

BAB IV

PENGUJIAN DAN HASIL ANALISA

4.1. Prosedur pengujian

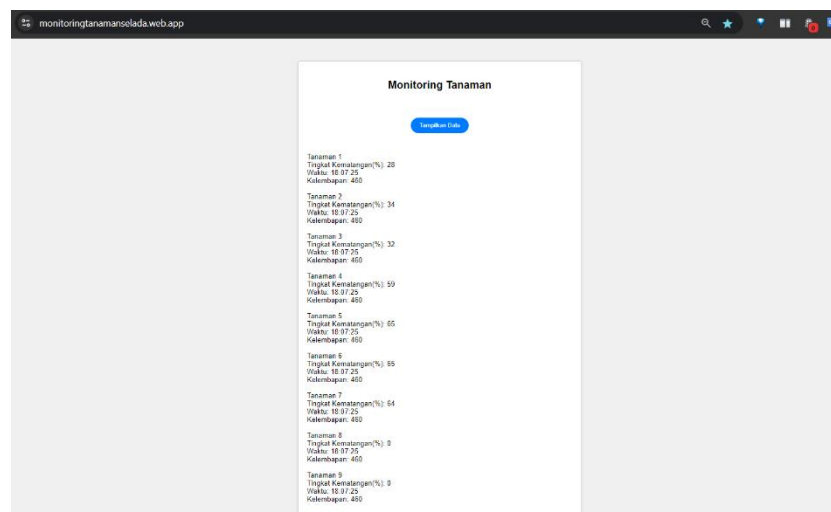
langkah yang dilakukan untuk pengujian dan analisa pada alat **SISTEM MONITORING TANAMAN SELADA BERBASIS PENGOLAHAN CITRA PADA PROTOTIPE DENGAN *INTERNET OF THINGS*** sebagai berikut:

1. Mempersiapkan dan memastikan semua peralatan yang akan digunakan untuk pengujian dalam kondisi baik.
2. Menghubungkan Raspberry Pi dengan laptop untuk melakukan monitoring pada hasil pengujian.
3. Melakukan pengujian pada alat.
4. Mencatat dan mendokumentasikan hasil dari pengujian yang telah dilakukan.
5. Menganalisa hasil pengujian dengan membuat tabel.

4.2. Pengujian fungsionalitas komponen

4.2.1. Antarmuka Website

Antarmuka dari website yang digunakan sebagai tempat untuk menampilkan hasil pembacaan sebagai berikut.



Gambar 4. 1 Antarmuka website

Pada tampilan website terdapat tombol awal untuk nantinya menampilkan hasil pembacaan alat berupa data tingkat pertumbuhan tanaman dan waktu pembacaan alat tersebut.

4.2.2. Hasil Pembacaan luas pada citra

Pada pembacaan citra yang diambil oleh webcam dan dilihat dengan Raspberry Pi terlihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. 2 Pembacaan citra pada tanaman

Dari hasil pengambilan gambar diatas dilakukan pengukuran menggunakan alat ukur penggaris dari hasil layar laptop yang digunakan sebagai output tampilan dari Raspberry Pi untuk mendapatkan skala dari gambar tersebut. Dengan jarak webcam dengan tanaman 1 m. Maka untuk panjang dan lebar kolam memiliki panjang dan lebar 1m dan hasil pengukuran pada layar laptop 75 mm didapat skala dari gambar 1:13. Selanjutnya dilakukan pengolahan citra dengan menyaring objek dan mendapatkan objek dengan warna hijau dengan deteksi tepi Canny yang prosesnya yaitu ketika gambar diambil oleh webcam, hasil gambar akan di crop untuk mengurangi objek yang tidak diinginkan terbaca, setelah itu hasil gambar akan dirubah dari gambar BGR ke RGB. Setelah itu, gambar diubah ke gambar HSV. Dari gambar HSV tersebut dibuat batas atas dan batas bawah warna hijau

yang akan dideteksi sebagai acuan untuk deteksi tepi Canny. Setelah terdeteksi tepi objek yang berwarna hijau maka akan dipotong menjadi persegi seukuran objek tersebut. Lalu didapat 9 gambar seperti berikut ini:

