

PV SOLAR TRACKER BERBASIS MATLAB / SIMULINK UNTUK OPTIMASI DAYA

Febin Midiatmoko¹, Yanu Shalahuddin², Mochtar Yahya³

^{1,2,3}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kediri Kediri

E-mail: *¹febinmidiatmoko@gmail.com, ²yanu@uniska-kediri.ac.id, ³mochtaryahya@uniska-kediri.ac.id

Abstrak – Tingkat Iradiansi matahari yang diterima Modul *Photovoltaic* (PV) Mempengaruhi besar kecilnya daya listrik yang dihasilkan. Iradiasi maksimal yang diterima Modul *Photovoltaic* disaat yang sama apabila sinar datang sejajar dengan garis normal. Pada umumnya *Solar Tracker* dikendalikan mikrokontroler arduino menggunakan *software arduino IDE*. Dalam penelitian ini diusulkan mengganti *software arduino IDE* dengan *MATLAB Simulink*. Sudut datang dari sinar matahari disensor menggunakan 2 sensor LDR. Hasil sensor diolah dan diproses dalam *Simulink* yang selanjutnya diumpankan pada servo untuk menggerakkan modul PV. Modul PV bergerak dalam *single axis*. Pengujian dilakukan diruang terbuka, dilakukan mulai pukul 08.00 - 16.00 WIB. Rata – rata hasil dari pengujian alat jika menggunakan solar tracker adalah 10,5 watt sedangkan jika pengujian alat dilakukan tanpa menggunakan *solar tracker* didapatkan rata- rata hasil 9,65 watt.

Kata Kunci — LDR, Matlab, PI Kontroller, PV Module, Simulink

Abstract – *The level of solar irradiance received by the Photovoltaic (PV) Module Affects the size of the electric power generated. Maximum irradiation received by the Photovoltaic Module at the same time if the incident ray is parallel to the normal line. In general, the Solar Tracker is controlled by an arduino microcontroller using the arduino IDE software. In this study it is proposed to replace the Arduino IDE software with MATLAB Simulink. The angle of view from sunlight is censored using 2 LDR sensors. The sensor results are processed and processed in Simulink which is then fed to the servo to drive the PV module. PV modules move in a single axis. Testing is done in an open space, carried out starting at 08:00 to 16:00 WIB. The average results of testing the tools if using a solar tracker is 10.5 watts, whereas if the testing of the tools is done without using a solar tracker the average yield is 9.65 watts.*

Keywords — LDR, Matlab, PI Controller, PV Module, Simulink

1. PENDAHULUAN

Kondisi lingkungan yang mempengaruhi besarnya daya keluaran panel surya adalah intensitas cahaya matahari, suhu, arah datangnya sinar matahari dan spektrum cahaya matahari [1]. *Solar tracking* sistem merupakan salah satu cara untuk mengoptimalkan penyerapan sinar matahari pada *Photovoltaic* (PV). Diantara cara yang digunakan untuk mengoptimalkan penyerapan matahari adalah dengan mengikuti pergerakan sinar matahari. Prinsip kerja dari *Solar Tracking* sistem yaitu PV akan bergerak sesuai dengan pergerakan sinar matahari. Manfaat dari *Solar Tracking* sistem yaitu untuk mengoptimalkan penyerapan sinar matahari yang di terima oleh PV dan akan menghasilkan penyerapan daya atau output yang paling optimal Cara kerja dari *Solar Tracking* sistem secara keseluruhan yaitu arah gerak matahari tersebut dapat diikuti oleh PV dengan cara mengindera perubahan arah cahaya yang dipancarkannya. Sensor-sensor cahaya yang digunakan pada beberapa penelitian terdahulu adalah fotodiode dan LDR [2]. Selanjutnya dari sensor tersebut akan diproses oleh sebuah sistem kontrol dan hasil dari sistem kontrol akan dikirim ke penggerak dari PV. Untuk menunjang gerak dari PV ada beberapa penelitian sistem tentang *Solar Tracker*.

