

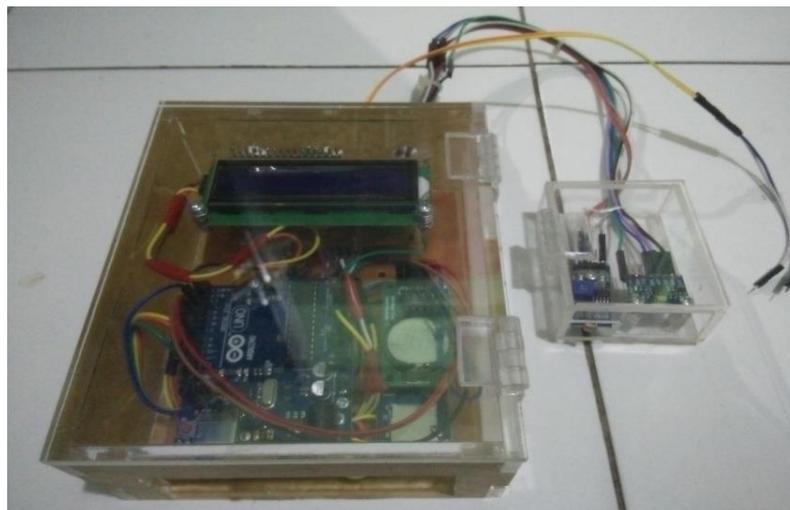
BAB IV

HASIL DAN ANALISIS

Pada bab ini berisikan mengenai pengujian dan analisis data logger parameter panel surya, yang terdiri dari perancangan ,pengujian, hasil dan analisis tiap sensor. Hasil pengujian akan menentukan apakah alat itu bekerja dengan baik atau tidak. Dari data-data tersebut nantinya akan di analisis kinerja perangkat keseluruhan berdasarkan pengujian dari masing – masing sistem untuk memperoleh hasil yang lebih baik dan akurat serta akan digunakan untuk mengambil kesimpulan akhir terhadap perangkat tersebut.

4.1 Hasil Perancangan Hardware

Hasil perancangan hardware tersebut terdiri dari mikrokontroler Arduino Uno R3, Sensor MPU 6050 , modul LDR (*Light Dependent Resistor*), rangkaian penurun tegangan, module RTC (*Real Time Clock*), modul *SD card* dan LCD (*Liquid Crystal Display*). Dari rangkaian hardware tersebut digunakan untuk memonitoring kinerja panel surya.



Gambar 4.1 Rangkaian Hardware

4.2 Pengujian MPU 6050

Proses pengujian MPU 6050 disini menggunakan komunikasi I2C sebagai inputannya, sensor MPU 6050 digunakan untuk mengukur sudut kemiringan dengan memanfaatkan sensor accelerometer yang ada pada modul sensor tersebut.

Untuk *sketch* program MPU 6050 dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

```

sudut = ypr[0] * 180 / M_PI;

lcd.setCursor(0,0);

lcd.print(sudut);

lcd.print(" ");

delay(1000);

```

Gambar 4.2 *Sketch* pemrograman MPU 6050

Hasil pengujian dari sensor accelerometer

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian MPU 6050 berdasarkan sudut kemiringan

No	Busur derajat (°)	Pengukuran (°)	Error (%)
1	0	0.08	~
2	5	4.67	6.6
3	10	10.15	1.5
4	15	14.94	0.4
5	20	20.14	0.7
6	25	26.01	4.04
7	30	29.88	0.4
8	35	35.04	0.11
9	40	40.08	0.2
10	45	44.79	0.46
11	50	50.06	0.12
12	55	56.08	1.96
13	60	59.4	1
14	65	65.07	0.11
15	70	70.98	1.4
16	75	75.05	0.07

Lanjutan tabel 4.1 Data Hasil Pengujian MPU 6050 berdasarkan sudut kemiringan

No	Busur derajat (°)	Pengukuran (°)	Error (%)
17	80	79.68	0.4
18	85	84.87	0.15
19	90	89.78	0.24
20	95	95.48	0.50
21	100	101.02	1.02
22	105	105.65	0.62
23	110	110.47	0.43
24	115	115.36	0.31
25	120	119.66	0.28
26	125	125.63	0.50
27	130	130.03	0.02
28	135	135.41	0.30
29	140	140.22	0.16
30	145	145.34	0.23
31	150	150.21	0.14
32	155	156.03	0.66
33	160	159.77	0.14
34	165	165.56	0.33
35	170	170.65	0.38
36	175	174.9	0.06
37	180	179.88	0.07

$$\text{Rumus Error} = \left| \frac{\text{Sudut Busur} - \text{sudut Mpu 6050}}{\text{Sudut Busur}} \right| \times 100$$