1. Tanaman 1



Gambar 4. 3 Hasil pembacaan citra pada tanaman 1

Pada tumbuhan asli memiliki ukuran panjang 11 cm dan lebar 12 cm. Lalu pada hasil penyaringan dan pemotongan objek diatas didapat data pengukuran dengan alat ukur penggaris pada layar laptop sebagai output tampilan dari Raspberry Pi sebagai berikut:

Lebar = 9 mm

Panjang = 9 mm

Luas dari tanaman 1 yaitu 13200 mm² sedangkan untuk luas dari pengukuran pada layar dari gambar dihitung dengan skala 1:13 didapat nilai 14328,1 mm²

Maka didapat perhitungan persentase perbedaan dari kedua data diatas:

$$\begin{aligned}
 Error &= (| \text{nilai yang didapat} - \text{nilai asli} | / \text{nilai asli}) \\
 &\quad * 100\% \\
 &= (| 13689 \text{ mm}^2 - 13200 \text{ mm}^2 | / 13200 \text{ mm}^2) \\
 &\quad * 100\% \\
 &= (489 / 13200) * 100\% \\
 &= 3,7 \%
 \end{aligned}$$

2. Tanaman 2



Gambar 4. 4 Hasil pembacaan citra pada tanaman 2

Pada tumbuhan asli memiliki ukuran panjang 13 cm dan lebar 15 cm. Lalu pada hasil penyaringan dan pemotongan objek diatas didapat data pengukuran dengan alat ukur penggaris pada layar laptop sebagai output tampilan Raspberry Pi sebagai berikut:

Lebar = 11 mm

Panjang = 12 mm

Luas dari tanaman 2 yaitu 19500 mm² sedangkan untuk luas dari pengukuran pada layar dari gambar dihitung dengan skala 1:13 didapat nilai 22308 mm²

Maka didapat perhitungan persentase perbedaan dari kedua data diatas:

$$\begin{aligned} \text{Error} &= (|\text{nilai yang didapat} - \text{nilai asli}| / \text{nilai asli}) \\ &\quad * 100\% \\ &= (|22308 \text{ mm}^2 - 19500 \text{ mm}^2| / 19500 \text{ mm}^2) \\ &\quad * 100\% \\ &= (2808 / 19500) * 100\% \\ &= 14,4 \% \end{aligned}$$

3. Tanaman 3



Gambar 4. 5 Hasil pembacaan citra pada tanaman 3

Pada tumbuhan asli memiliki ukuran panjang 13 cm dan lebar 14 cm. Lalu pada hasil penyaringan dan pemotongan objek diatas didapat data pengukuran dengan alat ukur penggaris pada layar laptop sebagai output tampilan dari Raspberry Pi sebagai berikut:

Lebar = 12 mm

Panjang = 11 mm

Luas dari tanaman 3 yaitu 18200 mm² sedangkan untuk luas dari pengukuran pada layar dari gambar dihitung dengan skala 1:13 didapat nilai 22308 mm²

Maka didapat perhitungan persentase perbedaan dari kedua data diatas:

$$\begin{aligned}
 Error &= (|nilai\ yang\ didapat - nilai\ asli| / nilai\ asli) \\
 &\quad * 100\% \\
 &= (|22308\ mm^2 - 18200\ mm^2| / 18200\ mm^2) \\
 &\quad * 100\% \\
 &= (6708 / 18200) * 100\% \\
 &= 23\ \%
 \end{aligned}$$

4. Tanaman 4



Gambar 4. 6 Hasil pembacaan citra pada tanaman 4

Pada tumbuhan asli memiliki ukuran panjang 31 cm dan lebar 23 cm. Lalu pada hasil penyaringan dan pemotongan objek diatas didapat data pengukuran dengan alat ukur penggaris pada layar laptop sebagai output tampilan dari Raspberry Pi sebagai berikut:

