

“RANCANG BANGUN *DUAL AXIS SOLAR TRACKER* PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO”

Guti Bagus Ardina
1512016
gustibagusardina@gmail.com

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
Pembimbing I

Abstrak Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan pembangkit listrik alternatif yang ramah lingkungan yang kebanyakan saat ini dirakit dan dipasang secara tegak lurus dengan arah sinar matahari, dimana posisi ini kurang optimal dalam proses penyerapan sinar matahari matahari. Agar penyerapannya lebih optimal arah sinar matahari harus selalu tegak lurus dengan panel surya. Untuk itu diperlukan sistem Tracker agar panel surya dapat mengikuti arah matahari. Sistem dual axis solar tracker yang efisien ini menggunakan sensor cahaya dan timer agar mampu bergerak mengikuti arah sinar matahari sehingga dapat memaksimalkan output dayanya. Untuk pengujian solar tracker dual axis Energi listrik yang dihasilkan tanpa Tracking sistem (Diam) yaitu 1311Wh dengan tegangan minimal 0,5 V dan tegangan maximal 20,4 V serta daya yang dihasilkan yaitu 58 W perharinya, dan dengan Tracking sistem Energi listrik yang dihasilkan yaitu 2196 Wh dengan tegangan minimal 3,8 V dan tegangan maximal 21 V serta daya yang dihasilkan yaitu 103W perhari. Dimulai dari jam 07:00 sampai jam 17:00 dengan 21 kali pengujian

Kata Kunci : Solar Tracker, Dual Axis, Solar Cell, Energi terbarukan, PLTS

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan masyarakat Indonesia akan energi listrik saat ini semakin tinggi. Hal ini seiring dengan penambahan jumlah penduduk dan juga kemajuan teknologi. Sehingga perusahaan listrik negara (PLN) gencar mensosialisasikan program hemat listrik dari pukul 17.00 hingga 22.00. Alasan PLN melakukan ini adalah untuk efisiensi energi terutama dalam menghadapi beban puncak pada jam tersebut.^[1] Dengan demikian perlu ditemukan alternatif lain untuk mendukung atau mempertahankan kebutuhan dan gaya hidup yang menggunakan energi yang dapat

diperbaharui. Penelitian pembuatan rancang bangun solar tracker ini menggunakan sensor LDR dan Timer Dimana fungsi timer disini ialah sebagai backup atau cadangan apabila terjadi masalah atau kerusakan pada sensor LDR.solar sel dapat bergerak hingga mencapai sudut 45° ke kiri, kanan, atas dan bawah, selain itu dalam penelitian *dual axis solar tracker* ini juga disematkan Pompa air dengan motor DC yang akan menyemprotkan air dimana fungsinya sebagai pembersih panel surya apabila terkenal debu atau kotoran lainnya. Jadi tujuan utama dari perancangan alat ini adalah untuk memanfaatkan energi matahari agar bias dimanfaatkan semaksimal mungkin dan agar berguna bagi kita semua.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka pokok permasalahan yang dihadapi yaitu :

1. Bagaimana merancang *solar tracking system* berbasis Arduino ?
2. Bagaimana membuat *system tracker* untuk pembangkit listrik tenaga surya 100 watt agar dapat bergerak mengikuti sinar matahari ?
3. Bagaimana cara agar sensor LDR dan Timer bisa dikolaborasi di dalam rancang bangun *solar tracker* ini ?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah merancang solar tracking system berbasis arduino yang dapat digunakan pada semua wilayah atau area, Selain itu sistem ini diharapkan mampu membantu pemerintah dalam upaya mengatasi masalah energi terutama dalam pencarian dan pengoptimalan energi *alternative*, serta untuk memanaatkan energi matahari semaksimal mungkin.

1.4 Batasan Masalah

Tabel 2.1 Spesifikasi Solar Cell 100Wp

Spesifikasi	Keterangan
Max. power Voltage (Pmax)	100W
Max. Power Voltage (Vmp)	16, V
Max. Power Current (Imp)	3,34A
Open Circuit Voltage (Voc)	21,1V
Short Circuit Current (Isc)	4,23A
Nominal Operating Cell Temp (NOCT)	45±2°C
Max. System Voltage	1000V
Max. Series Fuse	16A

Agar tidak terjadi penyimpangan, maksud dan tujuan utama penyusunan skripsi ini maka perlu diberikan batasan masalah, antara lain:

1. *Solar tracking system* ini berbasis mikrokontroler arduino
2. *Solar tracking system* ini dibuat dalam bentuk *prototype* (rancang bangun)
3. Sistem Menggunakan Actuator linier sebagai penggerak
4. Solar panel yang digunakan memiliki daya output 100WP
5. Sistem ini menggunakan LCD sebagai pembaca outputnya.
6. Menggunakan sensor LDR, dan Timer sebagai cadangan (backup) disaat LDR mengalami gangguan dan Sensor timer sebagai sensor untuk memerintah *Nozzle* dan Pompa air agar hidup setiap jam 18:00 untuk membersihkan *Solar Cell* dari Debu.
7. Menggunakan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) untuk menggerakkan solar sel secara otomatis mengikuti arah sinar matahari.
8. Menggunakan sensor RTC (*Real Time Clock*) untuk menggerakkan solar sel secara manual.

