

BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini membahas proses pengujian dan analisis yang dilakukan terhadap sistem yang telah dibuat. Tujuan dilakukannya proses pengujian dan analisis adalah untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat sudah sesuai dengan perancangan, serta penarikan kesimpulan berdasarkan hasil pengujian sistem.

6.1 Pengujian Sensor Warna TCS3200

Sensor warna TCS3200 merupakan sensor yang berfungsi membaca nilai RGB dari warna tanah yang dideteksi. Pengujian sensor dilakukan dengan melakukan pembacaan warna tanah dan membandingkan dengan nilai warna yang terbaca pada *Eyedropper tool* di Aplikasi *Adobe Photoshop CC 2017*, nilai RGB dari pembacaan sensor akan dikurangi dengan nilai RGB yang terbaca pada aplikasi dan didapat selisih nilai pembacaan serta eror yang terjadi.

6.1.1 Tujuan Pengujian

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan sensor warna dalam membaca nilai RGB tanah. Fungsi pembacaan RGB ini merupakan fitur fungsional yang utama, apabila akurasi pembacaan sensor warna tidak optimal, maka berdampak pada sistem secara keseluruhan.

6.1.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian pada tahap ini adalah: mengukur nilai RGB 8 sampel tanah dengan sensor warna TCS3200 dan nilai RGB yang terbaca oleh *Eyedropper tool* pada Aplikasi *Adobe Photoshop CC 2017*, kemudian mengonversi nilai RGB menjadi nilai HEX serta mendapatkan selisihnya dan menentukan besarnya eror pembacaan sensor, berikut urutan pengujian yang dilakukan :

1. Menghubungkan mikrokontroler Arduino Uno dengan Laptop.
2. Meng-*upload* kode program dari sensor Pendeteksi Warna TCS3200.
3. Mengukur nilai RGB pada 8 jenis objek tanah yang berbeda menggunakan sensor warna TCS3200.
4. Mengkalibrasi pembacaan *Eyedropper tool Adobe Photoshop CC 2017* dengan mencari selisih hasil citra pada kertas putih yang telah diambil gambarnya dengan nilai warna putih sebenarnya.
5. Menyesuaikan warna tanah dengan mengambil gambar tanah yang diujikan, kemudian gambar tersebut diukur nilai RGBnya menggunakan fitur *Eyedropper tool Adobe Photoshop CC 2017* yang sudah dikalibrasi dengan menggunakan citra berwarna putih (kertas *HVS* putih *paperline gold 70gr*).
6. Hasil kalibrasi yang didapatkan yaitu dengan mengkonversikan selisih pembacaan *Eyedropper tool Adobe Photoshop CC 2017* untuk citra berwarna putih R=255, G=255, B=255 dicari selisih dengan pembacaan





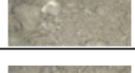

Eyedropper tool Adobe Photoshop CC 2017 untuk citra *HVS* putih *paperline gold* 70gr R=247, G=246, B=245.

7. Mengamati hasil pembacaan nilai RGB dari sensor warna TCS3200 yang dikeluarkan oleh LCD 16x2 kemudian nilai yang terbaca dibandingkan dengan nilai RGB dari gambar tanah yang diukur dengan fitur *Eyedropper tool Adobe Photoshop CC 2017*, kemudian menentukan besarnya *error* pembacaan sensor dengan cara mengkonversi nilai RGB warna pembacaan sensor dan RGB warna dari gambar tanah di *Adobe Photoshop CC 2017* menjadi nilai HEX terlebih dahulu.
8. Nilai HEX dari warna masing-masing pembacaan warna kemudian diambil selisihnya untuk dilakukan perhitungan persentase *error* dalam bentuk nilai desimal.

6.1.3 Hasil dan Analisis Pengujian

Tabel 6.1 merupakan hasil dari pengujian sensor warna yang menghasilkan rata-rata *error* sebesar 13% dan dapat dikatakan akurasi sensor cukup baik. Hal itu dibuktikan dengan selisih sensor yang bervariasi dan kecil jika menggunakan pengukuran *Adobe Photoshop CC 2017*. Hasil akurasi menunjukkan bahwa sensor warna TCS3200 dapat membaca warna tanah yang berbeda-beda.