Lebar = 20 mm

Panjang = 25 mm

Luas dari tanaman 4 yaitu 71300 mm² sedangkan untuk luas dari pengukuran pada layar dari gambar dihitung dengan skala 1:13 didapat nilai 84500 mm²

Maka didapat perhitungan persentase perbedaan dari kedua data diatas:

$$\begin{aligned}
 Error &= (|nilai\ yang\ didapat - nilai\ asli| / nilai\ asli) \\
 &\quad * 100\% \\
 &= (|84500\ mm^2 - 71300\ mm^2| / 71300\ mm^2) \\
 &\quad * 100\% \\
 &= (13200 / 71300) * 100\% \\
 &= 18\ \%
 \end{aligned}$$

5. Tanaman 5



Gambar 4. 7 Hasil pembacaan citra pada tanaman 5

Pada tumbuhan asli memiliki ukuran panjang 28 cm dan lebar 25 cm. Lalu pada hasil penyaringan dan pemotongan objek diatas didapat data pengukuran dengan alat ukur penggaris pada layar laptop sebagai output tampilan dari Raspberry Pi sebagai berikut:

Lebar = 22 mm

Panjang = 23 mm

Luas dari tanaman 5 yaitu 70000 mm² sedangkan untuk luas dari pengukuran pada layar dari gambar dihitung dengan skala 1:13 didapat nilai 85514 mm²

Maka didapat perhitungan persentase perbedaan dari kedua data diatas:

$$\begin{aligned}
 Error &= (|nilai\ yang\ didapat - nilai\ asli| / nilai\ asli) \\
 &\quad * 100\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= (|85514 \text{ mm}^2 - 70000 \text{ mm}^2| / 70000 \text{ mm}^2) \\
&\quad * 100\% \\
&= (15514 / 70000) * 100\% \\
&= 22 \%
\end{aligned}$$

6. Tanaman 6



Gambar 4. 8 Hasil pembacaan citra pada tanaman 6

Pada tumbuhan asli memiliki ukuran panjang 29 cm dan lebar 28 cm. Lalu pada hasil penyaringan dan pemotongan objek diatas didapat data pengukuran dengan alat ukur penggaris pada layar laptop sebagai output tampilan dari Raspberry Pi sebagai berikut:

Lebar = 24 mm

Panjang = 24 mm

Luas dari tanaman 6 yaitu 81200 mm² sedangkan untuk luas dari pengukuran pada layar dari gambar dihitung dengan skala 1:13 didapat nilai 97344 mm²

Maka didapat perhitungan persentase perbedaan dari kedua data diatas:

$$\begin{aligned}
Error &= (|nilai yang didapat - nilai asli| / nilai asli) \\
&\quad * 100\% \\
&= (|97344 \text{ mm}^2 - 81200 \text{ mm}^2| / 81200 \text{ mm}^2) \\
&\quad * 100\% \\
&= (16144 / 81200) * 100\% \\
&= 20 \%
\end{aligned}$$

7. Tanaman 7



Gambar 4. 9 Hasil pembacaan citra pada tanaman 7

Pada tumbuhan asli memiliki ukuran panjang 17 cm dan lebar 15 cm. Lalu pada hasil penyaringan dan pemotongan objek diatas didapat data pengukuran dengan alat ukur penggaris pada layar laptop sebagai output tampilan dari Raspberry Pi sebagai berikut:

Lebar = 13 mm

Panjang = 14 mm

Luas dari tanaman 7 yaitu 25500 mm² sedangkan untuk luas dari pengukuran pada layar dari gambar dihitung dengan skala 1:13 didapat nilai 30758 mm²