2. LANDASAN TEORI

Solar tracker ini menggunakan sensor LDR sebagai sensor untuk membaca arah pergerakan matahari, dimana agar solar tracker ini mampu bergerak mengikuti arah sinar matahari agar mendapat energy matahari secara maximal. Dual axis solar tracker ini juga dilengkapi dengan pembersih solar cell dengan menggunakan air sebagai media pembersihnya. Jadi setiap jam 6 sore secara otomatis washer atau pembersih solar sel akan menyemprotkan air ke solar sel selama 10 detik agar debu atau kotoran yang ada pada solar cell dapat dibersihkan sehingga solar cell dapat menyerap energy matahari secara maksimal tanpa hambatan.

2.1 Penentuan Panel Surya

Panel surya pada perancangan *solar tracker* menggunakan panel dengan output 100WP (*wattpeak*) berbahan *polycrystalline*.



Gambar 2.1 Solar Cell 100Wp

2.2 Penentuan Solar Charge Controller

Untuk perancangan dan pembuatan alat ini dibutuhkan *solar charge controller* dengan tipe PWM dengan rating 10 ampere. *Solar charge controller* menerapkan teknologi *Pulse width modulation* (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan *over-charging* ke baterai. Beban pada sistem *solar tracker* mengambil energi dari *charge controller*.



Tabel 2.2 Spesifikasi *Solar Charge Controoler*

Spesifikasi	Keterangan
Battery Voltage	12V 24V Auto
Max Solar input	50V(for 24V battery) 25V(for 12V battery)
Equalization	14.4V(Sealed) 14.2V(Gel) 14.6V(Flood)
Float charge	13.7V(default,adjustable)
Discharge stop	10.7V(default,adjustable)
Max Power Current	10 A

Gambar 2.2 Solar Charge Controller

2.3 Battery

Karena faktor harga dan sulitnya jenis baterai lead acid *low antimony* dan *nickel cadmium* dipasaran, maka dipilih jenis baterai atau aki cair dengan tipe Yuasa 12N10-3B dengan output 12V/10Ah.



Gambar 2.3 Battery Yuasa 12N10-3B

2.4 Aktuator linier

Pada perancangan solar tracker ini, menggunakan Aktuator Linear Sebagai penggerak dari solar tracker ini. Aktuator Linear ini bertipe Actuator Merek Venus dengan spesifikasi sebagai berikut.



Gambar 2.4 Aktuator linier

Tabel 2.3 Spesifikasi Aktuator linier

Spesifikasi	Keterangan
Maximum load	150kg
Protection	East/west limit protection
Length	12 inches travel length
V/I/W	24V/1A/15W

2.5 Mikrokontroler Arduino Uno

Didalam rangkaian *board* arduino terdapat mikrokontroler AVR seri ATmega 328P yang merupakan produk dari atmel. Pada IC inilah semua program *solar tracker* diisikan, bahasa pemrograman arduino merupakan bahasa C.



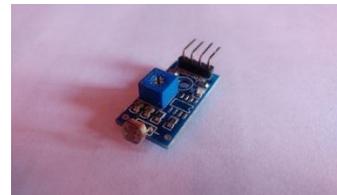
Gambar 2.5 Mikrokontroler Arduino Uno R3

Spesifikasi	Keterangan
Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-12V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16MHz

Tabel 2.4 Spesifikasi Arduino Uno R

2.6 LDR (Light Dependent Resistor)

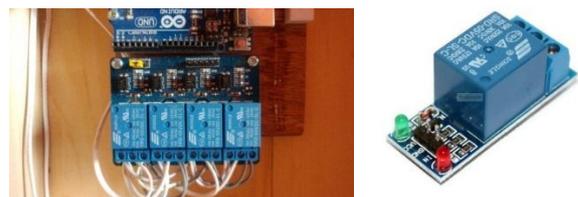
Light Dependent Resistor (LDR) adalah jenis resistor yang berubah hambatannya karena pengaruh cahaya. Besarnya nilai hambatan pada sensor cahaya LDR tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri.



