BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini dijelaskan mengenai pengujian sistem dan juga analisis sistem seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Adapun pengujian dan analisisnya adalah sebagai berikut.

4.1 Pengujian Sensor Kelembapan Tanah

Proses pengujian sensor dilakukan untuk mengetahui apakah nilai yang didapat dari sensor kelembapan tanah YL-69 dapat sesuai dengan pengaplikasian terhadap rancangan tugas akhir. Sebagai perbandingan dengan nilai lain, maka digunakan alat ukur kelembapan tanah yaitu merk 3in1 Soil Analyzer (pH, Moisture, Light). Pada tahap pengujian ini, sensor kelembapan yang memiliki panjang probe 4cm akan disandingkan dengan alat ukur Soil analyzer didalam sebuah tanah yang sama dengan tingkat kelembapan yang merata diseluruh permukaannya. Nantinya nilai tingkat kelembapan dari sensor YL-69 akan ditampilkan di serial monitor mikrokontroler. Data tersebut nantinya akan dibandingkan dengan sensor yang lain dan kemudian dicari nilai galat yang bertujuan untuk mengetahui tingkat keakurasian sensor apabila dibandingkan dengan alat ukur lain. Rumus perhitungan mencari persentase galat adalah sebagai berikut.

$$\%\ Error = \frac{|\ Nilai\ eksak - Nilai\ perkiraan\ |}{Nilai\ eksak}\ x\ 100\% \quad \text{..... (4.1)}$$

Keterangan : Nilai eksak = Nilai pembanding

Nilai perkiraan = Nilai Pengukuran

Untuk itu pada tabel 4.1 diperlihatkan nilai eksak (Soil analyzer) dan nilai perkiraan (YL-69) yang didapat dari beberapa percobaan dengan masing-masing galat yang didapat. Percobaan pengujian dilakukan dengan beberapa sampel tanah yang masing-masing memiliki kelembapan berbeda karena disiram dengan jumlah takaran air yang berbeda pula. Percobaan pertama dilakukan pada saat tanah dalam kondisi kering dan tanpa disiram air sedikitpun.

Tabel 4.1 Pengujian Sensor Kelembapan Tanah

Sampel	Siram Air (ml)	Nilai Eksak (%)	Nilai Perkiraan (%)	Galat (%)
1	0	8	6	25.0
2	10	10	8	20.0
3	20	14	13	7.1
4	30	17	19	11.8
5	40	23	24	4.3
6	50	29	30	3.4
7	60	36	38	5.6
8	70	47	49	4.3
9	80	54	57	5.6
10	90	62	65	4.8
11	100	62	66	6.5
12	125	67	70	4.5
13	150	69	74	7.2
14	175	72	77	6.9
15	200	78	82	5.1
Rerata galat percobaan				1.19

Pada percobaan tabel 4.1 didapat beberapa hasil dimana nilai percobaan pengujian sensor apabila dibandingkan dengan alat ukur pembanding menunjukan nilai yang berbeda, namun apabila dilihat lagi perbedaan tersebut nilai rentang nya tidak terlalu jauh antara satu percobaan dengan percobaan lain. Pada percobaan pertama dan kedua nilai galat yang didapat adalah pada 25% dan 20%, hal

tersebut bisa dikarenakan pada sensor dan alat ukur pembanding pada saat tidak disiram air alat ukur hanya mendeteksi sedikit keberadaan air. Namun pada percobaan selanjutnya nilai pembacaan sensor dan alat ukur pembanding memperlihatkan nilai yang berbanding lurus dengan jumlah takaran air yang disiram ke tanah. Sehingga nilai terkecil galat yang didapat adalah pada percobaan ke-enam dengan jumlah takaran 50ml, dimana galat yang didapat hanya 3.4%. Sehingga pada saat pencarian nilai rata-rata galat didapat yaitu 1.19%. Nilai galat tersebut cukup kecil dan dapat ditoleransi sehingga penggunaan sensor kelembapan tanah YL69 ini dirasa cukup baik untuk pengaplikasian sistem.

4.2 Pengujian Sensor pH Tanah

Seperti yang sudah dijelaskan di bab sebelumnya bahwa sensor pH tanah yang digunakan dalam perancangan tugas akhir ini memerlukan kalibrasi ulang untuk mendapat nilai persamaan yang digunakan untuk mencari nilai pH. Metode yang digunakan yaitu regresi linear sederhana dimana metode statistika ini mengukur sejauh mana hubungan sebab akibat antara variabel penyebab (pembacaan sensor) terhadap variabel akibat (nilai pH). Untuk itu sebelum mulai membandingkan nilai sensor dengan alat ukur pembanding lain maka metode regresi ini terlebih dahulu diuji. Pengujian metode ini digunakan pada tanah tanaman tomat , dimana nilai koefisien regresi dan variabel digunakan sebagai persamaan untuk mencari nilai pH. Pada pengujian sensor yang dilakukan, pH meter dan sensor dipasang berdekatan antara probe satu dengan yang lain, hal ini karena pembacaan sensor dan pH meter haruslah akurat, dan apabila dipasang berjauhan dikhawatirkan pembacaan nilai nya berbeda. Gambar 4.1 merupakan pengujian mencari nilai regresi linear.



