

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Rangkaian Sensor Intensitas Cahaya BH1750

4.1.1 Tujuan

Tujuan pengujian rangkaian sensor cahaya BH1750 untuk mengetahui perbandingan intensitas cahaya pembacaan pada sensor dengan intensitas cahaya yang terbaca pada lux meter yang telah dikalibrasi.

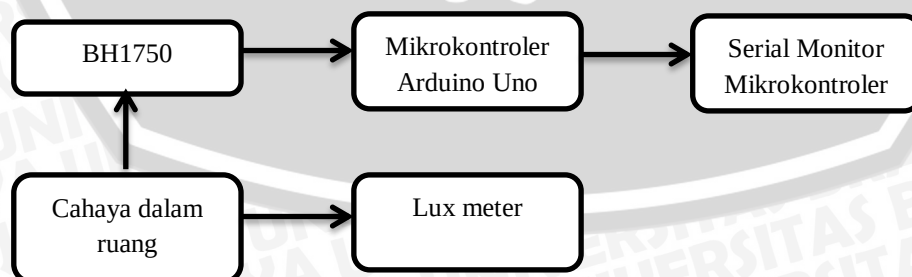
4.1.2 Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam pengujian sensor cahaya BH1750 sebagai berikut:

1. Sensor cahaya BH1750
2. Lux meter
3. Cahaya dalam ruangan
4. Modul Arduino Uno

4.1.3 Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan sensor cahaya BH1750 pada ruangan. Pembacaan sensor cahaya tersebut akan mengirim data pada mikrokontroler yang kemudian akan diolah dan dapat diamati melalui serial monitor dalam satuan (lux). Pengujian akan dilakukan sebanyak dua kali. Hasilnya akan dibandingkan dengan lux meter yang telah dikalibrasi. Ketika semua rangkaian pengujian selesai dan didapat hasilnya, dilakukan analisis dan kesimpulan terhadap performa sensor. Diagram blok yang digunakan dalam pengujian sensor cahaya BH1750 dapat dilihat dalam Gambar 4.1



Gambar 4.1 Blok Pengujian Sensor cahaya BH1750

Prosedur pengujian sensor cahaya BH1750 sebagai berikut:

1. Rangkai blok pengujian sensor cahaya BH1750 seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.1.
2. Hidupkan catu daya 3.5 V untuk mencatu mikrokontroler dan sensor Cahaya BH1750
3. Posisikan lux meter sebagai pembanding pembacaan intensitas cahaya
4. Letakkan sensor tepat ditengah ruangan
5. Amati dan catat perubahan intensitas cahaya dengan acuan lux meter dengan kenaikan intensitas cahaya yang sudah ditentukan.

4.1.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Pengujian sensor cahaya BH1750 seperti ditunjukkan dalam Tabel 4.1 serta Gambar 4.2.

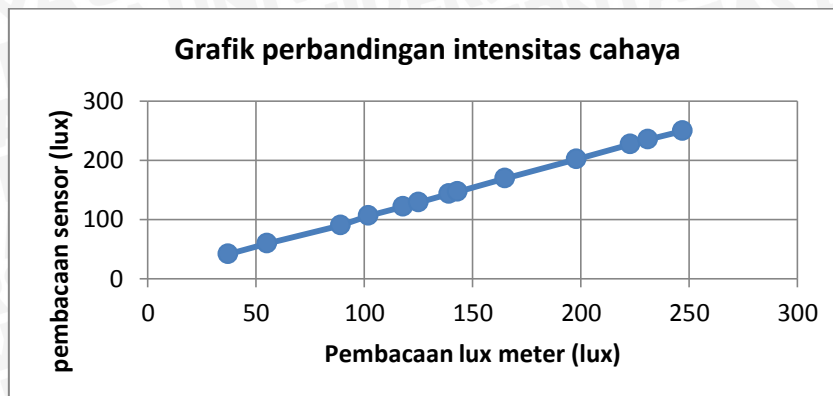
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor Cahaya BH1750 kedua