Maka didapat perhitungan persentase perbedaan dari kedua data diatas:

$$\begin{aligned}\text{Perbedaan Luas} &= [(\text{nilai yang didapat} - \text{nilai asli}) / \text{nilai asli}] \\ &\quad \times 100\% \\ &= [(30758 \text{ mm}^2 - 25500 \text{ mm}^2) / 25500 \text{ mm}^2] \\ &\quad \times 100\% \\ &= [5258 / 25500] \times 100\% \\ &= 21 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Error} &= (|\text{nilai yang didapat} - \text{nilai asli}| / \text{nilai asli}) \\ &\quad \times 100\% \\ &= (|30758 \text{ mm}^2 - 25500 \text{ mm}^2| / 25500 \text{ mm}^2) \\ &\quad \times 100\% \\ &= (5258 / 25500) \times 100\% \\ &= 21 \%\end{aligned}$$

8. Tanaman 8



Gambar 4. 10 Hasil pembacaan citra pada tanaman 8

Pada tumbuhan asli memiliki ukuran panjang 13 cm dan lebar 15 cm. Lalu pada hasil penyaringan dan pemotongan objek diatas didapat data pengukuran dengan alat ukur penggaris pada layar laptop sebagai output tampilan dari Raspberry Pi sebagai berikut:

Lebar = 12 mm

Panjang = 11 mm

Luas dari tanaman 8 yaitu 19500 mm² sedangkan untuk luas dari pengukuran pada layar dari gambar dihitung dengan skala 1:13 didapat nilai 22308 mm²

Maka didapat perhitungan persentase perbedaan dari kedua data diatas:

$$\begin{aligned} \text{Error} &= (| \text{nilai yang didapat} - \text{nilai asli} | / \text{nilai asli}) \\ &\quad * 100\% \\ &= (| 22308 \text{ mm}^2 - 19500 \text{ mm}^2 | / 19500 \text{ mm}^2) \\ &\quad * 100\% \\ &= (2808 / 19500) * 100\% \\ &= 14 \% \end{aligned}$$

9. Tanaman 9



Gambar 4. 11 Hasil pembacaan citra pada tanaman 9

Pada tumbuhan asli memiliki ukuran panjang 15 cm dan lebar 13 cm. Lalu pada hasil penyaringan dan pemotongan objek diatas didapat data pengukuran dengan alat ukur penggaris pada layar laptop sebagai output tampilan dari Raspberry Pi sebagai berikut:

Lebar = 11 mm

Panjang = 13 mm

Luas dari tanaman 9 yaitu 19500 mm² sedangkan untuk luas dari pengukuran pada layar dari gambar dihitung dengan skala 1:13 didapat nilai 24167 mm²

Maka didapat perhitungan persentase perbedaan dari kedua data diatas:

$$\begin{aligned}
 \text{Error} &= (|\text{nilai yang didapat} - \text{nilai asli}| / \text{nilai asli}) \\
 &\quad * 100\% \\
 &= (|24167 \text{ mm}^2 - 19500 \text{ mm}^2| / 19500 \text{ mm}^2) \\
 &\quad * 100\% \\
 &= (4667 / 19500) * 100\% \\
 &= 24 \%
 \end{aligned}$$

Dari data diatas maka didapat persentase error pada tiap lebar dan panjang sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Tabel hasil persentase error pada pembacaan luas tanaman

