

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai pengujian alat, dan kemudian dilakukan analisis dari hasil pengujian tersebut. Pengujian tersebut bertujuan untuk mengetahui bagaimana alat bekerja, serta untuk mengetahui tingkat keberhasilan alat yang bekerja sesuai dengan spesifikasi.

4.1. Pengujian Sensor TDS

Pengujian sensor TDS dilakukan untuk mendapatkan nilai kadar garam dari air laut yang terdapat di dalam destilator. Pengujian sensor TDS sebagai sensor kadar garam akan dibandingkan dengan alat ukur Hannah Instrument bertipe HI-9812-5.

Pada pengujian sensor, ada beberapa faktor penentu sebagai keakuratan dan ketelitian sensor, faktor pertama yang mempengaruhi keakuratan sensor konduktivitas dalam membaca tingkat kadar garam adalah waktu pembacaan sensor.

Tabel 4.1 Sampel 1 kadar garam persatuan waktu

waktu (detik)	kadar garam (ppm)
30	156,31
60	157,06
90	157,82
120	159,24
150	159,51
180	159,29
210	159,78
240	159,37
270	159,51
300	159,3

Tabel 4.2 Sampel 2 kadar garam persatuan waktu

waktu (detik)	kadar garam (ppm)
30	159,16

60	159,78
90	160,21
120	161,29
150	161,77
180	161,2
210	161,59
240	162,13
270	161,78
300	161,24

Tabel 4.3 Sampel 3 kadar garam persatuan waktu

waktu (detik)	kadar garam (ppm)
30	157,13
60	157,45
90	158,33
120	158,78
150	158,22
180	158,57
210	159,23
240	158,42
270	158,67
300	158,12

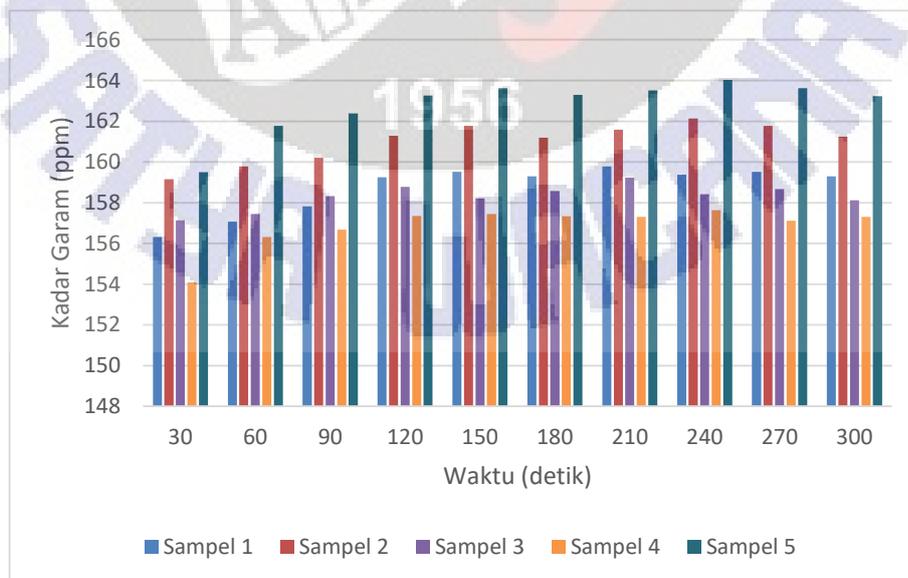
Tabel 4.4 Sampel 4 kadar garam persatuan waktu

Waktu (detik)	kadar garam (ppm)
30	154,08
60	156,31
90	156,67
120	157,35
150	157,45

180	157,33
210	157,3
240	157,63
270	157,12
300	157,31

Tabel 4.5 Sampel 5 kadar garam persatuan waktu

waktu (detik)	kadar garam (ppm)
30	159,5
60	161,77
90	162,38
120	163,27
150	163,62
180	163,29
210	163,51
240	164,03
270	163,62
300	163,23



Gambar 4.1 Grafik data kadar garam terhadap waktu

Seperti yang ada pada tabel dan grafik, bahwa pada waktu ke 120 detik nilai konduktivitas mulai stabil dan nilai ini yang akan digunakan dalam menentukan kadar garam pada sensor TDS yang digunakan ditugas akhir ini.