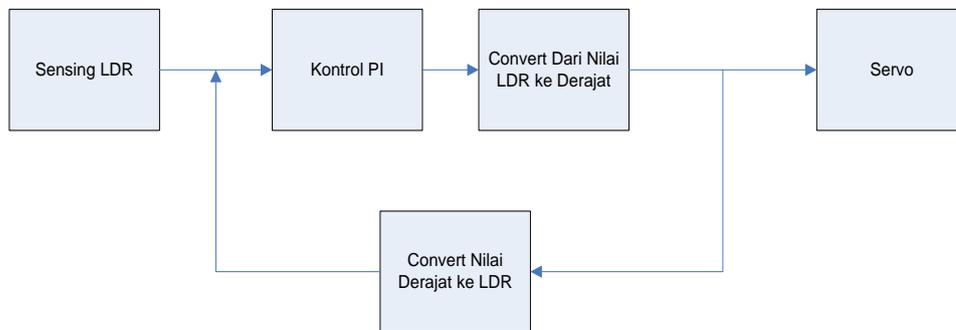
Pada penelitian M. Nuzuluddin dibuatlah sistem penjadwalan posisi panel surya supaya tegak lurus dengan matahari. Sistem tersebut terdiri dari beberapa komponen yaitu sensor gyro,

kompas, motor DC, mikrokontroler dan pergerakan motor DC dalam sistem ini ditentukan oleh penjadwalan lintasan sesuai dengan arah matahari yang sudah di buat [3]. Saat Pemasangan panel surya sejajar sumbu horizontal/dengan sudut kecil kurang dari 30° dari garis horizontal maka penerimaan radiasi matahari oleh panel surya tertinggi pada saat jam 12.00 yang akan menurun secara linier seiring berjalannya waktu menuju sore hari [4].

Pada penelitian ini diusulkan menggunakan *software Matlab Simulink* sebagai basis program pengendalian *solar tracker*. Model *Simulink* yang dibuat untuk menggantikan *script* program arduino IDE. Dengan judul *PV Solar Tracker* berbasis *Matlab /Simulink* untuk optimasi daya diharapkan sistem ini dapat mengoptimalkan gerak panel PV yang paling maksimal. Penelitian ini dilakukan menggunakan LDR sebagai sensor pada *Solar Tracker*, karena LDR lebih sensitif terhadap cahaya matahari dibandingkan dengan fotodiode [5]. Perancangan kontrol PI ini disimulasikan melalui MATLAB untuk menentukan besar parameter Kp, Ki.

2. METODE PENELITIAN

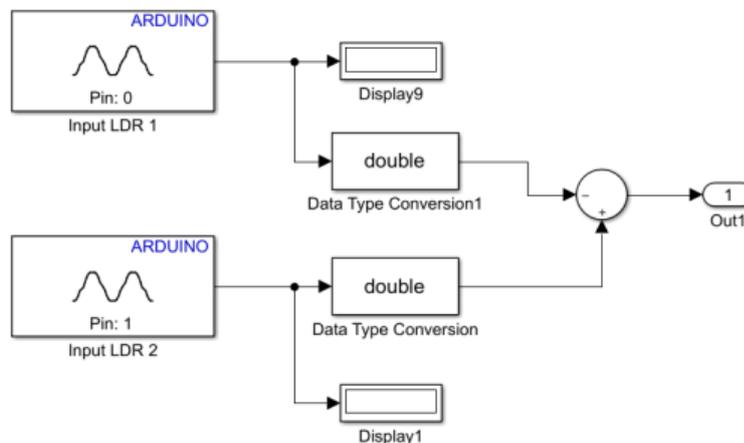
Tahapan pertama yang dilakukan adalah membuat pemodelan sistem pengontrolan *Solar Tracking* dengan sederhana seperti pada gambar 1 untuk menjadi acuan dalam melakukan simulasi.



Gambar 1. Perancangan Sistem

2.1. Sensing LDR

Dalam penelitian ini komponen yang berfungsi sebagai penangkap cahaya adalah sensor LDR. Selanjutnya hasil dari sensor masuk di pin A0 dan A1 pada *arduino uno*, lalu pada blok simulasi *input* dari sensor tersebut dikenali sebagai *input LDR1* lihat pada gambar 3. Fungsinya sebagai perantara masukan pin ADC mikrokontroler dengan aplikasi *Simulink*. Jika sudah maka bisa dibuat permodelan sistem seperti dibawah ini. Dimana *out 1* akan masuk kedalam kontroler.