Gambar 2.8 Modul sensor LDR

2.7 Relay

Relay merupakan jenis golongan saklar yang dimana beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik yang dimanfaatkan untuk menggerakkan kontaktor guna menyabungkan rangkaian secara tidak langsung. Pada saat relay kondisi Normally Open (NO) maka saklar atau switch contact akan menghantarkan arus listrik. Tetapi apabila ditemukan kondisi dimana armature kembali ke posisi semula (NC), pada saat itu juga menandakan bahwa module tidak teraliri arus listrik.



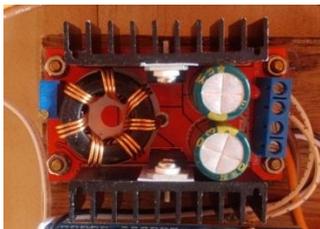
Gambar 2.9 Relay

Tabel 2.5 Spesifikasi Relay

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Input	5volt
Tegangan maksimal	250VAC/10A 30VDC/10A
Arus Input	15mA
Arus Output	10A
Chanel input	4 chanel dan 1 chanel

2.8 Boost Converter Dc to Dc 12 to 24 volt

Boost Coverter Dc to dc 12 to 24 volt merupakan salah satu komponen yang digunakan dalam pembuatan dual axis solar tracker ini, fungsi dari Boost Coverter ini adalah untuk menaikkan tegangan Dc dari 12 volt menjadi 24 volt dengan daya 150 watt, dengan arus outputnya mencapai 6 Ampere.



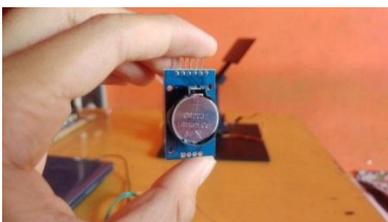
Gambar 2.10 Boost Converter Dc to Dc 12 to 24 volt

Table 2.5 Spesifikasi Boost Converter Dc to Dc 12 to 24 volt

Spesifikasi	Keterangan
Tipe	Step-Up / Booster
Tegangan Input	10-32 Volt
Tegangan Output	12-35 Volt (Adjustable)
Arus Input	max. 10A
Arus Output	max. 6A (Adjustable)
Max. Power Output	150W

2.9 Module RTC DS3231

Module RTC DS3231 adalah salah satu jenis modul yang dimana berfungsi sebagai RTC (Real Time Clock) atau pewaktuan.



Gambar 2.11 Module RTC DS3231

Tabel 2.6 Spesifikasi Module RTC DS3231

Spesifikasi	Keterangan
Tipe	DS3231
Tegangan Input	DC 3.3V - DC 5V
Memori	32Kb
Support AM/PM	24 jam
Komunikasi	I2C bus interface SDA, SCL
Baterai	battery CR2032

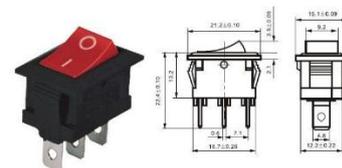
2.10 Kabel

Kabel jumper dibagi menjadi 3 yaitu :

1. *Male to Male*
2. *Male to Female*
3. *Female to Female*

2.11 Rocker Switch

Saklar rocker biasanya digunakan untuk menyalakan perangkat secara langsung. Mereka tersedia dalam berbagai bentuk, ukuran dan warna, dengan simbol standar dan kustom yang tersedia di aktuator.



Gambar 2.15 Rocker Switch

(sumber : 2018. Rocker Switch. <https://www.e-switch.com/>. Diakses pada tanggal 05 desember 2018)

2.12 LCD 16 x 2

LCD merupakan singkatan dari *Liquid Crystal Display* yang dapat digunakan untuk menampilkan berbagai hal berkaitan dengan aktivitas mikrokontroller, salah satunya adalah menampilkan teks yang terdiri dari berbagai karakter. LCD banyak digunakan karena fungsinya yang bervariasi, dan juga pemrogramannya yang mudah.



Gambar 2.16 LCD 16 x 2
Tabel 2.7 Spesifikasi LCD 16 x 2

Spesifikasi	Keterangan
Tipe	LCD 16 x 2
Tegangan Input	DC 5V
Interface	parallel MCU interface
Dimensi	80.8 x 36.0 x 12.5 mm

2.13 Pompa Air motor DC

Motor Listrik DC tersedia dalam berbagai ukuran rpm dan bentuk. Kebanyakan Motor Listrik DC memberikan kecepatan rotasi sekitar 3000 rpm hingga 8000 rpm dengan tegangan operasional dari 1,5V hingga 24V.