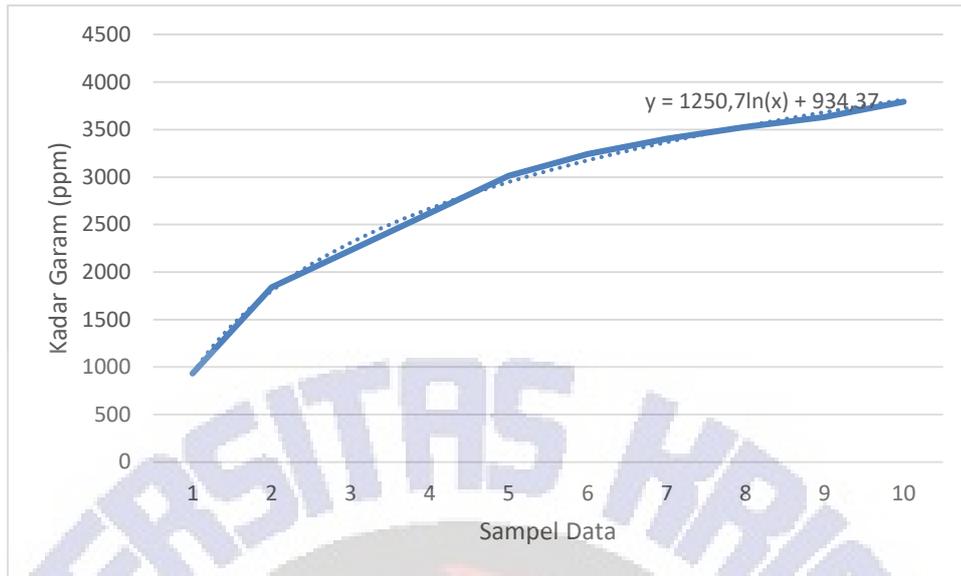
Faktor yang kedua sebagai penentu keakuratan sensor konduktivitas yaitu suhu, dari percobaan pengaruh suhu terhadap konduktivitas sensor didapat data sebagai berikut.

Tabel 4.6 Pengujian sensor TDS terhadap perubahan suhu

Kadar garam pada suhu 30°C (ppm)	Kadar garam pada suhu 35°C (ppm)	Kadar garam pada suhu 40°C (ppm)	Kadar garam pada suhu 45°C (ppm)	Kadar garam pada suhu 50°C (ppm)
86,56	87,86	89,18	90,51	92,47
240,99	244,61	248,28	252,00	255,78
985,35	1000,13	1015,14	1030,36	1046,32
1035,35	1050,88	1066,65	1082,65	1097,69
1168,58	1184,45	1202,01	1220,02	1240,29
1224,12	1242,48	1261,12	1280,04	1299,24
2989,59	3034,43	3078,03	3126,15	3173,04
3294,97	3344,39	3394,56	3445,48	3496,55
3461,53	3513,45	3566,16	3619,65	3674,44
3511,48	3563,53	3617,61	3670,18	3727,36

