

**RANCANG BANGUN PENGGERAK PANEL SURYA  
SEBAGAI SUMBER ENERGI PERANGKAP SERANGGA PADA  
TANAMAN TIMUN**

Skripsi

Oleh  
Sigit Santoso



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2022**

## **ABSTRAK**

### **RANCANG BANGUN PENGGERAK PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI PERANGKAP SERANGGA PADA TANAMAN TIMUN**

**Oleh**

**Sigit Santoso**

Penanganan hama dan penyakit pada tanaman mentimun biasanya dilakukan dengan menggunakan pestisida. Penggunaan pestisida dalam jangka panjang dan berlebihan dapat berdampak pada kesehatan. Oleh karena itu diperlukan sebuah alat perangkat serangga dengan panel surya sebagai sumber listrik. Pemasangan panel surya biasanya dilakukan secara permanen yang menyebabkan tidak maksimalnya penyerapan energi matahari. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat penggerak panel surya dapat mengikuti arah matahari pada sudut tertentu, mengetahui kinerja panel surya dalam memenuhi kebutuhan energi listrik, serta menganalisis keakurasian dan stabilitas pergerakan panel surya. Pengambilan data dilakukan dengan pengujian kinerja alat di lapangan berdasarkan kecepatan respon servo, stabilitas alat, pengujian sudut panel surya, kapasitas dan waktu pemakaian baterai, kalibrasi dan validasi sensor cahaya LDR, konsumsi daya baterai, dan akurasi.

Hasil menunjukkan bahwa nilai kapasitas pemakaian baterai sebesar 18,51 Ah dengan waktu pemakaian 5 jam 48 menit dengan total beban 74,57 watt dan arus kerja alat 6,12 A. Respon servo paling cepat diperoleh pada kondisi tiang penopang sudut 90° dengan pergerakan sudut 90° ke 60°, dan 120° dengan kecepatan rata-rata 0,97 detik. Alat dalam kondisi paling stabil yaitu pada hari ke-2 tanpa beban. Nilai energi keluaran dari panel surya rata-rata diperoleh pada panel surya tanpa beban hari ke satu, dua, dan tiga berturut-turut 37,12 W, 21,75 W, dan 16,61 W, sedangkan pada panel dengan beban yaitu 13,46 W, 16,63 W dan 17,41 W. Nilai dari pengujian keakurasian sebesar 98,6%, 97,7% dan 98,1% pada panel surya tanpa beban hari ke-1, 2, dan 3 sedangkan untuk panel surya dengan beban pada hari ke-1, 2, dan 3 yaitu 100%, 96,9%, dan 95%. Pengukuran pergerakan panel surya menunjukkan bahwa sudut yang dibentuk oleh panel surya berbeda dengan sudut yang dibentuk servo.

**Kata Kunci:** Perangkat hama, panel surya, dan energi listrik.

## **ABSTRACT**

### **DESIGN A SOLAR PANEL DRIVE AS A SOURCE OF INSECT TRAP ENERGY IN CUCUMBER PLANTS**

By

Sigit Santoso

Handling pests and diseases in cucumber plants is usually done using pesticides. Long-term and excessive use of pesticides can have an impact on health. Therefore, an insect trap tool is needed with solar panels as a source of electricity. Installation of solar panels is usually carried out permanently which causes no maximum absorption of solar energy. The goal of the study is to make solar panel movers able to follow the direction of the sun at a certain angle, know the performance of solar panels in meeting electrical energy needs, and analyze the accuracy and stability of solar panel movements. Data capture is done by testing the performance of the tool in the field based on servo response speed, tool stability, solar panel angle testing, battery usage capacity and time, calibration and validation of LDR light sensors, battery power consumption, and accuracy.

The results showed that the battery usage capacity value was 18.51 Ah with a usage time of 5 hours 48 minutes with a total load of 74.57 watts and a working current of the tool of 6.12 A. The fastest servo response is obtained at the condition of the 90° angle support pole with an angular movement of 90° to 60°, and 120° with an average speed of 0.97 seconds. The tool is in the most stable condition that is on the 2nd day without burden. The energy value of the output of the average solar panel is obtained at solar panels without load day one, two, and three in a row are 37.12 W, 21.75 W, and 16.61 W, while on panels with loads of 13.46 W, 16.63 W and 17.41 W. The values of the accuracy tests were 98.6%, 97.7% and 98.1% on the 1st, 2nd, and 3rd day of unloaded solar panels while for solar panels with loads on days 1, 2, and 3, namely 100%, 96.9%, and 95%. Measurements of the movement of solar panels show that the angle formed by the solar panel is different from the angle that the servo is formed.

Keywords: Pest traps, solar panels, and electrical energy

**RANCANG BANGUN PENGGERAK PANEL SURYA  
SEBAGAI SUMBER ENERGI PERANGKAP SERANGGA PADA  
TANAMAN TIMUN**

**Oleh**

**Sigit Santoso**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNIK**

**Pada**

**Jurusan Teknik Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

Judul Skripsi : **RANCANG BANGUN PENGGERAK PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI PERANGKAP SERANGGA PADA TANAMAN TIMUN**

Nama Mahasiswa : **Sigit Santoso**

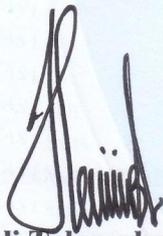
Nomor Pokok Mahasiswa : **1514071077**

Jurusan/PS : **Teknik Pertanian**

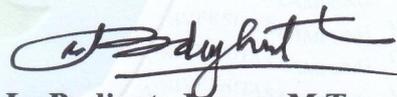
Fakultas : **Pertanian**

**MENYETUJUI**

1. **Komisi Pembimbing**

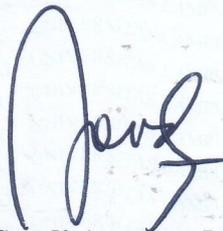


**Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc.**  
NIP 198803252015041001



**Ir. Budianto Lanya, M.T.**  
NIP 195805231986031002

2. **Ketua Jurusan Teknik Pertanian**



**Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.**  
NIP 1962101098901002

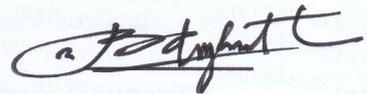
**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

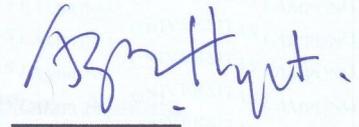
Ketua : **Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc.**



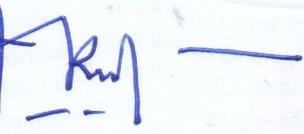
Sekretaris : **Ir. Budianto Lanya, M.T.**



Penguji  
Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**  
NIP 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **6 Juni 2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah **Sigit Santoso** NPM **1514071077**. Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc. dan 2) Ir. Budianto Lanya, M.T. berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 17 Juni 2022  
Yang membuat pernyataan



(Sigit Santoso)

NPM. 1514071077

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kibang Yakti Jaya, Kecamatan Lambu Kibang, Tulang Bawang Barat pada tanggal 01 Desember 1997, sebagai anak kesatu dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Royan dan Ibu Jinem. Penulis menempuh pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 2 Kibang Yakti Jaya pada tahun 2003 dan diselesaikan pada tahun 2009 dan pendidikan menengah pertama di SMPN 3 Lambu Kibang pada tahun 2009 – 2012 dan sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Pagar Dewa pada tahun 2012 – 2015.

Pada tahun 2015, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri. Pada tahun 2019, penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata Tematik periode I tahun 2019 di Desa Comok Sinar Jaya, Kecamatan Sungkai Barat, Lampung Utara selama 40 hari. Pada bulan Juli sampai Agustus 2018, penulis melaksanakan Praktik Umum di PT Ghaly Roeles Indonesia Kecamatan Kemiling Bandar Lampung dan menyelesaikan laporan PU dengan judul Mempelajari Proses Pengolahan Pasca Panen Ghalkoff (kopi robusta organik).

*Karya ini untuk*  
*Ibuku Jinem*  
*Ayahku Royan*  
*Adikku Fahmi Firmansyah dan Elvera Khoirun Nisa*

## SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, atas karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir perkuliahan dalam penyusunan skripsi ini dengan baik. Sholawat serta salam penulis taturkan kepada Nabi Muhammad SAW, yang senantiasa kita harapkan syafaat beliau dihari kiamat nanti.

Skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Penggerak Panel Surya Sebagai Sumber Energi Perangkap Serangga pada Tanaman Timun” merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Selama penyusunan skripsi ini banyak pihak yang memberikan bimbingan, bantuan, dukungan, serta motivasi kepada penulis. Untuk itu penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung;
3. Bapak Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc., selaku pembimbing pertama sekaligus Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan saran hingga penyusunan skripsi ini;
4. Bapak Ir. Budianto Lanya, M.T., selaku pembimbing dua yang telah memberikan bimbingan dan saran sehingga terselesaikannya skripsi ini;
5. Bapak Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P., selaku pembahas yang telah memberikan bimbingan dan saran sehingga terselesaikannya skripsi ini;

6. Ibu Jinem, Ayah Royan, dan adikku Fahmi Firmansyah dan Elvera Khoirun Nisa, atas kerja keras, doa, dan dukungan yang diberikan;
7. Seluruh Bapak dan Ibu dosen pengajar, staff administrasi dan laboratorium di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
8. Bambang, Riski, Fajar, Esa, dan Lina, yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini;
9. Keluarga Teknik Pertanian angkatan 2015 dan seluruh Civitas Akademika Jurusan Teknik Pertanian.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan Bapak, Ibu, dan rekan-rekan sekalian. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih, dan penulis berharap supaya skripsi ini nantinya dapat bermanfaat bagi penulis dan pihak-pihak yang membutuhkan.

