

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengukuran Penguatan Pengkondisi Sinyal

Tabel 4.1 merupakan hasil pengukuran pengkondisi sinyal yang digunakan untuk mengetahui penguatan yang dihasilkan dari rangkaian *non inverting*.

Tabel 4.1 Hasil pengukuran Pengkondisi Sinyal

NO	<i>Output</i> sensor 1 (V)	Setelah Penguatan (V)	<i>Output</i> Sensor 2 (V)	Setelah Penguatan (V)
1	0.264	2.043	0.263	2.055
2	0.265	2.046	0.263	2.056
3	0.265	2.047	0.263	2.056
4	0.265	2.048	0.263	2.056
5	0.267	2.054	0.263	2.057
6	0.265	2.052	0.263	2.057
7	0.265	2.053	0.264	2.058
8	0.265	2.054	0.264	2.059
9	0.265	2.054	0.264	2.058
10	0.266	2.053	0.264	2.059
Rata-rata	0.265	2.054	0.263	2.057

Tabel 4.1 merupakan hasil pengukuran dari *output* sensor LM35 sebelum dan sesudah dikuatkan. Dari Tabel 4.1 didapatkan rata-rata pengukuran pada *output* sensor 1 sebesar 0.265 V dan 2.054 V setelah dikuatkan, serta pada pengukuran *output* sensor 2 sebesar 0.263 V dan 2.057 V setelah dikuatkan. Sehingga dari uraian tersebut, dengan menggunakan persamaan penguatan *non inverting* didapatkan penguatan 7.7 kali pada sensor 1 dan 7.8 kali pada sensor 2. Data hasil penguatan yang dihasilkan berupa data analog akan dirubah ke data digital pada ADC untuk ditampilkan pada *display*.

4.2 Pengukuran Sensor Suhu LM35 Terhadap Pemanding

Pada pengambilan data yang penulis lakukan menggunakan 5 orang responden dewasa. Pengukuran suhu responden menggunakan 2 sensor suhu LM35 secara bersamaan terhadap pemanding. Pemanding yang penulis gunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan termometer merk Terumo dan pengukuran suhu tubuh dilakukan di aksila.

4.2.1. Hasil Pengukuran Responden 1

Tabel 4.2 berikut merupakan hasil pengukuran suhu tubuh pada responden 1 terhadap pemanding.

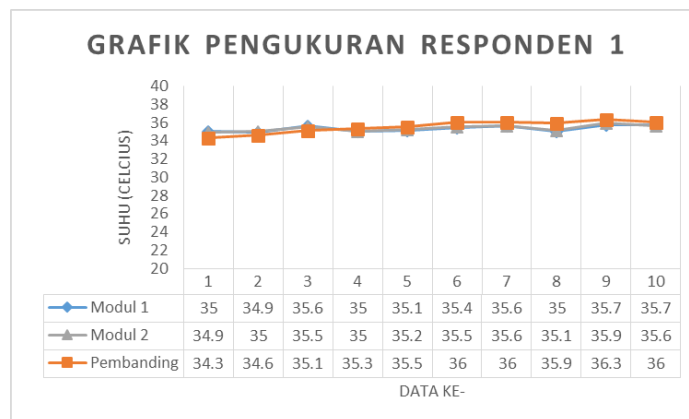
Tabel 4.2 Pengukuran Suhu Responden 1

NO	<i>Display Alat Sensor 1</i> (°C)	<i>Display Alat Sensor 2</i> (°C)	Pemanding (°C)
1	35	34.9	34.3
2	34.9	35	34.6
3	35.6	35.5	35.1
4	35	35	35.3
5	35.1	35.2	35.5
6	35.4	35.5	36
7	35.6	35.6	36
8	35	35.1	35.9
9	35.7	35.9	36.3
10	35.7	35.6	36
Rata-rata	35.300	35.330	35.500
Simpangan	-0.200	-0.170	
<i>Error (%)</i>	0.567	0.481	