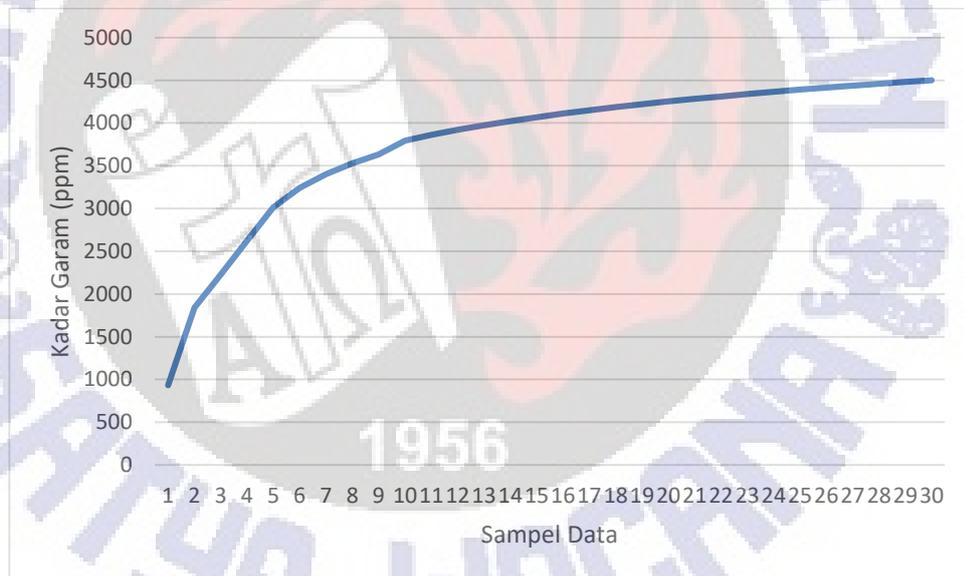
Seperti yang terlihat di dalam tabel pengujian pengaruh konduktivitas terhadap suhu maka dapat disimpulkan bahwa, dalam kenaikan suhu 5°C dari suhu 30°C sampai 50°C maka didapat kenaikan kadar garam (ppm) rata-rata adalah 1,5% setiap kenaikan 5°C.

Dan faktor yang ketiga adalah jangkauan pengukuran. Dikarenakan jangkauan konduktivitas sensor yaitu 0 V sampai 5 V. Dan pada pengujian ini adalah mengukur konduktivitas pada air laut dimana tingkat kadar garam dari air laut adalah 1.500 ppm – 3.000 ppm untuk air laut dengan tingkat kadar garam yang rendah. 3.000 ppm – 10.000 ppm untuk tingkat kadar garam menengah dan diatas 10.000 ppm untuk kadar garam tinggi. Dari 10 sampel data, yaitu air PDAM yang dicampur dengan air laut setiap sampel 10mL air laut diukur dengan HI-9812-5 maka di dapat grafik seperti berikut.



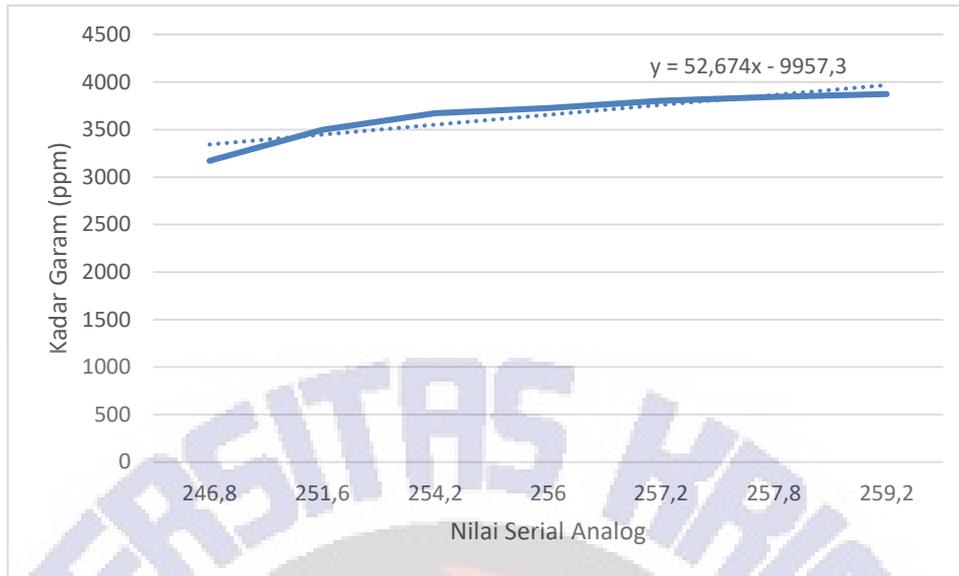
Gambar 4.2 Grafik kadar garam terhadap 10 sampel data pengujian

Kemudian dengan menggunakan persamaan yang didapat maka didapat grafik seperti berikut.