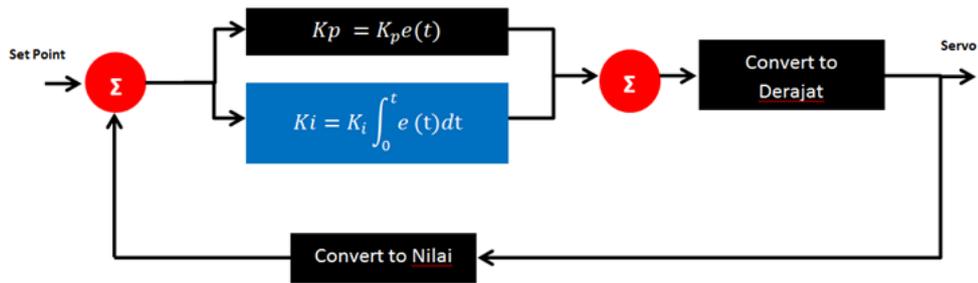


Gambar 2. Proses Pengambilan Nilai LDR

Dari gambar diatas *input* dari sensor LDR masuk kedalam blok *Input LDR 1* dan *Input LDR 2* setelah itu data dari sensor dirubah kedalam bentuk *double* yang sebelumnya uint16. Hasil dari perubahan sensor masuk kedalam blok *sum / pengurangan*. Didalam blok tersebut nilai akan dioperasikan dan hasil akan dikirim ke blok *control*.

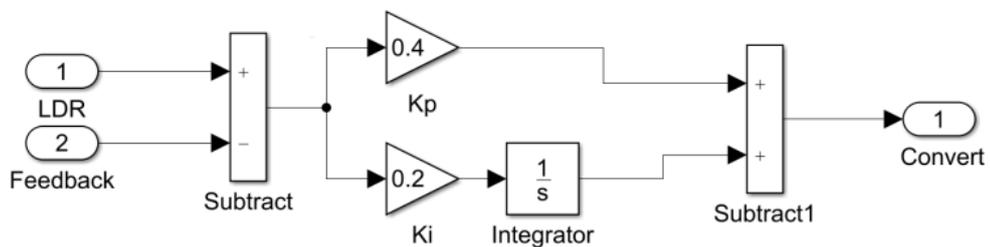
2.2. Model Kontroller Proportional Integral (PI)

Secara umum kontroller proportional (PI) terdiri dari *gain proportional* dan *Integral* (K_p , K_i), e adalah *error*, dan u merupakan nilai keluaran relatif terhadap waktu (t). Model Kontroller *Proportional Intergral* ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Blok Diagram Kontrol PI

Pemodelan kontrol PI yang akan digunakan pada simulasi ini ditunjukkan seperti pada Gambar 4. Didalam *PI Controller* terdapat sebuah tampilan berupa dua buah *gain* yang dimaksudkan sebagai masukan nilai kontrol *Proportional* dan *Integral*.



Gambar 4. Blok Rangkaian Kontroller PI

2.3. Model Blok Convert Nilai Dari LDR Ke Derajat

Pemodelan blok *convert* dari nilai LDR ke dalam bentuk derajat dimaksudkan agar nilai yang masuk ke dalam servo berbentuk derajat dari rentan $0^\circ - 180^\circ$. Pemodelan ini didapatkan dari perhitungan matematik dari sebuah tabel dibawah ini.

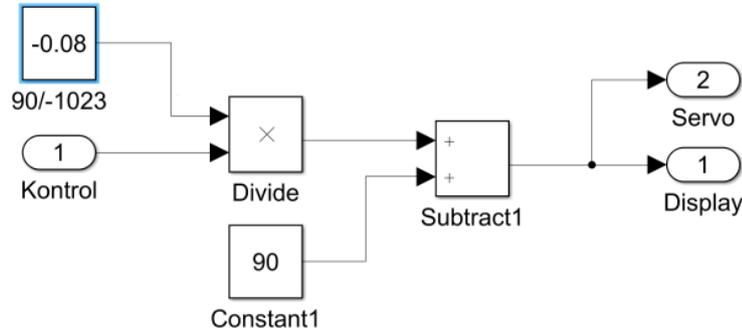
Tabel 1. Acuan Nilai

No	Nilai LDR	Sudut
1	1023	0
2	0	90
3	-1023	180

Berdasarkan tabel diatas bisa dibuat rumus matematik yang bisa merubah nilai LDR ke dalam bentuk sudut. Jika nilai yang keluar dari pengurangan LDR sebesar 1023 maka sudut yang harus dikeluarkan yaitu 0° , sedangkan jika hasil pengurangan kedua LDR menunjukkan nilai 0 maka nilai sudut yang harus dikeluarkan yaitu 90° , dan yang terakhir jika nilai hasil dari pengurangan LDR menunjukkan angka -1023 maka sudut yang harus dikeluarkan yaitu 180° Maka didapatkan rumus seperti dibawah ini.

