

## BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini memuat tentang pengujian sistem yang dilakukan berdasarkan tahapan pengujian untuk dapat menjawab rumusan masalah penelitian pada skripsi.

### 6.1 Pengujian hasil *sensing*

Pada bagian ini akan menguji bagaimanakah hasil *sensing* yang dilakukan oleh ketiga modul sensor pada *transmitter sensor node* untuk keperluan pengambilan data suhu, intensitas cahaya, dan persentase kelembaban tanah.

#### 6.1.1 Tujuan

Untuk mengetahui performa hasil *sensing* dari masing-masing modul sensor berdasarkan pada beberapa kondisi, apakah modul sensor yang digunakan dirasa cukup andal untuk dijalankan pada *sensor node* dengan menerapkan mekanisme *low power* yang notabene-nya akan melewati kondisi dimana *sensor node* akan mendapat *suply* energi cukup rendah ataukah tidak.

#### 6.1.2 Peralatan

Dalam melakukan pengujian diperlukan beberapa peralatan berupa perangkat keras maupun lunak yang digunakan, diantara peralatan yang digunakan yakni :

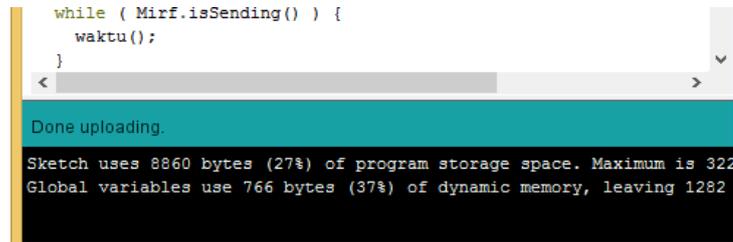
1. *Transmitter sensor node*
2. Kabel usb FTDI
3. *Personal computer*
4. Arduino IDE
5. Termometer ruangan
6. 3 buah ember kecil berisi tanah kering, lembab, dan basah
7. 1 buah lampu 15 Watt

#### 6.1.3 Langkah Pengujian

Dalam memulai pengujian terdapat beberapa tahapan atau langkah-langkah yang perlu diperhatikan sehingga data pengujian yang didapatkan dapat sesuai dengan tujuan pengujian, diantara langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah :

1. Menghubungkan kabel usb FTDI pada *transmitter sensor node* pada PC
2. Menjalankan aplikasi Arduino IDE
3. Membuka berkas program untuk *transmitter sensor node* melalui tab menu *File - Open*
4. Melakukan *upload* program pada tab menu *Sketch - Upload* ke kedua *sensor node*

- Menunggu program selesai di *Upload* yang ditandai dengan “*done uploading*”.



```
while ( Mirf.isSending() ) {  
  waktu();  
}
```

Done uploading.

Sketch uses 8860 bytes (27%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.  
Global variables use 766 bytes (37%) of dynamic memory, leaving 1282 bytes free.

**Gambar 6.1 Upload program**

- Melakukan pengujian kesesuaian hasil pengambilan data suhu dengan menggunakan modul sensor DHT11 dengan data suhu pada termometer ruangan dan kemudian dihitung persentase akurasi hasil *sensing*-nya dengan menggunakan rumus berikut.

$$\% = 100 - \left( \frac{|Thermometer - DHT11|}{Thermometer} \times 100 \right)$$

- Melakukan pengujian pengambilan data intensitas cahaya dengan menggunakan modul sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) pada tiga kondisi pengujian, yakni :
  - Terang, kondisi ini dilakukan di luar ruangan pada siang hari cerah sekitar pukul 13.00 WIB.
  - Sedang, kondisi ini dilakukan di dalam ruangan pada siang hari cerah sekitar pukul 13.00 WIB.
  - Gelap, kondisi ini dilakukan di dalam ruangan pada malam hari dengan pencahayaan satu buah lampu 15 Watt.
- Melakukan pengujian pengambilan data persentase kelembaban tanah dengan menggunakan modul sensor *soil moisture* pada tiga jenis media tanah, yakni :
  - Kering, media tanah ini merupakan tanah tanaman sebelum disiram lebih dari tiga hari
  - Lembab, media tanah ini merupakan tanah tanaman setelah disiram sekitar satu hari
  - Basah, media tanah ini merupakan tanah tanaman yang baru saja disiram sekitar satu jam

#### 6.1.4 Hasil

Berikut ini adalah hasil pengujian performa akuisisi data yang dilakukan oleh *transmitter sensor node* dari ketiga modul sensor dengan tahapan pengujian yang telah di paparkan. Hasil pengujian performa modul sensor DHT11 ditunjukkan pada Tabel 6.1, sedangkan hasil pengujian performa modul sensor LDR ditunjukkan pada Tabel 6.2, dan hasil pengujian performa modul sensor *Soil Moisture* ditunjukkan pada Tabel 6.3.