Dari Tabel 4.2 pengukuran suhu tubuh responden 1 didapatkan hasil nilai rata-rata pada sensor 1 dan 2 yaitu 35, 300 dan 35,330 serta nilai rata-rata pemanding sebesar 35,500. Dari rata-rata tersebut terdapat simpangan sebesar -0,2 Sensor 1 terhadap pemanding dan simpangan sebesar -0,17 Sensor 2 terhadap pemanding. *Error* yang dihasilkan dari pengukuran Sensor 1 terhadap

pembandingan yaitu sebesar -0,567% dan Sensor 2 terhadap pembandingan didapatkan *Error* sebesar 0,481%.

Hasil pengukuran suhu tubuh pada responden 1 juga dapat dilihat pada Gambar 4.1 sebagai grafik respon sensor suhu tubuh LM35 terhadap pembandingan, dimana hasil pengukuran suhu tubuh pada responden 1 memiliki tingkat linier yang baik.



Gambar 4.1 Grafik Pengukuran Responden 1

4.2.2. Hasil Pengukuran Responden 2

Tabel 4.3 berikut merupakan hasil pengukuran suhu tubuh pada responden 2 terhadap pembandingan.

Tabel 4.3 Pengukuran Suhu Responden 2

NO	Display Alat Sensor 1 (°C)	Display Alat Sensor 2 (°C)	Pembandingan (°C)
1	34.4	34.4	34.8
2	34.9	34.5	35.2
3	34.9	34.7	35.4
4	35.1	35.0	35.7
5	35.3	35.4	35.8
6	35.4	35.7	36.0
7	35.4	35.6	36.1
8	35.6	35.6	36.2

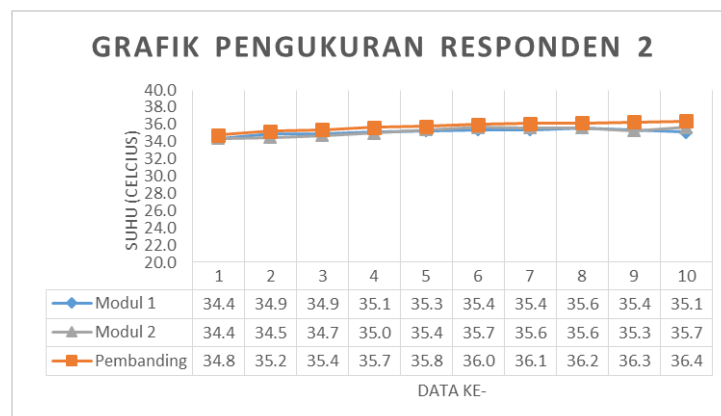
Lanjut

Lanjut

NO	Display Alat Sensor 1 (°C)	Display Alat Sensor 2 (°C)	Pembanding (°C)
9	35.4	35.3	36.3
10	35.1	35.7	36.4
Rata-rata	35.150	35.190	35.790
Simpangan	-0.640	-0.600	
Error (%)	1.821	1.705	

Dari Tabel 4.2 pengukuran suhu tubuh responden 1 didapatkan hasil nilai rata-rata pada sensor 1 dan 2 yaitu 35,150 dan 35,190 terdapat selisih sebesar 0,04 serta nilai rata-rata pembanding sebesar 35,790. Dari rata-rata tersebut terdapat simpangan sebesar -0,640 Sensor 1 terhadap pembanding dan simpangan sebesar -0,600 Sensor 2 terhadap pembanding. Error yang dihasilkan dari pengukuran Sensor 1 terhadap pembanding yaitu sebesar 1,821% dan Sensor 2 terhadap pembanding didapatkan Error sebesar 1,705%.

Hasil pengukuran suhu tubuh pada responden 2 juga dapat dilihat pada Gambar 4.2 sebagai grafik respon sensor suhu tubuh LM35 terhadap pembanding, dimana hasil pengukuran suhu tubuh pada responden 2 memiliki tingkat linier yang baik.