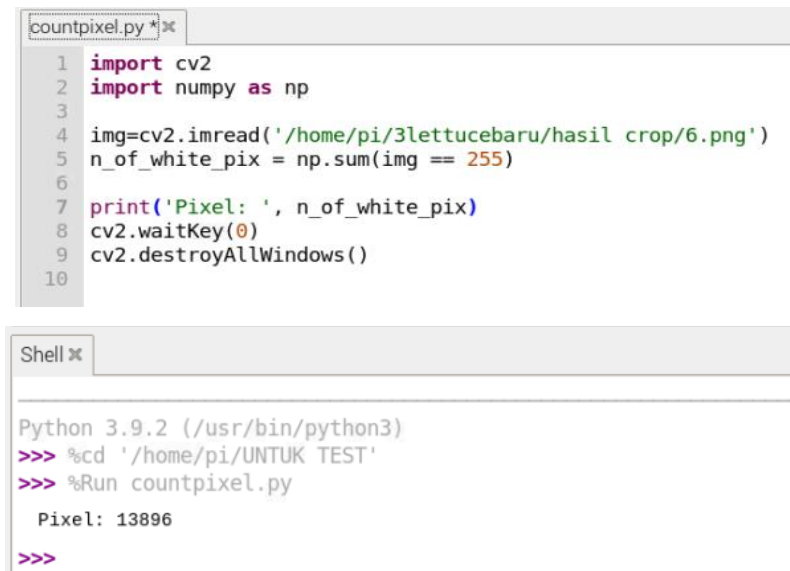
Tanaman	Luas Asli	Luas Pada Gambar	Persentase Error
1	132 cm ²	136,89 cm ²	3,7 %
2	195 cm ²	223,08 cm ²	14,44 %
3	182 cm ²	223,08 cm ²	23 %
4	713 cm ²	845 cm ²	18 %
5	700 cm ²	855,14 cm ²	22 %
6	812 cm ²	973,44 cm ²	20 %
7	255 cm ²	307,58 cm ²	21 %
8	195 cm ²	223,08 cm ²	14 %
9	195 cm ²	241,67 cm ²	24 %

Dari tabel diatas didapat nilai error tertinggi pada tanaman 9 dengan nilai error 24% dan yang terendah adalah tanaman 1 dengan 3,7%. Lalu untuk rata – rata error pada pembacaan luas dari citra tanaman selada adalah 17,8%.

4.3. Pengujian alat

4.3.1. Perbedaan tingkat pertumbuhan tanaman

Penghitungan persentase pertumbuhan tanaman menggunakan jumlah pixel citra pada tanaman yang sudah matang dan dijadikan acuan sebagai persentase kematangan tumbuhan, diambil 3 tanaman di tray tengah pada gambar 4.2 yang merupakan tanaman yang sudah matang dengan usia 45 hari dengan hasil coding sebagai berikut:



```
countpixel.py *  
1 import cv2  
2 import numpy as np  
3  
4 img=cv2.imread('/home/pi/3lettucebaru/hasil crop/6.png')  
5 n_of_white_pix = np.sum(img == 255)  
6  
7 print('Pixel: ', n_of_white_pix)  
8 cv2.waitKey(0)  
9 cv2.destroyAllWindows()  
10  
  
Shell *  
  
Python 3.9.2 (/usr/bin/python3)  
>>> %cd '/home/pi/UNTUK TEST'  
>>> %Run countpixel.py  
  
Pixel: 13896  
  
>>>
```

Gambar 4. 12 Gambar hasil pembacaan jumlah pixel

Lalu didapat data jumlah pixel sebagai berikut:

1. Tanaman 1 (tengah kiri) = 13896
2. Tanaman 2 (tengah tengah) = 14202
3. Tanaman 3 (tengah kanan) = 14125

Dari ketiga data tersebut didapat rata – rata pixel yaitu 14074 atau dibulatkan menjadi 14000 pixel.