No	Intensitas Cahaya Pembacaan Lux meter (lux)	Intensitas Cahaya Pembacaan Sensor BH1750 (lux)
1	37	41
2	55	59
3	89	90
4	102	106
5	118	122
6	125	129
7	139	143
8	143	147
9	165	169
10	198	202
11	223	227
12	231	235
13	247	250
Error Rata-rata		

Perhitungan kesalahan pembacaan sensor:

$$\% \text{ kesalahan} = \frac{(\sum \text{Hasil Pengukuran} - \sum \text{Referensi})}{\sum \text{Referensi}} \times 100\%$$

$$\% \text{ kesalahan} = \frac{(1920 - 1872)}{1872} \times 100\% = 2,56\%$$



Gambar 4.2 Grafik Pengujian Sensor Cahaya BH1750

Perhitungan gain yang didapat dari grafik :

$$m = \frac{y_{13} - y_{12}}{x_{13} - x_{12}} = \frac{250 - 235}{247 - 231} = 0.938$$

4.2 Pengujian rangkaian LCD

4.2.1 Tujuan

Tujuan pengujian rangkaian LCD adalah mengetahui respon yang ditampilkan oleh LCD terhadap program yang telah diberikan melalui mikrokontroler.

4.2.2 Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam pengujian LCD sebagai berikut:

1. Rangkaian modul LCD
2. Rangkaian sistem minimum Arduino UNO
3. Kabel penghubung
4. USB ASP
5. Catu daya 5V

4.2.3 Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menghubungkan pin VCC pada mikrokontroler dengan pin pada modul LCD sesuai dengan perancangan. Kemudian memrogram mikrokontroler dengan bahasa C setelah itu beri catu daya +5V mikrokontroler dan modul LCD. Diagram blok pengujian modul LCD ditunjukkan dalam Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Blok Pengujian Modul LCD

4.2.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil tampilan pengujian modul LCD ditunjukkan dalam Gambar 4.4



Gambar 4.4 Tampilan Pengujian Rangkaian LCD

Dalam Gambar 4.4 menunjukkan bahwa karakter yang ditampilkan pada modul LCD sesuai dengan karakter yang ditulis dalam mikrokontroler menggunakan bahasa C.

4.3 Pengujian Rangkaian *Real Time Clock* DS 1307 (RTC)

4.3.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian rangkaian modul *Real Time Clock* DS 1307 adalah untuk melihat apakah mikrokontroler dapat membaca output dari *Real Time Clock* DS 1307 dan menampilkannya pada modul LCD serta dapat menyimpan waktu selama proses fermentasi berlangsung.

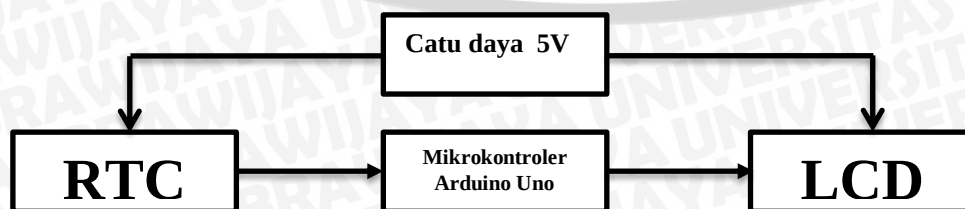
4.3.2 Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam pengujian modul *Real Time Clock* DS 1307 sebagai berikut:

1. Modul *Real Time Clock* DS 1307
2. Rangkaian modul LCD
3. Rangkaian sistem minimum mikrokontroler Arduino Uno
4. Kabel penghubung
5. Catu daya +5V

4.3.3 Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan melihat tampilan LCD yang telah dihubungkan dengan modul *Real Time Clock* DS 1307. Blok pengujian modul *Real Time Clock* DS 1307 ditunjukkan dalam Gambar 4.5



Gambar 4.5 Blok Pengujian *Real Time Clock* DS 1307

Prosedur pengujian modul *Real Time Clock* DS 1307 sebagai berikut:

1. Rangkai blok pengujian sensor cahaya BH1750 seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.5. menggunakan kabel penghubung sesuai perancangan.
2. Program mikrokontroler untuk menampilkan waktu dari modul *Real Time Clock* DS 1307
3. Hidupkan catu daya +5 volt
4. Amati tampilan pada LCD

4.3.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil tampilan pada modul LCD untuk mengetahui keluaran dari modul *Real Time Clock* DS 1307 ditunjukkan dalam Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Tampilan pengujian Rangkaian Modul *Real Time Clock* DS 1307

Dalam Gambar 4.7 terlihat bahwa pada LCD sudah dapat menampilkan waktu sesuai yang diinginkan.