**Tabel 6.1 Hasil pengamatan pengambilan data suhu**

Percobaan ke -	DHT11 (°C)	Termometer Ruang (°C)	Akurasi (%)
1	23	25,7	89,5
2	24	25,7	93,4
3	25	25,8	96,9
4	24	25,8	93,0
5	25	25,8	96,9
6	23	25,8	89,1
7	25	25,7	97,3
8	25	25,8	96,9
9	23	25,7	89,5
10	24	25,7	93,4
<b>Rata-rata Akurasi (%)</b>			<b>93,59</b>

**Tabel 6.2 Hasil pengamatan pengambilan data intensitas cahaya**

Percobaan ke -	Terang (lx)	Sedang (lx)	Gelap (lx)
1	955	289	23
2	971	303	24
3	934	310	28
4	880	308	23
5	817	315	22
<b>Rata-rata</b>	<b>912</b>	<b>305</b>	<b>24</b>

**Tabel 6.3 Hasil pengamatan pengambilan data persentase kelembaban tanah**

Percobaan ke -	Kering (%)	Lembab (%)	Basah (%)
1	20	30	95
2	18	32	93
3	18	36	96
4	20	32	96
5	19	35	95
<b>Rata-rata</b>	<b>19</b>	<b>33</b>	<b>95</b>

### 6.1.5 Analisis

Dari hasil pengujian *sensing* suhu dengan menggunakan modul sensor DHT11 didapatkan persentase akurasi *sensing* sebesar 93,59%. Pada pengujian pengambilan data intensitas cahaya didapatkan rata-rata hasil *sensing* sebesar 912 lx pada kondisi pencahayaan terang, 305 lx pada kondisi pencahayaan sedang, dan 24 lx untuk kondisi pencahayaan gelap. Sedangkan pengujian pengambilan data persentase kelembaban tanah mendapatkan rata-rata hasil *sensing* sebesar 19% pada tanah kering, 33% pada tanah lembab, dan 95% pada tanah basah. Berjalannya sistem pada *transmitter sensor node* bergantung pada performa pengambilan data pada setiap modul sensor, apabila modul sensor yang digunakan tidak dapat mengakuisisi data dengan baik akan sangat berpengaruh terhadap berjalannya sistem.

## 6.2 Pengujian kesesuaian mode

Pada bagian ini dilakukan pengujian untuk dapat mengetahui apakah mekanisme *low power* dapat berjalan yang ditandai dengan mode yang sedang dijalankan oleh *transmitter sensor node*.

### 6.2.1 Tujuan

Untuk mengetahui apakah mekanisme *low power* dapat berjalan dengan baik yang ditandai dengan perbedaan nilai arus yang dikonsumsi *transmitter sensor node* ketika sedang berada pada mode normal dan mode *sleep*.

### 6.2.2 Peralatan

Dalam melakukan pengujian diperlukan beberapa peralatan berupa perangkat keras maupun lunak yang digunakan, diantara peralatan yang digunakan yakni :

1. *Transmitter sensor node*
2. *Receiver sensor node*
3. Kabel USB FTDI
4. *Personal computer*
5. Arduino IDE
6. Multimeter
7. *Power Bank*

### 6.2.3 Langkah Pengujian

Dalam memulai pengujian terdapat beberapa tahapan atau langkah-langkah yang perlu diperhatikan sehingga data pengujian yang didapatkan dapat sesuai dengan tujuan pengujian, diantara langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah :

1. Menghubungkan kabel USB FTDI pada *transmitter sensor node* dan *receiver sensor node* pada PC
2. Menjalankan aplikasi Arduino IDE

3. Membuka berkas program untuk *transmitter sensor node* dan *receiver sensor node* melalui tab menu *File - Open*
4. Melakukan *upload* program pada tab menu *Sketch - Upload* ke kedua *sensor node*
5. Menunggu program selesai di *upload* yang ditandai dengan “*done uploading*”.

```

LowPower.powerDown(SLEEP_4S, ADC_OFF, BOD_OFF);
}
}
void kirim(int d[]) {
  Mirf.send((byte *)d);
  while ( Mirf.isSending() ) {
    waktu();
  }
}

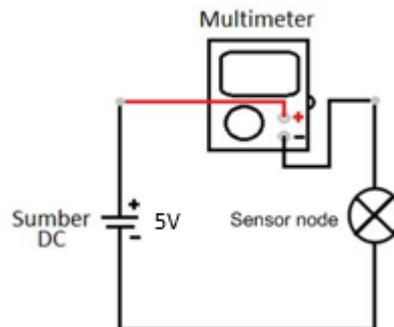
```

Done uploading.

Sketch uses 8860 bytes (27%) of program storage space. Maximum is 322...  
Global variables use 766 bytes (37%) of dynamic memory, leaving 1282...