$$(\theta) = \frac{90}{1023} \times \text{input LDR} + 90 \dots\dots\dots(1)$$

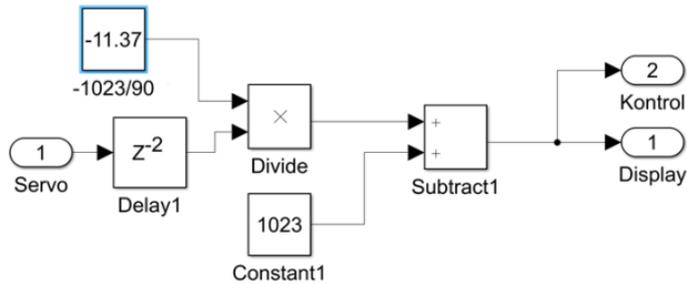
Pemodelan *convert* yang akan digunakan pada simulasi ini ditunjukkan seperti pada Gambar 5. Di dalam blok *convert* terdapat sebuah tampilan berupa dua buah *constan* yang dimaksudkan sebagai masukan nilai dari blok *convert*.



Gambar 5. Blok *Convert* Nilai ke Derajat

2.4. Model Blok *Convert* Nilai Dari Derajat Ke LDR

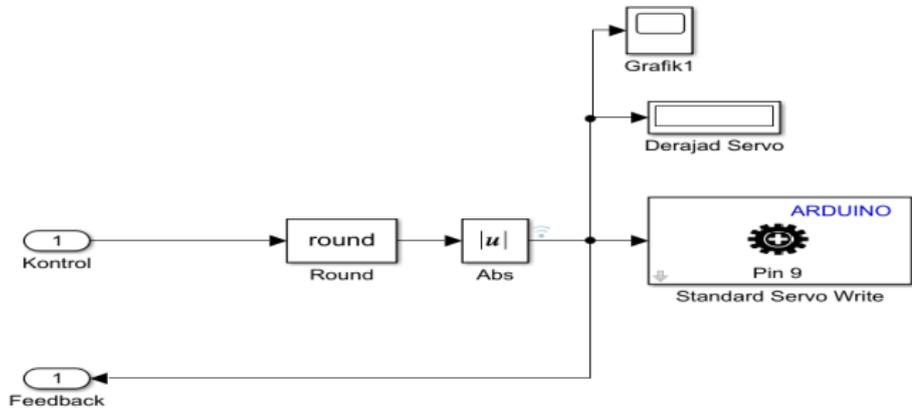
Pemodelan *convert* yang akan digunakan pada simulasi ini ditunjukkan seperti pada Gambar 6. Blok *convert* ini berfungsi sebagai penerima *input* dari derajat yang di keluarkan oleh blok *convert* sebelumnya. Dan akan diumpal balik ke dalam kontroler PI.



Gambar 6. Blok *Convert* Derajat ke Nilai

2.5. Blok *Output*

Pada blok ini merupakan permodelan output dari kontrol PID dan Blok *Convert*. Lalu Kontrol digunakan sebagai input pada blok servo dan feedback digunakan sebagai umpan balik pada kontrol PI.

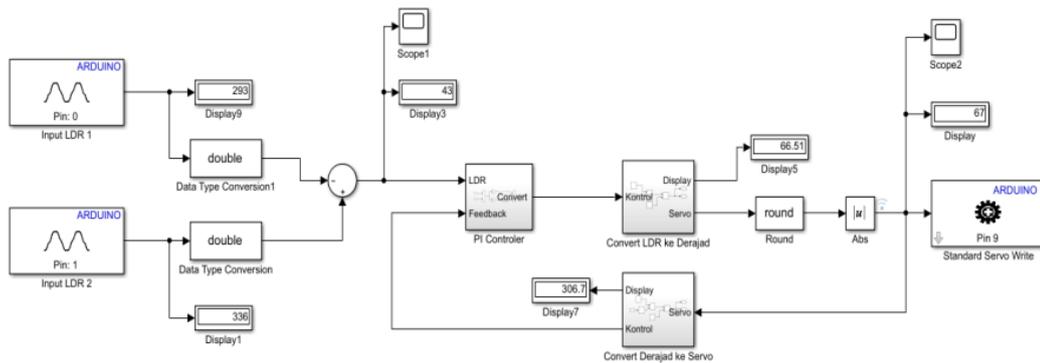


Gambar 7. Blok *Output*

Blok *Round* berfungsi sebagai blok pembulatan angka pada setiap keluaran. Sedangkan blok *abs* berfungsi untuk menjadikan nilai *output* bernilai positif. Lalu blok *Scope* digunakan sebagai penampil grafik setiap data keluaran. Dan terakhir blok *Standart Servo Write* yaitu sebagai blok komunikasi antara pin ADC *arduino* dengan aplikasi.