Bandar Lampung,.....2022

Penulis

Sigit Santoso

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Manfaat Penelitian .....	3
1.5. Batasan Masalah .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Alat Perangkap Serangga .....	5
2.2. Matahari .....	6
2.3. Teknologi Penjejak Arah Datangnya Sinar Matahari .....	8
2.4. Solar Cell .....	9
2.5. <i>Light Dependent Resistor</i> .....	11
2.6. Motor Servo .....	12
2.7. Mikrokontroler .....	13
2.8. Baterai .....	14
2.9. Rujukan Penelitian .....	15
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Waktu dan Tempat .....	18
3.2. Alat dan Bahan .....	18
3.3. Metode Penelitian .....	18
3.4. Perancangan .....	20
3.4.1. Kriteria Desain .....	20
3.4.2. Rancangan Struktural .....	20

3.4.3. Rancangan Fungsional .....	22
3.4.4. Mekanisme Kerja Penggerak Panel Surya .....	25
3.5. Parameter Pengamatan .....	26
3.5.1. Panel Surya .....	26
3.5.2. Daya Baterai .....	27
3.5.3. Kalibrasi dan Validasi Sensor Cahaya LDR .....	27
3.6. Pengujian Alat .....	28
3.6.1. Akurasi .....	28
3.6.2. Kecepatan Respon Servo .....	29
3.6.3. Stabilitas Alat .....	30
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Hasil Rancang Bangun Penggerak Panel Surya .....	31
4.2. Hasil Perancangan Sistem Kendali .....	34
4.3. Sudut Panel Surya .....	36
4.4. Pengujian Panel Surya .....	40
4.5. Kapasitas dan Waktu Pemakaian Baterai .....	46
4.6. Kalibrasi Sensor Cahaya LDR .....	48
4.7. Validasi Sensor Cahaya LDR .....	49
4.8. Pengujian Alat .....	50
4.8.1. Konsumsi Daya Baterai .....	50
4.8.2. Akurasi .....	52
4.8.3. Kecepatan Respon Servo .....	55
4.8.4. Stabilitas alat .....	57
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan .....	61
5.2. Saran .....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	
Tabel 15 - 45 .....	67
Program Arduino .....	113
Gambar 19 – 31 .....	115

## DAFTAR TABEL

Tabel	<i>Teks</i>	Halaman
1.	Penggunaan Sistem Kontrol Dalam Bidang Pertanian .....	16
2.	Energi yang dibutuhkan untuk menggerakkan panel surya saat tiang penopang panel surya pada kondisi sudut 90° tegak lurus .....	35
3.	Energi yang dibutuhkan untuk menggerakkan panel surya saat tiang penopang panel surya pada kondisi sudut 70° ke selatan .....	35
4.	Energi yang dibutuhkan untuk menggerakkan panel surya saat tiang penopang panel surya pada kondisi sudut 110° ke utara .....	35
5.	Pengujian panel surya dengan beban 2,4 Watt .....	43
6.	Pengujian panel surya tanpa beban .....	43
7.	Pengujian panel surya dengan beban 5 Watt .....	43
8.	Data penggunaan beban listrik .....	46
9.	Nilai keakurasian tanpa beban .....	53
10.	Nilai keakurasian dengan beban 2,4 Watt .....	54
11.	Nilai keakurasian dengan beban 5 Watt .....	54
12.	Kecepatan respon servo tiang penopang panel surya pada kondisi sudut 70° ke selatan .....	55
13.	Kecepatan respon servo tiang penopang panel surya pada kondisi sudut 90° tegak lurus .....	56
14.	Kecepatan respon servo tiang penopang panel surya pada kondisi sudut 110° ke utara .....	56
<i>Lampiran</i>		
15.	Pengujian panel surya dengan beban 2,4 Watt Hari ke-1 .....	67
16.	Pengujian panel surya dengan beban 2,4 Watt Hari ke-2 .....	69
17.	Pengujian panel surya dengan beban 2,4 Watt Hari ke-3 .....	71
18.	Pengujian panel surya tanpa beban Hari ke-1 .....	73
19.	Pengujian panel surya tanpa beban Hari ke-2 .....	75
20.	Pengujian panel surya tanpa beban Hari ke-3 .....	77
21.	Pengujian panel surya dengan beban 5 Watt Hari ke-1 .....	79

22. Pengujian panel surya dengan beban 5 Watt Hari ke-2 .....	81
23. Pengujian panel surya dengan beban 5 Watt Hari ke-3 .....	83
24. Nilai LDR pada setiap sudut Hari ke-1 tanpa beban .....	85
25. Nilai LDR pada setiap sudut Hari ke-2 tanpa beban .....	86
26. Nilai LDR pada setiap sudut Hari ke-3 tanpa beban .....	87
27. Nilai LDR pada setiap sudut Hari ke-1 dengan beban 2,4 Watt .....	89
28. Nilai LDR pada setiap sudut Hari ke-2 dengan beban 2,4 Watt .....	90
29. Nilai LDR pada setiap sudut Hari ke-3 dengan beban 2,4 Watt .....	91
30. Nilai LDR pada setiap sudut Hari ke-1 dengan beban 5 Watt .....	93
31. Nilai LDR pada setiap sudut Hari ke-2 dengan beban 5 Watt .....	94
32. Nilai LDR pada setiap sudut Hari ke-3 dengan beban 5 Watt .....	96
33. Data kalibrasi sensor cahaya LDR .....	98
34. Data validasi sensor cahaya LDR .....	99
35. Data akurasi Hari ke-1 tanpa beban .....	100
36. Data akurasi Hari ke-2 tanpa beban .....	101
37. Data akurasi Hari ke-3 tanpa beban .....	102
38. Data akurasi Hari ke-1 dengan beban 2,4 Watt .....	103
39. Data akurasi Hari ke-2 dengan beban 2,4 Watt .....	104
40. Data akurasi Hari ke-3 dengan beban 2,4 Watt .....	105
41. Data akurasi Hari ke-1 dengan beban 5 Watt .....	106
42. Data akurasi Hari ke-2 dengan beban 5 Watt .....	107
43. Data akurasi Hari ke-3 dengan beban 5 Watt .....	108
44. Konsumsi daya baterai dengan beban 2,4 Watt .....	109
45. Konsumsi daya baterai dengan beban 5 Watt .....	111

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
1.	Diagram alir penelitian .....	19
2.	Rangkaian keseluruhan .....	21
3.	Penggerak panel surya .....	22
4.	Grafik kecepatan respon .....	29
5.	Rangkaian sistem kendali alat penggerak panel surya .....	32
6.	Alat penggerak panel surya bagian atas .....	33
7.	Alat penggerak panel surya .....	33
8.	Sudut yang dibentuk servo dan panel surya tanpa beban .....	37
9.	Sudut yang dibentuk servo dan panel surya dengan beban 2,4 watt .....	38
10.	Sudut yang dibentuk servo dan panel surya dengan beban 5 watt .....	39
11.	Intensitas cahaya matahari .....	41
12.	Energi atau daya keluaran dari panel surya .....	45
13.	Kalibrasi sensor cahaya LDR .....	48
14.	Validasi sensor cahaya LDR .....	49
15.	Pengukuran tegangan dengan beban .....	51
16.	Stabilitas alat tanpa beban .....	58
17.	Stabilitas alat dengan beban 2,4 Watt .....	59
18.	Stabilitas alat dengan beban 5 Watt .....	60
	<i>Lampiran</i>	
19.	Pengukuran sudut panel .....	115
20.	Pengukuran intensitas cahaya .....	115
21.	Pengukuran arus panel surya .....	116
22.	Pengukuran voltase aki .....	116
23.	Rangkaian tiang panel surya dan komponen-komponen penggerak .....	117
24.	Pengukur suhu ruangan, mikro servo 9g, dan sensor LDR .....	117
25.	Kotak rangkaian dan rangkaiannya .....	118

26. Katrol dan tali penghubung servo dengan panel surya .....	118
27. Solar control charge .....	119
28. Aki penyuplai daya .....	119
29. Kemiringan tiang panel surya 110° ke Utara .....	120
30. Kondisi sedikit berawan .....	120
31. Sekematik alat .....	121

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Menurut Data Badan Statistik (BPS) (2017) telah terjadi penurunan produksi mentimun di Indonesia dari tahun 2010 -2015. Pada tahun 2010 produksi mentimun secara nasional yaitu sebesar 547.141 ton, 2011 yaitu 521.535 ton, 2012 yaitu 511.525 ton, 2013 yaitu 491.636 ton, 2014 yaitu 477.989 ton, dan 2015 yaitu 447.696 ton. Salah satu faktor yang mempengaruhi penurunan produksi mentimun di Indonesia yaitu serangan hama dan penyakit pada tanaman. Menurut Suyanto, (1994) dalam Rahmi, dkk (2019) hama yang sering menyerang tanaman mentimun yaitu oteng-oteng tau kutu kuya (*Aulucovhora similis Oliver*), ulat tanah (*Agrotisipon*), lalat buah (*dacuccurbitae Coq*), dan kutu daun (*Aphsgossypii cover*). Sedangkan penyakit yang sering kali muncul antara lain busuk daun (*Dauny mildew*), penyakit embun tepung (*puwderimildew*), antraknose, bercak daun, virus, dan kudis. Penanganan hama dan penyakit telah dilakukan oleh petani salah satunya yaitu dengan menggunakan pestisida. Namun penggunaan pestisida dalam jangka panjang dan berlebihan dapat berdampak pada kesehatan. Oleh karena itu diperlukan sebuah alat perangkap serangga dengan panel surya sebagai sumber listrik.

Alat perangkap serangga pada umumnya menggunakan lampu sebagai alat untuk menarik serangga, karena salah satu sifat serangga yaitu memiliki ketertarikan terhadap cahaya. Lampu pada alat perangkap serangga dapat dirubah-rubah sesuai dengan serangga yang akan terpicat. Penggunaan alat perangkap serangga menggunakan lampu ini lebih ramah lingkungan dari pada menggunakan pestisida, penyebab tidak ramah lingkungan ini dikarenakan penguraiannya yang cukup lama dan menyebabkan tertumpuknya pestisida. Penggunaan lampu sebagai pemikat tidak membuat dampak negatif pada tanaman dan lingkungan, hal

inilah yang menjadikan lampu sebagai alat perangkap serangga yang sering digunakan.

Penggunaan alat perangkap serangga menggunakan lampu tidak terlepas dari energi yang digunakan untuk menghidupkannya yaitu listrik. Sumber energi listrik pada bidang pertanian bisa didapatkan dari berbagai cara dari yang tidak ramah lingkungan seperti generator sampai yang ramah lingkungan seperti panel surya. Penggunaan panel surya pada bidang pertanian ini lebih banyak dipilih dikarenakan penggunaannya yang ramah lingkungan dan biaya yang tergolong lebih ekonomis dari pada generator. Penggunaan panel surya ini juga mengganti sumber energi listrik dari perusahaan-perusahaan pada lahan pertanian dikarenakan jauhnya jarak dari sumber energi.

Untuk mengatasi permasalahan yang ada diatas, ada beberapa solusi yang telah ditemukan. Salah satunya adalah teknologi sel surya yang menggunakan energi matahari sebagai sumber energi yang akan dirubah menjadi energi listrik. Pemakaian panel surya ini sangat ramah lingkungan dan mengurangi ketergantungan dengan bahan bakar fosil. Cahaya matahari sendiri sangat cocok dimanfaatkan di perkebunan yang ada di Indonesia, cahaya yang ada di perkebunan Indonesia sangat banyak untuk dimanfaatkan. Radiasi yang masuk dan diterima permukaan bumi adalah hal dasar bagi aplikasi sel surya karena radiasi matahari adalah masukan dari sel surya yang akan dikonversi menjadi listrik.