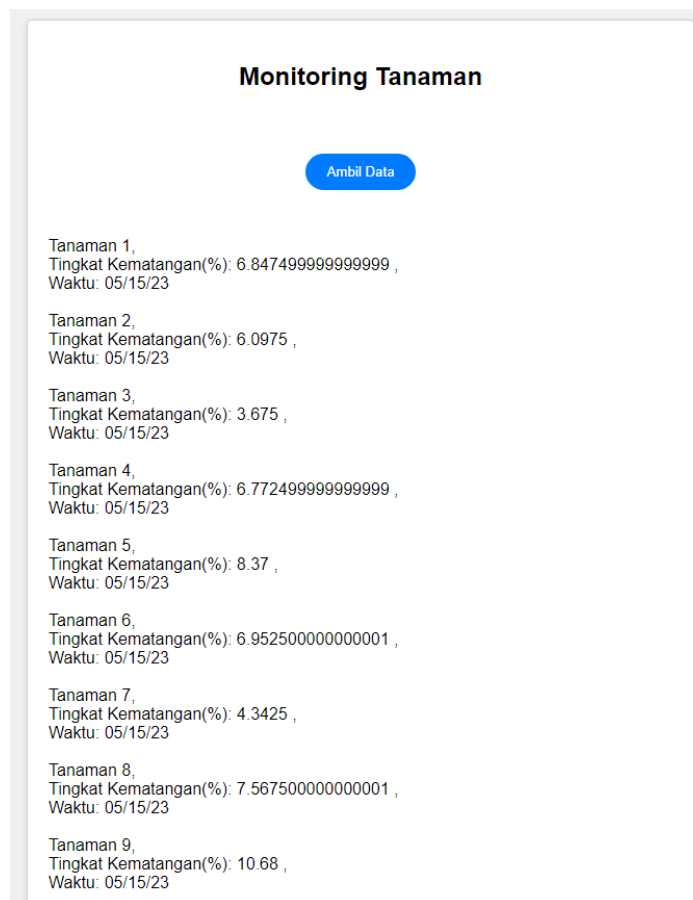
- a. Pertumbuhan tanaman yang mendapatkan sinar matahari

Pembacaan jumlah pixel sebagai acuan untuk menentukan tingkat pertumbuhan tanaman sebagai berikut:

```
countpixel.py x
1 import cv2
2 import numpy as np
3
4 img=cv2.imread('/home/pi/3lettucebaru/hasil crop/6.png')
5 n_of_white_pix = np.sum(img == 255)
6
7 print('Pixel: ', n_of_white_pix)
8 cv2.waitKey(0)
9 cv2.destroyAllWindows()
10
```

```
Shell x
Python 3.9.2 (/usr/bin/python3)
>>> %cd '/home/pi/UNTUK TEST'
>>> %Run countpixel.py
Pixel: 828
```

Gambar 4. 13 Gambar hasil penghitungan pixel pada gambar tanaman Hasil antarmuka website pada pembacaan tanaman yang mendapatkan sinar matahari



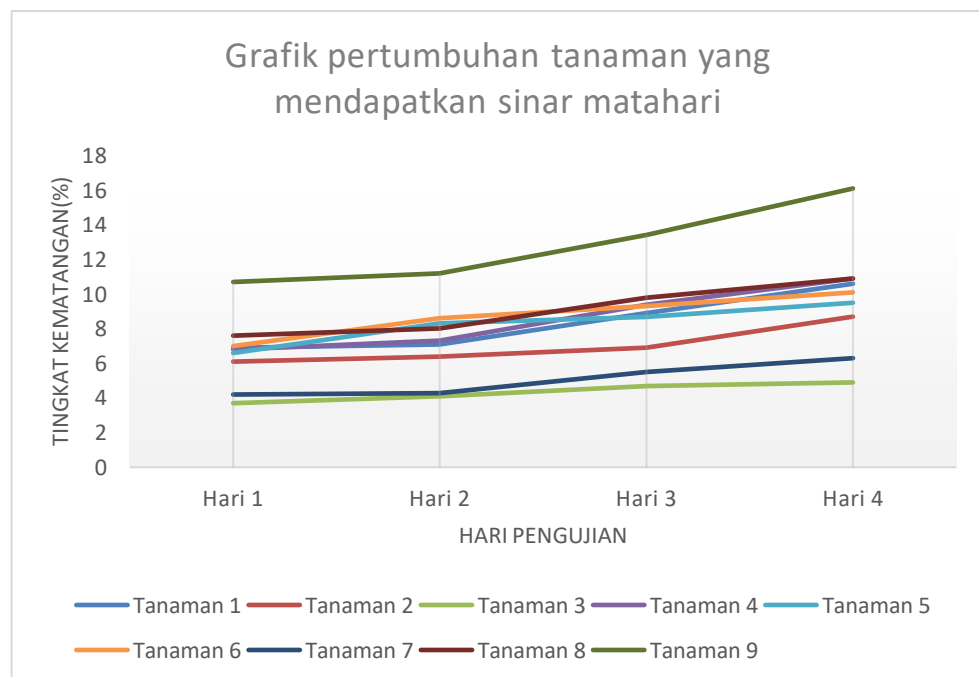
Gambar 4. 14 Hasil antarmuka website

Dari data didapat tabel sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Tabel pertumbuhan tanaman yang mendapatkan sinar matahari