Tabel 6.1 Pengujian Sensor warna TCS3200 dalam Membaca Warna Tanah

Pengujian ke-	Warna Tanah Pengujian	Pembacaan Sensor					<u>Eyedropper tool</u> Adobe <u>Photoshop</u>					Selisih <u>Error</u>		<u>Error</u>
		R	G	B	HEX	Warna	R	G	B	HEX	Warna	HEX	DEC	
1		65	69	61	41453D		60	61	44	3C3D2C		50811	790807	18%
2		80	73	67	504943		74	69	63	4A453F		60404	855306	16%
3		56	47	46	3A2F2E		45	40	37	2D2825		D0709	1314831	34%
4		40	37	38	282526		31	30	26	1F1E1A		9070C	1052690	40%
5		220	239	255	DCEFFF		224	222	209	E0DED1		FFFFFFC112E	203316	1%
6		191	205	255	BFCDFE		181	176	156	B5B09C		A1D63	1123945	9%
7		153	156	255	999CFF		171	164	146	ABA492		FFFEDF86D	720525	7%
8		209	207	225	D1CFE1		228	224	212	E4E0D4		FFFCECF0D	788461	6%
Rata-rata													13%	

6.2 Pengujian *Soil Moisture* Sensor

Soil Moisture sensor merupakan sensor yang membaca nilai kelembapan pada tanah. Pengujian sensor dilakukan dengan membandingkan nilai kelembapan tanah yang diukur dengan *soil higrometer* (alat ukur kelembapan tanah) dengan nilai kelembapan yang diukur oleh *Soil Moisture* sensor.

6.2.1 Tujuan Pengujian

Tujuan pengujian *Soil Moisture* sensor adalah untuk mengetahui keakuratan sensor kelembapan tanah yang ditanam pada sistem dengan alat ukur kelembapan tanah yang sudah ada.

6.2.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian pada tahap ini adalah mengukur nilai kelembapan tanah 10 sampel tanah dengan *Soil Moisture* dan nilai kelembapan tanah yang terbaca oleh *soil higrometer*, kemudian menghitung selisihnya dan mendapatkan hasil *error* pembacaan sensor. Berikut urutan pengujian yang dilakukan :

1. Mengukur dan mencatat hasil pengukuran dari 10 sampel tanah dengan alat ukur kelembapan tanah (*Soil Higrometer*).
2. Menyambungkan mikrokontroler Arduino Uno dengan Laptop menggunakan *USB Serial*.
3. Meng-*upload* kode program dari *Soil Moisture* Sensor.
4. Mengukur dan mencatat nilai kelembapan 10 sampel tanah.
5. Menghitung selisih pembacaan *Error* dari *Soil Moisture* Sensor dan *Soil Higrometer*.



Gambar 6.1 Pengukuran dengan *Soil Higrometer*

6.2.3 Hasil dan Analisis Pengujian

Tabel 6.2 Hasil Pengujian *Soil Moisture Sensor*

No.	Nama Pengujian	Soil Higrometer	Pembacaan Sensor	Selisih Error
1.	Pengujian ke-1	650	631	2,92%
2.	Pengujian ke-2	680	659	3,09%
3.	Pengujian ke-3	600	587	2,17%
4.	Pengujian ke-4	610	588	3,61%
5.	Pengujian ke-5	690	675	2,17%
6.	Pengujian ke-6	650	642	1,23%
7.	Pengujian ke-7	700	676	3,43%
8.	Pengujian ke-8	620	607	2,10%
9.	Pengujian ke-9	800	782	2,25%
10.	Pengujian ke-10	670	662	1,19%
Rata-rata				2,41%

Hasil *error* yang terdapat pada Tabel 6.2 adalah hasil perhitungan yang menggunakan Persamaan 6.1 berikut.

$$\text{Persentase error} = \frac{\text{selisih nilai pembacaan}}{\text{nilai pembacaan alat ukur}} \times 100\%$$