Contoh perhitungan :

$$\text{a) Error} = \left| \frac{5 - 4,67}{5} \right| \times 100$$

$$\text{Error} = 6.6\%$$

$$\text{b) Error} = \left| \frac{80 - 79,68}{80} \right| \times 100$$

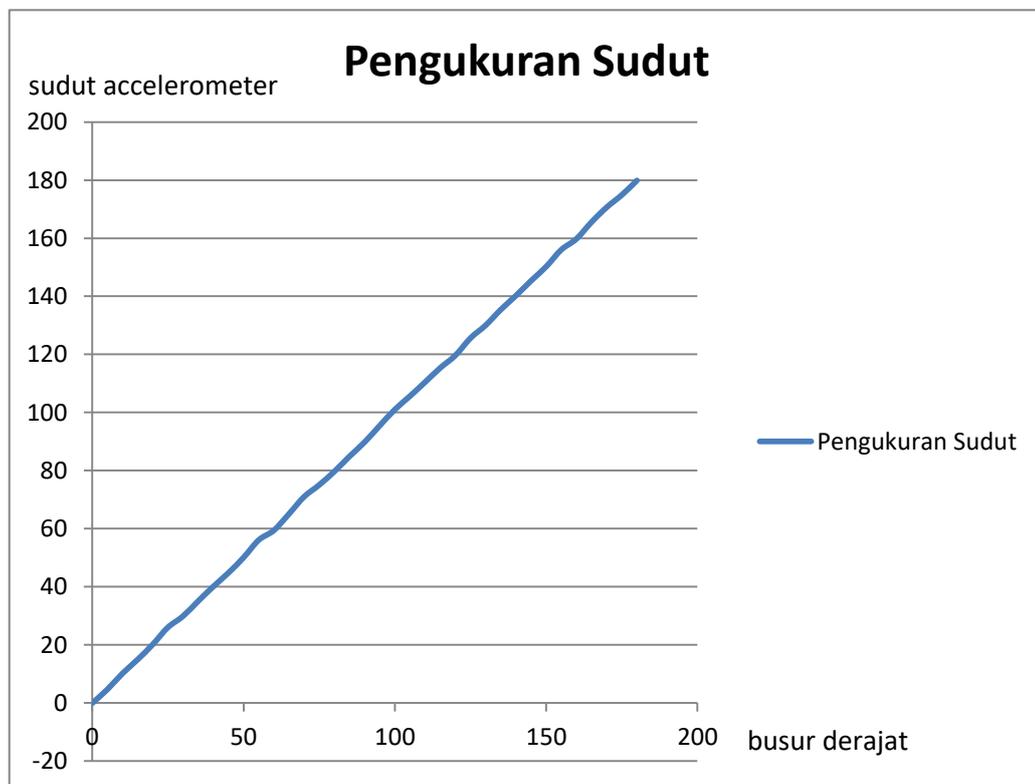
$$\text{Error} = 0.4\%$$

$$\text{c) Error} = \left| \frac{120 - 119,66}{120} \right| \times 100$$

$$\text{Error} = 0.283333\%$$

Berdasarkan tabel 4.1 diperoleh hasil data pengujian sudut kemiringan membandingkan sensor *accelerometer* dengan busur derajat. Pengambilan data setiap perubahan sebesar 5° sebanyak 37 kali percobaan. Pada percobaan ini dapat diketahui presentase error sudut tertinggi pada 6,6% dan terendah pada 0,02 %. Terjadinya error tersebut dikarenakan sensitivitas dan keakuratan sensor tersebut.