Gambar 2.17 Pompa Air motor DC

Tabel 2.8 Spesifikasi Pompa air motor DC

Spesifikasi	Keterangan
Type	
Voltage	DC12V DC9V
Power	3W-7W
Rated current	0.5 ~ 0.7A
Maximum flow	1.5-2L / min

3. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Perancangan Sistem

Dalam bab ini akan membahas mengenai perencanaan dan pembuatan alat, mulai dari menentukan bahan serta komponen yang digunakan, serta tahapan-tahapan perancangan *dual axis solar tracker* pembangkit listrik tenaga surya menggunakan sensor LDR berbasis arduino secara otomatis dan secara manual, baik dalam menentukan jenis Solar cell yang akan digunakan serta penentuan komponen komponen lainnya seperti aktuator dan lain sebagainya, Serta menentukan jumlah LDR yang diperlukan untuk menggerakkan solar cell, agar bisa bergerak ke atas, bawah, kanan dan kiri.

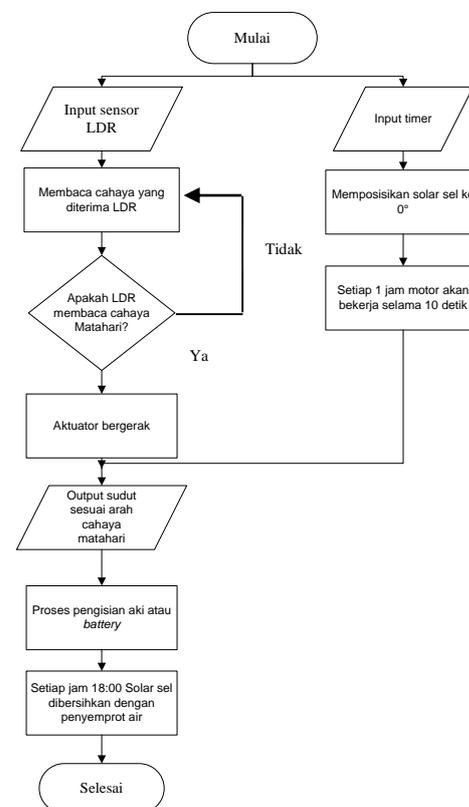
3.2 Alur Perancangan dan Pembuatan alat

Masuk pada tahap perencanaan yaitu mencari solusi terhadap permasalahan yang ditimbulkan pada tahap pengidentifikasian masalah. Setelah itu pembuatan alat *Dual axis solar tracker* dengan

komponen yang sudah ditentukan antara lain Arduino Uno digunakan untuk memproses suatu sinyal masukan yang nantinya akan mengendalikan atau mengontrol alat *Dual axis solar tracker* ini. 2 buah Aktuator Linear sebagai penggerak sistem *Dual axis solar tracker* yang pada alat ini akan mampu bergerak 45° ke kiri, 45° ke kanan, 45° ke bawah, 45° ke atas.

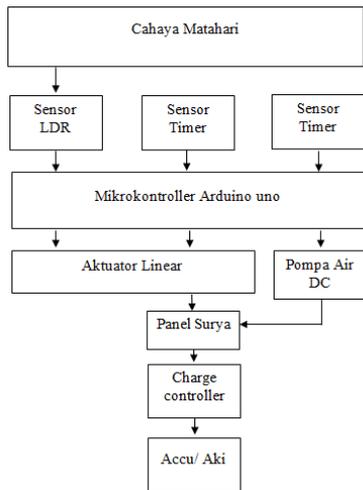
Booster converter dc to dc 12 to 24 volt digunakan untuk menaikkan tegangan yang akan digunakan untuk supply daya dan tegangan ke aktuator linear, Solar sel dengan $V_{mp} : 18 V$ dan $I_{mp} : 5,73 A$ dengan dimensi 1000 mm x 665mm x 3.5 mm untuk mengkonversi energi surya menjadi energi listrik, LCD 16 x 2 dan RTC sebagai sensor waktu beserta komponen yang lainnya yang sudah disebutkan di atas. Kemudian setelah itu dilakukan pengujian alat dengan tujuan yang nantinya dapat melihat cara kerja rangkaian *dual axis solar tracker* yang dapat beroperasi dengan baik atau sesuai yang diharapkan dan proses pengesekusian program dengan baik. Setelah sukses dalam pengujian alat didapatkan hasil analisa alat berupa data informasi tentang arus dan tegangan saat pengisian daya di aki pada alat *dual axis solar tracker*, dimana nantinya dengan data tersebut selanjutnya mencari daya dan membandingkan lebih optimal manakah antara panel surya statis atau dinamis.