Gambar 4.3 Grafik data kadar garam setelah ditarik menggunakan persamaan garis pada grafik gambar 4.2

Berdasarkan grafik tersebut maka untuk kalibrasi sensor konduktivitas dengan dibagi pada jangkauan dan plot tertentu untuk mencari data dengan persamaan garis linier, dan didapat pada jangkauan 3.000 ppm keatas ditarik sebuah pendekatan garis linier.



Gambar 4.4 Grafik Persamaan garis lurus pengukuran kadar garam

Dari grafik tersebut maka didapatkan persamaan garis untuk pengukuran kadar garam yaitu:

$$y = 52,674x - 9957,3 \quad (4.1)$$

Dimana y merupakan nilai kadar garam dengan menggunakan HI-9812-5 dan x merupakan nilai kadar garam dengan menggunakan sensor TDS. Kemudian dari persamaan tersebut didapat data sensor dibandingkan dengan alat ukur Hannah Instrument HI-9812-5 pada pengujian yang dilakukan saat pengujian sistem destilasi.

Tabel 4.7 Pengujian sensor TDS terhadap alat ukur HI-9812-5

Pengukuran Sensor (ppm)	Pengukuran HI-9812-5 (ppm)	Ralat Pengukuran (%)
3578,9	3502	2,19
3600,0	3554	1,29
3610,5	3612	0,04
3647,3	3658	0,2
3668,4	3685	0,45
3681,5	3713	0,84

3702,0	3726	0,64
3712,6	3733	0,54
3723,7	3749	0,67
3798,2	3850	1,3
3866,3	4023	3,89
3902,8	4166	6,31
4019,5	4202	4,34

Dengan hasil pengujian tersebut maka didapatkan ralat rata-rata pengukuran untuk sensor TDS sebagai sensor pengukur kadar garam adalah $\pm 1,76 \%$.



Gambar 4.5 Pengujian sensor TDS dengan HI-9812-5

4.2. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

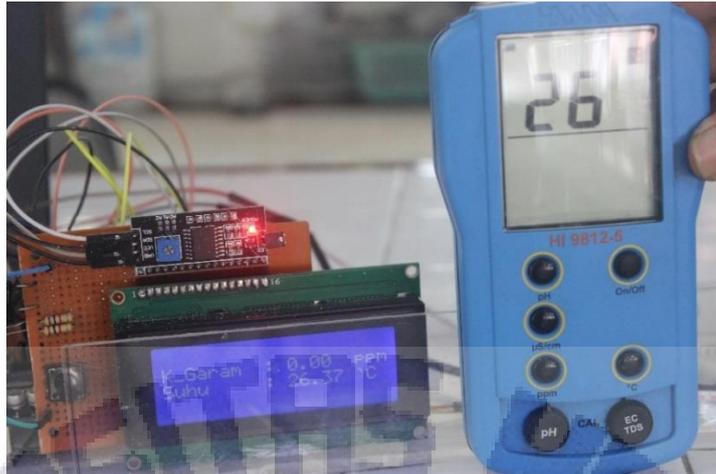
Pengujian terhadap sensor DS18B20 yang digunakan sebagai pengukur suhu untuk *monitoring system*. Sensor ini sendiri selain digunakan untuk mengukur suhu air laut yang bercampur dengan suhu destilator, sensor suhu juga berpengaruh pada keakuratan nilai kadar garam yang menggunakan sensor TDS. Pengujian sensor ini akan dibandingkan dengan alat pengukur suhu dari Hannah Instrument HI-9812-5.