Dari data hasil pengukuran tersebut dapat dibuat dalam grafik dapat dilihat pada gambar



Gambar 4.3 Grafik Data

Dari grafik 4.3 dapat diketahui bahwa hasil pengukuran sudah mendekati hasil sudut sesungguhnya, apabila terjadinya error dikarenakan kesetabilan dari sensor tersebut yang menyebabkan kurang akurat dalam pembacaan. Dengan error yang sedikit menunjukkan bahwa sensor dapat bekerja dengan baik.

4.3 Pengujian LDR (*Light Dependent Resistor*)

Proses pengujian LDR disini menggunakan bantuan lampu LED yang telah dibuat sedemikian rupa sehingga lampu tersebut dapat di atur cahayanya. Pengujian tersebut dengan membandingkan keluaran dari lux meter. Setelah rangkaian siap, kita beralih ke program yang berupa *sketch* dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

```
int nilai_ldr = analogRead (pin_ldr);

float intensitas_hasil = nilai_ldr * 3.6458 + 3.7936;

lcd.setCursor(0,1);

lcd.print(intensitas_hasil);

lcd.print("Lux");

delay(100);
```

Gambar 4.4 *sketch* alat pengukur intensitas cahaya

Pengujian LDR dengan membandingkan nilai dari LUX meter dengan hasil output LDR pada jarak 30 cm dan pada lux meter range yang digunakan adalah 2000. Pengujian dilakukan didalam ruangan tanpa ada cahaya lain selain cahaya dari lampu yang dapat di atur intensitas cahayanya.

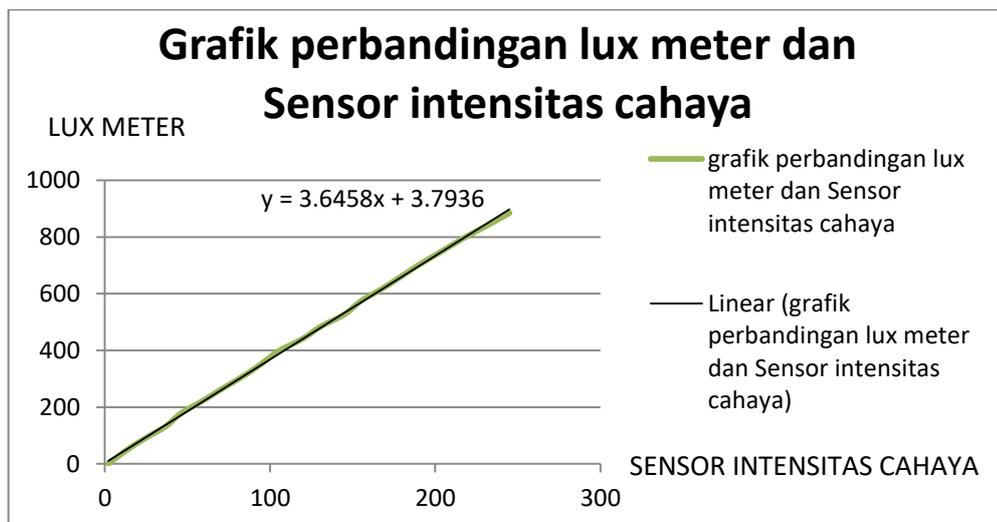
Tabel 4.2 Data hasil pengukuran LDR dan Lux meter.

NO	LDR (ADC)	LUX meter
1	0.2	0
2	12	44
3	24	89
4	37	133
5	46	178
6	60	225
7	71	265

Lanjutan tabel 4.2 Data hasil pengukuran LDR dan Lux meter.

NO	LDR (ADC)	LUX meter
8	84	310
9	95	354
10	105	397
11	120	442
12	131	485
13	145	527
14	155	574
15	168	618
16	180	663
17	191	705
18	203	746
19	216	792
20	230	836
21	245	884

Dari tabel 4.2 tentang pengukuran intensitas cahaya dapat di buat grafik seperti gambar dibawah ini:



gambar 4.5 Grafik Pengujian cahaya

Dari grafik gambar 4.5 pengujian dilakukan sebanyak 21 kali dengan mengatur intensitas cahaya. Percobaan pertama dengan intensitas cahaya gelap total pada lux meter terbaca 0 dan pada rangkaian Ldr terbaca 0,2, percobaan dilakukan untuk memperoleh hasil yang nantinya akan digunakan untuk mengkalibrasi rangkaian LDR tersebut, agar hasil keluaran dari ldr sesuai dengan lux meter. Pengujian terakhir dengan mengatur cahaya lampu paling terang, memperoleh hasil pada lux meter sebesar 884 dan pada rangkaian ldr sebesar 245. Perhitungan intensitas cahaya dimana Y adalah nilai dari lux meter dan X adalah nilai dari alat pengukur intensitas cahaya:

- a) $\text{Lux} = 3.6458 \cdot (12) + 3.7936$
= 47.5432 lux
- b) $\text{Lux} = 3.6458 \cdot (95) + 3.7936$
= 350.1446 lux
- c) $\text{Lux} = 3.6458 \cdot (120) + 3.7936$
= 441.2896 lux
- d) $\text{Lux} = 3.6458 \cdot (168) + 3.7936$
= 616.288 lux
- e) $\text{Lux} = 3.6458 \cdot (245) + 3.7936$
= 897.014 lux

Hasil perhitungan diatas dapat diketahui selisih antara perhitungan rumus dengan hasil pengukuran lux meter adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3 Selisih antara perhitungan rumus dengan pengukuran pada lux meter

No	Perhitungan	Pengukuran Lux	selisih
1	44	47.5432	3.5432
2	354	350.1446	3.8554
3	442	441.2896	0.7104
4	618	616.288	1.712
5	884	897.014	13.0146

Pada tabel 4.3 Diketahui bahwa selisih tertinggi pada pengukuran lux sebesar 13,014 dan terendah sebesar 0,71. Hal ini membuktikan bahwa alat dapat bekerja dengan baik.

4.4 Pengujian pengukur tegangan



Gambar 4.6 Alat Pengukur Tegangan

Setelah rangkaian sudah di rancang dengan baik, selanjutnya lakukan pemrograman seperti pada gambar dibawah ini.

```
int nilai_Vin = analogRead (pin_Vin);  
float tegangan_hasil2 = (5.0 * nilai_Vin/ 1023) * 7.803;  
lcd.setCursor(9,0);  
lcd.print(tegangan_hasil2);  
lcd.print("v");
```

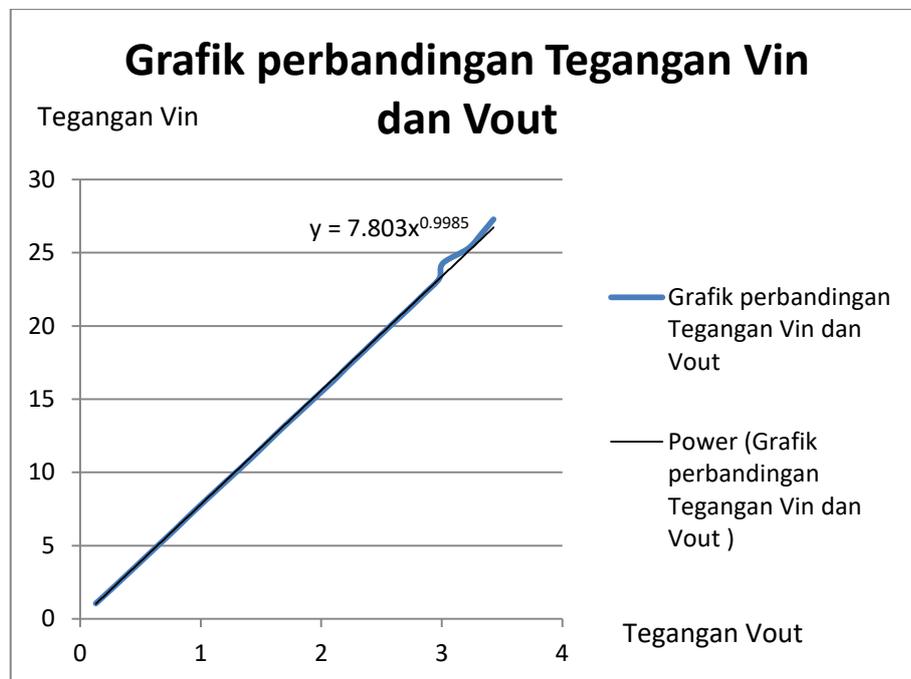
Gambar 4.7 *Sketch* Pemrograman Pengukur Tegangan

Setelah melakukan pemrograman, dapat diperoleh hasil pengukuran dengan mengukur alat tersebut yang telah diberi tegangan dari *power supply*.