Gambar 4.2 Grafik Pengukuran Responden 2

4.2.3. Hasil Pengukuran Responden 3

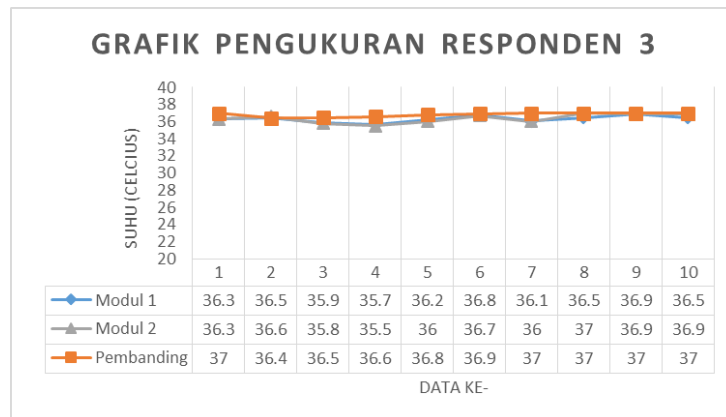
Tabel 4.4 berikut merupakan hasil pengukuran suhu tubuh pada responden 2 terhadap pembanding.

Tabel 4.4 Pengukuran Suhu Responden 3

NO	<i>Display</i> AlatSensor 1 (°C)	<i>Display</i> Alat Sensor 2 (°C)	Pembanding (°C)
1	36.3	36.3	37
2	36.5	36.6	36.4
3	35.9	35.8	36.5
4	35.7	35.5	36.6
5	36.2	36	36.8
6	36.8	36.7	36.9
7	36.1	36	37
8	36.5	37	37
9	36.9	36.9	37
10	36.5	36.9	37
Rata-rata	36.340	36.370	36.820
Simpangan	-0.480	-0.450	
<i>Error</i> (%)	1.321	1.237	

Dari Tabel 4.4 pengukuran suhu tubuh responden 1 didapatkan hasil nilai rata-rata pada sensor 1 dan 2 yaitu 36, 340 dan 36.370 serta nilai rata-rata pembanding sebesar 36.820. Dari rata-rata tersebut terdapat simpangan sebesar -0,480 Sensor 1 terhadap pembanding dan simpangan sebesar -0.450 Sensor 2 terhadap pembanding. *Error* yang dihasilkan dari pengukuran Sensor 1 terhadap pembanding yaitu sebesar 1,321% dan Sensor 2 terhadap pembanding didapatkan *Error* sebesar 1,237%.

Hasil pengukuran suhu tubuh pada responden 3 juga dapat dilihat pada Gambar 4.3 sebagai grafik respon sensor suhu tubuh LM35 terhadap pembanding, dimana hasil pengukuran suhu tubuh pada responden 3 memiliki tingkat linier yang baik.



Gambar 4.3 Grafik Pengukuran Responden 3

4.2.4. Hasil Pengukuran Responden 4

Tabel 4.5 berikut merupakan hasil pengukuran suhu tubuh pada responden 2 terhadap pembanding.