Hari	Luas Tanaman (%)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	6,9	6,1	3,7	6,8	6,6	7	4,2	7,6	10,7
2	7,1	6,4	4,1	7,3	8,3	8,6	4,3	8	11,2
3	8,9	6,9	4,7	9,4	8,7	9,3	5,5	9,8	13,4
4	10,6	8,7	4,9	10,9	9,5	10,1	6,3	10,9	16,1
Pertumbuhan	3,7	2,6	1,2	4,1	2,9	3,1	2,1	3,3	5,4

Dari tabel diatas dapat ditampilkan pada grafik dibawah sebagai berikut:



Grafik 4. 1 Grafik pertumbuhan tanaman yang mendapatkan sinar matahari

Dari data diatas didapat kesimpulan pertumbuhan rata – rata pada tanaman yang mendapat sinar matahari adalah 3.2%.

b. Pertumbuhan tanaman yang tidak mendapatkan sinar matahari

Dari pembacaan gambar dengan tanaman ditempatkan didalam ruangan tempat teduh yang tidak terkena sinar matahari langsung seperti gambar dibawah sehingga tidak terkena sinar matahari langsung tersebut didapat data sebagai berikut:

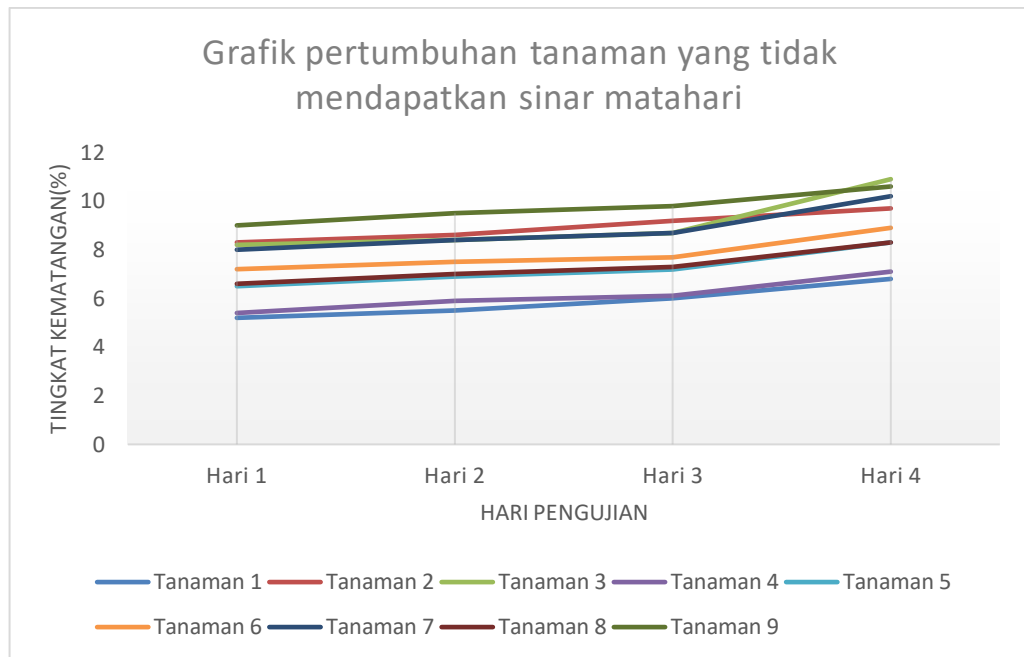


Gambar 4. 15 Gambar penempatan alat

Tabel 4. 3 Tabel pertumbuhan tanaman yang tidak mendapatkan sinar matahari

Hari	Luas Tanaman (%)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	5,2	8,3	8,2	5,4	6,5	7,2	8	6,6	9
2	5,5	8,6	8,4	5,9	6,9	7,5	8,4	7	9,5
3	6	9,2	8,7	6,1	7,2	7,7	8,7	7,3	9,8
4	6,8	9,7	10,9	7,1	8,3	8,9	10,2	8,3	10,6
Pertumbuhan	1,6	1,4	2,7	1,7	1,8	1,7	2,2	1,7	1,6