Table 4.4 Hasil Pengujian Alat Pengukur Tegangan

NO	Tegangan PS (V)	Volt meter/ input (V)	Alat Pengukur/ output (V)
1	1	1.05	0.13
2	2	2.03	0.26
3	3	3.03	0.39
4	4	4.11	0.53
5	5	5.04	0.65
6	6	6.12	0.79
7	7	7.08	0.91
8	8	8.16	1.05
9	9	9.15	1.18
10	10	10.13	1.31
11	11	11.13	1.44
12	12	12.17	1.57
13	13	13.12	1.69
14	14	14.18	1.83
15	15	15.18	1.96
16	16	16.24	2.10
17	17	17.15	2.21
18	18	18.17	2.34
19	19	19.19	2.47
20	20	20.28	2.61
21	21	21.19	2.73
22	22	22.23	2.86
23	23	23.24	2.98
24	24	24.28	3.01
25	25	25.29	3.22
26	26	26.29	3.33
27	27	27.28	3.43

Pada tabel 4.4 menerangkan pengukuran diberikan tegangan melalui *power supply*, tegangan dinaikan tiap 1 Volt. Dimulai dari tegangan 1 Volt setelah melewati alat pengukur tegangan, hasil tegangan sebesar 0,13 Volt, pada tegangan 10 Volt, pada alat ukur menunjukkan tegangan 1,31 Volt, pada tegangan 20 Volt, pada alat ukur tertera tegangan 2,61 Volt. Hingga pada pengukuran terakhir dengan tegangan sebesar 27 Volt, tegangan setelah melewati rangkaian sebesar 3,43 Volt. Membuktikan bahwa alat pengukur tegangan berkerja dengan baik dan dapat menurunkan tegangan *power supply* hingga 27 Volt. Dari tabel 4.3 tentang pengujian tegangan dapat dibuat sebuah grafik



Gambar 4.8 Grafik Pengukuran Tegangan

Pada gambar grafik 4.8 dapat diketahui bahwa tegangan input berbanding lurus dengan tegangan output. Pengujian dilakukan sebanyak 27 kali, pada pengujian pertaman saat tegangan belum masuk rangkaian sebesar 1.05 Volt setelah melalui rankaian turun menjadi 0.13 V, pada percobaan teakhir dengan input tegangan 27.28 Volt saat keluar rangkaian tegangan manjadi 3.43 Volt. Hal ini membuktikan bahwa alat yang digunakan untuk menurunkan tegangan bekerja dengan baik, dan mampu mengukur hingga tegangan sebesar 27 volt.

Dengan memanfaatkan aplikasi *trendline* pada excel dapat diperoleh rumus, dimana Y adalah nilai pengukuran sebelum melewati rangkaian dan X adalah nilai tegangan yang sudah melewati rangkaian:

$$a) V_{in} = 7.803 * (0,13)^{0.9985}$$

$$= 1.01426 \text{ Volt}$$

$$b) V_{in} = 7.803 * (1,31)^{0.9985}$$

$$= 10.22062 \text{ Volt}$$

$$c) V_{in} = 7.803 * (2,1)^{0.9985}$$

$$= 16.3842 \text{ Volt}$$

$$d) V_{in} = 7.803 * (2,86)^{0.9985}$$

$$= 22.31372 \text{ Volt}$$

$$e) V_{in} = 7.803 * (3,43)^{0.9985}$$

$$= 26.76086 \text{ Volt}$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui selisih antara perhitungan dengan hasil nilai tegangan sebagai berikut:

Tabel 4.5 Selisih antara perhitungan dengan hasil pengukuran

No	Hasil Pengukuran	Hasil perhitungan	selisih
1	1,05	1,04	0.03574
2	10,13	10,22	0.09062
3	16,24	16,38	0.1442
4	22,23	22,32	0.08372
5	27,28	26,76	0.51914

Dari tabel 4.5 Membuktikan menerangkan selisih antara hasil perhitungan dan pengukuran pada tegangan sangat kecil, membuktikan rumus yang digunakan sesuai dengan hasil pada pengukuran alat.

