

# PROTOTYPE PEMANFAATAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI PADA SISTEM OTOMASI ATAP STADION BOLA

Andi Julisman<sup>1)</sup>, Ira Devi Sara<sup>2)</sup>, Ramdhan Halid Siregar<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup> Jurusan Teknik Elektro dan Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala  
Jl. Tgk. Syech Abdul Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Indonesia

<sup>1</sup>andijulisman@yahoo.com

<sup>2</sup>i.d.sara@unsyiah.ac.id

<sup>3</sup>ramdhan@unsyiah.ac.id

**Abstrak**—Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan prototipe sistem buka tutup atap stadion secara otomatis. Untuk menutup dan membuka atap digunakan dua buah sensor yang terletak pada bagian atas stadion. Sensor air (RD sensor) digunakan untuk mendeteksi air sedangkan sensor cahaya (LDR sensor) untuk mendeteksi cahaya yang berada di sekitar stadion. Energi yang digunakan untuk mengaktifkan sistem tersebut berasal dari panel surya dengan kapasitas 50 Wp. Kerja prototipe ini diatur oleh mikrokontroler arduino. Atap stadion yang digunakan pada prototipe ini terbuat dari bahan fiber yang beratnya 16 gram. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan prototipe telah dapat bekerja dengan baik dan mampu menggerakkan atap dengan torsi  $648 \times 10^{-6}$  N/m maka dipilih motor dengan torsi 3,82 N/m.

**Kata Kunci**—Panel surya, motor DC, arduino, LDR sensor, RD sensor.

## I. PENDAHULUAN

Stadion merupakan sarana paling penting dalam olahraga. Sebagai suatu arena hiburan bagi para penggemar sepak bola, stadion harus mampu memberikan suatu kenyamanan dan keamanan baik bagi penonton maupun pemain. Untuk memberikan kenyamanan bagi pemain dan penonton, suatu stadion perlu dilengkapi dengan atap yang dapat bergerak secara otomatis seperti membuka dan menutup dengan sendirinya tergantung pada kondisi cuaca. Pada saat ini, stadion sepak bola di Indonesia masih belum dilengkapi dengan atap penutup. Kalau terjadi perubahan cuaca tiba-tiba misalnya hujan, permainan tetap bisa dilanjutkan hingga waktu yang ditetapkan. Suasana lapangan yang basah dan berlumpur sangat mempengaruhi kenyamanan dan keselamatan para pemain di lapangan.

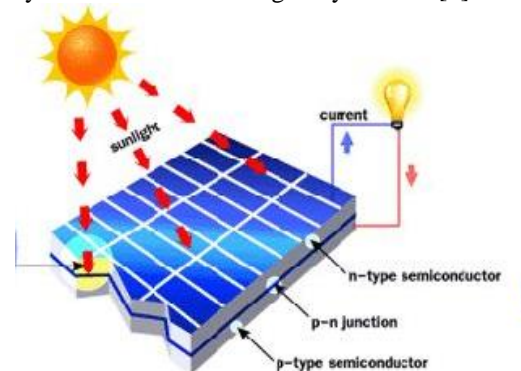
Sistem pengaturan pembuka dan penutup atap sepak bola secara otomatis sudah diterapkan distadion di Eropa. Untuk sistem kontrolnya digunakan beberapa sensor seperti sensor air (RD sensor) dan sensor cahaya (LDR sensor) untuk mengetahui keadaan cuaca yang terjadi. Kerja sensor-sensor tersebut diatur oleh suatu sistem controller untuk menggerakkan atap stadion bola dan memberikan penerangan dalam stadion agar pemain tetap dapat bermain dalam kondisi cuaca hujan. Apabila keadaan kembali normal (cerah), maka atap stadion akan kembali terbuka.

Perancangan sebuah prototipe sistem buka tutup stadion ini bertujuan untuk memberi inovasi kepada perancang stadion sepak bola sehingga dapat diwujudkan dalam kehidupan nyata. sumber energi listrik yang digunakan pada sistem pengaturan atap otomatis dapat bersumber dari cahaya matahari.

## II. DASAR TEORI

### A. Panel Surya

Panel Surya adalah alat konversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Untuk memanfaatkan potensi energi surya ada dua macam teknologi yang sudah diterapkan, yaitu energi surya fotovoltaik dan energi surya termal [2].