Pada pemasangan panel surya, biasanya kita hanya memasangnya secara permanen. Pemasangan panel surya secara permanen ini dapat menyebabkan penyerapan sinar matahari yang belum maksimal, pemanfaatan sinar matahari yang kurang maksimal disebabkan oleh Bumi bergerak mengelilingi matahari. Pergerakan Bumi ini selalu berada pada sudut-sudut tertentu pada waktu tertentu juga. Untuk mengurangi adanya penyerapan sinar matahari yang masih kurang maksimal, maka diperlukan panel surya yang bisa bergerak mengikuti arah datangnya sinar matahari.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Jauhnya sumber listrik industri menyebabkan kurangnya energi listrik pada alat perangkap serangga sehingga meningkatkan hama pada tanaman timun. Hama pada tanaman timun adalah salah satu masalah serius dalam penurunan produksi tanaman timun. Diharapkan dengan panel surya yang bergerak mengikuti sudut yang telah ditentukan dan terpasang pada alat perangkap serangga ini dapat memenuhi kebutuhan listrik serta meningkatkan produksi timun. Rumusan masalah dari perancangan panel surya sebagai sumber energi perangkap serangga pada tanaman timun adalah

- 1) Bagaimana pengaruh panel surya terhadap alat penangkap serangga pada tanaman timun.
- 2) Apakah panel surya dapat memenuhi kebutuhan energi listrik pada alat perangkap serangga.

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Membuat penggerak panel surya agar mengikuti arah matahari dengan sudut yang telah ditentukan.
- 2) Mengetahui kinerja panel surya dalam memenuhi kebutuhan energi listrik pada alat perangkap serangga hasil rancangan.
- 3) Menganalisis keakurasian pada panel surya
- 4) Menganalisis stabilitas pergerakan panel surya.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Alat ini digunakan untuk pemanfaatan energi matahari secara maksimal sebagai alternatif untuk memenuhi kebutuhan energi pada alat perangkap serangga sehari-hari serta digunakan untuk modul pembelajaran mahasiswa Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

### **1.5. Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

- 1) Energi listrik yang dihasilkan pada panel surya hanya dikhususkan untuk alat perangkat serangga.
- 2) Pengujian alat dilaksanakan di kebun timun Korpri Raya Sukarame Bandar Lampung, Lampung.
- 3) Panel surya dibuat untuk mengatasi kekurangan energi listrik pada perkebunan timun.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Alat Perangkap Serangga

Alat perangkap hama adalah suatu alat untuk menangkap hama yang biasanya menggunakan lampu pada malam hari karena memanfaatkan sifat ketertarikan serangga malam pada cahaya. Perkembangan alat perangkap hama bisa digunakan untuk *monitoring* keberadaan dan populasi hama disekitar lokasi yang dipasang. Tindakan preventif secara lebih dini agar resiko kerusakan yang lebih besar dapat dihindari. Hama yang tertangkap oleh alat perangkap hama dapat dijadikan indikator datangnya hama di lokasi pertanaman, sehingga alat perangkap dapat dijadikan alat *monitoring*, dan mereduksi hama (Cahyono dan Nurmahaludin, 2015).

Alat perangkap lampu merupakan alat perangkap serangga yang menggunakan cahaya lampu sebagai pemikatnya. Penggunaan lampu ini membuat para serangga akan mendekati alat perangkap serangga pada malam hari. Penggunaan alat perangkap lampu ini sangat efektif untuk serangga yang dapat terbang, karena serangga menyukai cahaya lampu pada saat malam hari. Alat ini biasanya diletakkan di daerah persawahan dengan ketinggian 1 – 2 meter dari tanah, alat ini biasanya digunakan untuk mengatasi hama ngenat (Pertiwi, dkk, 2013)

Perangkap serangga menggunakan warna kuning untuk salah satu pemikat, untuk pemasangan pemikat pada siang hari penggunaan warna kuning sangat efektif. Menurut hasil pengamatan yang dilakukan oleh (Hakim, dkk, 2016) menunjukkan bahwa jumlah dan jenis serangga yang tertangkap pada media kertas berwarna kuning lebih banyak ketimbang kertas warna hijau, dan warna merah. Penggunaan warna kuning, hijau, dan merah tidak menunjukkan adanya ketertarikan khusus pada suatu serangga yang spesifik. Ketertarikan serangga

pada warna disebabkan oleh pemantulan cahaya kesegala arah dan banyak serangga tumbuhan menanggapi positif pola pengulangan cahaya dari tanaman inang.

Perangkap serangga menggunakan warna cahaya biru sebagai pemikat biasanya digunakan pada kondisi malam hari. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Faradila, dkk, 2020) tentang penggunaan cahaya lampu sebagai pemikat pada malam hari menunjukkan bahwa warna biru dapat memikat hingga 66,6% dibandingkan dengan kuning, putih dan merah. Jenis-jenis warna lampu pada perangkap cahaya berpengaruh terhadap jumlah individu serangga malam yang terperangkap.

Perangkap menggunakan bahan kimia berupa atraktan memiliki fungsi untuk menekan hama lalat buah, lalat buah ini adalah hama utama pada tanaman hortikultura. Lalat buah menggunakan isyarat kimia dan visual untuk menemukan inangnya, isyarat bau dari buah, dan atraktan sintetik dapat memikat lalat buah dan mendeati bahan tersebut. Pada umumnya pengaplikasian perangkap atraktan ini dengan cara meneteskan atraktan metal euganol pada kapas, lalu diletakan di bagian dalam botol perangkap (Hasyim, dkk, 2010)

## **2.2. Matahari**

Potensi energi matahari di Indonesia sangat besar dengan insolasi harian rata-rata yaitu 4,5-4,8 KWh/m<sup>2</sup>/hari karena merupakan daerah tropis. Energi listrik yang dihasilkan sel surya sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari yang diterima oleh sistem. Radiasi sinar matahari pada siang hari mencapai 1000 Watt/m<sup>2</sup>. Modul sel surya mampu memberikan tenaga listrik sebesar 100 Watt apabila piranti semikonduktor seluas 1 m<sup>2</sup> memiliki efisiensi 10%. Modul sel surya komersial memiliki efisiensi berkisar antara 5% hingga 15% tergantung material penyusunnya. Tipe silikon kristal merupakan jenis piranti sel surya yang memiliki efisiensi tinggi meskipun biaya pembuatannya relatif lebih mahal dibandingkan jenis sel surya lainnya. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS)

sebenarnya tergantung pada efisiensi konversi energi dan konsentrasi sinar matahari yang diterima sel tersebut (Yuliananda, dkk, 2015).

Setiap tahun jarak antara Bumi dengan Matahari bervariasi, antara  $1,47 \times 10^8$  km sampai dengan  $1,52 \times 10^8$  km. Jarak antara Bumi dengan Matahari ini mengakibatkan besar pancaran  $E_0$  naik turun antara  $1.325 \text{ W/m}^2$  -  $1.412 \text{ W/m}^2$ . Hasil nilai rata-ratanya disebut sebagai *solar constant* (konstanta matahari) dengan nilai  $E_0 = 1367 \text{ W/m}^2$  (Azarin B.F., 2016). Energi matahari merupakan sumber energi utama untuk proses–proses yang terjadi di Bumi seperti proses fisika dan biologis di Bumi. Radiasi merupakan suatu proses perambatan energi (panas) dalam bentuk gelombang elektromagnetik yang tanpa memerlukan zat perantara. Energi matahari sampai ke permukaan Bumi dengan cara radiasi (pancaran), karena diantara Bumi dan Matahari terdapat ruang hampa (tidak ada zat perantara), sedangkan gelombang elektromagnetik adalah suatu bentuk gelombang yang dirambatkan dalam bentuk komponen medan listrik dan medan magnet, sehingga dapat merambat dengan kecepatan yang sangat tinggi dan tanpa memerlukan zat atau medium perantara. Dari sekian banyak energi yang dikeluarkan Matahari yang sampai ke Bumi melalui proses perambatan tadi kemudian diserap oleh Bumi. Energi yang diserap ini akan menyebabkan suhu dari Bumi akan naik. Suhu bumi yang hangat atau panas ini akan memancarkan sebagian energinya, sehingga energi yang diterima Bumi sama dengan energi yang diserap Bumi ditambah dengan energi yang dipancarkan Bumi (Rusman, 2015).

Matahari memancarkan energi ke Bumi dalam bentuk radiasi elektromagnetik. Besarnya radiasi yang di pancarkan Matahari hanya sekitar 50% yang dapat diserap oleh Bumi. Menurut pengukuran yang telah dilakukan oleh badan luar angkasa Amerika Serikat NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) melalui misi ruang angkasanya pada tahun 1971, diperoleh data tentang besaran konstanta Matahari yang harganya sama dengan  $1353 \text{ Watt/m}^2$ . Dari besaran tersebut 7,85% atau  $105,8 \text{ Watt/m}^2$  dipancarkan melalui sinar ultraungu (*ultraviolet*), 47,33% atau  $640,4 \text{ Watt/m}^2$  dipancarkan dalam bentuk cahaya tampak (*visible*), dan 44,85% atau  $606,8 \text{ Watt/m}^2$  dipancarkan oleh sinar

inframerah (*infrared*). Pada dasarnya energi radiasi yang dipancarkan oleh sinar matahari ke Bumi memiliki besaran yang tetap (konstan), tetapi karena peredaran Bumi mengelilingi Matahari dalam bentuk elips maka besaran konstanta matahari bervariasi antara  $1308 \text{ Watt/m}^2$  dan  $1398 \text{ Watt/m}^2$ . Dengan berpedoman pada luas penampang Bumi yang menghadap Matahari dan yang berputar sepanjang tahun, maka energi yang dapat diserap oleh Bumi besarnya adalah  $751 \times 10 \text{ kW/jam}$  (Napitupulu, dkk, 2017).

### **2.3. Teknologi Penjejak Arah Datangnya Sinar Matahari**

Posisi dan kemiringan solar cell terhadap arah datangnya matahari dapat mempengaruhi jumlah energi yang diterima. Energi matahari tidak akan bisa dimanfaatkan secara maksimal jika dipasang secara permanen, menyebabkan energi listrik yang dihasilkan tidak maksimal. Solar cell yang tegak lurus dengan matahari yang mampu menghasilkan energi maksimum  $\pm 1000 \text{ W/m}^2$  atau  $1 \text{ kW/m}^2$  (Rahayani, dkk, 2015).

Solar *cell* yang umum digunakan di masyarakat yaitu panel surya diam (*static*). Kelemahan dari solar *cell* statis ini yaitu kurang maksimal mendapatkan intensitas cahaya matahari dikarenakan permukaan panel surya tidak tegak lurus dengan arah datang sinar matahari. Idealnya, sebuah panel surya agar dapat menghasilkan arus listrik yang maksimal harus selalu berada dalam keadaan setimbang yakni cahaya yang datang sejajar atau tegak lurus dengan permukaan bidang.