**Gambar 6.2 Upload program**

6. Melakukan pengukuran arus pada *transmitter sensor node* selama satu jam untuk diamati perubahan modenya berdasarkan perubahan nilai arus yang cukup drastis. Untuk persiapannya ditunjukkan pada Gambar 6.3.



**Gambar 6.3 Cara pengukuran arus pada sensor node**

Pada Gambar 6.3 menggambarkan cara pengukuran arus dengan menggunakan multimeter digital. Sumber tegangan pada sensor node berasal dari modul FTDI *Break-out* dengan menghubungkan pin *output VCC* dari modul dengan kutub positif pada *multimeter*, sedangkan kutub negatifnya dihubungkan dengan *input VCC* pada *sensor node*.

#### 6.2.4 Hasil

Hasil pengujian berdasarkan langkah diatas ditunjukkan pada Tabel 6.4 yang mana pada tabel tersebut merupakan data hasil pengamatan perubahan mode yang dialami oleh *transmitter sensor node* selama kurun waktu satu jam dan diamati dalam periode satu menit.

**Tabel 6.4 Hasil pengujian kesesuaian mode**

<b>Waktu (WIB)</b>	<b>Besar arus (mA)</b>	<b>Keterangan (mode)</b>
15:01:00	59.7	Normal mode
15:02:00	21.1	Sleep mode
15:03:00	20.9	Sleep mode
15:04:00	58.6	Normal mode
15:05:00	20.9	Sleep mode
15:06:00	21.0	Sleep mode
15:07:00	20.6	Sleep mode
15:08:00	20.5	Sleep mode
15:09:00	20.7	Sleep mode
15:10:00	20.8	Sleep mode
15:11:00	20.8	Sleep mode
15:12:00	60.2	Normal mode
15:13:00	60.7	Normal mode
15:14:00	21.1	Sleep mode
15:15:00	61.2	Normal mode
15:16:00	21.1	Sleep mode
15:17:00	60.4	Normal mode
15:18:00	20.9	Sleep mode
15:19:00	21.1	Sleep mode
15:20:00	20.7	Sleep mode
15:21:00	61.2	Normal mode
15:22:00	20.8	Sleep mode
15:23:00	60.8	Normal mode
15:24:00	21.6	Sleep mode
15:25:00	20.9	Sleep mode
15:26:00	61.5	Normal mode
15:27:00	20.9	Sleep mode
15:28:00	21.1	Sleep mode
15:29:00	61.9	Normal mode

15:30:00	20.8	Sleep mode
15:31:00	60.7	Normal mode
15:32:00	20.9	Sleep mode
15:33:00	21.6	Sleep mode
15:34:00	61.1	Normal mode
15:35:00	20.7	Sleep mode
15:36:00	61.6	Normal mode
15:37:00	21.5	Sleep mode
15:38:00	18.8	Sleep mode
15:39:00	20.8	Sleep mode
15:40:00	20.9	Sleep mode
15:41:00	60.9	Normal mode
15:42:00	20.7	Sleep mode
15:43:00	61.1	Normal mode
15:44:00	21.2	Sleep mode
15:45:00	61.4	Normal mode
15:46:00	21.2	Sleep mode
15:47:00	61.8	Normal mode
15:48:00	21.4	Sleep mode
15:49:00	61.3	Normal mode
15:50:00	20.8	Sleep mode
15:51:00	61.0	Normal mode
15:52:00	20.9	Sleep mode
15:53:00	60.8	Normal mode
15:54:00	21.1	Sleep mode
15:55:00	61.2	Normal mode
15:56:00	61.6	Normal mode
15:57:00	21.0	Sleep mode
15:58:00	20.8	Sleep mode
15:59:00	60.9	Normal mode
16:00:00	61.3	Normal mode

### 6.2.5 Analisis

Dari hasil pengujian mode didapatkan hasil data perubahan mode yang dialami oleh *transmitter sensor node* dengan mengimplementasikan mekanisme *low power*, setelah melalui tahap perhitungan manual pada data didapatkan hasil bahwa selama satu jam percobaan, *transmitter sensor node* akan 24 kali mengaktifkan mode normal, serta 36 kali mengaktifkan mode *sleep*, dan setiap perubahan mode dinyatakan sesuai dengan kondisi hasil *sensing*. Dalam hal ini perubahan mode akan berpengaruh cukup besar dalam upaya penghematan daya, kaitannya dengan semakin sering *sensor node* berada pada mode normal maka semakin besar konsumsi dayanya, dan sebaliknya semakin sering *sensor node* berada pada mode *sleep* maka semakin kecil konsumsi dayanya.

## 6.3 Pengujian konsumsi arus dengan mekanisme *low power*

Pada bagian ini dilakukan pengujian untuk dapat mengetahui perbandingan besaran nilai konsumsi arus antara *transmitter node multi sensor* dengan *transmitter node single sensor*.