2.6. Hasil Perancangan Sistem

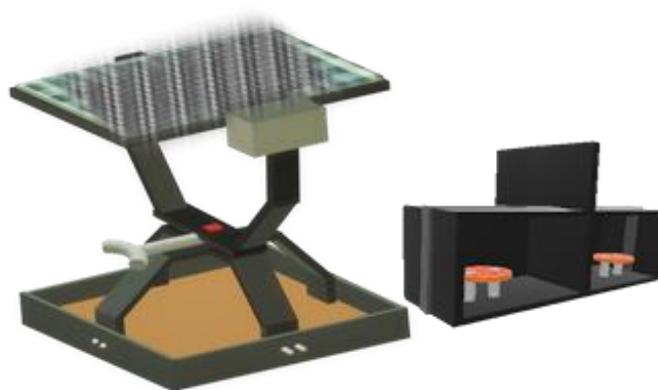
Hasil perancangan sistem merupakan hasil dari model *Solar Tracker* dan model penelitian yang sudah di buat dan dirancang di *Matlab Simulink* pada bagian sebelumnya. Hasil pengolahan nilai LDR, adalah nilai awal yang ditentukan untuk mengacu pada proses dan dimasukkan ke dalam kontrol PI. Nilai keluaran dari kontrol PI akan masuk ke dalam blok *convert* lalu akan dirubah ke dalam bentuk derajat. Dari hasil *convert* dalam bentuk derajat, kemudian akan dikirim ke servo. Nilai yang dikirim ke servo ini digunakan sebagai umpan balik untuk referensi nilai yang di proses kontrol PI.



Gambar 8. Blok Kontrol *Simulink*

2.7. Desain Mekanik

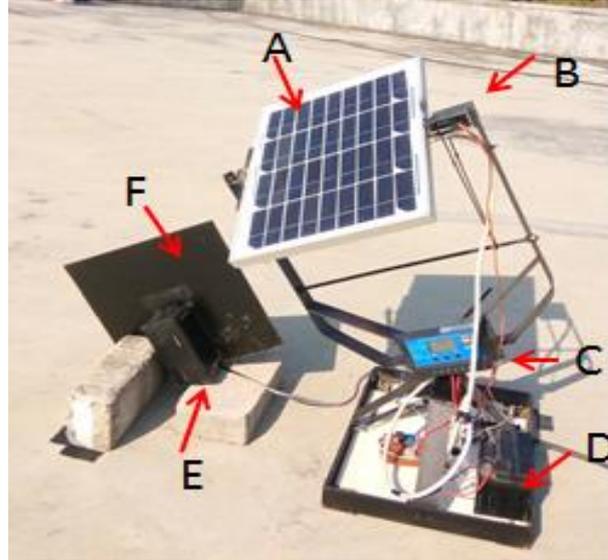
Sistem mekanik yang baik, mendukung pergerakan alat menjadi lebih baik, oleh karena itu perancangan mekanik dalam hal ini rangka alat *solar tracking* haruslah proporsional dengan bentuk panel surya yang akan digunakan. Material yang digunakan pada pembuatan rangka alat ini menggunakan bahan lempengan besi, panjang alat ini dari ujung depan sampai belakang 300 mm, untuk lebar alat sendiri antara 250 mm, sedangkan tinggi sekitar 700 mm, untuk bentuk dan dimensi alat dirancang secara proporsional dengan harapan alat dapat menopang panel surya dan kontroller lainnya dengan kuat dan gerak servo diharapkan menjadi lebih optimal. Dalam desain alat ini terdapat 2 buah sensor cahaya (LDR) yang terdapat, samping PV. Dengan harapan sensor kanan untuk navigasi solar tracking arah timur sedangkan sensor kiri untuk metode solar tracking arah barat.



Gambar 9. Bentuk Desain Alat *Solar Tracker*

2.8. Rancang Bangun Alat

Dengan menggabungkan seluruh rangkaian, bahan dan komponen maka diperoleh hasil bentuk alat seperti gambar 8. Pada model gambar 10 posisi sensor diletakkan secara terpisah, dikarenakan pada posisi terpisah dengan panel maka kondisi dari sensor akan lebih diam atau tenang. Selain itu pada sensor dibuat penghalang yang bertujuan untuk memberikan perbedaan nilai antara sensor satu dengan yang lain.