Gambar 4.1 *Pengujian mencari nilai regresi linear sensor pH*

Tabel 4.3 merupakan tabel regresi antara pH meter dan sensor pH. Dibawah ini merupakan model persamaan regresi linear sederhana.

$$Y = a + bX \quad \text{..... (4.2)}$$

dimana:

Y = variabel akibat

X = variabel faktor penyebab

a = konstanta

b = koefisien regresi (kemiringan); besaran yang ditimbulkan penyebab

dimana nilai a, dan b dapat dihitung.

$$a = \frac{(\Sigma y)(\Sigma x^2)-(\Sigma x)(\Sigma xy)}{n(\Sigma x^2)-(\Sigma x)^2} \text{ . ..... (4.3)}$$

$$b = \frac{n(\Sigma xy)-(\Sigma x)(\Sigma y)}{n(\Sigma x^2)-(\Sigma x)^2} \quad \text{..... (4.4)}$$

Tabel 4.3 Data pengujian sensor terhadap tanaman

Variabel X (pH)	Variabel Y (ADC)	X^2	Y^2	XY
5.4	94	29.16	8836	507.6
5.4	92	29.16	8464	496.8
5.4	90	29.16	8100	486
5.5	87	30.25	7569	478.5
5.5	85	30.25	7225	467.5
5.5	82	30.25	6724	451
5.5	80	30.25	6400	440
5.6	77	31.36	5929	431.2
5.6	76	31.36	5776	425.6
5.7	74	32.49	5476	421.8
5.7	72	32.49	5184	410.4
5.7	70	32.49	4900	399
5.7	68	32.49	4624	387.6
5.8	65	33.64	4225	377
5.8	63	33.64	3969	365.4
5.9	61	34.81	3721	359.9
5.9	58	34.81	3364	342.2
6	52	36	2704	312
6	51	36	2601	306
6.1	49	37.21	2401	298.9
6.1	47	37.21	2209	286.7
6.2	46	38.44	2116	285.2
6.2	45	38.44	2025	279
6.3	43	39.69	1849	270.9
6.3	41	39.69	1681	258.3
6.4	40	40.96	1600	256
6.4	37	40.96	1369	236.8
6.4	35	40.96	1225	224
6.5	33	42.25	1089	214.5
6.5	31	42.25	961	201.5
6.6	30	43.56	900	198
6.6	28	43.56	784	184.8
6.7	27	44.89	729	180.9
6.7	25	44.89	625	167.5
6.7	24	44.89	576	160.8
6.8	23	46.24	529	156.4
6.8	23	46.24	529	156.4
6.8	22	46.24	484	149.6

Variabel X (pH)	Variabel Y (ADC)	X^2	Y^2	XY
6.9	20	47.61	400	138
6.9	18	47.61	324	124.2
7	16	49	256	112
7	15	49	225	105
7	14	49	196	98
7.1	13	50.41	169	92.3
7.1	13	50.41	169	92.3
ΣX = 279.7	ΣY = 2155	ΣX^2 = 1751.7	ΣY^2= 131211	ΣXY = 12793.5

Gambar 4.2 merupakan pengujian pH meter yang merupakan nilai dari variabel X, didapat beberapa nilai 5.8 dan 6.1 yang dianggap sesuai dengan nilai pH ideal bagi tanaman tomat. Lalu pada gambar 4.3 merupakan nilai pengujian pH dengan nilai 6.7 dan 7.1.



Gambar 4.2 *Nilai pH 5.8 dan 6.1 diukur dengan pH meter*



Gambar 4.13 *Nilai pH 6.7 dan 7.1 diukur dengan pH meter*

Melalui persamaan 4.3, dapat dicari nilai a sebagai berikut.

$$a = \frac{(2155)(1751.7) - (279.7)(12793.5)}{45(1751.7) - (279.7)^2}$$

$$a = \frac{196571.5}{594.4}$$

$$a = 330.70$$

Untuk mencari nilai b, digunakan persamaan 4.4 sebagai berikut.

$$b = \frac{45(12793.5) - (279.7)(2155)}{45(1751.7) - (279.7)^2}$$

$$b = \frac{-27046}{594.4}$$

$$b = -45.5$$

Maka didapat model persamaan regresi dari hasil diatas adalah sebagai berikut.

$$Y = 330.70 - 45.5X$$

Selain teori regresi linear yang mencari hubungan sebab akibat antara dua variabel, metode lain yang dapat digunakan untuk mengukur hubungan dua variabel yaitu dengan metode analisis korelasi sederhana. Tujuannya agar mengetahui kekuatan hubungan kedua variabel dan mengetahui bentuk hubungan dua variabel tersebut yang bersifat kuantitatif. Kekuatan hubungan antara dua variabel sering disebut dengan koefisien korelasi, dilambangkan dengan symbol r, yang nilai nya memiliki range -1 s.d +. Kriteria korelasi ditunjukan pada tabel 4.3.