4.4 Pengujian Rangkaian *Data Logger*

4.4.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian rangkaian modul *Data Logger* adalah untuk mengetahui bagaimana hasil dari penyimpanan data apabila dilakukan pada selang waktu tertentu. Pada pengujian ini Mikrokontroler membaca data masukan setiap satu detik dari RTC kemudian mengeksekusi penyimpanan data pada kartu memori.

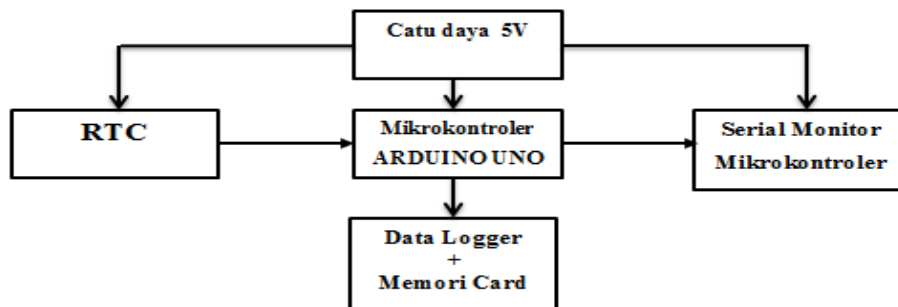
4.4.2 Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam pengujian modul *Data Logger* sebagai berikut:

1. Modul *Real Time Clock* DS 1307
2. Modul *Data Logger*
3. Rangkaian sistem minimum mikrokontroler Arduino Uno
4. Kabel penghubung
5. Catu daya +5V

4.4.3 Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan melihat tampilan pada serial monitor Mikrokontroler yang telah dihubungkan dengan modul *Real Time Clock* DS 1307 dan Data Logger. Blok pengujian modul *Data Logger* ditunjukkan dalam Gambar 4.7



Gambar 4.7 Blok Data Logger

Prosedur pengujian modul *Real Time Clock* DS 1307 sebagai berikut:

1. Rangkai blok pengujian sensor cahaya BH1750 seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4.7. menggunakan kabel penghubung sesuai perancangan.
2. Program mikrokontroler untuk menampilkan waktu dari modul *Real Time Clock* DS 1307
3. Hidupkan catu daya +5 volt
4. Memory card pada *Data Logger* akan menyimpan data masukan dari sensor cahaya BH1750 dan Waktu dari modul *Real Time Clock* DS1307
5. Amati tampilan pada Serial Monitor pada Mikrokontroler

4.4.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil tampilan pada Serial Monitor untuk mengetahui keluaran dari modul *Real Time Clock* DS1307 dan Modul Data Logger dengan SD card ditunjukkan dalam Gambar 4.8.

File	Edit	Format	View	Help
4/5/2016 15:34	Cahaya :	175		
4/5/2016 15:34	Cahaya :	175		
4/5/2016 15:34	Cahaya :	175		
4/5/2016 15:34	Cahaya :	183		
4/5/2016 15:34	Cahaya :	175		
4/5/2016 15:34	Cahaya :	176		
4/5/2016 15:34	Cahaya :	176		
4/5/2016 15:34	Cahaya :	176		
4/5/2016 15:34	Cahaya :	176		
4/5/2016 15:34	Cahaya :	177		
4/5/2016 15:34	Cahaya :	177		
4/5/2016 15:34	Cahaya :	177		
4/5/2016 15:34	Cahaya :	177		
4/5/2016 15:35	Cahaya :	177		
4/5/2016 15:35	Cahaya :	178		
4/5/2016 15:35	Cahaya :	178		
4/5/2016 15:35	Cahaya :	178		
4/5/2016 15:35	Cahaya :	178		

Gambar 4.8 Tampilan pengujian keluaran RTC dan penyimpanan pada Data logger dengan mikrokontroller

Dalam Gambar 4.8 terlihat bahwa setiap 1 detik sistem menyimpan data pada kartu memori. Data file yang tersimpan berupa .txt dan harus di akses dengan melepas memori pada sistem, kemudian dibaca melalui perangkat PC.