Gambar 10. Bentuk Desain Alat *Solar Tracker*

Keterangan gambar :

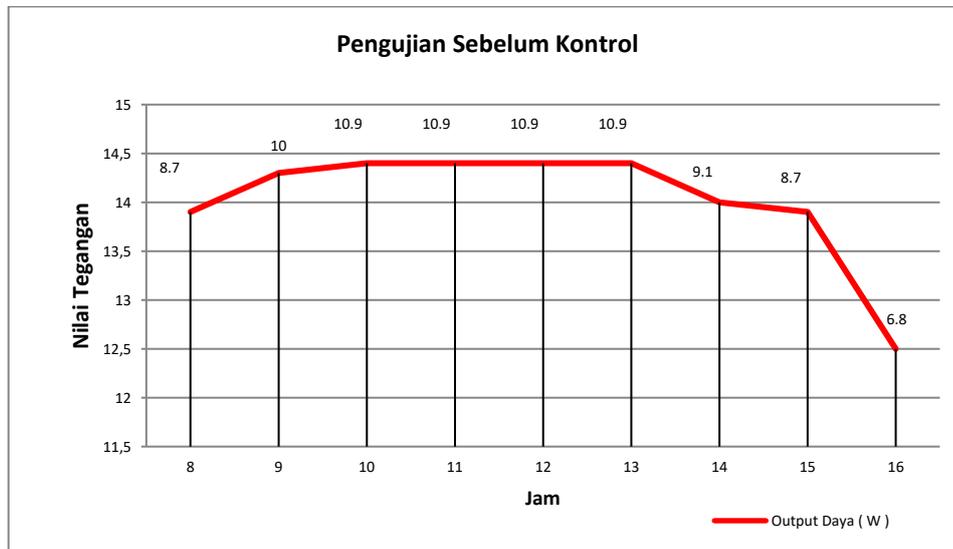
- A. Panel Surya
- B. Servo
- C. SCC (*Solar Charger Controler*)
- D. Akumulator (Aki)
- E. Tempat Sensor
- F. Penyekat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem dilakukan dengan melihat gerak alat terhadap sistem yang di terapkan selama selang waktu tertentu akan diamati sistem pada saat pemberian cahaya dan pergerakan cahaya. Pengujian dilakukan selama dua hari dan dilakukan diatas gedung G Universitas Islam Kadiri. Pengujian dilakukan dengan menutup sensor dengan plastik hitam, dikarenakan jika sensor tidak ditutup maka cahaya yang masuk pada sensor terlalu banyak sedangkan sensor LDR merupakan sensor yang sensitif terhadap cahaya apapun / menangkap semua cahaya. Dengan menggunakan penutup sensor dan matlab simulink dilakukan pengujian dengan kondisi – kondisi sebagai berikut.:

- A. Hasil uji alat sebelum memakai kontrol.
- B. Hasil uji alat dengan menggunakan kontrol.
- C. Hasil gerak alat dengan PI.
- D. Perbandingan daya

3.1. Hasil uji alat sebelum memakai kontrol



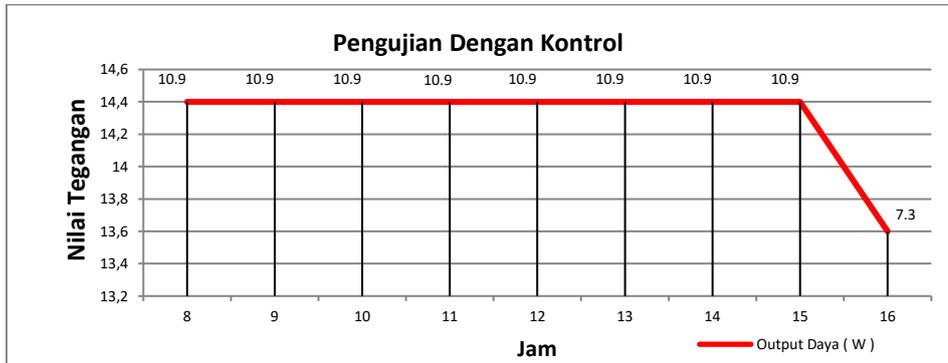
Gambar 11. Hasil Pengujian Alat Sebelum Memakai Kontrol

Gambar 11 merupakan hasil pengujian yang dilakukan pada jam 08.00 – 16.00 sore, dengan melakukan pengujian pada jam – jam diatas didapatkan hasil seperti gambar diatas. Pada gambar tersebut pada jam 08.00 pagi tegangan yang dihasilkan PV yaitu sebesar 13.9 V dan daya yang dihasilkan sebesar 8.7 W, pada pukul 09.00 tegangan yang dihasilkan mulai naik menunjukkan 14.3 V dan daya yang dihasilkan sebesar 10W. Tegangan yang dikeluarkan mulai stabil pada pukul 10.00 – 13.00 siang yaitu 14.4 V, pada saat pukul 14.00 tegangan mulai turun menunjukkan angka 14 V dengan daya sebesar 9.1W pada pukul 15.00 tegangan yang dihasilkan 13.9 V dengan daya 8.7W sedangkan pada pukul 16.00 tegangan yang dihasilkan oleh PV sebesar 12.5 V dengan daya 6.8W . Nilai tegangan didapatkan dari *output solar charger controller* (SCC). Untuk hasil nilai lebih jelasnya bisa dilihat dalam tabel dibawah ini