Rata-rata *Error* yang dihasilkan sangat kecil, oleh karena itu akurasi *Soil Moisture sensor* terhadap alat ukur yang sudah ada dapat dikatakan baik. *Error*

yang didapatkan pada saat pengujian adalah perbedaan skala pada alat ukur dan hasil keluaran analog *Soil Moisture* sensor berbeda. Alat ukur yang sudah ada berskala 0-10 sedangkan nilai keluaran analog *Soil Moisture* sensor adalah 0-1023 sehingga penulis melakukan penyamaan skala dengan mengalikan nilai alat yang sudah ada dengan bilangan 100 dan hasilnya tidak sedetail dengan nilai keluaran analog *Soil Moisture* sensor, sehingga terdapat sedikit *Error* pada pembacaan *Soil Moisture* sensor.

6.3 Pengujian Tampilan LCD 16x2

LCD karakter 16x2 merupakan perangkat keras yang digunakan untuk menampilkan keluaran sistem. Pengujian LCD 16x2 dilakukan untuk mengetahui kesesuaian masukan yang telah dirancang dengan keluaran yang dihasilkan oleh LCD.

6.3.1 Tujuan Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah pembacaan sensor dan hasil klasifikasi dapat ditampilkan oleh LCD 16x2 sesuai dengan perancangan serta implementasi.





6.3.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian pada tahap ini adalah mengamati hasil keluaran yang ditampilkan LCD pada saat kondisi berbeda-beda. Ada 3 kondisi pada sistem yang telah dibuat, yaitu kondisi *Idle*, kondisi pembacaan atau akuisisi nilai sensor dan kondisi klasifikasi. Berikut urutan pengujian yang dilakukan:

1. Menghubungkan Sistem Pendeteksi Kandungan Nutrisi Tanah yang telah dibuat dengan laptop.
2. Meng-*upload* kode program dari Sistem Pendeteksi Kandungan Nutrisi Tanah.
3. Mengamati tampilan pada LCD 16x2 dengan memberikan kondisi yang berbeda-beda saat melakukan pengujian untuk melihat perbedaan tampilan dari LCD 16x2 ketika adanya kondisi yang berbeda.

6.3.3 Hasil dan Analisis Pengujian

Tabel 6.3 Hasil Pengujian Tampilan LCD 16x2

No	Kondisi	Gambar	Keterangan
1	Kondisi Idle instruksi penekanan push button		Proses idle sistem ditandai dengan adanya tulisan "push button" pada LCD
2	Kondisi setelah push button ditekan = 1		Jika user menekan push button, maka akan keluar nilai R,G,B dan H (Humidity) tanah.
3	Proses klasifikasi kondisi setelah push button di tekan = 2		Pendeteksian kandungan organik rendah
			Pendeteksian Kandungan organik tinggi

Hasil pengujian pada Tabel 6.3 menunjukkan bahwa LCD 16x2 bekerja sebagaimana mestinya dan sesuai dengan perancangan yang telah dibuat.

6.4 Pengujian Akurasi Klasifikasi Naive Bayes

Sistem Pendeteksi Kandungan Nutrisi dalam Tanah Berdasarkan Warna dan Kelembapan dengan Menggunakan Metode *Naive Bayes* merupakan sistem yang mempunyai tujuan utama mengklasifikasikan kandungan nutrisi dalam tanah dengan mengamati fitur warna R,G,B dan Kelembapan tanah atau H (*Humidity*). Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan pengujian tentang akurasi dari sistem yang telah dibuat berdasarkan perancangan.

6.4.1 Tujuan Pengujian

Tujuan pengujian akurasi klasifikasi *Naive Bayes* adalah untuk menentukan seberapa akurat penggunaan metode *Naive Bayes* sebagai metode klasifikasi pada sistem yang telah dibuat.