3.3 Flowchart Cara Kerja Rangkaian *Dual Axis Solar Tracker*



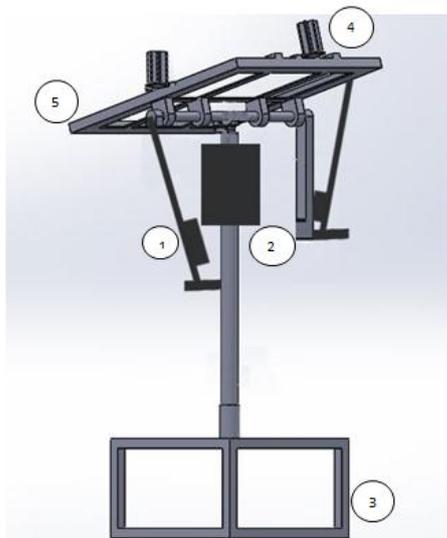
Gambar 3.2 Flowchart sistem kerja alat
3.4 Diagram Blok Dual Axis Solar Tracker

Diagram blok merupakan suatu gambaran dasar dari suatu system yang akan dirancang. Dari diagram blok diatas dapat diketahui bahwa sensor LDR berfungsi untuk mendeteksi cahaya matahari dengan nilai terkuat, sehingga Aktuator linear berputar yang akan menggerakkan panel surya dengan ketentuan sudut masing masing arah 45°.



Gambar 3.3 Blok Diagram

3.5 Perencanaan Dual Axis Solar Tracker



Keterangan:

1. Aktuator Linear
2. Box panel
3. Rangka besi Dual axis solar tracker
4. Sensor LDR
5. Bingkai untuk Solar sel

Gambar 3.4 Desain Perancangan alat

3.6 Cara kerja Dua axis Solar Tracker

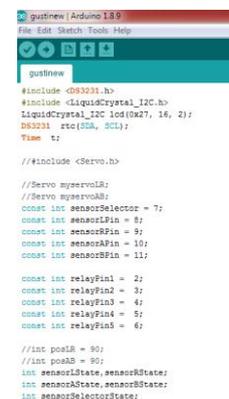
Alat ini dirancang bergerak mengikuti arah sinar matahari secara otomatis dengan LDR sebagai sensornya, tetapi disini saya sebagai peneliti menambahkan bergerak secara manual mengikuti sinar matahari dengan menggunakan RTC sebagai sensornya dan membersihkan solar cell dari debu dengan menggunakan Nozzle. Cara kerja penyemprot ini adalah membersihkan solar cell setiap jam 6 sore yang akan menyemprotkan air ke solar cell selama 10 detik. Jadi di dalam perancangan alat ini di dalam komponen mesin kendali sudah disediakan tombol untuk mengganti mode yang akan digunakan yaitu auto dan manual. Jadi ketika memilih mode auto maka dual axis solar tracker akan bergerak mengikuti arah sinar matahari secara otomatis dimana ketika salah satu LDR menerima cahaya yang paling tinggi maka akan mengarah ke LDR tersebut, namun apabila semua LDR terkena sinar matahari maka posisi solar tracker akan diam. Kemudian ketika kita memilih mode manual solar tracker harus sudah diposisikan ke posisi 0° ke posisi paling awal agar pergerakan dual axis solar tracker ini sempurna.

3.7 Pemrograman Arduino

Fungsi program disini antara lain yaitu, menginisialisasi pin-pin mana saja yang akan menjadi perintah logika “HIGH” atau “LOW” yang akan mengaktifkan atau mematikan output-output pendukung.



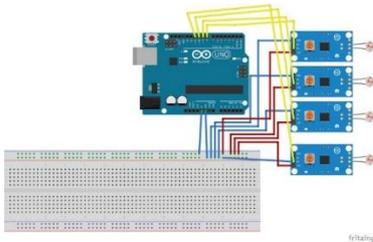
Gambar 3.5 Tampilan awal Program Arduino



Gambar 3.6 Bentuk code arduino

3.8 Perancangan Dual Axis Solar Tracker

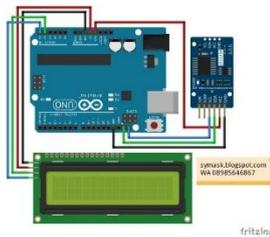
Pada bagian ini akan dijelaskan secara detail penyambungan dan pengkabelan antara Arduino dengan LDR, Arduino dengan RTC, Arduino dengan Aktuator linear yang merupakan komponen pembangun *Dual axis solar tracker* ini. Berikut ini adalah perancangan antara modul dengan Arduino :



Gambar 3.7 Pengkabelan Arduino uno dengan LDR

Keterangan :

1. GND LDR ke sumber (-)
2. VCC LDR ke Sumber (+)
3. DO masing - masing LDR masuk ke pin no 8, 9, 10, 11



Gambar 3.8 Pengkabelan Arduino uno dengan RTC dan LCD

Keterangan :

RTC DS3231 :