Inovasi teknologi panel surya yang menggunakan sensor pelacak cahaya berbasis mikrokontroler dapat digunakan untuk mengatasi kurangnya penerimaan sinar matahari secara maksimal. Inovasi ini dilengkapi dengan sensor pelacak cahaya (LDR) untuk memberikan informasi kepada mikrokontroler sebagai pengendali utama. Informasi intensitas cahaya yang dikirim tersebut kemudian dibaca dan dibandingkan lewat perangkat lunak (*software*). Input ini membuat mikrokontroler mengeluarkan pulsa output yang akan menggerakkan panel surya dengan motor stepper sehingga akan bergerak mengikuti arah datang sinar matahari secara otomatis. (Harjunowibowo, 2010). Penelitian yang telah

dilakukan (Syafrialdi, dkk, 2015) mengatakan bahwa pengujian pada sel surya Amorphous 10 V/30 mA berdimensi 7 cm x 5,5 cm diketahui bahwa penggunaan solar tracker dapat meningkatkan tegangan keluaran sel surya hingga 11,53% dibandingkan yang statis.

#### 2.4. Solar Cell

Solar Cell (PV) merupakan suatu perangkat yang unik karena memanfaatkan efek *photovoltaic* yang memungkinkannya perubahan langsung energi yang diserap dari Matahari menjadi energi listrik. Istilah *photovoltaic* sendiri telah digunakan di Inggris sejak tahun 1849 dan berasal dari bahasa Yunani *phos* yang berarti cahaya dan *voltaic* yang berarti listrik diadaptasi dari nama fisikawan Italia yang bernama *Alessandro Volta*. Efek *photovoltaic* ditemukan pertama kali pada 1839 oleh *Henri Becquerel*. Efek *photovoltaic* didefinisikan sebagai suatu fenomena munculnya voltase listrik akibat kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat berada dibawah sinar matahari (cahaya) (Muttaqin, dkk, 2016).

Menurut Nasution (2018) terdapat 4 jenis panel surya yang dijual di pasaran yaitu:

- 1) *Monokristalin* merupakan jenis panel surya yang terbaik dan banyak digunakan masyarakat saat ini. Panel ini memiliki tingkat efisiensi antara 12 sampai 14%.
- 2) *Polikristalin* atau multi kristalin adalah jenis panel surya yang terbuat dari kristal silikon dengan tingkat efisiensi antara 10 sampai 12%.
- 3) Silikon jenis *amorphous* merupakan salah satu jenis panel surya yang berbentuk film tipis. Efisiensinya sekitar 4-6%. Panel surya jenis ini banyak dipakai pada mainan anak-anak, jam, dan kalkulator.
- 4) Panel surya yang terbuat dari GaAs (*Gallium Arsenide*) yang lebih efisien pada temperatur tinggi.

*Photovoltaic cell* merupakan sebuah *semiconductor device* yang memiliki permukaan luas, terdiri dari rangkaian dioda tipe P dan N. Sinar matahari (cahaya) yang mengenai sel surya menghasilkan elektron dengan muatan positif

dan *hole* yang bermuatan negatif, selanjutnya elektron dan hole mengalir membentuk arus listrik searah, elektron akan meninggalkan sel surya dan mengalir pada rangkaian luar, sehingga timbul arus listrik. Prinsip ini disebut *photoelectric*. Kapasitas arus yang dihasilkan tergantung pada intensitas cahaya maupun panjang gelombang cahaya yang jatuh pada sel surya. Intensitas cahaya menentukan jumlah foton, makin besar intensitas cahaya yang mengenai permukaan sel surya maka semakin besar pula foton yang dimiliki sehingga semakin banyak pasangan elektron dan *hole* yang dihasilkan akan mengakibatkan besarnya arus yang mengalir. Panjang gelombang cahaya yang semakin pendek maka energi foton semakin tinggi sehingga energi elektron yang dihasilkan semakin besar, dan juga berimplikasi sehingga makin besarnya arus yang mengalir.

Sel surya dapat tereksitasi karena terbuat dari material semikonduktor yang mengandung unsur silikon. Silikon ini terdiri atas dua jenis lapisan sensitif: lapisan negatif (tipe-n) dan lapisan positif (tipe-p), *multicrystalline silicon* adalah bahan yang paling dominan dipakai dalam industri solar cell. *Multicrystalline* dan *monocrystalline silicon* menghasilkan efisiensi yang lebih tinggi dari *amorphous silicon*. *Photovoltaic cell* terbuat dari material mudah pecah dan berkarat, sel dibuat dalam bentuk panel-panel dengan ukuran sekitar 10 sampai dengan 15 cm<sup>2</sup>, yang dilapisi plastik atau kaca bening yang kedap air dan panel ini dikenal dengan panel surya, untuk mendapatkan kapasitas daya yang besar modul surya dapat dihubungkan baik secara seri maupun parallel, dalam beberapa modul membentuk *array*.

Kapasitas daya *output* yang dihasilkan oleh sebuah panel surya maksimum diukur dengan besaran satuan *wattpeak* (wp), yang konversinya terhadap *watthour* (wh) tergantung intensitas cahaya matahari yang mengenai permukaan panel. Nilai tegangan dan daya yang sesuai dengan kebutuhan beban, sel surya harus dikombinasikan secara seri dan parallel, dengan aturan sebagai berikut:

- 1) Mendapatkan tegangan keluaran yang dua kali lebih besar dari tegangan keluaran sel *photovoltaic*, maka dua buah sel *photovoltaic* harus dihubungkan secara seri.

- 2) Mendapatkan arus keluaran yang dua kali lebih besar dari arus keluaran sel *photovoltaic*, maka dua buah sel *photovoltaic* harus dihubungkan secara paralel.
- 3) Mendapatkan daya keluaran yang dua kali lebih besar dari daya keluaran sel *photovoltaic* dengan tegangan yang konstan maka dua buah sel *photovoltaic* harus dihubungkan secara seri dan paralel.

Total pengeluaran daya listrik dari sel surya adalah sebanding dengan tegangan operasi dikalikan dengan arus operasi saat ini. Sel surya dapat menghasilkan arus dari tegangan yang berbeda-beda. Hal ini berbeda dengan baterai yang menghasilkan arus dari tegangan yang relatif konstan. Kapasitas *photovoltaic* ditentukan berdasarkan spesifikasi beban harian (Safrizal, 2017).

## **2.5. Light Dependent Resistor**

*Light Dependent Resistor* (LDR) merupakan salah satu komponen listrik yang peka cahaya. Komponen ini juga bisa disebut juga sebagai fotosel, fotokonduktif atau fotoresistor. LDR memanfaatkan bahan semikonduktor yang karakteristik listriknya berubah-ubah sesuai dengan besarnya cahaya yang diterima. Bahan yang biasa digunakan adalah *Kadmium Sulfida* (CdS) dan *Kadmium Selenida* (CdSe). Bahan-bahan ini sangat sensitif terhadap cahaya dalam spektrum tampak, dengan puncaknya sekitar 0,6  $\mu\text{m}$  untuk CdS dan 0,75  $\mu\text{m}$  untuk CdSe (Tsauqi, dkk, 2016).

Prinsip kerja LDR adalah sensor akan berkurang nilai resistansinya apabila badan LDR terkena cahaya, dan akan bertambah resistansinya bila badan LDR kurang terkena cahaya atau dalam keadaan gelap. Dengan kata lain LDR akan menjadi resistor yang bertahanan tinggi apabila dalam keadaan gelap, dan akan menjadi resistor yang rendah tahanannya bila dalam keadaan terang (Dewisita dan Nuryanto, 2019). Sedangkan menurut Kurniawan, dkk. (2013) nilai hambatan LDR dipengaruhi oleh cahaya yang diterima dari lingkungan sekitar. Resistansi pada LDR dapat berubah-ubah tergantung dari intensitas cahaya yang diterima

oleh LDR itu sendiri. Untuk menghitung tegangan keluaran pada LDR digunakan persamaan berikut:

$$V_o = \frac{LDR}{LDR+R1} V_{cc} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

$V_o$  = Tegangan keluaran

LDR = Resistansi LDR

R1 = Resistor

$V_{cc}$  = Tegangan masuk

## 2.6. Motor Servo

Motor servo merupakan sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik *loop* tertutup (servo), sehingga dapat diatur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros *output* motor. Motor servo adalah perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gir, rangkaian kontrol, dan potensiometer. Serangkaian gir yang melekat pada poros motor DC berfungsi untuk memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo. Motor servo biasanya digunakan dalam aplikasi-aplikasi di industri, selain itu juga digunakan pada mobil mainan, radio kontrol, robot, pesawat, dan lain sebagainya (Nasution, 2018).

Poros motor dihubungkan dengan rangkaian kendali, sehingga jika putaran poros belum mencapai pada posisi yang diperintahkan maka rangkaian kendali akan terus mengoreksi posisi hingga mencapai posisi yang diinginkan. Motor servo adalah motor yang diatur dan dikontrol menggunakan pulsa. Terdapat dua jenis motor servo yaitu motor servo standard dan motor servo kontinu. Motor servo standar hanya dapat bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai  $90^\circ$  sehingga total defleksi sudut dari kanan - tengah – kiri adalah  $180^\circ$ . Sedangkan motor servo kontinu adalah motor servo yang bagian *feedback*-nya dilepas sehingga motor servo jenis ini mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) tanpa batasan defleksi sudut putar sehingga mencapai sudut  $360^\circ$ .

Kelebihan motor kontinu yaitu dapat berputar secara kontinu (Setiawan, dkk, 2014).

## 2.7. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah komputer di dalam *chip* yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik untuk efisiensi dan efektifitas biaya. Secara harfiahnya mikrokontroler bisa disebut pengendali kecil dimana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler. Mikrokontroler biasanya digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis, seperti sistem kontrol mesin, remot kontrol, mesin kantor, peralatan rumah tangga, alat berat, dan mainan. Dengan mengurangi ukuran, biaya, dan konsumsi tenaga dibandingkan dengan mendesain menggunakan mikroprosesor memori, dan alat input output yang terpisah. Kehadiran mikrokontroler membuat kontrol elektrik untuk berbagai proses menjadi lebih ekonomis. Keuntungan penggunaan mikrokontroler ini yaitu:

- 1) Sistem elektronik akan menjadi lebih sederhana.
- 2) Rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi.
- 3) Pencarian gangguan akan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya kompak (Saputra, 2019).

Secara teknis mikrokontroler terbagi 2 yaitu:

- 1) *Reduced Instruction Set Computer* (RISC) yaitu mikrokontroler yang memiliki instruksi yang terbatas tetapi terdapat banyak fasilitas.
- 2) *Complex Instruction Set Computer* (CISC) yaitu mikrokontroler yang memiliki instruksi yang banyak tetapi fasilitas yang terbatas.

Mikrokontroler dapat melakukan tugasnya jika ditanamkan program ke dalam memori *flashnya*. Banyak bahasa pemrograman yang dapat digunakan untuk membuat program ke mikrokontroler seperti *Basic*, *Assmbley*, *C*, *Pacal*, dan lain-lain. Bahasa yang paling mudah digunakan adalah *Basic Compiler* (*Bascom-*

8051). Keunggulan *Bascom-8051* dibanding dengan bahasa pemrograman yang lainnya adalah kemudahan dalam logika program dan banyaknya perintah (*statement*) serta fasilitas yang dimilikinya sehingga kita tidak perlu lagi membuat fungsi–fungsi baru, kelebihan lainnya tersedianya simulator sehingga bisa melihat hasil sebelum di download ke mikrokontroler (Setiawan, dkk, 2014).