### 6.3.1 Tujuan

Untuk mengetahui nilai konsumsi arus pada *transmitter node multi sensor* dengan dan tanpa mekanisme *low power*, dan *transmitter node single sensor* dengan dan tanpa mekanisme *low power*, kemudian untuk dapat mengetahui seberapa besar persentase penghematan konsumsi arus antara *transmitter node multi sensor* dan *transmitter node single sensor*, serta menguji efektifitas penerapan mekanisme *low power* pada *transmitter node multi sensor*.

### 6.3.2 Peralatan

Dalam melakukan pengujian diperlukan beberapa peralatan berupa perangkat keras maupun lunak yang digunakan, diantara peralatan yang digunakan yakni :

1. *Transmitter node multi sensor*
2. *Transmitter node single sensor*
3. *Receiver sensor node*
4. Kabel USB FTDI
5. *Personal computer*
6. Arduino IDE
7. Multimeter

### 6.3.3 Langkah Pengujian

Dalam memulai pengujian terdapat beberapa tahapan atau langkah-langkah yang perlu diperhatikan sehingga data pengujian yang didapatkan dapat sesuai dengan tujuan pengujian, diantara langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah :

1. Menghubungkan kabel USB FTDI pada *transmitter node multi sensor*, *transmitter node single sensor* dan *receiver sensor node* pada PC
2. Menjalankan aplikasi Arduino IDE
3. Membuka berkas program untuk setiap *sensor node* melalui tab menu *File - Open*
4. Melakukan *upload* program pada tab menu *Sketch - Upload* pada setiap *sensor node*
5. Menunggu program selesai di *upload* yang ditandai dengan “*done uploading*”.

```

Mirf.send((byte *)d);
while ( Mirf.isSending() ) {
  waktu();
}

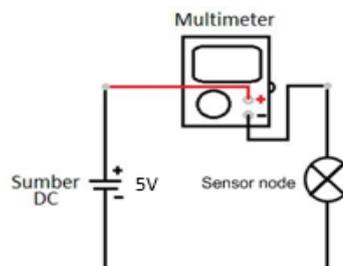
```

Done uploading.

Sketch uses 8860 bytes (27%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.  
Global variables use 766 bytes (37%) of dynamic memory, leaving 1282 bytes free.

**Gambar 6.4 Program selesai di Upload**

6. Melakukan pengukuran arus pada *transmitter node multi sensor* selama 20 kali dengan penggunaan mekanisme *low power* dan tanpa penggunaan mekanisme *low power*. Skema pengukuran ditunjukkan pada Gambar 6.5.
7. Melakukan pengukuran arus pada *transmitter node single sensor* selama 20 kali dengan penggunaan mekanisme *low power* dan tanpa penggunaan mekanisme *low power*. Skema pengukuran ditunjukkan pada Gambar 6.5.
8. Pada pengukuran konsumsi arus *transmitter node single sensor* dilakukan pengukuran yang diulang selama tiga kali pengulangan, yakni :
  - a. *Transmitter node single sensor* dengan menggunakan modul sensor DHT11
  - b. *Transmitter node single sensor* dengan menggunakan modul sensor DHT11
  - c. *Transmitter node single sensor* dengan menggunakan modul sensor DHT11



**Gambar 6.5 Cara pengukuran arus pada sensor node**

Pada Gambar 6.5 menggambarkan cara pengukuran arus dengan menggunakan multimeter digital. Sumber tegangan pada *sensor node* berasal dari modul FTDI *Break-out* dengan menghubungkan pin *output VCC* dari modul dengan kutub positif pada multimeter, sedangkan kutub negatifnya dihubungkan dengan *input VCC* pada *sensor node*.

### 6.3.4 Hasil

Hasil pengujian berdasarkan langkah pengujian menghasilkan nilai konsumsi arus ketika *sensor node* mengimplementasikan mekanisme *low power* dan tanpa mengimplementasikan mekanisme *low power*, terkait hasil pengujian konsumsi arus untuk *transmitter node multi sensor* ditunjukkan pada Tabel 6.5 sedangkan untuk *transmitter node single sensor* ditunjukkan pada Tabel 6.6.