4.5 Pengujian RTC (*Real Time Clock*)

Pada pengujian RTC disini digunakan RTC dengan seri DS 1302 dimana RTC ini menggunakan komunikasi serial clk,dat,rst.

Sketch pemrograman yang digunakan

```
myRTC.updateTime();  
  
lcd.setCursor (11,1);  
  
lcd.print("Current Date / Time: ");  
  
lcd.print(myRTC.dayofmonth);  
  
lcd.print("/");  
  
lcd.print(myRTC.month);  
  
lcd.print("/");  
  
lcd.print(myRTC.year);  
  
lcd.print(" ");  
  
lcd.print(myRTC.hours);  
  
lcd.print(":");  
  
lcd.print(myRTC.minutes);  
  
lcd.print(":");  
  
lcd.println(myRTC.seconds);  
  
delay( 1000);
```

Gambar 4.9 *Sketch* RTC DS 1302

Hasil pengujian RTC ds 1302 terhadap waktu sesungguhnya.

```
Current Date / Time: 17/6/2018 17:37:5
Current Date / Time: 17/6/2018 17:37:6
Current Date / Time: 17/6/2018 17:37:7
Current Date / Time: 17/6/2018 17:37:8
Current Date / Time: 17/6/2018 17:37:9
```

Gambar 4.10 Data Hasil Pengujian RTC

Hasil pengujian pada gambar 4.10 diketahui bahwa RTC tersebut menampilkan tanggal, bulan, tahun, jam, menit, hingga detik secara *real time*. Pengujian dilakukan dengan menyetel ulang rtc tersebut menyesuaikan dengan waktu yang nyata, dengan mengatur pada program. RTC digunakan hanya untuk mengetahui data yang masuk tiap waktu dalam sebuah *SD card*.

4.6 Pengujian Modul SD Card

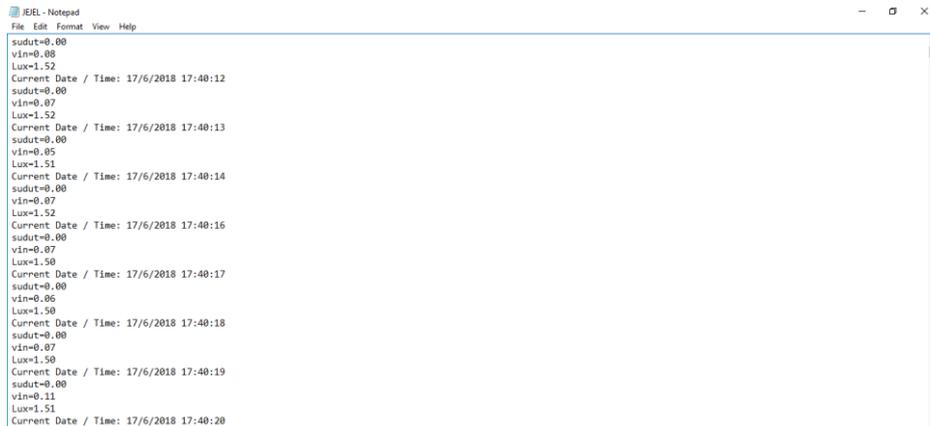
Pengujian modul *SD card* menggunakan kapasitas penyimpanan sebesar 2 *Gigabyte*.



Gambar 4.11 Modul *SD card*

Pada gambar 4.11 Dapat diketahui bahwa data data sudah tersimpan dalam media *SD card*. Data tersebut berupa *notepad*. Data akan terus tersimpan selama

belum dihapus secara manual. Pengujian *SD card* berupa data yang tersimpan dalam sebuah *notepad*.



```

IEEL - Notepad
File Edit Format View Help
sudut=0,00
vIn=0,08
Lux=1,52
Current Date / Time: 17/6/2018 17:40:12
sudut=0,00
vIn=0,07
Lux=1,52
Current Date / Time: 17/6/2018 17:40:13
sudut=0,00
vIn=0,05
Lux=1,51
Current Date / Time: 17/6/2018 17:40:14
sudut=0,00
vIn=0,07
Lux=1,52
Current Date / Time: 17/6/2018 17:40:16
sudut=0,00
vIn=0,07
Lux=1,50
Current Date / Time: 17/6/2018 17:40:17
sudut=0,00
vIn=0,06
Lux=1,50
Current Date / Time: 17/6/2018 17:40:18
sudut=0,00
vIn=0,07
Lux=1,50
Current Date / Time: 17/6/2018 17:40:19
sudut=0,00
vIn=0,11
Lux=1,51
Current Date / Time: 17/6/2018 17:40:20

```

Gambar 4.12 Data Hasil Pengujian *SD card*.