Gambar 1 Cara kerja sel surya dengan prinsip p-n junction

Dari ilustrasi diatas menunjukkan cara kerja panel surya dengan prinsip p-n junction. Sel surya konvensional bekerja menggunakan prinsip p-n junction, yaitu junction antara semikonduktor tipe-p dan tipe-n. Semikonduktor ini terdiri dari ikatan-ikatan atom yang dimana terdapat elektron sebagai penyusun dasar. Semikonduktor tipe-n mempunyai kelebihan elektron (muatan negatif) sedangkan semikonduktor tipe-p mempunyai kelebihan hole (muatan positif) dalam struktur atomnya. Kondisi kelebihan elektron dan hole tersebut bisa terjadi dengan mendoping material dengan atom dopant. Sebagai contoh untuk mendopkan material silikon tipe-p, silikon didoping oleh atom boron,

sedangkan untuk mendapatkan material silikon tipe-n, silikon didoping oleh atom fosfor. Ilustrasi diatas menggambarkan junction semikonduktor tipe-p dan tipe-n. Peran dari p-n junction ini adalah untuk membentuk medan listrik sehingga elektron (dan hole) bisa diekstrak oleh material kontak untuk menghasilkan listrik. Ketika semikonduktor tipe-p dan tipe-n terkontak, maka kelebihan elektron akan bergerak dari semikonduktor tipe-n ke tipe-p sehingga membentuk kutub positif pada semikonduktor tipe-n, dan sebaliknya kutub negatif pada semikonduktor tipe-p. Akibat dari aliran elektron dan hole ini maka terbentuk medan listrik yang mana ketika cahaya matahari mengenai susuna p-n junction ini maka akan mendorong elektron bergerak dari semikonduktor menuju kontak negatif, yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai listrik, dan sebaliknya hole bergerak menuju kontak positif menunggu elektron datang, seperti diilustrasikan pada gambar diatas.

Berikut ini adalah persamaan rumus yang digunakan pada panel surya :

- Daya Input : Perhitungan daya input dapat menggunakan persamaan 2.1 [5] :

$$P_{in} = G \times A \quad (2.1)$$

Keterangan:

$P_{in}$  = Daya input akibat Radiasi matahari (Watt)

$G$  = Intensitas radiasi matahari (Watt/m<sup>2</sup>)

$A$  = Luas area permukaan photovoltaic module (m<sup>2</sup>)

- Daya Output : Perhitungan daya output dapat dilihat pada persamaan 2.2 [5]:

$$P_{out} = V_{max} \times I_{max} \quad (2.2)$$

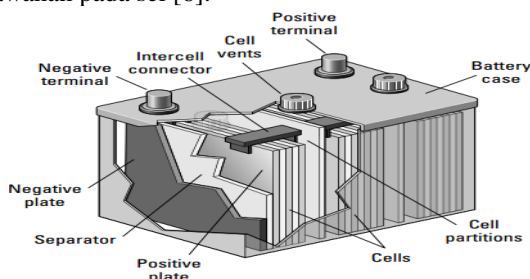
Keterangan :

$V_{max}$  = Tegangan pada daya maksimum (Volt)

$I_{max}$  = Arus pada daya maksimum (Ampere)

### B. Aki ( Baterai )

Baterai merupakan alat menyimpan energi listrik melalui proses elektrokimia. Proses elektrokimia adalah di dalam baterai terjadi perubahan kimia menjadi listrik (proses pengosongan) dan listrik menjadi kimia dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda pada baterai yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan pada sel [6].



Gambar 2 Bagian pada baterai jenis lead acid [6]

Ada beberapa hal yang perlu di perhatikan sebelum merancang solar panel. sebagai berikut :

- Mencari total beban listrik harian :

$$\text{Beban Pemakaian} = \text{Daya} \times \text{Lama Pemakaian} \quad (2.3)$$

- Menentukan ukuran kapasitas panel surya :

$$\text{Kapasitas Panel Surya} = \frac{\text{Total Beban Pemakaian Harian}}{\eta_{\text{baterai}} + \text{Insolasi Panel Surya}} \quad (2.4)$$

- Menentukan kapasitas baterai/aki :

$$\text{Kapasitas Baterai} = \frac{n \times \text{Total Beban Pemakaian Harian}}{V_{dc}} : \text{DOD} \quad (2.5)$$

Keterangan :

$n$  = Efisiensi harian

$V_{dc}$  = Tegangan Sistem

DOD = Depth of discharge

- Lama pengisian baterai/aki :

$$T_1 = \frac{C}{I} (1 + 20\%) \quad (2.6)$$

Keterangan :

$I$  = Arus Pengisian (Ampere)