Tabel 2. Hasil Tanpa Kontrol

No	Jam	Tegangan (V)	Daya (W)
1	08.00	13,9	8.7
2	09.00	14,3	10
3	10.00	14,4	10.9
4	11.00	14,4	10.9
5	12.00	14,4	10.9
6	13.00	14,4	10.9
7	14.00	14	9.1
8	15.00	13,9	8.7
9	16.00	12,5	6.8

3.2. Hasil uji alat dengan menggunakan kontrol



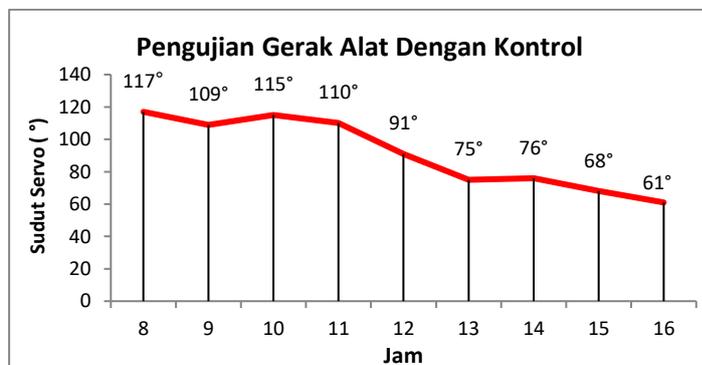
Gambar 12. Hasil Pengujian Alat Menggunakan Kontrol

Gambar diatas merupakan nilai tegangan dan daya yang dihasilkan oleh PV setelah alat diberi kontrol untuk Solar Tracking. Pengujian dilakukan pada pukul 08.00 – 16.00 sore didapatkan hasil seperti gambar 12. Pada gambar tersebut bisa dilihat bahwa pada jam 08.00 pagi tegangan yang dihasilkan yaitu sebesar 14.4 V dengan daya 10.9W atau bisa dibilang tegangan paling tinggi yang dihasilkan oleh PV. Pada pukul 09.00 – 15.00 sore tegangan menunjukkan angka 14.4 V dengan daya 10.9W atau bisa dibilang stabil sedangkan pada pukul 16.00 sore tegangan yang dihasilkan oleh PV mulai menurun yaitu sebesar 13.6 V dengan daya 7.3W. Nilai tegangan didapatkan dari *output solar charger controller (SCC)*.

Tabel 3. Perbandingan Tegangan Keluaran Sistem

No	Jam	Tegangan (V)	Daya (W)
1	08.00	14,4	10.9
2	09.00	14,4	10.9
3	10.00	14,4	10.9
4	11.00	14,4	10.9
5	12.00	14,4	10.9
6	13.00	14,4	10.9
7	14.00	14,4	10.9
8	15.00	14,4	10.9
9	16.00	13,6	7.3