Dari tabel diatas dapat ditampilkan pada grafik dibawah sebagai berikut:



Grafik 4. 2 Grafik pertumbuhan tanaman yang tidak mendapatkan sinar matahari

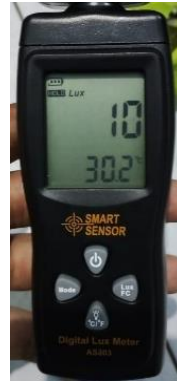
Dari data diatas didapat kesimpulan pertumbuhan rata – rata pada tanaman yang mendapat sinyal matahari adalah 1.8%.

Dari kedua data diatas didapat bahwa persentase pertumbuhan pada tanaman yang mendapat sinar matahari lebih cepat selama 4 hari dengan rata – rata pertumbuhan 3,2% dibandingkan persentase pertumbuhan tanaman yang tidak mendapat sinar matahari dengan rata – rata pertumbuhan selama 4 hari 1.8%.

4.3.2. Perbedaan pencahayaan

Pengujian pencahayaan dilakukan untuk mengetahui pengaruh perbedaan pencahayaan terhadap pembacaan citra yang dilakukan pada tempat yang tidak terkena sinar matahari langsung. Untuk pengujian dilakukan dengan 3 kondisi yang berbeda diantaranya:

1. Dengan lampu ruangan 8 Watt pada pembacaan luxmeter didapat nilai 10 lux.



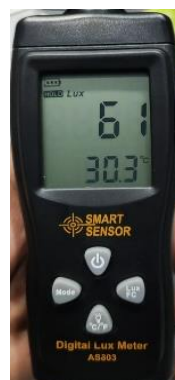
Gambar 4. 16 Pembacaan Luxmeter pada kondisi 1

2. Dengan lampu ruangan 8 Watt ditambah 1 lampu 3 Watt pada pembacaan luxmeter didapat nilai 38 lux.



Gambar 4. 17 Pembacaan Luxmeter pada kondisi 2

3. Dengan lampu ruangan 8 Watt ditambah 2 lampu 3 Watt pada pembacaan luxmeter didapat nilai 61 lux.



Gambar 4. 18 Pembacaan Luxmeter pada kondisi 3

Dari 3 kondisi diatas didapat hasil sebagai berikut:



Gambar 4. 19 Pengujian alat menggunakan lampu



Gambar 4. 20 Hasil pengambilan gambar dengan 2 lampu

Tabel 4. 4 Tabel hasil pengujian perebedaan pencahayaan

Tanaman	Kondisi 1	Kondisi 2	Kondisi 3	Hasil terbesar
1	28 %	29 %	29 %	29 %
2	61 %	63 %	61 %	63 %
3	73 %	77 %	73 %	77 %
4	30 %	31 %	30 %	31 %
5	33 %	34 %	33 %	34 %
6	29 %	30 %	33 %	33 %
7	15 %	16 %	16 %	16 %
8	10 %	11%	10 %	11 %
9	36 %	36 %	36 %	36 %

Dari data diatas didapatkan data bahwa pembacaan dengan ketiga kondisi memiliki hasil yang berbeda namun pada kondisi ke 2 didapatkan nilai hasil terbesar paling banyak dengan jumlah 8 tanaman, sehingga dapat disimpulkan bahwa kondisi ke 2 dengan nilai luxmeter 38 lux merupakan kondisi paling ideal dalam pengambilan gambar.