## 2.8. Baterai

Baterai atau akumulator merupakan sebuah sel listrik yang di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (bolak balik) dengan efisiensi yang tinggi. Sedangkan proses elektrokimia reversibel adalah dimana di dalam baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik atau disebut proses pengosongan dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai (Buwono, 2010). Baterai pada panel surya berfungsi untuk menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya sebelum dimanfaatkan untuk mengoperasikan beban. Beban yang dimaksud dapat berupa lampu refrigerator atau peralatan elektronik dan peralatan lainnya yang membutuhkan energi listrik DC (Rusman, 2015).

Pada baterai terdapat komponen-komponen utama yaitu:

- 1) Kutub positif (anoda), yang terbuat dari timbal dioksida ( $\text{PbO}_2$ ).
- 2) Kutub negatif (katoda), terbuat dari timbal murni (Pb).
- 3) Larutan elektrolit, terbuat dari asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) (Setiono, 2015).

Menurut Buwono (2010) jenis-jenis baterai digolongkan menjadi dua yaitu:

- 1) Baterai Asam (*Lead Acid Storage Battery*)

Baterai asam bahan elektrolitnya merupakan larutan asam belerang (*Sulfuric Acid* =  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Di dalam baterai asam, elektroda- elektrodanya terdiri dari pelat-pelat timah peroksida  $\text{PbO}_2$  (*Lead Peroxide*) sebagai anoda atau kutub positif klan timah mumi Pb (*Lead Sponge*) sebagai katoda (kutub negatif).

Ciri-ciri umum baterai asam sebagai berikut:

- a. Tegangan nominal per sel 2 Volt.

- b. Ukuran baterai per sel lebih besar jika dibandingkan dengan baterai alkali.
- c. Nilai berat jenis elektrolit batrai sebanding dengan kapasitas baterai.
- d. Suhu elektrolit sangat mempengaruhi terhadap nilai berat jenis elektrolit, semakin tinggi suhu elektrolit semakin rendah berat jenisnya dan sebaliknya.
- e. Nilai standar berat jenis elektrolit tergantung dari pabrik pembuatnya.
- f. Umur baterai tergantung pada operasi dan pemeliharaan, biasanya dapat mencapai 10 - 15 tahun, dengan syarat suhu baterai tidak lebih dari 200°C.
- g. Tegangan pengosongan per sel (Discharge): 2,0 - 1,8 Volt Baterai.

## 2) Baterai Alkali (*Alkaline Storage Battery*)

Baterai alkali memiliki bahan elektrolit larutan alkali (*Potassium Hydroxide*) yang terdiri dari *Nickel-Iron Alkaline Battery (Ni-Fe battery)* dan *Nickel-Cadmium Alkaline Battery (Ni-Cd battery)*. Pada umumnya batrai yang banyak dipergunakan di instalasi unit pembangkit adalah baterai jenis alkali-cadmium (Ni-Cd). Ciri-ciri umum batrai alkali adalah sebagai berikut:

- a) Tegangan nominal per sel 1,2 Volt.
- b) Umur baterai tergantung pada operasi dan pemeliharaan, biasanya dapat mencapai 15 - 20 tahun, dengan syarat suhu baterai tidak lebih dari 200°C.
- c) Tegangan pengosongan per sel (discharge) 1 Volt.

## 2.9. Rujukan Penelitian

Rujukan penelitian adalah kutipan yang peneliti gunakan sebagai referensi dalam pembuatan skripsi. Rujukan penelitian ini sangat penting digunakan dalam pembuatan skripsi karena jika penulis tidak mencantumkan kutipan milik orang lain maka penulis dianggap plagiat. Rujukan ditulis dengan menyertakan nama, tahun terbit, judul penerbit, tempat terbit dan media yang menerbitkannya.

Sistem kontrol sudah lazim digunakan dalam berbagai bidang, terutama bidang pertanian. Tujuan penggunaan sistem kontrol yaitu untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas penggunaan alat pertanian. Hal tersebut dapat mempermudah

petani dalam meningkatkan produktivitas pertanian. Penelitian sebelumnya mengenai sistem kontrol dalam bidang pertanian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penggunaan Sistem Kontrol Dalam Bidang Pertanian.

No	Penulis	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1	Buwono.M.C.	2010.	Rancang Bangun Sistem Pengendali Pengisian Arus Sel Surya Dengan Rekonfigurasi Seri-Pararel.	Rancangan ini dapat membuat sistem merekonfigursi sel surya menjadi susunan seri ketika tegangan tidak lebih sam dengan 20,3 V, dan menjadi parallel ketika teganga mencapai 20,4 V.
2	Kurniawan.E., Suhery.C., dan Triyanto.D.	2013.	Sistem Penerangan Rumah Otomatis Dengan Sensor Cahaya Berbasis Mikrokontroler.	Alat dapat bekerja menyalakan lampu secara otomatis dangan mengukur dan membandingkan intensitas cahaya.
3	Muttaqin.I., Irhamni.G., dan Agani.W.	2016.	Analisa Rancangan Sel Surya Dengan Kapasitas 50 Watt Untuk Penerangan Parkiran Uniska.	Hasil penelitian didapatkan bahwa besarnya daya yang didapat yaitu 55,93 Watt, untuk laju waktu pengisian dari panel surya 79163,70/detik, efisiensi sebesar 0,00036% untuk daya batrai 1200 Watt
4	Napitupulu.R.A.M., Simanjuntak.S., dan Sibarani.S.	2017.	Pengaruh Material Monokristal Dan Polikristal Terhadap Karakteristik Sel Surya 20 Wp Dengan Trackingsistem Dua Sumbu.	Perbandingan menggunakan tracking system lebih baik dari pada tidak mengguakan tracking system

Tabel 1. (Lanjutan)

No	Penulis	Tahun	Judul	Hasil Penelitian
5	Nasution.F.M	2018.	Perancangan Sistem Pelacakan Solar Panel Menggunakan Mikrokontroler Atmega16.	Sistem dapat mengikuti arah datangnya cahaya walaupun dengan respon yang sedikit lambat
6	Rahayani.R.D. dan Gunawan.A.	2015.	Perancangan Sistem Penggerak 2 Axis Pada Sel Surya Berbasis Sensor Matahari.	Pergerakan rotator mengkonsumsi daya sebesar 84 Watt karena beratnya beban komponen sebesar 80 kg
7	Rahmi.A.N., Verawati.I., Kurniasih.M.	2019.	Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Dan Hama Pada Tanaman Mentimun Menggunakan Metode Forward Chaining.	Penelitian ini menggunakan metode <i>forward chaining</i> sebagai solusi alternatif dalam penyakit dan solusi
8	Saputra.C	2019	Perancangan PLTS Dengan Sistem <i>Real Time</i> Berbasis Mikrokontroler Atmega32.	Daya maksimal yang didapat pada penelitian ini yaitu sebesar 56 Watt, dan daya minimum yaitu 7 Watt
9	Syafrialdi.R., Wildian.	2015.	Rancang bangun solar tracker berbasis mikrokontroler ATmega8535 dengan sensor LDR dan Penampil LCD.	Penggunaan solar tracker dapat meningkatkan efisiensi tegangan sebesar 11,53% dibandingkan dengan statis
10	Yuliananda.S., Sarya.G., dan Hastijanti.R.R.	2015	Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya.	Intensitas matahari mempengaruhi besarnya daya.

### **III. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Waktu dan Tempat**

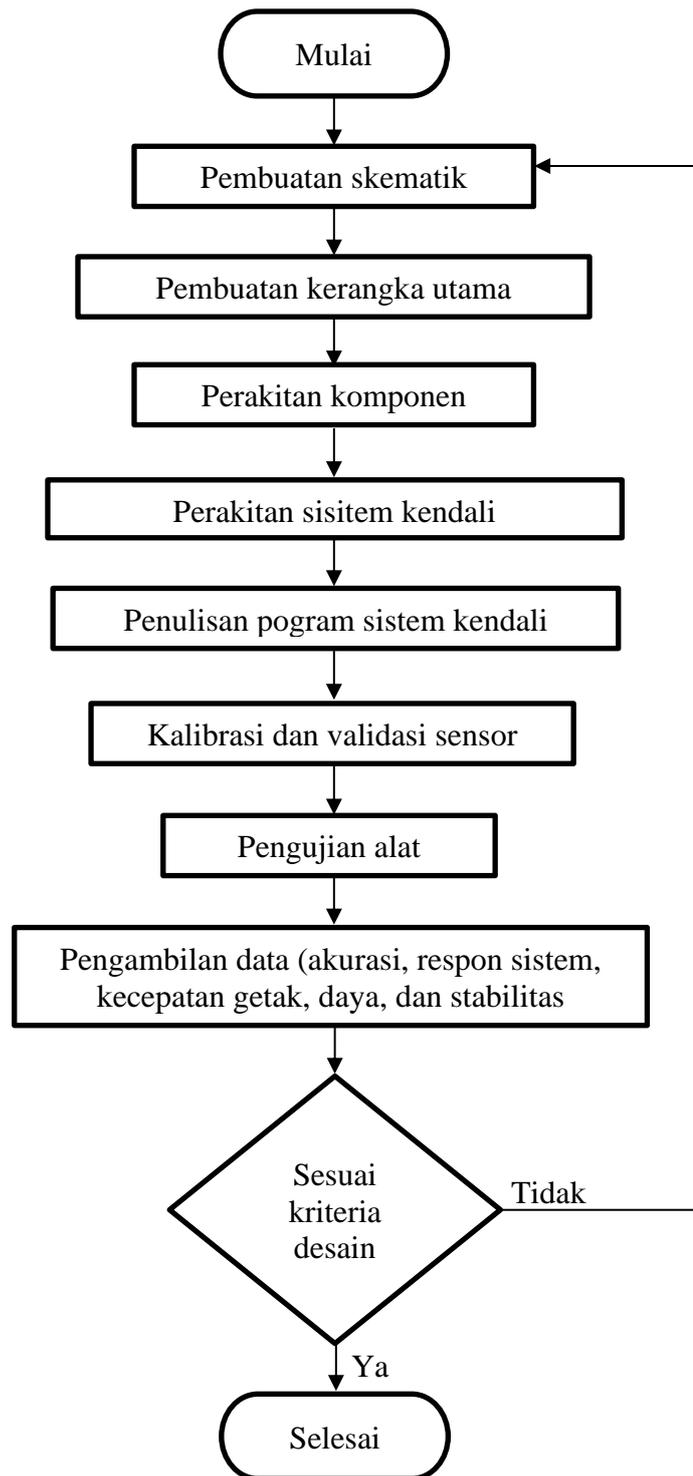
Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan Februari 2022. Di Laboratorium Daya Alat dan Mesin Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan Lapangan Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan Korpri Raya Sukarame Bandar Lampung, Lampung.

