan Program Arduino

3. Hasil

3.1 Skema atau Alur dari Proses System Control

Dari pembahasan maka dapat diambil dengan konsep sederhana dari sistem sel surya yang digunakan terdiri dari panel surya dengan menggunakan sistem rangkaian kontroler dan sensor cahaya yang mampu menggerakkan panel secara otomatis dengan menggunakan motor penggerak *actuator* parabola sebagai penggerak panel surya, sehingga mampu menghasilkan daya penyerapan arus 2 kali lebih efektif. Penjelasan ini dapat digambarkan sebagai *flowchart* proses pengontrolan panel surya dinamik Gambar 14.



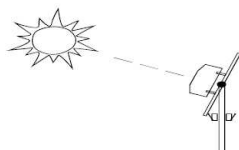
Gambar 14 Skema atau Alur Sistem Pengontrolan

3.2 Pergerakan Panel Surya

Pergerakan panel surya dengan sudut dilakukan untuk melihat atau menganalisa pergerakan atau berjalannya *system control* yang telah dibuat, maka dalam simulasi ini *system control* dan sensor LDR dapat bekerja dengan baik sehingga didapat pergerakan panel mengikuti arah matahari berdasarkan waktu.

1. Pergerakan

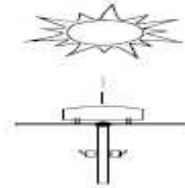
Pada mekanika modul sel surya dibuat dudukan untuk sel surya yang dapat bergerak naik dan turun atau atas dan bawah, pergerakan atau putaran dudukan sel surya itu digerakkan oleh motor yang mendapat tegangan serta perintah dari 4 buah sensor LDR yang memberi output ke Arduino dan dilanjutkan ke *Driver* motor, pergerakan Panel Surya ke arah Timur diperlihatkan pada Gambar 15.



Gambar 15 Panel Surya Arah Timur

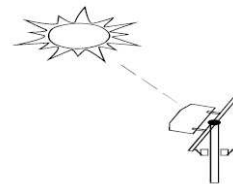
Ketika panel berada pada posisi awal saat matahari mulai bergerak naik dan nantinya fokus

cahaya matahari akan berada pada sensor, maka rangkaian LDR akan memberi keluaran output ke Arduino yang akan dilanjutkan ke driver motor untuk mengirimkan sinyal ke motor, untuk mencegah terjadinya eror akibat kedua sensor atau semua sensor menangkap cahaya secara bersamaan, maka dibuatlah suatu rangkaian *interlocking* antara keempat sensor tersebut, sehingga sensor LDR yang lebih dominan atau mendapat cahaya matahari lebih dulu yang akan memberi sinyal ke Arduino dan akan diproses lanjut ke *driver motor* untuk mengoperasikan motor sesuai rangkaian yang bekerja.



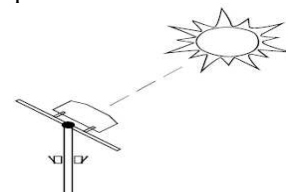
Gambar 16 Panel Tegak Lurus Terhadap Matahari

Proses ini akan terus berlangsung secara berulang selama matahari mengalami perpindahan posisi pada siang hari sampai sore hari hingga matahari terbenam, sehingga perpindahan matahari dapat diikuti oleh panel yang bergerak secara kontinu sampai sel surya berada tepat pada posisi barat yang sudah tidak dapat bergerak lagi karena sudah tidak mendapatkan cahaya dan panel menyentuh batas penggerak motor yang diberi *limit swift* [7].



Gambar 17 Panel Mengenal Batas Penggerak *Limit Swift* Arah Timur

Pada saat matahari sampai diposisi arah barat dan sel surya menyentuh batas penggerak motor, maka relay motor sebelah barat terputus sehingga kontak relay dan tegangannya dari baterai akan menghentikan gerakan motor, kondisi ini akan terus berlangsung sampai matahari terbenam, dan ketika matahari terbenam dan panel mengenai batas penggerak *limit swift*, maka Arduino akan memberi perintah ke driver motor yang diteruskan ke motor *power window* untuk mengembalikan posisi panel surya ke posisi awal matahari terbit arah timur diperlihatkan pada Gambar 17.



Gambar 18 Panel Arah Barat

2. Pergerakan Sudut Berdasarkan Waktu

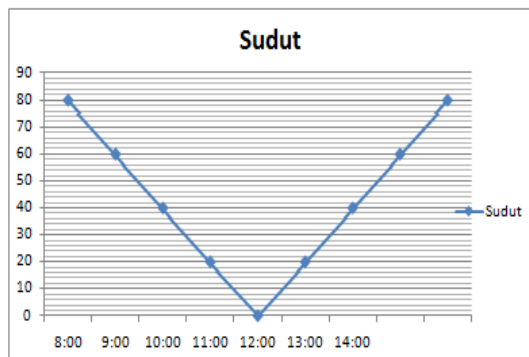
Tabel 1 merupakan hasil pergerakan panel berdasarkan pengukuran sudut setiap jam.

Tabel 1 Pengujian

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 Atas ($\pm 0^\circ$)
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 ($\pm 80^\circ$)

Dari pengujian pada Tabel 1 didapat hasil grafik sebagai disajikan pada Gambar 19.

Gambar 19 Hasil Pengujian Waktu Versus Posisi Panel Surya



Simpulan

Dari uraian sebelumnya dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. Pemanfaatan *sun tracking* otomatis pada pembangkit listrik tenaga surya dapat meningkatkan unjuk kerja panel dan meningkatkan daya listrik dengan keluaran rata-rata mencapai hampir 2 kali lebih besar dari panel surya statis
2. *Microcontroller* type Arduino uno yang digunakan pada sistem pengontrol *sun tracking* pada penelitian ini dinilai cukup memadai dan berjalan dengan baik.
3. Dalam penggunaan *sun tracking* tipe ini masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut sehingga

penyerapan sinar dan energi listrik yang dihasilkan mencapai optimal.

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

Saran

1. Perlu pengembangan lebih lanjut dalam hal desain untuk meningkatkan kehandalan peralatan.
2. Untuk pengembangan lebih lanjut, perlu dilakukan pengecekan dan dokumentasi peralatan sebelum dan sesudah pengujian sehingga dapat diketahui lebih dalam lagi dampak yang terjadi terhadap komponen dan hasil penelitian yang lebih baik.
3. Faktor ketelitian dan kehati-hatian perlu diperhatikan dalam merangkai alat

Daftar Pustaka

- [1] Putra, P.Y.A2007, Perancangan Dan Pembuatan Simulasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). UNDIKSHA.
- [2] Naibaho, 1994 Teknik Tenaga Listrik Tenaga Surya, Malang, PPPGT VEGT.
- [3] 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.
- [4] Suryana, D. Widyariset. 2016, Otomatisasi Pada Panel Surya Menggunakan Panel Surya *Tracking* Aktif Tipe *Single Axis*. Balai Riset Industri Surabaya Vol.2 No.1
- [5] S.Sivasakthi 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
- [6] Risal Fauzi 2014, Sistem Penggerak Panel Surya *Dual Axis* Berbasis *Microcontroller* Untuk Optimasi Konversi Energi Matahari. Institut Pertanian Bogor (IPB).
- [7] Firmansyah, Rancang Bangun Sistem Kontrol Penggerak Panel Sel Surya Berbasis Program *Mabble Logic Controller*, Jurnal Swateknologi Vol 2, No 2. Politeknik Swadharma.