1. SDA dihubungkan ke in SDA
2. SCL dihubungkan ke pin SCL
3. VCC dihubungkan ke 5v
4. GND dihubungkan ke GND

LCD 16 x 2 I2c :

1. SDA dihubungkan ke pin A4
2. SCL dihubungkan ke pin A5
3. VCC dihubungkan ke 5v
4. GND dihubungkan ke GND



Gambar 3.9 Pengkabelan Arduino uno dengan Aktuator Linier

4.HASIL PERENCANAAN DAN PENGUJIAN

ALAT

4.1 Pendahuluan

Pada bab ini, membahas tentang hasil perencanaan dari pembuatan solar tracker dual axis yang nantinya akan menjelaskan secara lebih detail tentang spesifikasi setiap bagian-bagiannya serta pengujian yang berupa membandingkan *solar cell* posisi dinamis dan statis yang diukur melalui tegangan dan arus pada saat proses pengecasan baterai. Pengujian yang dilakukan meliputi :

1. Pengujian solar tracker posisi dinamis
2. Pengujian solar tracker posisi statis
3. Pengujian solar tracker bergerak secara manual dengan sensor RTC
4. Pengujian pompa air motor DC apakah bekerja dengan baik atau tidak.
5. Membandingkan hasil pengujian solar tracker posisi statis dan dinamis.

4.6 Hasil Perencanaan dan perancangan *dual axis solar tracker*



Gambar 4.5 Hasil Perencanaan dan perancangan *dual axis solar tracker*

4.2.3 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian *solar tracker dual axis* dengan sensor LDR berbasis arduino adalah pengujian yang dilakukan terhadap gabungan seluruh rangkaian elektronik, sensor LDR, Aktuator Linear dan mekanik alat. Untuk menguji pergerakan *solar tracker dual axis* membutuhkan sinar matahari yang kuat, agar LDR dapat bekerja sesuai dengan mestinya dan secara maksimal. Berikut ini akan jelaskan langkah-langkah pengujiannya :

1. Upload program Arduino uno ke alat *dual axis solar tracker*.
2. Paparkan alat *dual axis solar tracker* ke matahari.
3. Pengujian pertama yaitu *solar tracker* posisi diam tanpa bergerak mengikuti matahari.

4. Pengujian yahng kedua yaitu *solar tracker* posisi mengikuti arah sinar matahari secara otomatis.
5. Pengujian ketika yaitu *solar tracker* mengikuti arah sinar matahari secara manual dengan sensor *Timer*.
6. Amati pergerakan *dual ais solar tracker* dan catatlah hasilnya yang tercantum di alat ukur multimeter.

4.7.4 Hasil Pengujian

Hasil pengujian ini dimaksudkan untuk membandingkan antara tegangan dan arus pada posisi statis dan dinamis, hal ini untuk mengetahui lebih efektif manakah untuk diaplikasikan di lingkungan yang masih jauh dari sumber listrik.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Alat tanpa tracker (diam)

Pengujian solar sel tanpa Tracker (Diam)			
No.	Jam	V (volt)	I (Ampere)
1.	7:00	18,2	2
2.	7:30	18,8	2,5
3.	8:00	19,5	2,8
4.	8:30	19,5	2,8
5.	9:00	20,4	3,1
6.	9:30	19,8	3,2
7.	10:00	19,8	3,5
8.	10:30	19,8	3,5
9.	11:00	19,8	3,8
10.	11:30	20	4
11.	12:00	20	5,2
12.	12:30	20	5
13.	13:00	19,5	4,5
14.	13:30	19,2	4
15.	14:00	19	4
16.	14:30	19	3,8
17.	15:00	19,2	3,8
18.	15:30	18,8	3
19.	16:00	18,2	2
20.	16:30	16,5	0,5
21.	17:00	15	0,5
Rata - rata		18,10 V	3,21 A

Tabel 4.2 Hasil Pengujian dengan Tracking sistem

Pengujian solar sel tanpa Tracker (Diam)			
No.	Jam	V (volt)	I (Ampere)
1.	7:00	20,1	4
2.	7:30	20	4
3.	8:00	20,1	4,2
4.	8:30	20	4,5
5.	9:00	20,5	4,9
6.	9:30	19,8	5
7.	10:00	20,5	5,8
8.	10:30	20,5	6
9.	11:00	20,2	5,8
10.	11:30	21	6,5
11.	12:00	21	6,2
12.	12:30	21	6
13.	13:00	21	6,2
14.	13:30	20	6
15.	14:00	20	6,2
16.	14:30	19,8	5,5
17.	15:00	20,2	5,5
18.	15:30	20	5
19.	16:00	19	4
20.	16:30	18	3,8
21.	17:00	18	4
Rata - rata		20 V	5,19 A