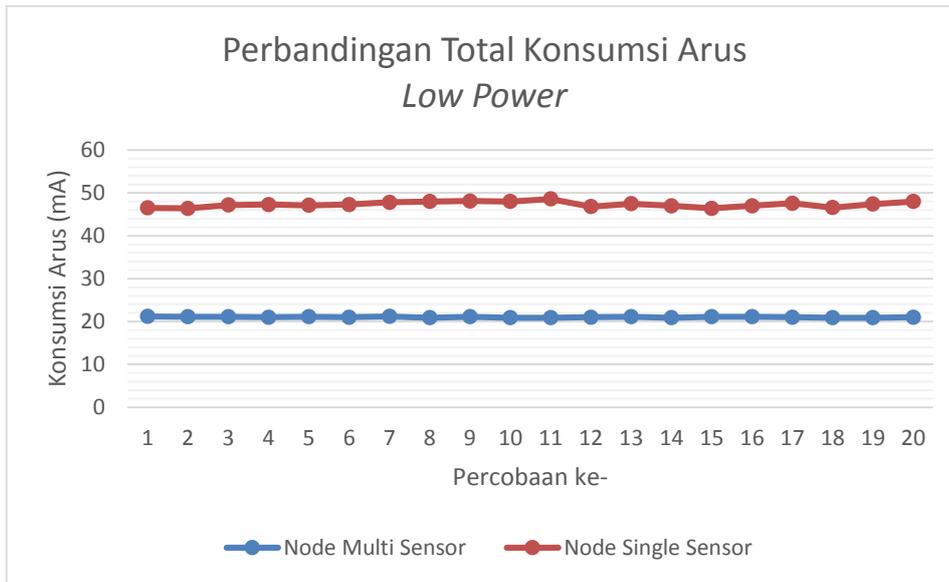
**Tabel 6.5 Hasil pengukuran konsumsi arus pada *transmitter node multi sensor***

Percobaan ke-	<i>Low Power</i> (mA)	<i>Non-Low Power</i> (mA)
1	21,2	59,7
2	21,1	60,4
3	21,1	58,9
4	21,0	59,6
5	21,1	61,5
6	21,0	59,9
7	21,2	61,2
8	20,9	58,7
9	21,1	59,4
10	20,9	63,2
11	20,9	59,3
12	21,0	62,3
13	21,1	61,2
14	20,9	61,5
15	21,1	62,3
16	21,1	61,7
17	21,0	59,5
18	20,9	59,9
19	20,9	59,5
20	21,0	61,1
<b>Rata-Rata</b>	<b>21,025</b>	<b>60,54</b>

**Tabel 6.6 Hasil pengukuran konsumsi arus pada *transmitter node single sensor***

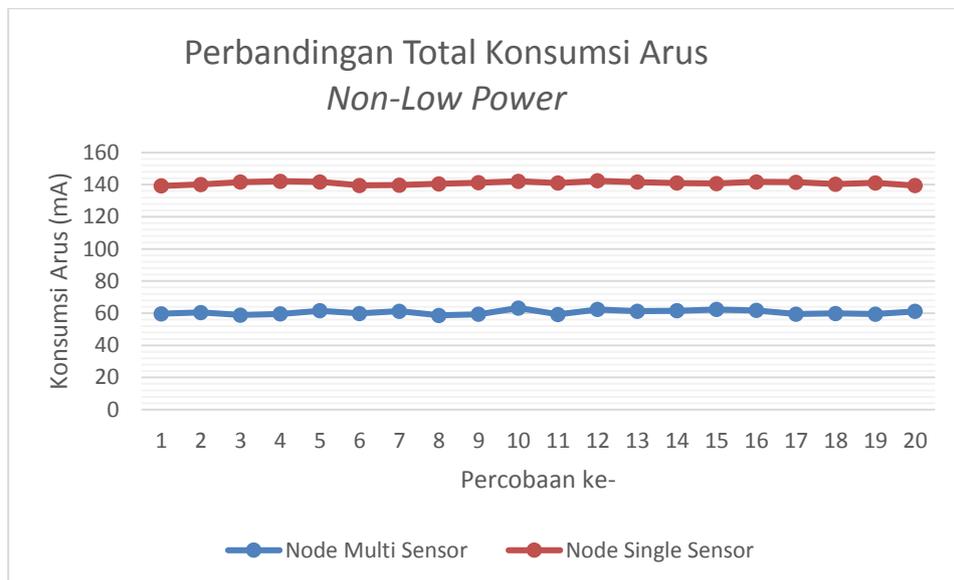
Percobaan ke-	<i>Low Power</i> (mA)				<i>Non-Low Power</i> (mA)			
	DHT 11	Light Dependent Resistor	Soil Moisture	Total	DHT 11	Light Dependent Resistor	Soil Moisture	Total
1	13,0	14,6	18,9	46,5	43,2	42,1	53,9	139,2
2	12,9	14,5	19,0	46,4	43,3	42,6	54,2	140,1
3	13,4	14,6	19,2	47,2	43,8	43,2	54,6	141,6
4	13,2	14,7	19,4	47,3	44,0	44,0	54,1	142,1
5	13,5	14,5	19,1	47,1	43,2	43,7	54,8	141,7
6	13,2	14,7	19,4	47,3	43,5	42,1	53,9	139,5
7	13,8	14,9	19,1	47,8	43,2	42,7	53,8	139,7
8	14,1	14,2	19,7	48	43,7	42,6	54,2	140,5
9	14,0	14,5	19,6	48,1	44,1	43,3	53,8	141,2
10	13,5	14,6	19,9	48	43,8	43,7	54,6	142,1
11	14,0	14,5	20,1	48,6	43,4	43,5	54,1	141
12	13,7	14,4	18,7	46,8	43,6	44,0	54,8	142,4
13	13,9	14,6	19,0	47,5	43,5	42,9	55,2	141,6
14	13,2	14,7	19,1	47	43,7	43,2	54,1	141
15	12,9	14,5	19,0	46,4	43,3	42,7	54,7	140,7
16	13,4	14,8	18,8	47	43,5	43,6	54,6	141,7
17	13,6	14,6	19,4	47,6	43,3	44,1	54,1	141,5
18	13,1	14,4	19,1	46,6	43,1	43,2	54,0	140,3
19	13,4	14,6	19,4	47,4	43,3	42,9	54,9	141,1
20	13,8	14,6	19,6	48	43,0	42,6	53,8	139,4
<b>Rata-Rata</b>	<b>13,48</b>	<b>14,57</b>	<b>19,27</b>	<b>47,33</b>	<b>43,47</b>	<b>43,13</b>	<b>54,31</b>	<b>140,92</b>