4.5 Pengujian Lampu Neon

4.6.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian lampu neon adalah untuk mengetahui berapa jarak yang sesuai untuk peletakan antara sensor dengan lampu agar didapat intensitas cahaya yang sesuai.

4.5.2 Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam pengujian lampu neon sebagai berikut:

1. Lampu neon
2. Rangkaian sistem minimum mikrokontroler Arduino Uno
3. Kabel penghubung
4. Catu daya +5V

4.5.3 Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan melihat tampilan pada serial monitor Mikrokontroler yang telah dihubungkan dengan sensor cahaya kemudian merubah jarak antara lampu dengan sensor, amati setiap perubahan intensitas cahaya pada lcd.

4.5.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil pengujian intensitas cahaya pada lampu neon dengan merubah jarak sensor terhadap lampu ditunjukkan dalam Tabel 4.5,

Tabel 4.5 Tampilan pengujian intensitas cahaya lampu neon

No	Jarak sensor (cm)	Intensitas Cahaya (lux)
1	20	869
2	40	764
3	60	621
4	80	535
5	100	426
6	120	351
7	140	225
8	160	115
9	180	67
10	200	1

Dalam tabel 4.5 dapat diketahui bahwa intensitas cahaya dari lampu neon dengan jarak 200 cm intensitas cahaya yang diterima cukup kecil yaitu 1 lux sedangkan intensitas cahaya terbesar ada pada saat lampu dengan sensor berada pada jarak 20 cm.

4.6 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

4.6.1 Tujuan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menganalisis kinerja alat setelah setiap bagian penyusun sistem telah dihubungkan menjadi satu kesatuan. Parameter yang akan diamati dalam pengujian ini adalah perubahan intensitas cahaya yang terjadi pada tiap jam yang sudah ditentukan selama 7 hari. Selain itu pengujian ini juga untuk menganalisis respon dari keseluruhan sistem pada saat sistem bekerja.

4.6.2 Alat dan Bahan yang Digunakan.

Alat yang digunakan dalam pengujian sistem secara keseluruhan sebagai berikut:

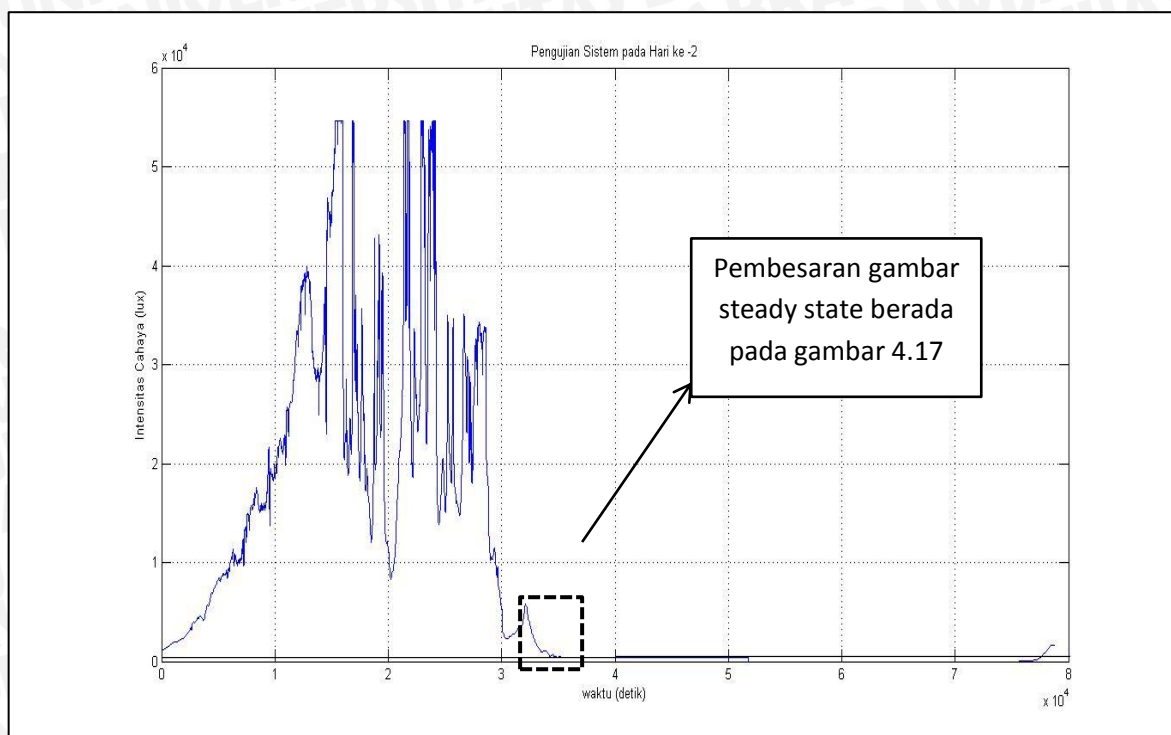
1. Lahan pada budidaya bunga krisan dengan luas 2,5 m x 1,5m
2. Rangkaian elektrik sistem
3. Bunga krisan lokal.
4. 4 buah lampu neon