#### **3.2. Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain program *AutoCAD*., program arduino, laptop, solder, gergaji besi, mesin grinda, mesin las, mesin bor, panel surya, inverter, *solar control charge*, tiang besi, besi siku, alumunium, lem, Arduino, pompa air, relay, akrilik, sensor inframerah E18-D50NK, kipas, resistor, DC DC *step down*, lampu LED, LCD, *Light Dependent Resistor* (LDR), motor servo 70 kg, mikro servo 9 g, baterai, multimeter, dan kabel.

#### **3.3. Metode Penelitian**

Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahap antara lain perancangan alat, pembuatan dan perakitan alat, pengujian hasil rancangan, pengamatan dan analisis data. Tahapan-tahapan penelitian bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

### **3.4. Perancangan**

Alat ini adalah alat penggerak panel surya yang bergerak mengikuti sudut arah matahari yang telah ditentukan untuk memenuhi kebutuhan listrik pada perangkat serangga. Panel surya akan menangkap sinar matahari yang datang untuk dijadikan energi listrik berbentuk DC. Energi listrik dari panel surya kemudian dikirim ke panel kontroler, energi listrik dari panel kontroler akan disimpan di baterai (aki). Energi listrik yang sudah disimpan di baterai kemudian dikirimkan ke inverter untuk kemudian dikirimkan ke berbagai aktuator, diantaranya yaitu lampu, pompa, Arduino, dan kipas. Panel surya ini akan dirancang untuk dapat bergerak mengikuti arah sinar matahari menggunakan sensor LDR dan servo sebagai penentu sudut dan penggerak untuk panel surya.

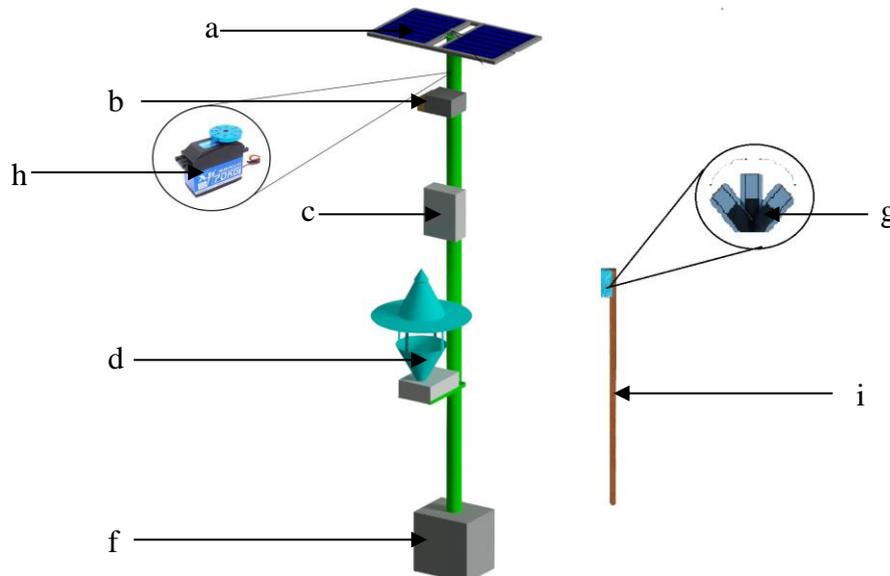
#### **3.4.1. Kriteria Desain**

Alat penggerak panel surya yang telah didesain agar penggerak panel surya yang telah didesain dapat menggerakkan panel surya untuk mendapatkan sinar matahari yang optimal pada sudut  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ , dan  $120^\circ$  terhadap arah sinyal datang dan diharapkan dapat memenuhi kebutuhan listrik pada semua komponen alat perangkat serangga.

#### **3.4.2. Rancangan Struktural**

Perancangan terdiri dari berbagai tahap, yaitu penentuan arah sinar matahari terbit dan tenggelam, pemasangan sensor LDR pada mikro servo 9 g dan dipasang pada tiang kayu, pemasangan servo 70 kg pada kerangka utama dan tali nilon yang ikatkan pada sistem katrol pada ujung-ujung panel surya. Cara kerja alat ini adalah sensor LDR yang dipasang pada mikro servo 9 g akan bergerak setiap 15 menit sekali mengikuti program waktu yang telah ditulis pada Arduino. Komponen ini bergerak pada sudut  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ , dan  $120^\circ$  yang membaca nilai sensor LDR. Setelah didapatkan nilai sensor LDR tertinggi, maka panel surya akan bergerak sesuai dengan sudut yang telah ditentukan.

Perakitan alat terdiri dari beberapa komponen yang dirakit menjadi satu antara panel surya, tiang utama, inverter, baterai, sensor LDR, servo, kotak kendali, alat perangkap serangga, dan pondasi. Gambar 2 menunjukkan rangkaian penuh dari keseluruhan rangkaian panel surya dan alat perangkap serangga.



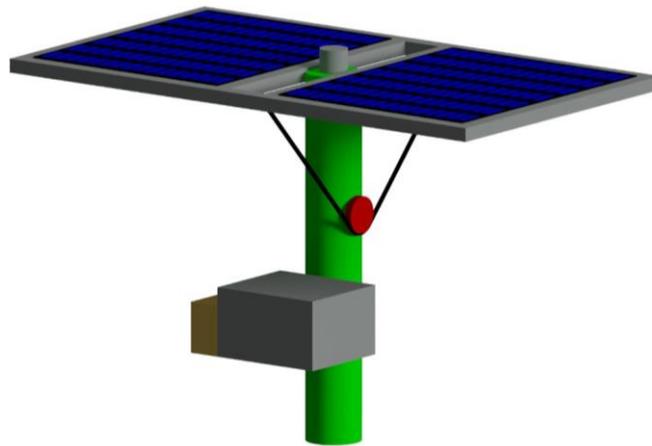
Keterangan:

- |                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| a) Panel surya          | e) Tiang utama      |
| b) Inverter dan baterai | f) Pondasi          |
| c) Kotak sistem kendali | g) Sensor LDR       |
| d) Perangkap serangga   | h) Servo dan katrol |
|                         | i) Tiang sensor LDR |

Gambar 2. Rangkaian keseluruhan

Penggerakan panel surya pada alat ini menggunakan tali yang dikaitkan pada sistem katrol, tali dipilih untuk penghubung antara servo 70 kg dan panel surya bertujuan untuk meringankan beban pada servo. Penggerak antara servo 70 kg dan panel surya dapat dilihat pada Gambar 3. Rangkaian struktural dapat dilihat pada Lampiran Gambar 27. Kaki kanan pada sensor LDR disatukan pada kaki kiri resistor, kaki kanan pada resistor disambungkan pada 5 V arduino sedangkan kaki sensor LDR yang sudah tersambung pada resistor dipasang pada pin A1 dan kaki kiri sensor LDR dihubungkan pada GND. Kabel kuning pada mikro servo 9 g dihubungkan ke pin 8 arduino, kabel merah dihubungkan pada 5 V arduino, dan kabel coklat dihubungkan ke GND arduino. In+ pada panel surya dipasang pada

solar *controller* In+ dan In- dipasang pada solar *controller*. In+ dan In- pada solar *controller* disambungkan + dan – pada aki. In+ dan In- pada DC DC *step down* dihubungkan dengan + dan - aki. OUT+ DC DC *step down* dihubungkan dengan kabel warna merah servo 70 kg, dan OUT- DC DC *step down* dihubungkan GND arduino. Kabel warna orange dihubungkan pada pin 10, dan kabel warna coklat servo 70 kg dihubungkan ke GND Arduino.



Gambar 3. Penggerak panel surya

### 3.4.3. Rancangan Fungsional

Perancangan ini dibuat sistem kendali yang berfungsi untuk mengendalikan secara otomatis panel surya dengan cara memberi servo dan sensor cahaya (LDR).

Mikrokontroler memberi perintah untuk menggerakkan servo bergerak ketika cahaya yang tertangkap oleh sensor cahaya LDR menentukan sudut yang ditentukan. Cahaya kemudian diubah menjadi energi listrik menggunakan panel surya, diteruskan melalui *solar charge controller* menuju baterai dan disimpan. Energi yang sudah disimpan diteruskan ke mikrokontroler dan aktuaktor yang ada. Aktuaktor berupa kipas, lampu LED, pompa, dan servo.

#### 1) Servo

Motor servo merupakan sebuah motor dimana posisi dari motor servo akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo yang disebut dengan sistem *closed feedback*. Pada penelitian ini

menggunakan 2 motor servo. Servo yang pertama digunakan untuk menggerakkan sensor LDR, dan servo kedua digunakan untuk menggerakkan panel surya sesuai yang diinginkan.

## 2) *Light Dependent Resistors (LDR)*

*Light Dependent Resistors (LDR)* bekerja dipengaruhi oleh rangsangan cahaya. LDR dapat mengalami perubahan resistansi apabila mengalami perubahan penerimaan cahaya. Komponen LDR terbuat dari *cadmium sulide* yaitu merupakan bahan semikonduktor yang resistansinya berubah-ubah menurut banyaknya cahaya (sinar) yang mengenainya. LDR pada tempat yang terang memiliki resistensi sekitar 150 W, dan resistensi LDR pada tempat yang gelap umumnya mencapai sekitar 10 MW. LDR pada penelitian ini berfungsi untuk menangkap cahaya dan diukur resistensinya, ketika resistensi cahaya yang diterima LDR sesuai dengan yang diinginkan, maka LDR akan memberi sinyal kepada mikrokontroler dan dari mikrokontroler akan mengirimkan perintah ke servo agar bergerak.

## 3) *Inverter*

*Inverter* adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengubah arus listrik bolak-balik (AC) dari arus searah (DC). *Inverter* mengkonversi arus searah (DC) dari perangkat seperti panel surya dan aki menjadi AC. Pada penelitian ini *inverter* digunakan untuk mengubah arus searah (DC) pada aki (batrai) menjadi arus bolak balik (AC) untuk digunakan pada aktuaktor yang ada.

## 4) Panel Surya

Sel surya adalah alat yang dapat mengubah intensitas sinar matahari menjadi energi listrik. Sel surya terdiri dari photovoltaic, yang dapat menghasilkan energi listrik dari intensitas cahaya, pada saat intensitas cahaya berkurang (berawan, mendung, dan hujan) energi listrik yang dihasilkan juga akan berkurang. Pada penelitian ini sel surya digunakan untuk mengubah cahaya matahari yang datang menjadi energi listrik, yang kemudian disimpan pada aki.

5) *Arduino Mega*

*Arduino Mega* merupakan *board* mikrokontroler berbasis AT mega 1280. Memiliki 54 pin *input* dan *output* digital, 16 pin *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, 14 pin dapat digunakan sebagai output PWM, *jack power*, ICSP *header*, dan tombol reset. Untuk memberi tegangan mikrokontroler cukup menghubungkan *board Arduino Mega* ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau dengan adaptor AC-DC untuk menjalankannya. *Arduino mega* pada penelitian ini digunakan untuk pusat kontrol dari semua aktuaktor dan sensor yang ada.