Berdasarkan Tabel 6.5 dan Tabel 6.6 disajikan perbandingan hasil konsumsi arus *transmitter node multi sensor* dan *transmitter node single sensor*, baik dengan menggunakan mekanisme *low power* ataupun tanpa menggunakan mekanisme *low power*. Untuk *transmitter node single sensor* yang mana pada pengujian dilakukan selama tiga kali dengan menggunakan setiap modul sensor yang sama dengan yang digunakan oleh *transmitter node multi sensor*, diambil total konsumsi arus-nya pada setiap percobaan sehingga dapat dibandingkan besaran konsumsi arus-nya.



**Gambar 6.6** Grafik perbandingan konsumsi arus dengan mekanisme *low power*

Pada Gambar 6.6 merupakan grafik hasil perbandingan antara konsumsi arus *transmitter node multi sensor* dengan *transmitter node single sensor*, dapat diketahui bahwa nilai konsumsi arus dengan menggunakan mekanisme *low power* pada *transmitter node multi sensor* sebesar 21,025 mA, sedangkan pada *transmitter node single sensor* sebesar 47,33 mA.



**Gambar 6.7** Grafik perbandingan konsumsi arus tanpa mekanisme *low power*

Pada Gambar 6.7 merupakan grafik hasil perbandingan antara konsumsi arus *transmitter node multi sensor* dengan *transmitter node single sensor*, dapat diketahui bahwa nilai konsumsi arus tanpa menggunakan mekanisme *low power* pada *transmitter node multi sensor* sebesar 60,54 mA, sedangkan pada *transmitter node single sensor* sebesar 140,91 mA.

Untuk mengetahui persentase perbandingan konsumsi arus antara *transmitter node multi sensor* dan *transmitter node single sensor* dapat dilakukan perhitungan berdasarkan rumus berikut:

$$\% = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{y} \times 100$$

% adalah persentase perbandingan konsumsi arus

$\bar{x}$  adalah rata-rata konsumsi arus *transmitter node single sensor*, diukur dalam *milliampere*

$\bar{y}$  adalah rata-rata konsumsi arus *transmitter node muti sensor*, diukur dalam *milliampere*

Dengan menggunakan rumus perhitungan persentase perbandingan konsumsi arus dan berdasarkan data hasil pengujian ketika menggunakan mekanisme *low power*, didapatkan rincian perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \% &= \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\bar{y}} \times 100 \\ &= \frac{47,33 - 21,025}{21,025} \times 100 \\ &= \frac{26,305}{21,025} \times 100 \\ &= 1,251 \times 100 \\ &= \mathbf{125,1 \%} \end{aligned}$$

Sedangkan rincian perhitungan perbandingan konsumsi arus untuk hasil pengujian ketika tanpa menggunakan mekanisme *low power*, adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \% &= \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\bar{y}} \times 100 \\ &= \frac{140,91 - 60,54}{60,54} \times 100 \\ &= \frac{80,37}{60,54} \times 100 \\ &= 1,327 \times 100 \\ &= \mathbf{132,7 \%} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk mengetahui persentase penghematan daya yang dapat dilakukan oleh *transmitter node multi sensor* dengan mengimplementasikan mekanisme *low power*, dapat dilakukan perhitungan berdasarkan rumus berikut :

$$\% = \frac{\bar{l}p - \overline{nl}p}{\bar{l}p} \times 100$$

$\%$  adalah persentase penghematan konsumsi arus  
 $\bar{l}p$  adalah rata-rata konsumsi arus *Low Power*, diukur dalam *milliampere*  
 $\overline{nl}p$  adalah rata-rata konsumsi arus *Non-Low Power*, diukur dalam *milliampere*

Dengan menggunakan rumus perhitungan persentase penghematan konsumsi arus dan dengan data hasil pengujian, didapatkan rincian perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \% &= \frac{\bar{l}p - \overline{nl}p}{\bar{l}p} \times 100 \\
 &= \frac{60,54 - 21,025}{60,54} \times 100 \\
 &= \frac{39,515}{60,54} \times 100 \\
 &= 0,653 \times 100 \\
 &= \mathbf{65,3 \%}
 \end{aligned}$$