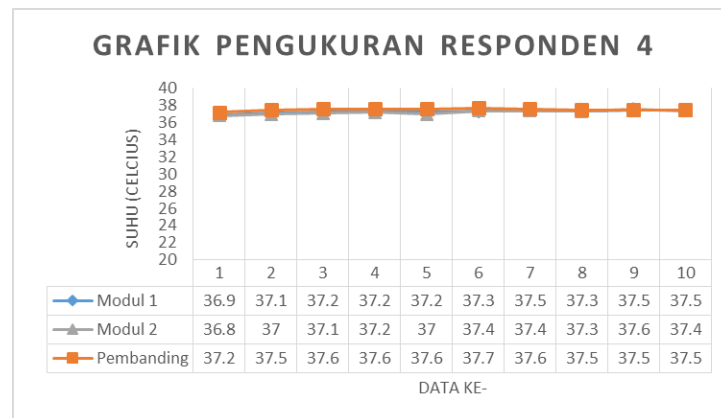
Tabel 4.5 Pengukuran Suhu Responden 4

NO	<i>Display Alat Sensor 1</i> (°C)	<i>Display Alat Sensor 2</i> (°C)	Pembanding (°C)
1	36.9	36.8	37.2
2	37.1	37	37.5
3	37.2	37.1	37.6
4	37.2	37.2	37.6
5	37.2	37	37.6
6	37.3	37.4	37.7
7	37.5	37.4	37.6
8	37.3	37.3	37.5
9	37.5	37.6	37.5
10	37.5	37.4	37.5
Rata-rata	37.270	37.220	37.530
Simpangan	-0.260	-0.310	
<i>Error (%)</i>	0.698	0.833	

Dari Tabel 4.5 pengukuran suhu tubuh responden 1 didapatkan hasil nilai rata-rata pada sensor 1 dan 2 yaitu 37.270 dan 37.220 serta nilai rata-rata pembanding sebesar 37.530. Dari rata-rata tersebut terdapat simpangan sebesar -0,260 Sensor 1 terhadap pembanding dan simpangan sebesar -0,310 Sensor 2 terhadap pembanding.

Error yang dihasilkan dari pengukuran Sensor 1 terhadap pembanding yaitu sebesar 0,698% dan Sensor 2 terhadap pembanding didapatkan *Error* sebesar 0.833%.

Hasil pengukuran suhu tubuh pada responden 4 juga dapat dilihat pada Grafik 4.4 respon sensor suhu tubuh LM35 terhadap pembanding, dimana hasil pengukuran suhu tubuh pada responden 4 memiliki tingkat linier yang baik.



Gambar 4.4 Grafik Pengukuran Responden 4

4.2.5. Hasil Pengukuran Responden 5

Tabel 4.6 berikut merupakan hasil pengukuran suhu tubuh pada responden 2 terhadap pembanding.

Tabel 4.6 Pengukuran Suhu Responden 5

NO	Display Alat Sensor 1 (°C)	Display Alat Sensor 2 (°C)	Pembanding (°C)
1	36.6	36.5	37
2	36.8	36.8	37
3	36.9	36.7	37
4	36.9	36.9	37.1
5	36.8	36.9	37.1
6	36.8	37	37.2
7	36.8	37	37.2
8	36.9	37.1	37.4
9	36.9	37.1	37.5
10	36.9	37	37.4