4.6.3 Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan meletakkan empat lampu neon diatas bunga krisan dengan ketinggian 1,5 m, meletakkan sensor tepat ditengah-tengah lahan percobaan. Memasang sistem dengan rangkaian elektrik kemudian catat tinggi tanaman selama tujuh hari dan catat perubahan intensitas cahaya setiap detik sesuai dengan yang sudah ditentukan sebelumnya.

4.6.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Pengujian sistem secara keseluruhan didapatkan hasil yang ditunjukkan dalam gambar 4.9



Gambar 4.9 Grafik Pengujian Sistem Pada Hari ke -2

Tabel hasil pengujian tinggi tanaman dengan perlakuan berbeda, pengujian pertama tanaman dengan tambahan cahaya selama 4 jam dan yang kedua pengujian tanaman tanpa cahaya tambahan, ditunjukkan pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian tinggi tanaman dengan tambahan cahaya

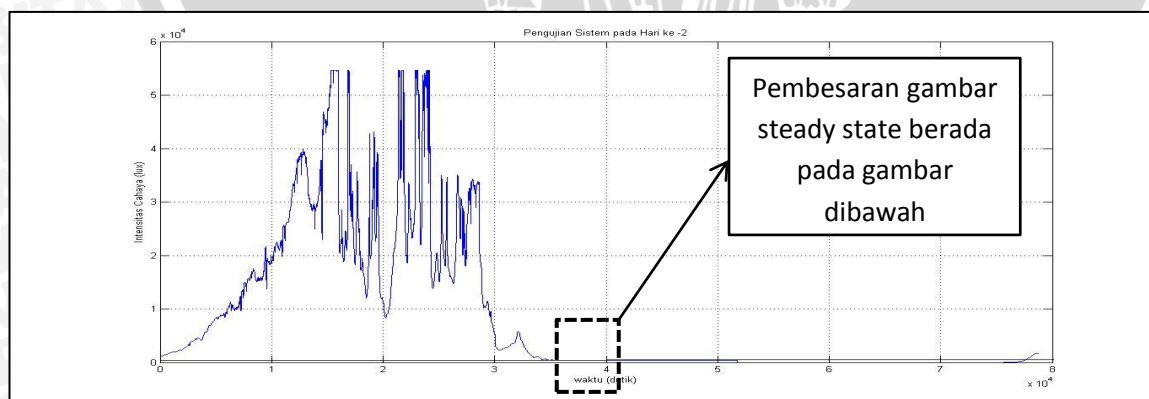
HARI	Tinggi Tanaman Dengan Tambahan Cahaya (cm)				
	Tanaman 1	Tanaman 2	Tanaman 3	Tanaman 4	Tanaman 5
1	7.5	8	7.5	8	8.5
2	8	8.5	8.4	8.9	9
3	8.5	9.5	9.5	9.9	9.5
4	12.5	12	10.5	10.9	12
5	13	13	12.5	11	14
6	14.5	14.2	13.2	12.1	14.8
7	16.1	15.6	14.5	12.9	16.2
Jumlah rata-rata panjang tanaman (cm)					15.78