$C$  = Kapasitas (Ampere hours)

$T_1$  = Waktu yang kita inginkan (Hours)

20% = (% De-efisiensi)

- Lama penggunaan energi :

$$\text{Lama pembebanan} = \frac{\text{Total Pemakaian Beban Harian}}{\text{Kapasitas Baterai}} - 3 \text{ jam} \quad (2.7)$$

### C. Baterai Regulator

Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Solar charge controller mengatur overcharging (kelebihan pengisian - karena batere sudah 'penuh') dan kelebihan voltase dari panel surya / solar cell. Solar charge controller menerapkan teknologi Pulse width modulation (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Panel surya / solar cell 12 Volt umumnya memiliki tegangan output 16 - 21 Volt.



Gambar 3 Baterai regulator

### D. Motor Stepper

Motor stepper merupakan motor yang mengubah pulsa listrik yang diberikan menjadi gerakan rotor yang diskrit disebut step. perancangan prototipe ini memakai motor stepper jenis Variable Reluctance (VR). Motor stepper jenis ini memiliki bentuk rotor yang unik yaitu berbentuk silinder

dan pada semua unitnya memiliki gerigi yang memiliki hubungan dengan kutub-kutub stator. Rotor pada magnet tipe ini tidak menggunakan magnet permanent.



Gambar 4 Motor DC (printer)

Motor yang dipilih berdasarkan torsi beban dihitung dengan rumus sebagai berikut :

untuk mencari torsi untuk menggerakkan beban menggunakan rumus persamaan 2.9 :

$$T = I \times a \quad (2.8)$$

Keterangan:

T = Torsi

I = Moment Inersia (kgm<sup>2</sup>)

a = Percepatan (rad/s<sup>2</sup>)

Untuk mencari torsi yang harus dicari pertama adalah momen inersianya dengan persamaan rumus 2.10 dan percepatan sudut dengan persamaan rumus 2.11 sebagai berikut:

$$I = \frac{1}{2} \times m \times r^2 \quad (2.9)$$

$$\alpha = \frac{a}{r} \quad (2.10)$$

Keterangan :

m = Massa (kg)

r = Radian (m)

$\alpha$  = percepatan sudut (m/s<sup>2</sup>)

a = Percepatan (rad/s<sup>2</sup>)

Sebelum mencari percepatan sudut digunakan persamaan rumus 2.12 sebagai berikut :

$$\alpha = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (2.11)$$

Untuk mencari kecepatannya maka menggunakan persamaan rumus 2.13 sebagai berikut :

$$V = n \times \text{keliling lingkaran} \quad (2.12)$$

Keterangan :

V = Kecepatan (m/s)

n = Putaran Per-menit (Rpm)

### E. Sensor LDR (Light Dependent Resistor)

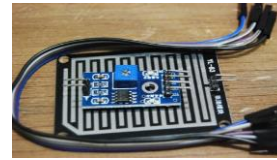


Gambar 5 LDR Sensor [9]

Light Dependent Resistor atau disingkat dengan LDR adalah jenis Resistor yang nilai hambatan atau nilai resistansinya tergantung pada intensitas cahaya yang diterimanya[9].

### F. RD ( Rain Drop ) Sensor

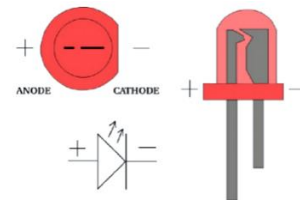
Sensor hujan mendeteksi air yang melengkapi sirkuit pada lead sensor papan yang dicetak.



Gambar 6 RD Sensor

### G. LED

LED adalah singkatan dari "Light Emitting Diode". merupakan perangkat semi-konduktor yang menghasilkan cahaya ketika arus listrik melewati celah antara katoda dan anoda didalam sistem perangkat tsb [3].



Gambar 7 LED [8]

### H. Relay

”.



Gambar 8 bentuk Relay [12]

Relay adalah komponen listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi medan elektromagnetis. Kerja relay ialah dengan medan magnet yang digunakan untuk menggerakkan saklar. Ketika kumparan yang ada di dalam relay diberikan tegangan sesuai dengan tegangan kerja relay maka akan timbul medan magnet pada kumparan karena adanya arus listrik yang mengalir pada lilitan kawat. Kumparan inilah yang akan menarik saklar dari kontak NC ke kontak NO, jika tegangan dimatikan maka medan magnet hilang dan saklar akan kembali menjadi NC.