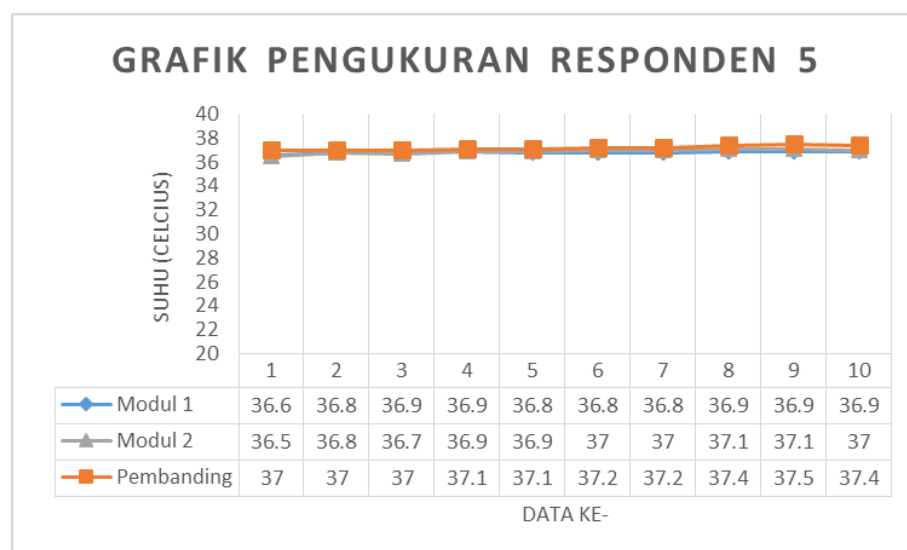
Lanjut

Lanjut

	<i>Display Alat Sensor 1</i> (°C)	<i>Display Alat Sensor 2</i> (°C)	Pembanding (°C)
Rata-rata	36.830	36.900	37.190
Simpangan	-0.360	-0.290	
<i>Error (%)</i>	0.977	0.786	

Dari Tabel 4.6 pengukuran suhu tubuh responden 1 didapatkan hasil nilai rata-rata pada sensor 1 dan 2 yaitu 36.830 dan 36.900 serta nilai rata-rata pembanding sebesar 37.190. Dari rata-rata tersebut terdapat simpangan sebesar -0.360 Sensor 1 terhadap pembanding dan simpangan sebesar -0.290 Sensor 2 terhadap pembanding. *Error* yang dihasilkan dari pengukuran Sensor 1 terhadap pembanding yaitu sebesar 0.977% dan Sensor 2 terhadap pembanding didapatkan *Error* sebesar 0.786%.

Hasil pengukuran suhu tubuh pada responden 4 juga dapat dilihat pada Gambar 4.5 sebagai grafik respon sensor suhu tubuh LM35 terhadap pembanding, dimana hasil pengukuran suhu tubuh pada responden 4 memiliki tingkat linier yang baik.



Gambar 4.5 Grafik Pengukuran Responden 5

4.3 Pengukuran Kinerja NRF24L01

4.3.1. Pengukuran Jarak Komunikasi Serial NRF24L01

Berikut merupakan hasil pengukuran jarak komunikasi serial dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Jarak Komunikasi Serial

NO	Jarak (m)	Status Pengiriman
1.	2	OK
2.	4	OK
3.	6	OK
4.	8	OK
5.	10	OK
6.	12	OK
7.	14	OK
8.	16	OK
9.	18	OK
10.	20	OK
11	22	OK
12.	24	OK
13.	26	OK
14.	28	OK
15.	30	OK
16.	32	OK
17.	34	OK

Pengukuran kinerja NRF24L01 dengan cara mengirimkan data secara bertahap dengan jarak per 2 meter menggunakan alat ukur meteran. Pengukuran jarak komunikasi serial dari NRF24L01 berhasil menempuh jarak terjauh yaitu 30 meter terdapat penghalang dinding ruangan. Ketika komunikasi serial melebihi jarak 30 meter maka data yang dikirim dari NRF24L01 pengirim tidak dapat diterima oleh NRF24L01 penerima. Indikator status kirim dapat dilihat pada *display*

OLED. Pada jarak 0 sampai 30 meter status kirim pada *display* OLED menunjukkan statuk “OK” dan ketika jarak 32 sampai 34 meter status kirim berubah menjadi “NO”.

4.3.2. Tampilan Ketika Transfer Berhasil pada *Transmitter*

Pada Gambar 4.6 merupakan hasil konfirmasi ketika komunikasi serial antar NRF24L01 dapat berhasil mengirimkan data pada jarak 0 sampai 30 meter. Status kirim pada layar OLED akan berubah menjadi *OK*.



Gambar 4.6 Status Pengiriman Data Berhasil

Pada Gambar 4.7 merupakan hasil konfirmasi ketika pengiriman data tidak berhasil terkirim maka hasil status kirim pada layar OLED akan berubah menjadi *NO*, perubahan status kirim terjadi ketika jarak pengiriman pada jarak 32 meter.