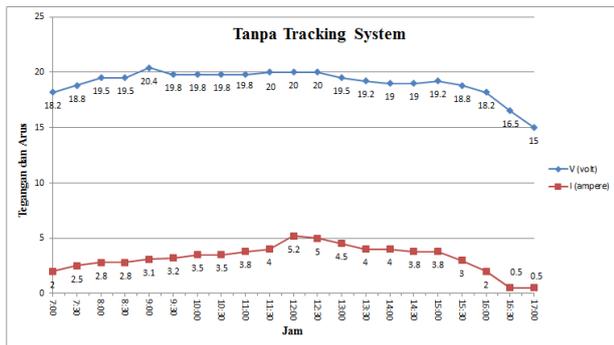
Gambar 4.10 Pengujian alat dengan Tracking system



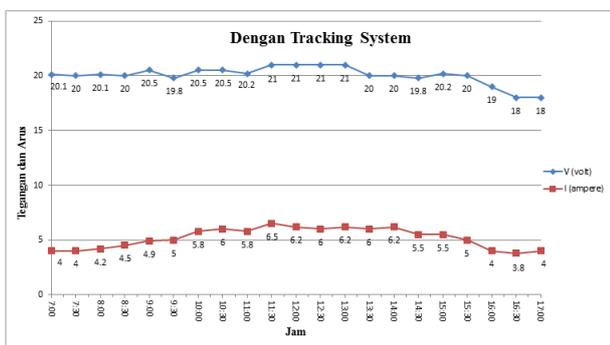
Gambar 4.11 Pengujian Alat Tanpa Tracking sistem



Gambar 4.12 Pengujian Alat Dengan Tracking system dan tanpa Tracking system dalam waktu yg sama



Grafik 4.1 Pengujian Panel Surya Posisi diam



Grafik 4.2 Pengujian Solar Tracker Bergerak dengan sensor LDR

4.2.5 Perhitungan

Dengan didapatkannya data dari hasil pengujian, maka langkah selanjutnya dilakukan perhitungan daya serta persentase peningkatan arus dan daya listrik yang dihasilkan antara panel surya dinamis dan panel surya statis.

Untuk mencari daya yang di dihasilkan yaitu :

- Dual axis solar tracker tanpa tracker (Diam)

$$P = V \cdot I$$

$$= 18,10 \times 3,21$$

$$= 58 \text{ W}$$

- Dual axis solar tracker dengan tracker (Bergerak)

$$P = V \cdot I$$

$$= 20 \times 5,19$$

$$= 103 \text{ W}$$

Untuk mencari presentase arus dan daya listrik :

- Arus

$$= \frac{\text{Arus Dinamis} - \text{Arus Statis}}{\text{Arus Dinamis}} \times 100\%$$

$$= \frac{5,19 - 3,21}{5,19} \times 100\%$$

$$= 38 \%$$
- Daya

$$= \frac{\text{Daya Dinamis} - \text{Daya Statis}}{\text{Daya Dinamis}} \times 100\%$$

$$= \frac{103 - 58}{103} \times 100\%$$

$$= 43 \%$$



Grafik 4.4 Selisih daya Panel surya Diam dan menggunakan Tracker

Tabel 4.3 Perbandingan Hasil Pengujian

Pengujian solar sel tanpa Tracker (Diam)				Pengujian solar sel dengan Tracker (Bergerak)			
Jam	V	I	P	Jam	V	I	P
7:00	18,2	2	36,4	7:00	20,1	4	80,4
7:30	18,8	2,5	47	7:30	20	4	80
8:00	19,5	2,8	54,6	8:00	20,1	4,2	84,42
8:30	19,5	2,8	54,6	8:30	20	4,5	90
9:00	20,4	3.1	63,24	9:00	20,5	4,9	100,4
9:30	19,8	3,2	63,36	9:30	19,8	5	99
10:00	19,8	3.5	69,3	10:00	20,5	5,8	118,9
10:30	19,8	3,5	69,3	10:30	20,5	6	123
11:00	19,8	3.8	75,24	11:00	20,2	5,8	117,1
11:30	20	4	80	11:30	21	6,5	136,5
12:00	20	5,2	104	12:00	21	6,2	130,2
12:30	20	5	100	12:30	21	6	126
13:00	19,5	4,5	87,75	13:00	21	6,2	130,2
13:30	19,2	4	76,8	13:30	20	6	120
14:00	19	4	76	14:00	20	6,2	124
14:30	19	3,8	72,2	14:30	19,8	5,5	108,9
15:00	19,2	3,8	73	15:00	20,2	5,5	111
15:30	18,8	3	56,4	15:30	20	5	100
16:00	18,2	2	36,4	16:00	19	4	76
16:30	16,5	0,5	8,25	16:30	18	3,8	68,4
17:00	15	0,5	7,5	17:00	18	4	72
Total energi listrik			1.311 Wh	Total energi listrik			2.196 Wh