### I. Arduino

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman

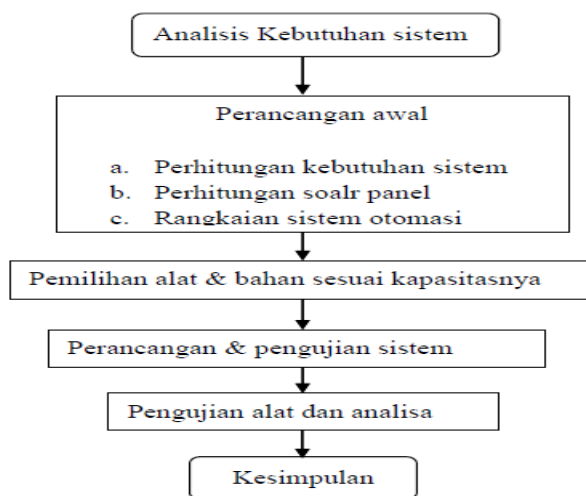
sendiri. Bahasa yang dipakai dalam Arduino bukan assembler yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang disederhanakan dengan bantuan pustaka-pustaka (libraries) Arduino [1].



Gambar 9 Arduino

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Diagram Alir Tahapan Penelitian



Gambar 10 Diagram Alir Tahapan Penelitian

#### B. Persiapan Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada proses penelitian ini bisa kita lihat pada tabel 1.

TABEL I  
ALAT DAN BAHAN

NO	Alat dan Bahan	Jumlah (unit)
1	Solar panel 50wp	1
2	Arduino uno (rev-3)	1
3	Baterai 12V 45 AH	1
4	Charge baterai	1
5	Motor DC 9V	1
6	Software Arduino	1
7	Jumper wires	Secukupnya
8	LDR sensor	1
9	RD sensor	1
10	Relai 4 channels	1
11	Lampe LED	4

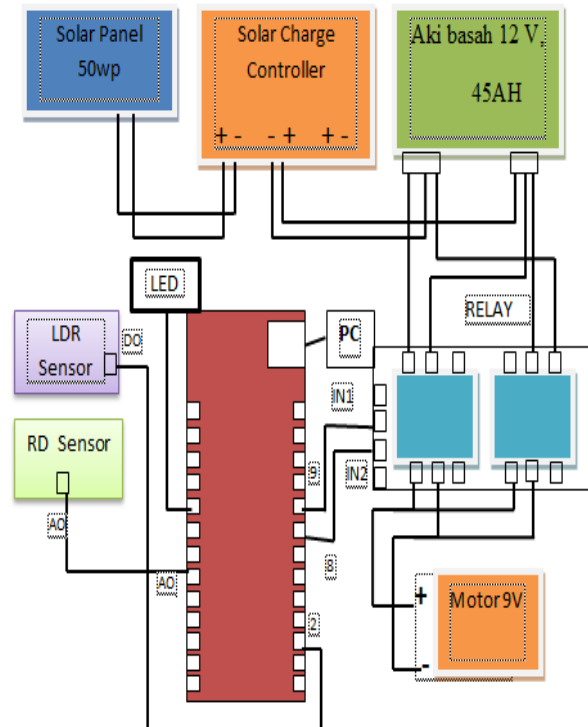
#### C. Perancangan Alat

Skala dari ukuran sebenarnya stadion ini adalah 1:400. Jadi ukuran prototipe ini adalah 400 kali lebih kecil dari

ukuran sebenarnya. Setelah diketahui daya beban pemakaian harian barulah dipilih panel surya yang akan digunakan seperti pada gambar 10.



Gambar 10 Peletakkan panel surya



Gambar 11 Rangkaian Kerja

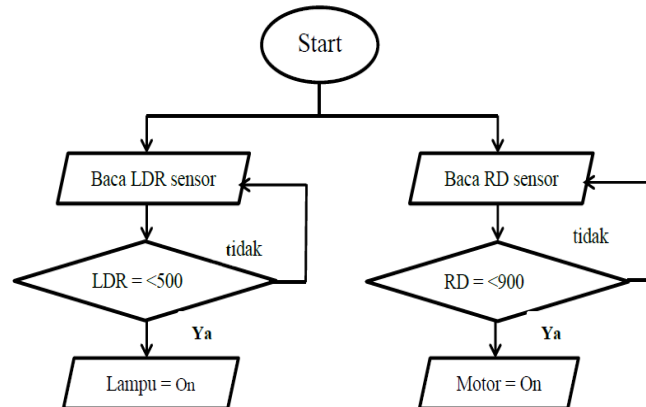
Sedangkan untuk memilih motor yang sesuai dengan ini maka harus diketahui beban dari atap yang harus digerakkan oleh motor. Atap dari prototipe ini seberat 16 gr yang dikonversikan menjadi 0.016 kg yang terbuat dari bahan fiber.