6) Kipas

Fungsi kipas angin secara umum adalah untuk pendingin udara, penyegar udara, ventilasi (*exhaust fan*), pengering (pada umumnya memakai komponen penghasil panas). Kipas angin adalah alat yang dapat menghasilkan angin. Kipas angin secara umum dibedakan menjadi dua, yaitu kipas angin listrik yang digerakkan menggunakan tenaga listrik dan kipas angin tradisional antara lain kipas angin tangan. Pada penelitian ini kipas digunakan untuk mendorong serangga yang masuk ke perangkat serangga hingga jatuh ke dalam penampung air yang ada dibagian bawah alat perangkat serangga.

7) Aki

Aki adalah suatu alat yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik dengan arus searah. Aki bisa disebut juga elemen skunder, karena termasuk elemen elektrokimia yang dapat mempengaruhi zat pereaksinya. Aki pada penelitian ini digunakan untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan pada panel surya.

8) Pompa

Pompa merupakan suatu alat yang dapat menaikkan tekanan pada cairan sehingga dapat memindahkan cairan dari suatu tempat ketempat yang lain. Kenaikan tekanan pada cairan digunakan untuk mengatasi hambatan-hambatan pengaliran. Hambatan-hambatan pengaliran itu dapat berupa perbedaan gesekan, tekanan, atau perbedaan ketinggian. Pompa pada

penelitian ini digunakan untuk memindahkan air yang sudah terdeteksi ada serangga yang jatuh di atas atau di dalamnya.

#### 9) Resistor

Resistor digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam satu rangkaian. Resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon, dari hukum Ohms diketahui, resistansi resistor berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Ohm atau  $\Omega$  (Omega) merupakan satuan yang digunakan untuk resistensi dari suatu resistor (Yulidatullah, dkk, 2018). Resistor pada rangkaian alat ini digunakan untuk membatasi dan menstabilkan arus yang masuk.

#### 3.4.4. Mekanisme Kerja Penggerak Panel Surya

Mekanisme penggerak panel adalah sensor LDR yang dipasang pada mikro servo 9 g akan bergerak setiap 15 menit sekali untuk memindai intensitas cahaya dengan sudut  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ , dan  $120^\circ$ . Hasil pemindaian dari sensor LDR berupa angka yang akan dibandingkan nilainya antara sudut  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ , dan  $120^\circ$ . Angka yang paling besar dari pemindaian akan menentukan sudut servo yang terhubung pada panel surya. Ketika nilai dari pemindaian menunjukkan nilai yang paling besar pada sudut  $30^\circ$ , servo 70 kg yang terpasang pada panel surya akan bergerak ke sudut  $30^\circ$  juga.

Panel surya menerima intensitas matahari yang datang dan dirubah menjadi energi listrik untuk dikirimkan ke solar kontroller. Solar kontroller berfungsi untuk menyalurkan listrik dari panel surya untuk kemudian disimpan ke baterai, energi listrik akan otomatis diputus oleh solar kontroller jika baterai sudah terisi penuh. DC DC *step down* untuk merubah arus dari baterai yang 12 V menjadi 5 V, listrik yang sudah dirubah menjadi 5 V ini akan dikirim sebagai energi untuk Arduino. Listrik pada baterai juga dikirim ke inverter untuk mengubah listrik dari DC menjadi AC, listrik AC dai inverter dikirim ke relay dan aktuaktor (kipas angin, lampu LED, pompa air).

### 3.5. Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan, diantaranya yaitu panel surya, daya batrai, kalibrasi, dan validasi pada alat. Parameter pengamatan dipresentasikan ke dalam formula sebagai berikut:

#### 3.5.1. Panel Surya

Panel surya merupakan komponen yang mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik yang kemudian akan disimpan ke baterai atau aki. Energi listrik yang dihasilkan oleh sebuah panel surya tergantung terhadap besarnya intensitas cahaya yang dihasilkan oleh sebuah panel surya yang digunakan. Besar energi cahaya matahari yang datang ( $P_{in}$ ) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$P_{in} = I \cdot A_p \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

- $P_{in}$  = energi/daya masuk ke panel surya (Watt)
- $A_p$  = luas permukaan panel ( $m^2$ )
- $I$  = intensitas radiasi matahari saat pengamatan ( $W/m^2$ )

Besarnya energi yang dihasilkan dari panel surya ( $P_{out}$ ) dapat dihitung dengan mengukur tegangan dan arus keluaran panel surya, sehingga energi yang dihasilkan merupakan daya keluaran dari panel surya yang dapat dicari dengan rumus:

$$P_{out} = V \cdot I \dots\dots\dots (3)$$

dimana:

- $P_{out}$  = Energi/daya keluaran dari panel surya (Watt)
- $V$  = Voltase yang terjadi (Volt)
- $I$  = Kuat arus (Ampere)

Sedangkan besar efisiensi yang dihasilkan panel surya pada pengecasan baterai dapat dihitung dengan terlebih dahulu menghitung besar energi surya yang datang ( $P_{in}$ ) dan besar energi surya dihasilkan dari panel surya ( $P_{out}$ ), sehingga efisiensi

yang didapat merupakan efisiensi keluaran dari panel surya pada pengecasan baterai. Perhitungan efisiensi adalah sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi} : \frac{\text{Energi keluaran dari panel surya (Pout)}}{\text{Energi surya yang datang (Pin)}} \times 100 \% \dots\dots\dots (4)$$

### 3.5.2. Daya Baterai

Pada pembuatan alat ini menggunakan baterai sebagai penyimpan daya dari panel surya dengan kapasitas 12 V, 45 Ah. Daya baterai dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$P = V \times I \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

P = Daya (Watt)

V = Tegangan baterai (Volt)

I = Arus baterai (Ah)

Sedangkan untuk mengetahui lama penggunaan aki untuk mengoperasikan alat dapat dihitung menggunakan persamaan 6.

$$\text{Lama pemakaian aki} = \frac{\text{Kapasitas Baterai}}{\text{Arus Kerja}} \dots\dots\dots (6)$$

### 3.5.3. Kalibrasi dan Validasi Sensor Cahaya LDR

LDR yang telah terangkai bersama modul mikrokontroler ditempatkan di bawah sinar matahari dan diukur dengan lux meter, mulai dari sinar matahari terbit hingga matahari tenggelam dan dicatat perubahannya. Cara untuk kalibrasi lainnya adalah merancang sebuah penyinaran buatan di ruangan dengan lampu putih dan jaraknya dapat diukur dengan sensor. Pengukuran dilakukan dengan cara membandingkan tegangan pada LCD akan dibandingkan dengan hasil yang sesungguhnya dengan lux meter. Intensitas kalibrasi cahaya mulai dari keadaan gelap ( $\pm 80000$  lux). Kalibrasi dilakukan dengan lampu putih (sejenis neon merk

Philips 32 Watt) dengan berbagai jarak yang diukur. Semakin dekat jarak lampu dengan sensor, semakin besar nilai intensitas yang diperoleh. Hasil yang diperoleh melalui rancangan (sensor intensitas sinar matahari) dan kalibrator (lux meter) diplotkan ke dalam sebuah grafis. Sumbu Y mewakili hasil dari rancangan sedangkan sumbu X mewakili nilai dari kalibrasi. Persamaan akan didapat dengan meregresi data dari grafik tersebut. Persamaan regresi yang didapat dimasukkan ke dalam program di mikrokontroler sebagai bagian dari tahap mendapatkan nilai kesesuaian sensor intensitas sinar matahari. Langkah yang dilakukan hampir sama dengan langkah kalibrasi untuk mendapatkan nilai kesesuaian dari sensor ini. Caranya dengan mengatur pencahayaan yang diterima oleh sensor dengan mengatur jarak antar sensor dengan lampu dan lux meter (Telaumbanua, 2012).

### **3.6. Pengujian Alat**

Pada penelitian ini dilakukan pengujian alat untuk mengetahui akurasi, kecepatan respon servo, stabilitas alat, dan daya servo. Untuk mencari nilai akurasi, kecepatan respon servo, dan stabilitas alat dapat dilihat sebagai berikut:

#### **3.6.1. Akurasi**

Stabilitas adalah hal penting yang harus diperhatikan, karena berhubungan dengan kemampuan kinerja sesuatu alat yang tetap dalam jangka waktu yang lama. Stabilitas sangat berpengaruh terhadap arah pergerakan panel surya. Penyimpang pergerakan panel surya dapat menyebabkan cahaya yang diterima dari sinar matahari tidak efektif. Menurut Prasetyo (2017) keakurasian menunjukkan ketetapan kinerja alat saat melewati *setting point* yang diinginkan atau telah ditetapkan. Untuk mencari nilai keakurassian maka harus diketahuai nilai ketidakakurassian dari suatu alat. Keakurassian dapat dihitung menggunakan persamaan 7 berikut:

$$\text{Akurasi} = \left( 1 - \frac{(\sum_{i=1}^n |SP - N_{Ai}|)}{n \cdot SP} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

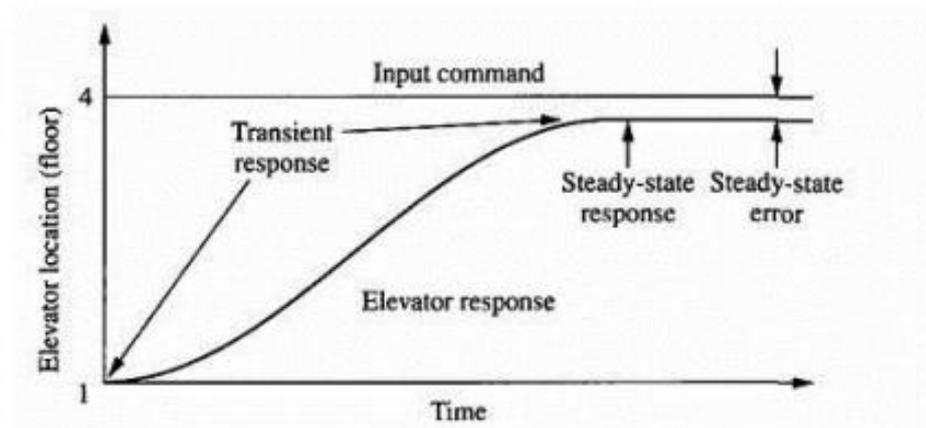
SP = Nilai *setting point*

n = Jumlah data

N<sub>Ai</sub> = Nilai aktual ke-i

### 3.6.2. Kecepatan Respon Servo.

Respon sistem digunakan untuk menunjukkan kecepatan kinerja alat terhadap adanya gangguan dan waktu. Respon sistem dapat dibedakan menjadi dua, yaitu respon *transient* dan respon *steady state* seperti pada Gambar 4. Respon *transient* dapat digunakan untuk mengukur waktu saat sistem pertama kali digunakan (pada titik 0) hingga mencapai *steady state*. Sedangkan respon *steady state* digunakan untuk mengukur waktu saat sistem sudah berada pada keadaan stabil hingga waktu tidak terhingga.