Tabel 4.8 Pengukuran suhu air PDAM

	Alat Ukur (°C)	Hasil Ukur Sensor (°C)	Ralat Alat Ukur
1	26	26,31	+ 0,31
2	30	30,37	+ 0,37
3	33	33,12	+ 0,12
4	36	36,50	+ 0,5
5	42	42,25	+ 0,25
6	46	45,63	- 0,37
7	48	48,12	+ 0,12
8	51	51,36	+ 0,36
9	55	55,64	+ 0,64
10	58	58,24	+ 0,24

Tabel 4.9 Pengukuran suhu air laut

	Alat Ukur (°C)	Hasil Ukur Sensor (°C)	Ralat Alat Ukur
1	27	26,50	- 0,50
2	30	30,87	+ 0,87
3	32	32,94	+ 0,94
4	35	35,06	+ 0,06
5	38	37,75	- 0,25
6	39	39,75	+ 0,75
7	43	43,25	+ 0,25
8	47	47,06	+ 0,06
9	52	52,12	+ 0,12
10	56	56,46	+ 0,46



Gambar 4.6 Pengujian sensor suhu DS18B20 dengan HI-9812-5

Dari pengujian sensor suhu yang telah dibandingkan dengan alat ukur yang tersedia di pasaran yaitu Hannah Instrument HI-9812-5 didapatkan ralat rata-rata $0,37^{\circ}\text{C}$.

4.3. Pengujian Pelampung Tangki

Pelampung tangki adalah sensor yang digunakan untuk mengukur jumlah bahan bakar tersisa pada kendaraan bermotor. Pengukuran data dari pelampung tangki prinsipnya pada dasarnya adalah prinsip kerja yang digunakan potensiometer. Pelampung tangki mempunyai inputan 5 V DC. Dalam kondisi kosong pelampung akan terukur dengan multimeter 0,2 V dengan nilai yang terbaca pada port analog arduino adalah 54. Sedangkan untuk kondisi penuh tegangan yang keluar dari pelampung adalah 4,7 V dan nilai yang terbaca pada port analog arduino adalah 986. Berikut merupakan nilai serial pada port analog dibandingkan dengan ketinggian air (cm).

Tabel 4.10 Perbandingan nilai serial analog dengan ketinggian (cm)

Nilai Serial Analog	Ketinggian (cm)
142	3
248	4
388	5
508	6
583	7
660	8

786	9
880	10

Dari data tersebut perbandingan antara nilai serial analog dan ketinggian didapatkan grafik yang bersifat linier sebagai berikut.

$$y = y_1 + (x - x_1) + \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad (4.2)$$

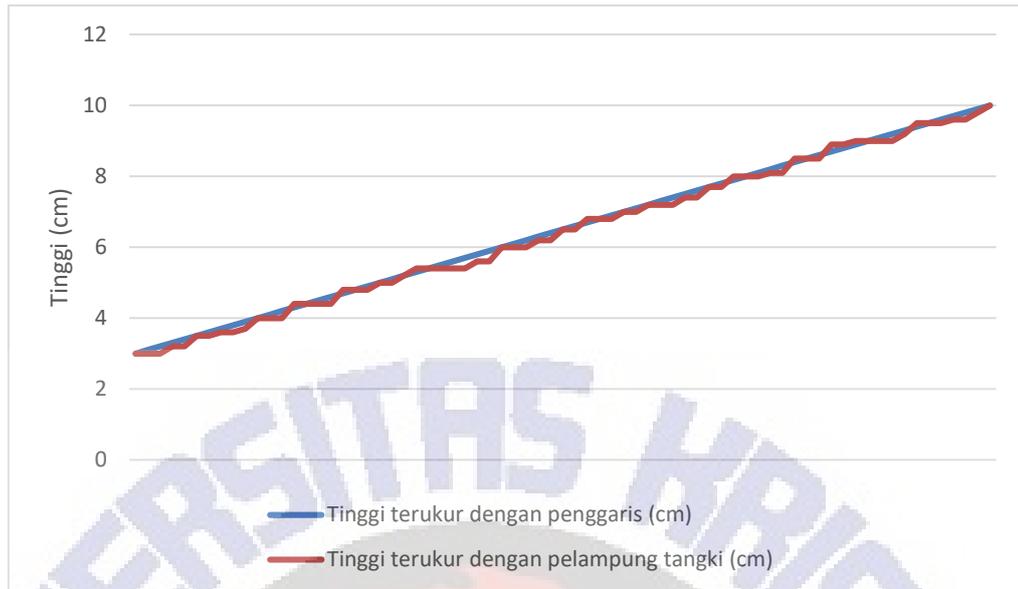
Dimana:

- y = Data ketinggian (cm)
- y_1 = Nilai batas bawah ketinggian (cm)
- y_2 = Nilai batas atas ketinggian (cm)
- x = Nilai serial analog untuk ketinggian air terukur
- x_1 = Nilai batas bawah serial analog
- x_2 = Nilai batas atas serial analog



Gambar 4.7 Grafik nilai serial analog terhadap tinggi permukaan air (cm)

Setelah dari persamaan didapatkan data kalibrasi untuk sensor berdasarkan nilai serial analog maka pengujian dilanjutkan dengan perbandingan ketinggian air dengan alat ukur penggaris sebagai alat pengukur ketinggian air. Berikut merupakan tabel perbandingannya.



Gambar 4.8 Grafik perbandingan ketinggian penggaris dengan pelampung tangki

Berdasarkan hasil pengujian dengan alat pembanding ketinggian menggunakan penggaris, ralat yang didapat adalah $\pm 0,3$ cm. Karena pada dasarnya hasil dari pengukuran adalah ketinggian air yang dalam satuan centimeter, namun karena rumus volume sebagai berikut:

$$V = p \times l \times t \quad (4.3)$$

Dimana :

- V = Volume
- p = Panjang destilator
- l = Lebar destilator
- t = tinggi destilator

Dimana panjang destilator adalah 40 cm, dan lebar destilator adalah 25 cm. Maka setiap kenaikan tinggi 1 cm volume air didalam destilator akan bertambah 1 Liter. Jadi dapat ditarik kesimpulan bahwa tinggi = volume air didalam destilator.

4.4. Pengujian *Buzzer*

Buzzer digunakan sebagai peringatan yang akan memberitahu atau memperingatkan *user* ketika kondisi tertentu. Pengujian akan terdiri dari 3 pengujian, yang pertama pengujian ketika nilai kadar garam melebihi 5.000 ppm. Yang kedua pengujian ketika volume air kurang dari 3 Liter atau Lebih dari 10 Liter. Dan pengujian

ketika *buzzer off* ketika dua kondisi yaitu kondisi pertama dan kondisi kedua tidak terpenuhi. Berikut tabel pengujian *buzzer*.

Tabel 4.11 Pengujian *buzzer*

Kadar Garam (ppm)	Volume (Liter)	Kondisi <i>Buzzer</i>
3.576,4	11,20	ON
3.600,3	10,30	ON
3.680,5	10,00	ON
3.752,3	9,80	OFF
4.120,3	6,20	OFF
4.630,0	5,76	OFF
4.700,2	5,69	OFF
5.100,2	4,12	ON
5.160,6	3,56	ON
5.170,0	2,81	ON

Dari pengujian yang telah dilakukan maka pengujian terhadap *buzzer* telah berjalan dengan persentase keberhasilan 100%.