Atap digerakkan oleh motor stepper yang bertegangan 9V dan arus 0.259A. motor stepper ini memiliki torsi 3,82 N/m. Pada perancangan ini juga dibutuhkan beberapa sensor sebagai objek penelitian yang akan di lakukan. Dimana LDR berfungsi sebagai sensor cahaya yaitu untuk mendekteksi cahaya. Sensor LDR yang dipilih seperti pada Gambar 5. Selanjutnya diperlukan sensor hujan yang berfungsi untuk mendeteksi air. Sensor yang dipilih seperti Gambar 6 setelah dipilih alat dan bahan maka dirangkai seperti pada Gambar 11.

Perancangan *hardware* dan *software* akan dilakukan sesuai dengan konsep desain. Perancangan *hardware* dilakukan secara langsung tanpa simulasi. Sebagai pengontrol digunakan arduino yang terpasang sensor hujan yang berfungsi sebagai sensor untuk membaca ketika air hujan turun lalu motor bergerak untuk menutup atap stadion

setelah atap menyentuh limit switch maka motor pun berhenti, sensor LDR untuk membaca cahaya ketika cahaya gelap maka lampu menyala sesuai program, serta relai yang tersambung ke arduino.

Untuk menyambung dan memutus arus ke sensor bisa dilihat pada flowchart gambar 12 dibawah. Logika program tersebut dibuat dengan bahasa pemrograman C melalui software Arduino uno.



Gambar 12 Flowchart

D. Pengujian dan Analisa Alat

Pada tahapan ini dilakukan perhitungan kebutuhan listrik merupakan tahapan untuk mendapatkan hasil yang pasti untuk menentukan kebutuhan solar panel, baterai berdasarkan jumlah beban yang digunakan :

- Mencari total beban listrik harian :  
 Beban Pemakaian Lampu = Daya x Lama Pemakaian  
 $= 16 \text{ watt} \times 5 \text{ Hour}$   
 $= 80 \text{ WattHour}$   
 Beban Pemakaian Motor = Daya x Lama Pemakaian  
 $= 2,3 \text{ watt} \times 1 \text{ Hour}$   
 $= 2,3 \text{ WattHour}$

Total Beban Pemakaian = Beban Lampu + Beban Motor  
 $= 80 \text{ WattHour} + 2,3 \text{ WattHour}$   
 $= 82.3 \text{ WattHour} = 0,0823 \text{ KWH}$

- Menentukan ukuran kapasitas panel surya :

Kapasitas panel surya =  $\frac{\text{total beban pemakaian harian}}{\eta_{\text{baterai}} + \text{insolasi panel surya}}$   
 $= \frac{0,0823}{0,8 \times 4,24}$   
 $= 0,024 \text{ KW} = 24 \text{ W} \approx 30 \text{ Wp}$

- Menentukan kapasitas baterai/aki :

Kapasitas baterai (Ah) =  $\frac{\text{total beban pemakaian harian}}{\eta_{\text{Harian}} \times \text{tegangan sistem}}$  : DOD

$$= \frac{2 \times 82,3}{12V} : 80\%$$

$$= 13,71 : 0,8$$

$$= 17,13 \text{ Ah}$$

Waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai atau lama pengisian sebuah baterai 17,13 Ah :

$$T_1 = \frac{C}{I} (1 + 20\%)$$

$$T_1 = \frac{17,13}{1,74} (1 + 20\%)$$

$$T_1 = 11,8 \text{ jam}$$

Setelah pembuatan alat selesai maka alat akan diuji kinerjanya :

1. Pengujian rangkaian LDR sensor
2. Pengujian RD Sensor.
3. Pengujian prototipe atap satadion bola apakah motor penggerak atap berfungsi sesuai program

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data dan Tahapan Pengujian

Pada pengujian prototipe ini dilakukan dengan beberapa langkah, pengujian solar panel, sensor LED, dan sensor RD. Pada pengujian sensor hujan dan cahaya, dilakukan kalibrasi agar keluaran sensor sama seperti yang diharapkan. Untuk tahapan pengujian relai, relai akan diuji apakah akan dapat bekerja sesuai dengan program perintah. Berikut ini adalah data awal dalam penelitian ini :