### 6.3.5 Analisis

Berdasarkan hasil pengukuran konsumsi arus didapatkan hasil nilai rata-rata konsumsi arus dengan menggunakan mekanisme *low power* pada *transmitter node multi sensor* sebesar 21,025 mA dan pada *transmitter node single sensor* sebesar 47,33 mA. Sedangkan ketika tanpa menggunakan mekanisme *low power* pada *transmitter node multi sensor* sebesar 60,54 mA dan pada *transmitter node single sensor* sebesar 140,91 mA. Dengan menggunakan rumus perhitungan persentase perbandingan konsumsi arus apabila menggunakan *transmitter node single sensor* lebih boros konsumsi arus sebesar 125,1% ketika menggunakan mekanisme *low power*, dan 132,7% ketika tanpa mekanisme *low power* dibandingkan dengan menggunakan *transmitter node multi sensor*. Sedangkan untuk penghematan daya yang dapat dilakukan oleh *transmitter node multi sensor* dengan penerapan mekanisme *low power* didalamnya yakni sebesar 65,3 %.

## 6.4 Pengujian performa sinkronisasi waktu pengiriman data

Pada bagian ini dilakukan pengujian untuk mengetahui bagaimanakah performa pengiriman data dari *transmitter sensor node* menuju *receiver sensor node* beserta sinkronisasi waktu transmisi datanya.

### 6.4.1 Tujuan

Untuk mengetahui performa sinkronisasi waktu pengiriman data dan batas optimal *sensor node* dapat berkomunikasi berdasarkan pada jarak tertentu pada pengiriman data.

## 6.4.2 Peralatan

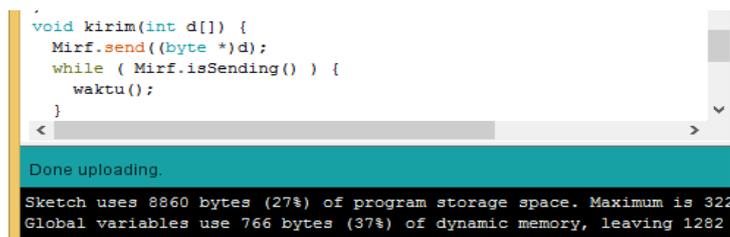
Dalam melakukan pengujian diperlukan beberapa peralatan berupa perangkat keras maupun lunak yang digunakan, diantara peralatan yang digunakan yakni :

1. *Transmitter sensor node*
2. *Receiver sensor node*
3. Kabel USB FTDI
4. *Personal computer*
5. Arduino IDE
6. Meteran
7. *Power Bank*

## 6.4.3 Langkah Pengujian

Dalam memulai pengujian terdapat beberapa tahapan atau langkah-langkah yang perlu diperhatikan sehingga data pengujian yang didapatkan dapat sesuai dengan tujuan pengujian, diantara langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah :

1. Menghubungkan kabel USB FTDI pada *transmitter sensor node* dan *receiver sensor node* pada PC
2. Menjalankan aplikasi Arduino IDE
3. Membuka berkas program untuk *transmitter sensor node* dan *receiver sensor node* melalui tab menu *File - Open*
4. Melakukan *upload* program pada tab menu *Sketch - Upload* ke kedua *sensor node*
5. Menunggu program selesai di *upload* yang ditandai dengan "*done uploading*".



```
void kirim(int d[]) {  
  Mirf.send((byte *)d);  
  while ( Mirf.isSending() ) {  
    waktu();  
  }  
}
```

Done uploading.

Sketch uses 8860 bytes (27%) of program storage space. Maximum is 32256 bytes.  
Global variables use 766 bytes (37%) of dynamic memory, leaving 1282 bytes free.

**Gambar 6.8 Upload program**

Melakukan percobaan dengan melakukan pengiriman data selama 5 kali percobaan dengan jarak yang berbeda. Pengujian tersebut dilakukan dengan 2 tahap, yaitu:

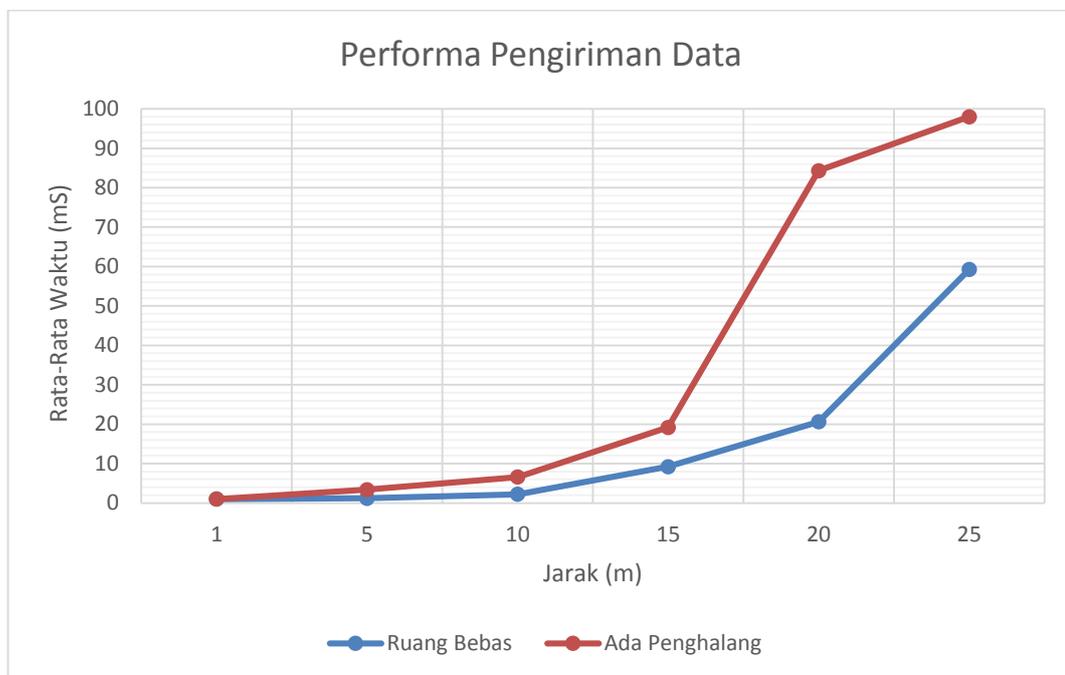
- a. Ruang bebas, yaitu pengujian dilakukan disebuah lapangan tanpa adanya halangan berupa rumah dan juga pohon-pohon.
- b. Ada halangan, yaitu pengujian dilakukan disebuah ruangan dengan penghalang dinding.

### 6.4.4 Hasil

Berikut ini adalah hasil pengujian performa pengiriman data dengan jarak tertentu pada ruang bebas maupun dengan halangan, halangan pada pengujian ini adalah berupa dinding. Hasil pengujian selengkapnya ditunjukkan dalam Tabel 6.6.

**Tabel 6.7 Hasil pengamatan performa sinkronisasi waktu pengiriman data**

Percobaan ke -	Jarak Pengiriman Data											
	Ruang Bebas (m)						Ada Penghalang (m)					
	1	5	10	15	20	25	1	5	10	15	20	25
	T (ms)	T (ms)	T (ms)	T (ms)	T (ms)	T (ms)	T (ms)	T (ms)	T (ms)	T (ms)	T (ms)	T (ms)
1	1	2	3	9	21	54	1	4	7	18	80	-
2	1	1	2	10	19	60	1	4	6	19	-	-
3	1	1	2	9	22	-	1	3	6	23	-	-
4	1	1	2	9	20	65	1	3	7	18	87	98
5	1	1	2	9	21	58	1	3	7	18	86	-
<b>Rata-Rata Waktu (ms)</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>	<b>2,2</b>	<b>9,2</b>	<b>20,6</b>	<b>59,25</b>	<b>1</b>	<b>3,4</b>	<b>6,6</b>	<b>19,2</b>	<b>84,3</b>	<b>98</b>
<b>Prosentase Keberhasilan (%)</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>60</b>	<b>20</b>



**Gambar 6.9 Perbandingan performa pengiriman data**

Berdasarkan pada Gambar 6.9 dapat dilihat bahwa dalam melakukan pengiriman data jarak transmisi sangat berpengaruh terhadap performa

pengiriman datanya, kaitanya dengan waktu transmisi dan juga persentase keberhasilan pengiriman data. Selain jarak antar *node* dalam melakukan transmisi data, *obstacle* atau halangan juga mempengaruhi performa pengiriman datanya.

#### **6.4.5 Analisis**

Dari hasil pengujian pengiriman data yang dilakukan dengan melakukan 5 kali pengiriman dengan jarak tertentu pada ruang bebas didapatkan hasil jarak optimal pengiriman datanya adalah  $\pm 20$ m dengan rata-rata waktu transmisi 20,6ms, dan pada jarak  $\pm 25$ m ataupun lebih pengiriman data masih dapat dilakukan namun persentase keberhasilan pengiriman datanya hanya 80%. Sedangkan pada ruang dengan adanya halangan berupa dinding didapatkan hasil jarak optimal pengiriman data yakni  $\pm 15$ m dengan rata-rata waktu pengiriman 19,2ms, dan pada jarak mulai  $\pm 20$ m persentase keberhasilan pengiriman datanya mulai turun hingga 60%. Dalam pengaplikasian sistem pada bagian jarak penempatan antar *sensor node* tidak disarankan melebihi jarak optimal transmisi datanya.