Dari gambar 4.12 Dapat diketahui bahwa data data dari sensor telah masuk. Hal ini membuktikan bahwa modul *sd card* berfungsi dengan baik. Data tersebut tertulis dalam sebuah *notepad*.

4.7 Pengujian Keseluruhan

Pada Pengujian keseluruhan ini menggunakan solar panel sesungguhnya dan pengujian dilakukan di tempat terbuka, Dengan spesifikasi panel surya:

Tabel 4.6 Spesifikasi Panel Surya

Solar panel	
<i>Costumer Code</i>	20-88
PM	50 W
VOC	21.6 V

Lanjutan tabel 4.6 Spesifikasi Panel Surya

ISC	2.98 A
VMP	17.6 V
IMP	2.85 A
<i>Max System Voltage</i>	10000 V
<i>Size</i>	835*540*28mm
<i>TEST CONDITION</i>	AM 1.5 1000 W/m ² 25°C

```

COBAS - Notepad
File Edit Format View Help
sudut=105.08 vin=6.48 Lux=426.71 Date / Time: 25/6/2018 5:30
sudut=114.48 vin=6.18 Lux=434.00 Date / Time: 25/6/2018 5:49
sudut=114.48 vin=6.56 Lux=434.00 Date / Time: 25/6/2018 5:49
sudut=114.48 vin=6.18 Lux=434.00 Date / Time: 25/6/2018 5:49
sudut=114.48 vin=6.60 Lux=434.00 Date / Time: 25/6/2018 5:49
sudut=114.48 vin=6.18 Lux=434.00 Date / Time: 25/6/2018 5:49
Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.
7:22 PM
7/25/2018

```

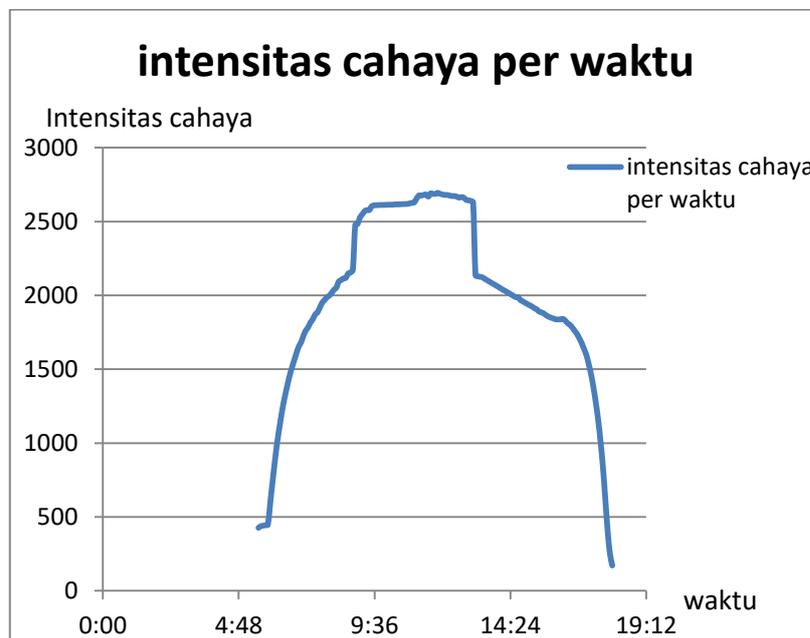
Gambar 4.13 Hasil Data Logger

Pada gambar 4.13 merupakan tampilan dari hasil *data logger* yang di simpan di sebuah *SD card* dengan rentang waktu tiap satu detik. Tampilan ini berupa *notepad* dengan format tampilan yaitu : Sudut, Vin, Lux, *Date/Time*, dari tampilan gambar 4.21 dapat dibuat tabel seperti pada tabel 4.7, tabel selengkapnya ada di bagian lampiran.

Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Data Logger

NO	Tanggal / Waktu	Sudut °	Intensitas cahaya (Lux)	Tegangan (V)
1	5:30	114.48	426.71	6.1
2	5:35	114.48	437.64	6.22
3	5:40	114.48	441.29	6.29
4	9:00	114.48	2482.94	20.36
5	9:05	114.48	2526.69	20.38
6	9:10	114.48	2548.56	20.41
7	11:55	114.48	2687.1	20.59
8	12:00	114.48	2683.46	20.63
9	12:05	114.48	2679.81	20.59
10	17:50	114.48	412.12	3.2
11	17:55	114.48	251.71	1.3
12	18:00	114.48	171.5	0.53

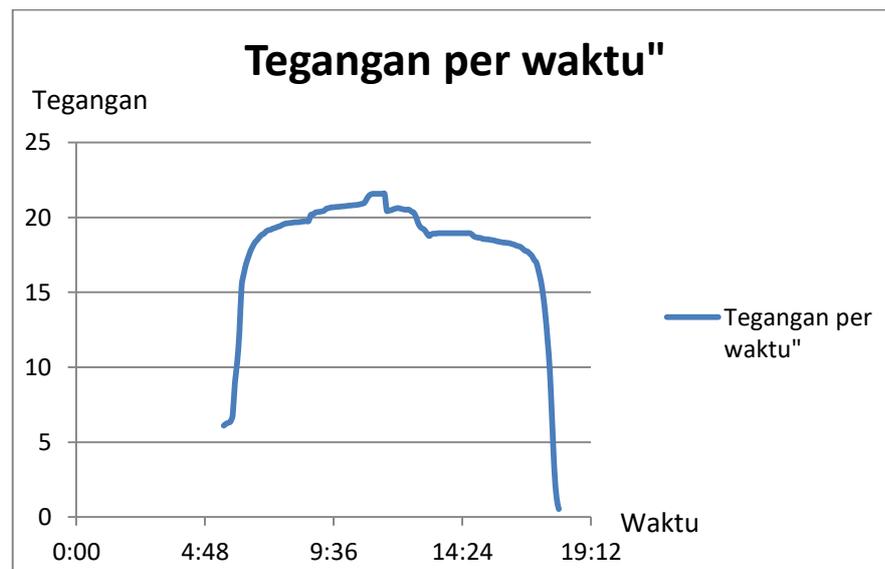
Dari tabel 4.7 dapat di buat grafik hubungan intensitas cahaya,tegangan per waktu.



Gambar 4.14 Grafik hubungan intensitas cahaya per waktu

Gambar grafik 4.14 menerangkan intensitas cahaya yang di peroleh dari pengukuran dari pukul 05.00 hingga 18.00 WIB. Pada pengambilan data pukul

05.30 intensitas cahaya yang di peroleh sebesar 426.71 Lux. Titik intensitas tertinggi terjadi pada sekitar pukul 11.00 sampai 12.20 yaitu sebesar 2694.39 Lux. Dimana pada waktu tersebut matahari tepat diatas panel surya. Setelah melewati pukul 12.30 intensitas cahaya mulai berkurang , hingga pada pengujian berakhir pada pukul 18.00 dengan intensitas cahaya sebesar 171.5 Lux. Dimana intensitas cahaya sudah sangat kecil.



Gambar 4.15 Grafik hubungan tegangan per waktu.

Gambar grafik 4.15 menerangkan tegangan yang diukur dari pukul 05.30 hingga pukul 18.00 WIB . Pengukuran tegangan pada pukul 05.30 dimana tegangan yang dihasilkan sebesar 6.1 Volt. Tegangan tertinggi terjadi pada pukul 11.30 yaitu sebesar 21.58, dimana posisi matahari tepat di atas panel surya , sehingga tegangan yang dihasilkan sangat maksimal. Tegangan tertinggi hanya sebesar 21,58 dikarenakan spesifikasi panel surya yang digunakan hanya mampu menghasilkan tegangan sebesar 21.6 Volt. Setelah melewati pukul 12.00 tegangan mulai turun, dikarenakan pergerakan matahari. Pengujian berakhir pada pukul 18.00 dengan tegangan hampir mendekati 0 yaitu sebesar 0.53 Volt. Dimana pada waktu tersebut sudah sangat minimnya cahaya sehingga panel surya sangat sedikit menghasilkan tegangan.