- 1) Data Pengukuran Panel Surya : Dari data pada tabel II maka dapat dihitung nilai rata-rata dari pengukuran, yaitu :  
 V rata-rata = 13. 89 V  
 I rata-rata = 0.81 A  
 P rata-rata = 13,48 W

TABEL II  
PENGUKURAN PANEL SURYA TANGGAL 11 FEBRUARI 2017

No.	Jam	panel surya		
		V (volt)	I (A)	P (Watt)
1	09.00	12.53	0.33	4.13
2	09.30	12.67	0.6	7.60
3	10.00	12.81	0.8	10.25
4	10.30	13.30	0.82	10.91
5	11.00	13.36	1.2	16.03
6	11.30	16.00	1.16	18.56
7	12.00	16.60	1	16.60
8	12.30	15.50	0.79	12.25
9	13.00	14.89	0.84	12.51
10	13.30	15.32	0.85	13.02
11	14.00	12.76	0.34	4.34
12	14.30	13.03	0.85	11.08
13	15.00	13.58	0.94	12.77
14	15.30	13.06	0.78	10.19
15	16.00	13.02	0.92	11.98

TABEL III  
PENGUKURAN PANEL SURYA HARI KEDUA TANGGAL 11  
FEBRUARI 2017 (SAAT CHARGING)

No.	Jam	baterai		
		V (volt)	I (A)	P (Watt)
1	09.00	12.48	0.28	3.4944
2	09.30	12.61	0.65	8.1965
3	10.00	12.9	0.6	7.74
4	10.30	13.1	0.2	2.62
5	11.00	13.51	0.39	5.2689
6	11.30	14.8	0.65	9.62
7	12.00	14.8	0.26	3.848
8	12.30	15	0.14	2.1
9	13.00	14.85	0.15	2.2275
10	13.30	14.85	0.25	3.7125
11	14.00	12.75	0.47	5.9925
12	14.30	13.02	0.16	2.0832
13	15.00	13.56	0.13	1.7628
14	15.30	13.04	0.1	1.304
15	16.00	13	0.11	1.43

Dari data pada tabel III maka dapat dihitung nilai rata-rata dari pengukuran, yaitu :

V rata-rata : 13. 61 V  
I rata-rata : 0.3 A  
P rata-rata : 4,09 W

Dari data pada tabel IV maka dapat dihitung nilai rata-rata dari pengukuran, yaitu :

V rata-rata : 13. 60 V  
I rata-rata : 0.57 A  
P rata-rata : 7,752 W

TABEL IV  
PENGUKURAN PANEL SURYA HARI KEDUA TANGGAL 11  
FEBRUARI 2017 (SAAT BERBEBAN)

No.	Jam	Baterai berbeban		
		V (volt)	I (A)	P (Watt)
1	09.00	12.46	0.3	3.738
2	09.30	12.75	0.38	4.845
3	10.00	12.86	0.4	5.144
4	10.30	13.1	0.4	5.24
5	11.00	13.52	0.45	6.084
6	11.30	14.75	0.54	7.965
7	12.00	14.75	0.55	8.1125
8	12.30	14.8	0.53	7.844
9	13.00	14.86	0.67	9.9562
10	13.30	14.84	0.68	10.0912
11	14.00	12.75	0.78	9.945
12	14.30	13.02	0.62	8.0724
13	15.00	13.55	0.64	8.672
14	15.30	13.03	0.84	10.9452
15	16.00	12.99	0.81	10.5219

Tabel II, III, IV adalah data pengukuran panel surya dalam satu hari. Pengamatan dilakukan selama 8 jam/hari,

pengambilan data pengukuran dalam waktu berkala selama setengah jam sekali. Pengukuran yang didapat yaitu tegangan panel surya (V), arus (I) panel surya dan daya (W) panel surya. Panel surya akan selalu menghasilkan energi listrik bila disinari oleh matahari.