4.5. Pengujian Sistem Destilasi

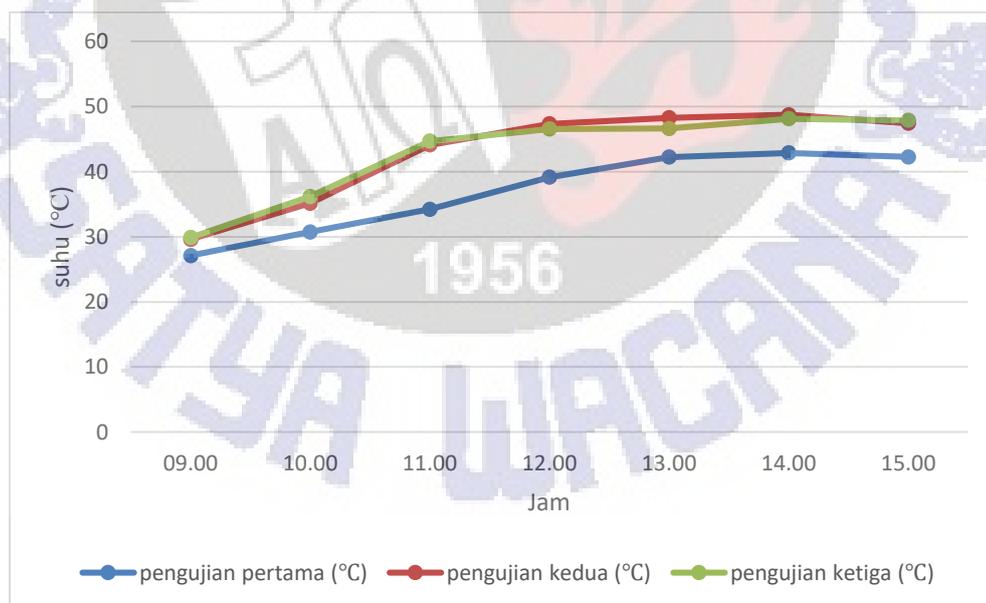
Pengujian sistem destilasi ini bertujuan untuk mendapatkan hasil dari proses destilasi menggunakan tenaga surya. Pengujian ini dilakukan selama 6 jam pada tanggal 16, 17, dan 18 April 2017, pengujian dimulai pukul 09.00 WIB dan berakhir pada pukul 15.00 WIB.

Terdapat dua data yang diambil pada pengujian sistem destilasi ini mengacu dari sistem destilasi tenaga surya oleh skripsi Mochammad Ramdhon yaitu suhu air yang bercampur dengan suhu destilator dan hasil dari air tawar yang dihasilkan [8].

Pada pengujian pertama pada 16 April 2017, pengujian kedua pada 17 April 2017, dan pengujian ketiga pada 18 April 2017. Didapat data suhu dan hasil dari proses destilasi sebagai berikut.

Tabel 4.12 Pengujian suhu

	pengujian pertama (°C)	pengujian kedua (°C)	pengujian ketiga (°C)
09.00	27,12	29,62	29,87
10.00	30,73	35,16	36,19
11.00	34,23	44,11	44,69
12.00	39,16	47,36	46,56
13.00	42,25	48,29	46,63
14.00	42,89	48,76	48,13
15.00	42,26	47,44	47,88



Gambar 4.9 Grafik pengujian suhu

Sedangkan untuk hasil dari air bersih dari pengujian hasil destilasi maka didapat selama tiga kali pengujian sebagai berikut.

Tabel 4.13 Pengujian volume air bersih hasil destilasi

Pengujian Ke-	Volume Air Bersih (mL)
Pertama	420
Kedua	822
Ketiga	884



Gambar 4.10 Grafik pengujian air bersih hasil destilasi

Seperti yang terlihat dari data pengujian bahwa, adanya perbedaan hasil produksi air bersih dan suhu pada destilator. Pada pengujian kedua dan ketiga penulis menambahkan penutup berupa plastik transparan untuk menutup destilator dan penutupnya karena pada realisasi alat jarak antara penutup dengan destilator terlalu besar, menyebabkan pengaruh dari lingkungan luar yang dapat mengurangi tingkat produksi air bersih dan mengurangi panas destilator. Selain itu banyak uap air yang masih menempel pada penutup dan pipa dijalur keluar untuk air bersih.

Pengujian sistem destilasi tenaga surya pada skripsi ini menghasilkan air tawar rata-rata sebanyak 708,6 mL dengan suhu maksimal 48,76°C dan suhu rata-rata setiap harinya adalah 40,92°C. Dibandingkan dengan skripsi oleh Mochammad Ramdhon dimana dalam sehari rata-rata menghasilkan air tawar sebanyak 491,57 mL dengan panas maksimal 48°C dan 42,25°C untuk suhu rata-rata setiap harinya [8], maka terjadi peningkatan volume air tawar yang dihasilkan yaitu $708,6 \text{ mL} - 491,57 \text{ mL} = 217,03 \text{ mL}$.