Jadi dalam Pengujian dual axis solar tracker di dapat hasil pengukuran yaitu 63 watt tanpa *tracking* sistem dan 104 watt dengan *tracking* sistem dengan selisih perbandingan Dayanya sebesar 43% (belum dikurangi dengan penggunaan Aktuator linier)

- Perhitungan penggunaan Aktuator linier sebagai penggerak Solar Tracker
 Daya yang dibutuhkan oleh aktuator linier : 15
 $Watt \times 2 = 30 W$
 Daya yang dihasilkan solar tracker : 104 W
 Jadi
 $104W - 30W = 74 watt$

4.2.6 Pembersihan solar sel setiap jam 6 sore dengan air



Gambar 4.15 Pembersih solar sel dengan air

Jadi dari hasil pengujian pembersih solar sel dengan air membantu agar solar sel tetap dalam kondisi bersih, bebas dari debu yang menempel. Menggunakan motor DC 12v sebagai pompa airnya yang akan menyemprotkan air setiap hari jam 16:00 sore selama 10 detik.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian *Dual axis solar tracker* rata – rata tegangan tanpa dan dengan *tracking* sistem yaitu 18,10 volt dan 20 volt dengan rata-rata arus tanpa dan dengan *tracking* sistem yaitu 3,21 A dan 5,19 A serta tegangan maksimal tanpa dan dengan *tracking* sistem yaitu 20,4 V dan 21 V. Jadi dengan ini dapat disimpulkan bahwa :

- Perbedaan keluaran energi listrik yang sangat signifikan, dari hasil rata rata perhitungan energy listrik di dapat selisih perbedaan energinya hingga mencapai 43% per hari dengan pengujian selama 11 jam
- Selisih energi listrik yang dihasilkan dengan *tracking system* dan Tanpa *tracking Sistem* yaitu 2196 Wh dan 1311 Wh selama 11 jam dengan 21 kali pengujian dan mendapat daya perharinya 103 watt dengan sistem *tracking* dan 58 watt tanpa sistem *tracking*.
- Dengan menggunakan sistem tracker pada solar sel akan dapat membantu solar sel melakukan penyerapan sinar matahari secara maksimal dan lebih efisien.

5.2 Saran

Karena solar tracker dual axis ini saya buat dengan menggunakan sel surya 100 Wp, maka kurang bermanfaat untuk lingkungan masyarakat sebab tegangan yang dihasilkan masih terbilang kecil jika seandainya digunakan di instalasi rumah tinggal, namun apabila digunakan untuk penerangan jalan atau fasilitas

umum lainnya maka ini sangat tepat dan praktis. Oleh sebab itu, penulis menyarankan agar menggunakan sel surya dengan kapasitas lebih dari 100 Wp agar nantinya dapat berguna untuk instalasi rumah tinggal.

REFERENSI

- [1] Dhomo, Dedy. Pemanfaatan Mikrokontroler Sebagai Pengendali *Solar Tracker* Untuk Mendapatkan Energi Maksimal. Sistem Pelacak Matahari Menggunakan Arduino, Universitas Narotama Surabaya. 2007
- [2] Fadhlullah, Khalid. *Solar Tracking System* Berbasis Arduino, Skripsi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 2017
- [3] K. Resi, "Pembuatan Penggerak Panel Surya untuk Mengikuti Gerak Matahari dengan Menggunakan Logika Fuzzy," *J. Otomasi Kontrol dan Instrumentasi*, vol. 5, no. 1, hal. 47–56, 2015.
- [4] Swetash Mani Shrivastava, *Dual Axis Solar Tracker*, 2013
- [5] S. Ozcelik, H. Prakash, dan R. Chaloo, "Two-Axis Solar Tracker Analysis and Control for Maximum Power Generation," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 6, hal. 457–462, 2011.
- [6] Y. Yao, Y. Hu, S. Gao, G. Yang, dan J. Du, "A Multipurpose Dual-Axis Solar Tracker With Two Tracking Strategies," *Renew. Energy*, vol. 72, hal. 88–98, 2014.
- [7] (sumber : 2018. Rocker Switch. <https://www.e-switch.com/>. Diakses pada tanggal 05 desember 2018)
- [8] (sumber: Algorumi, Choirudin. 2018. Jenis Kabel Jumper. <https://dickysosd.blogspot.com/2018/01/jenis-kabel-jumper.html>. Diakses pada tanggal 05 desember 2018)