6.4.2 Prosedur Pengujian

Prosedur Pengujian akurasi *Naive Bayes* adalah :

1. Menggunakan masukan berupa fitur R,G,B dan fitur Kelembapan (*Humidity*) dengan total masukan ada 4 fitur yang akan diolah menjadi hasil klasifikasi penentuan kandungan nutrisi tanah.
2. Total jumlah dari data set pakar adalah 39 data dan data latih diambil 2/3 dari data set tersebut yang berjumlah 26 data, sedangkan data uji diambil 1/3 dari data set dan berjumlah 13 data
3. Akurasi tinggi dapat didapatkan dengan melakukan komposisi data latih yang 2 kali lebih besar dari data uji (Adhieputra, 2010).
4. Menentukan akurasi sistem yaitu dengan membandingkan hasil klasifikasi kandungan nutrisi berdasarkan pakar yang telah dilakukan oleh Laboran Laboratorium Ilmu Tanah Universitas Brawijaya Malang secara visual dan dibagi menjadi 2 kelas, yaitu kandungan nutrisi tinggi dan kandungan nutrisi rendah.
5. Hasil klasifikasi oleh pakar akan dibandingkan dengan hasil klasifikasi sistem yang telah dibuat dan didapatkan tingkat akurasi sistem dalam pengklasifikasian kandungan nutrisi tanah.

Tabel 6.4 Pengujian Klasifikasi *Naive Bayes*

No.	R	G	B	<i>Humidity</i>	Kelas Pakar	Hasil Sistem	Kesesuaian
1	65	105	185	688	Tinggi	Tinggi	Sesuai
2	69	128	122	627	Tinggi	Tinggi	Sesuai
3	56	125	96	288	Tinggi	Tinggi	Sesuai
4	40	107	128	503	Tinggi	Tinggi	Sesuai
5	47	93	128	667	Tinggi	Tinggi	Sesuai
6	47	83	128	576	Tinggi	Tinggi	Sesuai
7	71	110	243	543	Tinggi	Tinggi	Sesuai
8	14	66	13	694	Tinggi	Tinggi	Sesuai
9	251	249	255	238	Rendah	Rendah	Sesuai
10	220	239	255	119	Rendah	Rendah	Sesuai
11	191	205	255	185	Rendah	Rendah	Sesuai
12	153	156	255	238	Rendah	Rendah	Sesuai

No.	R	G	B	Humidity	Kelas Pakar	Hasil Sistem	Kesesuaian
13	209	207	225	197	Rendah	Rendah	Sesuai

Berdasarkan Tabel 6.4 terlihat bahwa akurasi yang dihasilkan sistem tergolong tinggi, dibuktikan dengan 13 kali pengujian dengan 13 sampel dan tidak ada kesalahan oleh sistem dalam mengklasifikasikan kandungan nutrisi tanah, atau dapat dikatakan kelas yang berdasarkan pakar hasilnya sesuai dengan kelas yang dihasilkan oleh sistem.

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{\text{seluruh data} - \text{data tidak sesuai}}{\text{seluruh data}} \times 100\% \\
 &= \frac{13-0}{13} \times 100\% \\
 &= 100\%
 \end{aligned}$$

6.5 Pengujian Waktu Komputasi Klasifikasi Sistem

6.5.1 Tujuan Pengujian

Tujuan pengujian waktu komputasi klasifikasi sistem bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan oleh sistem dalam mengolah data dengan menggunakan metode *Naive Bayes*, sehingga dapat diketahui performansi sistem yang telah dibuat.

6.5.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian waktu komputasi klasifikasi sistem menggunakan fungsi *millis()*. Fungsi *millis()* sendiri adalah fungsi yang menghitung waktu dalam *millisecond*. Waktu komputasi klasifikasi ketika program berakhir akan dikurangkan dengan waktu ketika program dimulai dalam 1 siklus dan diulangi sebanyak 13 kali. Berikut urutan pengujian yang dilakukan :

1. Menghubungkan mikrokontroler Arduino Uno dengan laptop.
2. Meng-*upload* kode program *milis* ke mikrokontroler Arduino Uno.
3. Melakukan komputasi dan mencatat hasil selama 26 kali.
4. Menghitung rata-rata waktu komputasi sistem.