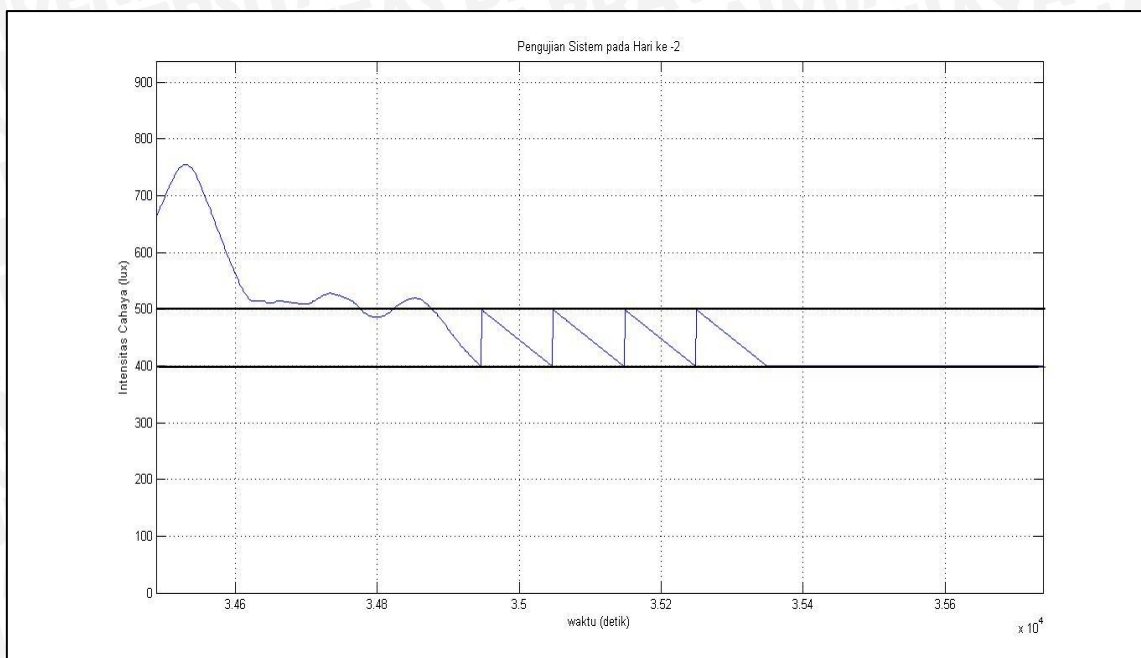
Tabel 4.5 Hasil Pengujian tinggi tanaman tanpa cahaya tambahan

HARI	Tinggi Tanaman Tanpa Tambahan Cahaya (cm)				
	Tanaman 1	Tanaman 2	Tanaman 3	Tanaman 4	Tanaman 5
1	8.5	7.3	8	8.5	7.5
2	8.6	7.5	8.3	9.5	6.5
3	8.6	7.5	8.5	9.8	6.5
4	9.3	7.9	8.5	10.2	8.5
5	9.5	8.1	9	10.5	9
6	9.7	8.2	9.1	11.1	9.1
7	9.9	8.4	9.3	11.5	9.6
Jumlah rata-rata panjang tanaman (cm)					12.3