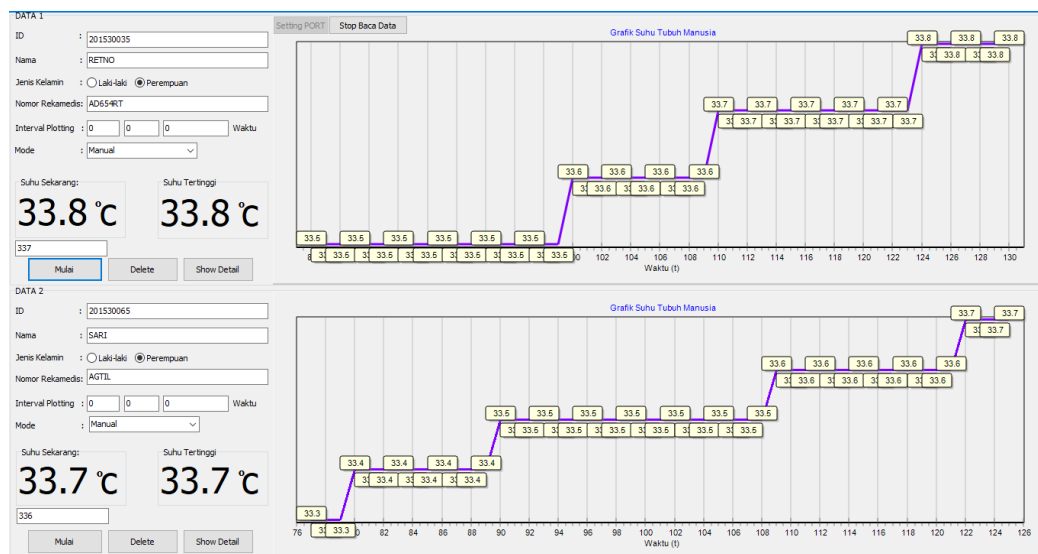


Gambar 4.7 Gambar Pengiriman Data Tidak Berhasil Diterima

4.4 Tampilan pada Alat

4.4.1. Tampilan Pada Receiver

Berikut merupakan hasil tampilan pada *plotting* grafik pada komputer pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Tampilan Receiver Pada Delphi

Pada Gambar 4.8 merupakan tampilan *receiver* pada Delphi, pada tampilan Delphi terdapat *form* identitas yang harus diisi seperti ID, Nama, Jenis Kelamin, Nomor Rekamedis serta *setting* waktu *plotting* grafik dan memilih *mode plotting* yang diinginkan seperti otomatis ataupun manual. Sebelum menjalankan tampilan langkah yang pertama yang harus dilakukan yaitu mensetting *port* dan menekan *button* mulai membaca data, kemudian wajib mengisi *form* identitas. Jika tidak terisi maka tidak akan bisa digunakan *form* tampilan. Setelah selesai mengisi data identitas selanjutnya menekan mulai sebagai tanda *form* tampilan Delphi dimulai dan *plotting* grafik akan muncul pada layar dan suhu yang dikirim juga akan ditampilkan dalam bentuk angka. Tombol *delete* digunakan untuk menghapus

database yang tersimpan dan *show detail* digunakan untuk melihat riwayat *database* yang sebelumnya sudah tersimpan.

4.4.2. Tampilan Pada Receiver

Berikut merupakan hasil tampilan pada *plotting* grafik pada komputer pada Gambar 4.9.



Gambar 4. 9 Tampilan Pada *Display* Alat

Pada Gambar 4.9 merupakan gambar tampilan pada *transmitter* dimana pada tampilan terdapat data suhu 1, suhu 2, status baterai, status kirim dan *mode*. Data suhu 1 dan 2 akan tertampil pada layar OLED setiap 1.5 detik sekali. Status kirim merupakan tanda ketika *transmitter* dan *receiver* berhasil mengirim dan menerima data. *Mode* digunakan untuk tampilan jika pengukuran data suhu akan menggunakan *mode* otomatis dan manual. Jika menggunakan *mode* otomatis maka data akan langsung terkirim ke *receiver* dan jika menggunakan *mode* manual maka data yang dikirim harus menekan tombol *button* jika ingin mengirim data.