Gambar 4. Grafik kecepatan respon

Respon sistem dapat digunakan untuk mengetahui jenis sinyal masukan terhadap karakteristik sistem berdasarkan kurva. Jenis sinyal masukan dapat dilihat dari bentuk masukan yang sering terjadi pada sistem. Jika masukannya berupa fungsi

waktu yang tidak ditentukan, maka dapat termasuk ke dalam fungsi *ramp*. Jika sistem diberikan gangguan secara bertahap, maka dapat termasuk ke dalam fungsi tangga (step), dan jika sistem diberikan gangguan kejut, maka dapat termasuk ke dalam fungsi *impulse* (Prasetyo, 2017).

### **3.6.3. Stabilitas Alat**

Stabilitas alat menunjukkan daya tahan alat sehingga mampu menghasilkan kinerja yang tetap atau tidak. Stabilitas merupakan hal yang sangat penting dilakukan untuk mengetahui kemampuan kinerja alat yang tetap pada jangka waktu yang lama. Ketidakstabilan pada sistem kendali berpengaruh terhadap kinerja alat penangkap serangga, jika pembacaan sensor LDR menyimpang maka radiasi matahari yang diterima tidak maksimal.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah :

1. Berdasarkan data hasil penelitian penggerak panel surya yang dirancang, dapat bergerak mengikuti sudut yang telah ditentukan. Perbedaan sudut pergerakan yang dihasilkan setiap harinya dipengaruhi oleh cuaca dan arah datangnya sinar matahari.
2. Kebutuhan energi listrik pada alat perangkat serangga pada penelitian ini dapat terpenuhi karena kapasitas total baterai yang dibutuhkan adalah 18,51 Ah sedangkan kapasitas baterai yang digunakan yaitu sebesar 45 Ah. Aki yang dipakai pada penelitian ini dengan spesifikasi 12 V dan 45 Ah dapat dipakai selama 5 jam 48 menit dengan total beban sebesar 74,57 Watt dan arus kerja alat sebesar 6,12 A.
3. Nilai energi atau daya kuluaran dari panel surya ( $P_{out}$ ) rata-rata yang diperoleh saat pengukuran pada panel surya tanpa beban yaitu berturut-turut 37,12 W hari kesatu, 21,75 W hari kedua, dan 16,61 W hari ketiga, pada panel dengan beban 2,4 Watt yaitu 13,46 W, 16,63 W dan 17,41 W untuk hari pertama, ke-dua dan ke-tiga. Sedangkan untuk panel surya dengan beban 5 Watt yaitu sebesar 12,48 W untuk hari pertama, 12,97 W untuk hari kedua, dan 15,50 W untuk hari ketiga.
4. Nilai dari pengujian keakurasian dari penelitian ini sebesar 98,6%, 97,7% dan 98,1% pada panel surya tanpa beban hari ke-1, 2, dan 3. Untuk panel surya dengan beban 2,4 Watt pada hari ke-1, 2, dan 3 yaitu 100%, 96,9%, dan 95%, serta pada pengukuran keakurasian dengan beban 5 Watt yaitu sebesar

97,96% pada hari pertama, 96,79% untuk hari ke dua, dan 100% pada hari ketiga. Alat penggerak panel surya menunjukkan adanya ketidak stabilan pada jam-jam tertentu, hal ini karena pergerakan servo tidak sesuai dengan intensitas cahaya tertinggi yang terbaca pada sensor cahaya LDR. Selain itu juga disebabkan oleh adanya nilai intensitas cahaya yang sama pada dua sudut atau lebih.

## **5.2. Saran**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan saran sebagai berikut :

1. Perbaikan terhadap rasio diameter dari katrol dengan panel surya sehingga panel surya dapat bergerak lebih leluasa.
2. Pemberian sistem otomatis pada tiang penyangga agar tidak repot menggerakkan secara manual.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azarin, B.F. 2016. Analisis Efisiensi Photovoltaic Ditinjau Dari Variasi Bayangan Pada Panel Surya. *Skripsi*. Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang.
- Buwono, M.C. 2010. Rancang Bangun Sistem Pengendali Pengisian Arus Sel Surya Dengan Rekonfigurasi Seri-Paralel. *Skripsi*. Universitas Indonesia. Depok.
- Cahyono, G.R., dan Nurmahaludin. 2015. Rancang Bangun Alat Perangkap Hama Tanaman Padi Menggunakan Arduino Mega 2560. *Jurnal Poros Teknik*. Volume 7(2). Halaman 54-105.
- Dewisita.N.A., dan Nuryanto. 2019. Prototype Sistem Pengelolaan Parkir Dengan Sensor Ldr (*Light Dependent Resistor*) Untuk Optimalisasi Layanan Tempat Parkir Mobil. *Jurnal Komtika*. Volume 2 (2).
- Faradila, A., Nukmal, N., Pratama, G. D., dan Tuguono. 2020. Keberadaan Serangga Malam Berdasarkan Efek Warna Lampu Pada Light Trap di Kebun Raya Liwa. *Skripsi universitas lampung*: 45
- Hakim, L., Surya, E., dan Maus, A. 2016. Pengendalian Alternatif Hama Serangga Sayuran Dengan Menggunakan Perangkap Kertas. *Jurnal Agro*. Volume 3(2).
- Handoko. 2005. *Klimatologi Dasar*. Pustaka Jaya. Bogor.
- Harjunowibowo, D. 2010. Model Panel Surya Cerdas Dengan Sensor Pelacak Cahaya Matahari Otomatis Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Berkala Fisika*. Volume 13(2). Halaman 7-14.
- Hasyim, A., Boy, A., dan Hilman, Y. 2010. Respons Hama Lalat Buah Jantan Terhadap Beberapa Jenis Atraktan dan Warna Perangkap di Kebun Petani. *Jurnal Hart*. Volume 20(2). Halaman 164-170.
- Kananda, K. 2017. Studi Awal Potensi Energi Surya Wilayah Lampung: Studi Kasus Kampus Institut Teknologi Sumatera (ITERA) Menujui. *Journal of Science and Applicative Technology*. Volume 1 (2).

- Kurniawan, E., Suhery, C., dan Triyanto, D. 2013. Sistem Penerangan Rumah Otomatis Dengan Sensor Cahaya Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Coding Sistem Komputer*. Volume 01 (2). Halaman 1-10.
- Muin, H., Wijayanto, D.S., dan Widiastuti, I. 2020. Studi Perbandingan Penggunaan Panel Surya Dengan Turbin Angin Sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif di Kampus Universitas Sebelas Maret Surakarta. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*. Volume 2 (1). Halaman 27 – 35.
- Muttaqin, I., Irhamni, G., dan Agani, W. 2016. Analisa Rancangan Sel Surya Dengan Kapasitas 50Watt Untuk Penerangan Parkiran Unisk. *Jurnal Teknik Mesin UNISKA*. Volume 1 (2).
- Napitupulu, R.A.M., Simanjuntak, S., dan Sibarani, S. 2017. Pengaruh Material Monokristal Dan Polikristal Terhadap Karakteristik Sel Surya 20 Wp Dengan Trackingsistem Dua Sumbu. *Laporan Penelitian LPPM Universitas HKBP Nommensen*. Medan.
- Nasution, F.M. 2018. Perancangan Sistem Pelacakan Solar Panel Menggunakan Mikrokontroler Atmega16. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Pertiwi, E.N., Mudjiono, G., dan Rachamawati, R. 2013. Hubungan Populasi Ngengat Penggerek Batang Padi Yang Tertangkap Perangkap Lampu Dengan Intensitas Serangga Penggerek Batang Padi di Sekitarnya. *Jurnal HPT*. Volume 1 (2).
- Prasetyo, B.D. 2017. Rancang Bangun Sistem Kendali Otomatis pH Limbah Cair Industri Tahu Sebagai Larutan Nutrisi Hidroponik Berbasis Mikrokontroler. *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Rahmi, A.N., Verawati, I., Kurniasih, M. 2019. Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Dan Hama Pada Tanaman Mentimun Menggunakan Metode Forward Chaining. *Information Technologi Journal*. Volume 1 (3).
- Rahayani, R.D. dan Gunawan, A. 2015. Perancangan Sistem Penggerak 2 Axis Pada Sel Surya Berbasis Sensor Matahari. *Jurnal Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri*.
- Rusman. 2015. Pengaruh Variasi Beban Terhadap Efisiensi Solar Cell Dengan Kapasitas 50 Wp. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro*. Volume 4 (2).
- Rezkyanto, R.A. 2019. Penentuan Kapasitas Sel Surya dan Baterai Terhadap Karakteristik Beban Listrik. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.

- Safriзал. 2017. Rancangan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Listrik Pada Gedung Fakultas Sains Dan Teknologi Unisnu Jepara. *Jurnal Disprotek*. Volume 8 (2).
- Saputra, C. 2019. Perancangan PLTS Dengan Sistem *Real Time* Berbasis Mikrokontroler Atmega32. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.
- Setiawan, D., Syahputra, T., dan Iqbal, M. 2014. Rancang Bangun Alat Pembuka dan Penutup Tong Sampah Otomatis Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*. Volume 1 (1). Halaman 55-62.
- Setiono, I. 2015. Akumulator Pemakaian Dan Perawatannya. *Jurnal Metana*. Volume 11 (1). Halaman 31-36.
- Suwarti, Wahyono, dan Prasetyo, B. 2018. Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya. *Jurnal Teknik Energi*. Volume 14 (3). Halaman 78 – 85.
- Syafrialdi, R., dan Wildian. 2015. Rancang Bangun Solar Tracker Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 Dengan Sensor LDR Dan Penampil LCD. *Jurnal Fisika Unand*. Volume 4 (2).
- Telaumbanua, M. 2012. Rancang Bangun Aktuator Otomatis Pengendali Iklim Mikro Di *Greenhouse* Untuk Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica rapa var. parachinesis L*). *Tesis*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Tsauqi, A.K., Hadijaya, M.E., Manuel, I., Hasan, V.M., Tsalsabila, A., Chandra, F., Yuliana, T., Tarigan, P., dan Irzaman. 2016. Saklar Otomatis Berbasis *Light Dependent Resistor* (Ldr) Pada Mikrokontroler Arduino Uno. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2016*. Volume 5.
- Yuliananda, S., Sarya, G., dan Hastijanti, R.R. 2015. Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya. *Jurnal Pengabdian LPPM Untag Surabaya*. Volume 01 (02). Halaman 193 – 202.
- Yulidatullah, Silahuddin, dan Sadrina. 2018. Penggunaan Metode Problem Based Instruction (pbi) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Motivasi Siswa Pada Materi Pengukuran Nilai Resistor Kelas X Di SMK Negeri 1 Darul Kamal Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*. Volume 02 (01).