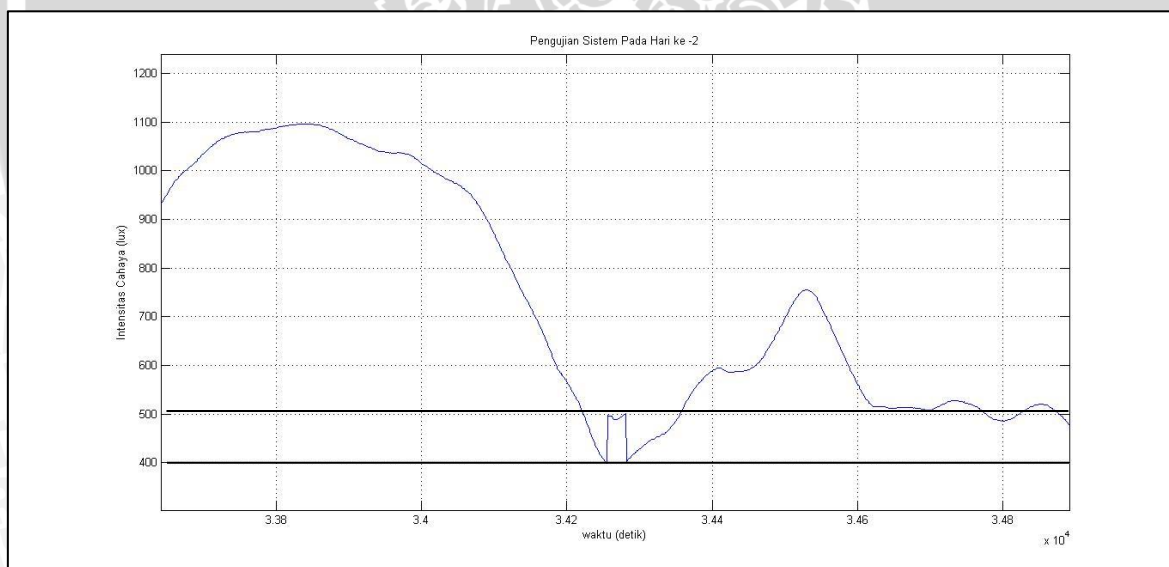
Dalam Tabel 4.4 terlihat bahwa tanaman dengan diberikan cahaya tambahan selama 4 jam memiliki jumlah rata-rata panjang tanaman 15,708 cm sedangkan pada tabel 4.5 terlihat bahwa tanaman krisan tanpa cahaya tambahan memiliki jumlah rata-rata panjang tanaman 12,3 cm. Tanaman bunga krisan menggunakan cahaya tambahan memiliki jumlah rata-rata panjang 15,708 cm memiliki selisih 3,408 cm dengan tanaman bunga krisan tanpa tambahan cahaya dengan jumlah rata-rata panjang tanaman 12.3 cm, setelah penambahan cahaya selama 3-5 minggu lampu kemudian dimatikan untuk tanaman krisan menuju proses generatif.

Berikut ini adalah grafik respon sistem pada saat hari pengujian kedua ditunjukkan pada gambar 4.10, pembesaran pada saat malam hari dan cuaca mendung pada gambar 4.11 dan 4.12 dibawah berikut.

**Gambar 4.10** Grafik Pengujian Sistem Pada Hari ke -2



Gambar 4.11 Grafik Pembesaran Pengujian Sistem Pada Hari ke -2 ketika sore hari menjelang malam



Gambar 4.12 Grafik Pembesaran Pengujian Sistem Pada Hari ke -2 ketika mendung

Didapatkan frekuensi dan amplitude gelombang pada gambar 4.11 dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 F &= 1/T && \text{dengan nilai Periode (T) = 100 s} \\
 &= 1/100 \\
 &= 0,01 \text{ Hz}
 \end{aligned}$$

Amplitudo gelombang = 100 lux

$$\% \text{ ess (error steady state)} = \frac{(\text{Set point} - \text{Hasil Pengukuran})}{\text{Set point}} \times 100\%$$

$$\% \text{ ess (error steady state)} = \frac{(400 - 399)}{400} \times 100\% = 0,25\%$$

Berdasarkan hasil pengujian keseluruhan pada hari kedua, diperoleh kinerja sistem, t_s (*settling time*) yaitu waktu yang diperlukan sistem untuk mencapai nilai akhir ketika *steady*. t_s berdasarkan pengujian adalah 3,47 detik. *Settling time* didapat ketika intensitas cahaya telah mencapai 400 lux. Didapatkan *ess (error steady state)* sebesar 0,25% dengan *present value* (hasil pengukuran) sebesar 399. Dikarenakan *error steady state*-nya di bawah 5% maka termasuk dalam toleransi *error steady state* (*ess*).