4.5 Perhitungan Ketahanan dan Pengisian Baterai

4.5.1. Perhitungan Ketahanan Baterai

Energi listrik yang tersimpan dalam baterai pada modul TA bisa diisi ulang atau *dicharger* apabila sudah habis. Lama waktu baterai dapat dipakai untuk *mensupply* modul TA dapat dihitung lama waktu pemakaian baterai. Setelah

melakukan pengukuran ketahanan baterai berdasarkan perhitungan arus, didapat ketahanan baterai sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas Baterai} = 2.000 \text{ mAh}$$

$$I = 109,3 \text{ mA}$$

$$\text{Waktu Pemakaian} = \text{Kapasitas Baterai} / I$$

$$= 2.000 \text{ mAh} / 109,3 \text{ mA}$$

$$= 18,29 \text{ h}$$

Setelah melakukan pengukuran ketahanan baterai berdasarkan *output* tegangan didapat data ketahanan baterai ketika dioperasikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Tegangan Pengoperasian Baterai

No	Awal (Volt)	Akhir (Volt)	Waktu (Menit)
1	4.02	4.01	17.21
2	4.01	4.00	17.20
3	4.00	3.99	17.20
4	3.99	3.98	17.22
Rata-Rata			17.20

Dari Tabel 4.8 hasil pengamatan ketahanan baterai bekerja ketika dioperasikan berdasarkan tegangan, baterai mampu bertahan sampai dengan $\pm 7,3$ jam. Waktu ketahanan baterai diketahui dengan cara mengukur waktu setiap penurunan $0,01 \text{ V}$ dengan rata-rata waktu penurunan selama ± 16 menit pada saat modul sedang dioperasikan. Modul tidak dapat bekerja jika tegangan baterai kurang dari $3,6 \text{ V}$, dimana tegangan baterai jika penuh adalah $4,02 \text{ V}$. Hasil perhitungan ketahanan baterai bekerja sangat baik, karena ketahanan baterai pada saat dioperasikan secara terus menerus mampu bertahan sesuai dengan perhitungan

ketahanan baterai. Baterai tidak mampu bertahan mendekati hasil perhitungan ketahanan baterai 18, 29 jam dikarenakan konsumsi baterai yang disarankan hanya menggunakan 20% dari kapasitas baterai agar ketahanan baterai dapat bertahan lama. Pada modul alat ini baterai dapat bertahan hingga 7,3 jam.

4.5.2. Perhitungan Pengisian Baterai

Baterai pada modul TA dapat diisi kembali dengan cara pengisian ulang daya baterai. Adaptor yang digunakan untuk mengisi kembali baterai pada modul TA sebesar 5 V dan 1 A. Untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan baterai ketika diisi ulang sudah terisi penuh, dapat menggunakan cara menghitung lama waktu pengisian baterai. Setelah melakukan pengukuran terhadap baterai didapat data perhitungan baterai sebagai berikut:

Kapasitas Baterai = 2.000 mAh

Arus *Charger*: $I = 1 \text{ A} = 1000 \text{ mA}$

$$\begin{aligned} \text{Lama waktu pengisian baterai} &= \text{Kapasitas Baterai} / \text{Kapasitas } \textit{Charger} \\ &= 2.000 \text{ mAh} / 1000 \text{ mA} \\ &= 2 \text{ jam} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan lama waktu pengisian baterai, waktu yang dibutuhkan untuk pengisian hingga baterai penuh ± 3 jam dengan menggunakan adaptor 5 V dan 1 A mendekati hasil perhitungan pengisian baterai ± 2 jam. Perbedaan ini dikarenakan pengisian baterai tidak sepenuhnya sesuai dengan spesifikasi arus pada adaptor, jika arus pada spesifikasi pada adaptor adalah 1 A, *output* arus yang keluar sebenarnya adalah 0,8 A karena terdapat toleransi pada adaptor.