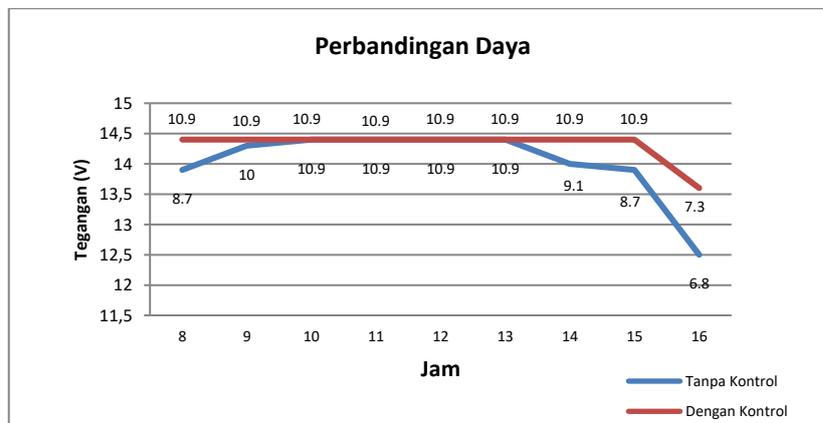
3.3. Hasil gerak alat dengan kontrol PI



Gambar 13. Hasil Grafik Gerak Servo Dengan Kontrol

Berdasarkan hasil simulasi pada gambar 13 memperlihatkan gerak gerak servo menggunakan kontrol dengan parameter $K_p = 0.4$ dan $K_i = 0.2$. Pada pengujian simulasi diatas dengan menggunakan *Matlab Simulink* dapat diketahui bahwa gerak servo pada saat pengujian dilakukan jam 08.00 pagi menunjukkan sudut 117° atau panel menghadap ke timur dan pada pukul 09.00 sudut turun ke 109° dikarenakan cuaca mulai redup. Pada pukul 10.00 matahari mulai terang lagi dan sudut servo menunjukkan angka 115° setelah pukul 10.00 siang sudut servo mulai mengalami penurunan dikarenakan matahari mulai bergerak ke arah barat. Semakin matahari menuju barat maka nilai dari servo semakin menurun. Sampai menunjukkan pukul 16.00 sore di akhir pengujian servo menunjukkan sudut 61° .

3.4. Perbandingan daya



Gambar 14. Perbandingan Daya

Gambar diatas menunjukkan data perbandingan antara *output daya Solar Tracker* dengan menggunakan kontrol PI dan tanpa menggunakan kontrol. Pengujian tanpa kontrol dilakukan dengan posisi panel surya diam tanpa melakukan pergerakan sedangkan pengujian dengan kontrol yaitu panel bergerak mengikuti arah sinar matahari dengan menggunakan metode kontrol PI. Terlihat pada pukul 08.00 daya yang dihasilkan dengan kontrol sebesar 10.9W, sedangkan tanpa kontrol menunjukkan 8.7W. Karena jika tidak menggunakan kontrol maka panel dihadapkan ke atas dan diam sepanjang waktu pengujian. Tegangan didapatkan dari *output SCC* dengan menggunakan kontrol dan tanpa kontrol.

Tabel 4. Perbandingan Hasil

No	Jam	Dengan Kontrol	Tanpa Kontrol	Dengan Kontrol	Tanpa Kontrol
		Tegangan (V)	Tegangan (V)	Daya (W)	Daya (W)
1	08.00	14,4	13,9	10,9	8,7
2	09.00	14,4	14,3	10,9	10
3	10.00	14,4	14,4	10,9	10,9
4	11.00	14,4	14,4	10,9	10,9
5	12.00	14,4	14,4	10,9	10,9
6	13.00	14,4	14,4	10,9	10,9
7	14.00	14,4	14	10,9	9,1
8	15.00	14,4	13,9	10,9	8,7
9	16.00	13,6	12,5	7,3	6,8
Rata – Rata Daya				10.5	9.65

4. KESIMPULAN

Berdasarkan perencanaan dan penelitian PV *Solar Tracker* Berbasis *Matlab/Simulink* Untuk Optimasi Daya ada beberapa kesimpulan, bahwa:

1. Pada umumnya pemrograman arduino hanya dapat dilakukan dengan menggunakan aplikasi arduino IDE, sedangkan dalam penelitian ini *software* IDE digantikan dengan *Matlab* dapat langsung memprogram arduino melalui *Simulink*.
2. Berdasarkan hasil pengujian panel surya tanpa menggunakan *solar tracker* didapatkan rata-rata hasil 9,65Watt sedangkan jika menggunakan metode *solar tracker* didapatkan rata-rata hasil 10,5 Watt.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Erwanto, T. Sugiarto, and others, "Sistem Pemantauan Arus Dan Tegangan Panel Surya Berbasis Internet of Things," *MULTITEK Indones.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–12, 2020.
 - [2] Roni Syafrialdi, dkk. (2015). Rancang Bangun Solar Tracker Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 Dengan Sensor LDR dan Penampil LCD. Jurusan FMIPA, Universitas Andalas
 - [3] M.Nuzuluddin, dkk. (2017). Simulasi Penjadwalan Posisi Panel Surya Dengan menggunakan Penegendali PI (Proportional, Integral, dan Derivative). Teknik Elektro fakultas teknik, Universitas Negeri Malang.
 - [4] Pangestuningtyas D.L, dkk. (2013). Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya Terhadap Radiasi Matahari Yang Diterima Oleh Panel Surya Tipe Larik Tetap. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang.
 - [5] Fajar, K., 2011, Analisis Efisiensi Sensor Cahaya (LDR, Photodiode, Dan Phototransistor) Pada Rancang Bangun Robot Pemadam Api, Skripsi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang
-