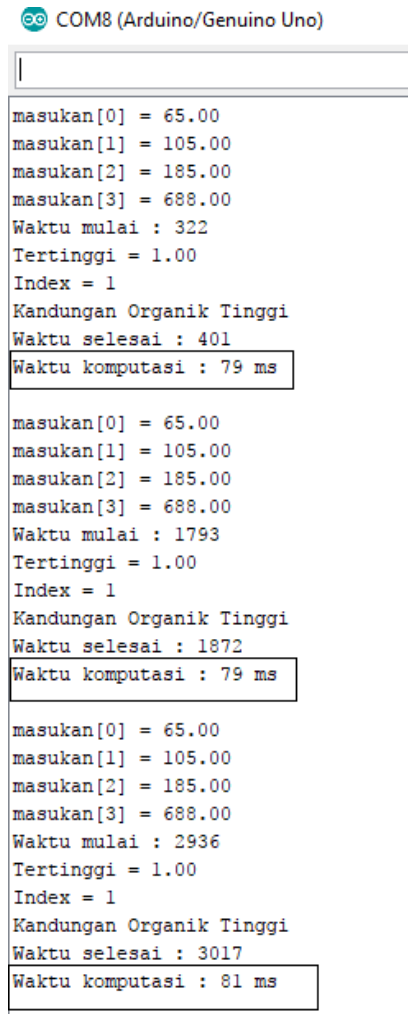
6.5.3 Hasil dan Analisis Pengujian

Tabel 6.5 Pengujian Waktu Komputasi Klasifikasi Sistem

No	Nama Pengujian	Waktu Komputasi (ms)
1	Siklus komputasi 1	79

No	Nama Pengujian	Waktu Komputasi (ms)
2	Siklus komputasi 2	79
3	Siklus komputasi 3	81
4	Siklus komputasi 4	81
5	Siklus komputasi 5	80
6	Siklus komputasi 6	81
7	Siklus komputasi 7	80
8	Siklus komputasi 8	81
9	Siklus komputasi 9	80
10	Siklus komputasi 10	82
11	Siklus komputasi 11	81
12	Siklus komputasi 12	81
13	Siklus komputasi 13	82
14	Siklus komputasi 14	82
15	Siklus komputasi 15	82
16	Siklus komputasi 16	82
17	Siklus komputasi 17	83
18	Siklus komputasi 18	82
19	Siklus komputasi 19	82
20	Siklus komputasi 20	82
21	Siklus komputasi 21	83
22	Siklus komputasi 22	82
23	Siklus komputasi 23	83
24	Siklus komputasi 24	82
25	Siklus komputasi 25	82
26	Siklus komputasi 26	83
Rata-rata		81.46154

Berdasarkan Tabel 6.5 dapat dilihat bahwa waktu komputasi yang dihasilkan sistem dalam 1 siklus komputasi (pemrosesan siklus *naive bayes*) mengklasifikasikan kandungan nutrisi sangat cepat. Waktu komputasi yang tercatat yaitu hanya sebesar 81,46154 ms atau setara dengan 0,0814 detik. Potongan tampilan hasil pengujian waktu komputasi klasifikasi sistem yang diakses melalui tampilan serial monitor Arduino IDE ditunjukkan pada Gambar 6.1.



```
COM8 (Arduino/Genuino Uno)

masukan[0] = 65.00
masukan[1] = 105.00
masukan[2] = 185.00
masukan[3] = 688.00
Waktu mulai : 322
Tertinggi = 1.00
Index = 1
Kandungan Organik Tinggi
Waktu selesai : 401
Waktu komputasi : 79 ms

masukan[0] = 65.00
masukan[1] = 105.00
masukan[2] = 185.00
masukan[3] = 688.00
Waktu mulai : 1793
Tertinggi = 1.00
Index = 1
Kandungan Organik Tinggi
Waktu selesai : 1872
Waktu komputasi : 79 ms

masukan[0] = 65.00
masukan[1] = 105.00
masukan[2] = 185.00
masukan[3] = 688.00
Waktu mulai : 2936
Tertinggi = 1.00
Index = 1
Kandungan Organik Tinggi
Waktu selesai : 3017
Waktu komputasi : 81 ms
```

Gambar 6.2 Waktu Komputasi Klasifikasi Sistem