2) *Data Pengujian Sensor* : Untuk dapat melihat apakah sensor bekerja atau tidak dapat dilihat pada tabel V berikut:

TABEL V  
DATA PENGUJIAN SENSOR

Sistem Pengujian	Hasil	Keterangan
Sensor LDR	0	Bekerja
Sensor Hujan	1	Bekerja
Relay	High	Bekerja

Keterangan :

Sensor Cahaya      1 = Terang  
                                 0 = Gelap  
Sensor Air            1 = Hujan  
                                 0 = Kering

### B. Hasil dan Analisis

Pada perancangan alat ini tidak dilakukan simulasi karena kurangnya cakupan software untuk seluruh komponen penelitian. Hasil perancangan alat ini bekerja dalam otomasi menggerakkan atap stadion bola. Rancangan dilakukan bertahap untuk lebih mengetahui karakteristik masing masing komponen pendukung otomasi switching. Penelitian yang dilakukan secara bertahap didapat hasil yang dideskripsikan sebagai berikut :

- Penelitian menggunakan arduino, LDR sensor untuk mendeteksi cahaya.
- Penelitian menggunakan arduino dan Sensor Hujan untuk mendeteksi air.

Dari kedua tahapan percobaan yang disebutkan didapat beberapa hasil yang dapat disimpulkan untuk sementara. Pengujian tidak dilakukan bersamaan agar logika dari masing masing komponen dapat dipahami agar tidak terjadi kesalahan dalam penggabungan kerja di penelitian selanjutnya.

Dari hasil pengamatan diperoleh nilai tegangan (V), arus (G) dan intensitas radiasi matahari (G) yang sehingga dapat dihitung daya input panel surya, daya output panel surya yang digunakan.

$$P_{in} = G \times A$$

$$P_{in} = 610.4 \text{ W/m}^2 \times (0.835 \text{ m} \times 0.54 \text{ m})$$

$$P_{in} = 275.22 \text{ watt}$$

$$P_{out} = \eta \times P_{in}$$

$$P_{out} = 11.08 \% \times 275.22 \text{ watt}$$

$$P_{out} = 30.49 \text{ watt}$$

Panel surya 50 Wp yang dipasang pada lokasi penelitian ini memiliki efisiensi 11.08%, sehingga panel surya dengan daya output maksimum 50 Wp mampu menghasilkan daya output panel surya adalah 30.79 watt. Perhitungan diperoleh berdasarkan hasil data pengukuran. Daya output yang

diperoleh sangat berpengaruh pada intensitas radiasi matahari yang mengenai permukaan panel.

Supaya sistem bisa maka perlu dihitung lama pembebanan pada baterai dan torsi untuk menggerakkan beban dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

- Perhitungan lama pembebanan baterai

Dari data tabel IV lama pembebanan baterai 35 Ah (dipakai 35 Ah) maka dapat dihitung lama pembebanan :

$$\begin{aligned} \text{Lama Pembebanan} &= \frac{82.3 \text{ watt}}{12 \text{ V}} - \text{jam (faktor defisiensi)} \\ &= 6.85 \text{ A} \\ 35\text{Ah}/6.85 \text{ A} &= 5,1 \text{ jam} - 3 \text{ jam (faktor dieffisiensi)} \\ &= 2.1 \text{ jam} \end{aligned}$$

- Menghitung torsi untuk menggerakkan beban

Untuk menggerakkan beban maka motor membutuhkan torsi untuk menggerakkan beban tersebut. Diketahui massa 0,16 kg dan radian 0,01m untuk mencari torsi yang harus dicari pertama adalah momen inersianya:

$$\begin{aligned} I &= \frac{1}{2} \times m \times r^2 \\ I &= \frac{1}{2} \times (0,16) \times (0,01)^2 \\ I &= 8 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

- Kecepatan motor 3100 Rpm :

$$\begin{aligned} V &= n \times \text{keliling lingkaran} \\ V &= n \times (2 \times \pi \times r) \\ V &= 3100\text{rpm} \times (2 \times 3,14 \times 1) \\ V &= 1946800\text{cm/m} \\ V &= 3,24 \text{ m/s} \end{aligned}$$

- Percepatan sudutnya : Diketahui waktu yang dibutuhkan motor dari diam ke bergerak 0,5s maka dicari percepatan sudut :

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{\Delta v}{\Delta t} \\ \alpha &= \frac{3,24 \text{ m/s}}{0,5} \\ \alpha &= 6,48 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

- Percepatan motor :

$$\begin{aligned} a &= \frac{a}{r} \\ a &= \frac{6,48 \text{ m/s}^2}{0,01 \text{ m}} \\ a &= 648 \text{ rad/s}^2 \end{aligned}$$

- Torsi yang dibutuhkan untuk menggerakkan beban jika diketahui momen inersia  $10^{-6}$  dan percepatan  $648 \text{ rad/s}^2$

$$\begin{aligned} T &= I \times a \\ &= (10^{-6}) \times 648 \text{ rad/s}^2 \\ &= 648 \times 10^{-6} \end{aligned}$$

Pada perhitungan ini didapat torsi motor lebih besar dari pada torsi yang dibutuhkan untuk menggerakkan beban yaitu  $38,2 \text{ Nm} > 648 \times 10^{-6} \text{ N/m}$ .

## V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada perancangan prototipe total beban pemakaian harian adalah 82,3 watt dengan menggunakan panel surya 50 Wp memerlukan waktu 11,8 jam untuk mengisi baterai 45 Ah hingga baterai terisi penuh.
2. Torsi yang dibutuhkan untuk menggerakkan beban/atap adalah  $648 \times 10^{-6} \text{ N/m}$ .
3. Prototipe yang dirancang bekerja secara otomatis ketika hujan mengenai sensor maka motor akan menyala secara otomatis menggerakkan atap. Jika tidak ada hujan maka daya dari baterai digunakan oleh lampu pada saat sensor LDR mendeteksi gelap.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan selesainya karya ilmiah ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Orang tua dan keluarga yang telah banyak memberikan bantuan, doa, semangat dan dukungan selama ini. Ibu Dr. Ira Devi Sara, S.T., M.Eng.Sc sebagai Dosen Pembimbing I, dan kepada Bapak Ramdhan Halid Siregar, S.T., M.T sebagai Dosen Pembimbing II yang telah menyediakan banyak waktu luang, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini. Mahdi Syukri, ST MT dan Ir. Mansur Gapy, M.Sc selaku Dosen Penguji I dan Dosen Penguji II, serta Bapak Hafidh Hasan, ST., MT selaku Ketua Sidang.

Bapak Dr. Rusdha Muharar, ST,M,Sc selaku pembimbing akademik. Bapak Dr. Nasaruddin, ST., M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala. Bapak Dr. Ir. Mirza Irwansyah, MBA., MLA., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala. Teman-teman mahasiswa teknik elektro, khususnya angkatan 2011 dan seluruh pihak yang telah ikut campur tangan dalam membantu penyusunan karya ilmiah ini.

Dalam penyusunan karya ilmiah ini penulis sangat berterima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu semoga ALLAH SWT dapat membalas kebaikan, semoga karya ilmiah ini memiliki manfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan.

## REFERENSI

- [1] [http://www.academia.edu/9106342/Pembangkit\\_Listrik\\_Tenaga\\_Surya\\_PLTS\\_Energi\\_Terbarukan](http://www.academia.edu/9106342/Pembangkit_Listrik_Tenaga_Surya_PLTS_Energi_Terbarukan).
- [2] Nurlaila Amna. 2016. "Rancang Bangun Prototipe Pengatur Suplai Daya Beban Listrik Rumah Cerdas Untuk Meningkatkan Keandalan Listrik", Banda Aceh, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Unsyiah.
- [3] Heri, Junial.(2010).Penguji Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Solar Cell Kapasitas 50wp.
- [4] Prihadana,A.Erfan.(2013).Rancang Bangun Battery Charger ON/OFF Regulator Sebagai Sumber Listrik Pompa Air. Jurnal elektro pens. Departemen Teknik Elektro Politeknik Elektronika Negeri

Surabaya.

- [5] Keithley.(2007).Making I-V and CV measurement on photovoltaic cells using the model 4200-SCS semiconductor characterization system. Application note series No. 2876.
- [6] Dunlop, JamesP. "Battery and Charge Control in Stand-Alone Photovoltaic System". Florida Solar Energy Center, USA, 1997.
- [7] Budiman,Wildan.(2014).*Perancangan dan Realisasi Sistem Pengisian Baterai 12 Volt 45 Ah pada Pembangkit Listrik Tenaga Pihidro di UPI Bandung*. Jurnal Reka Elkomika Vol.2 No.1 2337-439X Hery kuswanto. (2010). Alat ukur listrik AC. Universitas Sebelas Maret Surakarta
- [8] Hasan, Hasnawiya. *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi*, 2012.
- [9] [http://teknikelektronika.com/pengertian-ldr-light dependent-resistor-cara-mengukur-ldr/](http://teknikelektronika.com/pengertian-ldr-light-dependent-resistor-cara-mengukur-ldr/)
- [10] Hasan, Hasnawiya. *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi*, 2012.
- [11] Lestari, Azet Surya. "Pembangkit Listrik Tenaga Surya Skala Menengah-Besar." Tangerang, 2006.
- [12] Andrianto, Heri. (2008). *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATMEGA 1*