Persamaan koefisien korelasi sederhana dapat dicari dengan metode pearson sebagai berikut.

$$r = \frac{n\Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{\{n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2\}\{n\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2\}}} \quad \text{..... (4.5)}$$

Tabel 4.3 *Penentuan kriteria korelasi*

r	Kriteria Hubungan
0	Tidak ada korelasi
0 – ±0.5	Korelasi Lemah
±0.5 – ±0.8	Korelasi Sedang
±0.8 – ±1	Korelasi Kuat/Erat
±1	Korelasi Sempurna

Keterangan :

(+) Korelasi positif

(-) Korelasi Negatif

Dari persamaan 4.5 dapat dicari nilai koefisien korelasi nya sebagai berikut.

$$r = \frac{45\times12793.5-(279.7)(2155)}{\sqrt{\{45\times1751.7-(279.7)^2\}\{45\times131211-(2155)^2\}}}$$

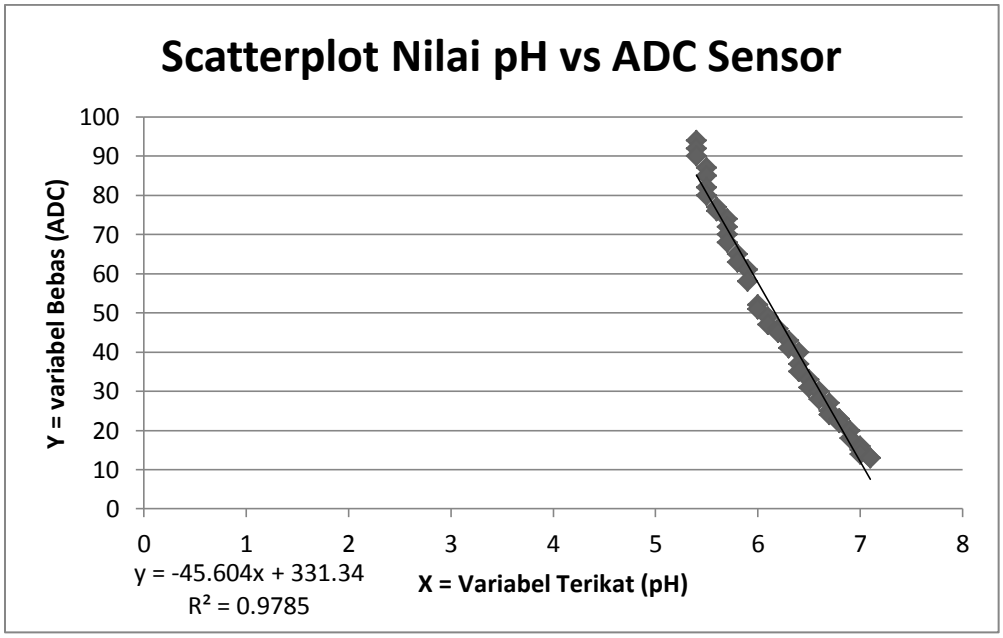
$$r = \frac{575707.5-602753.5}{\sqrt{\{78826.5-78232.09\}\{1260470\}}}$$

$$r = -0.988$$

Dari hasil perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa koefisien korelasinya adalah -0.988, berarti kedua variabel memiliki hubungan yang **erat** sesuai dengan tabel 4.3. Namun karena nilainya negatif, maka maka bentuk hubungan nya adalah linear negatif (*perubahan salah satu nilai variabel diikuti perubahan nilai variabel lain secara teratur dengan arah yang berlawanan*). Diagram *scatter* korelasi nya seperti gambar 4.4. Pada gambar tersebut terdapat nilai persamaan R^2 dimana nilai tersebut merupakan nilai kuadrat dari rumus pearson untuk mencari nilai r (koefisien korelasi)

Setelah mengetahui persamaan regresi dan korelasi hubungan kedua variabel, maka selanjutnya adalah pengujian sensor secara langsung terhadap tanah tanaman tomat. Tabel 4.4 merupakan percobaan pengujian sensor pH terhadap tanah tanaman tomat, dimana untuk mendapat hasil pH maka didalam program pembacaan sensor (arduino) diberi persamaan yang sesuai dengan persamaan regresi linear yang telah didapatkan, dengan beberapa ubahan sesuai kebutuhan, maka persamaan nya adalah sebagai berikut.

$$X\ (pH) = \frac{330.46-Y(ADC)}{45.49} \quad \text{..... (4.6)}$$



Gambar 4.4 Diagram scatter korelasi pH dan ADC sensor

Tabel 4.4 *Pengujian sensor pH pada tanaman tomat*

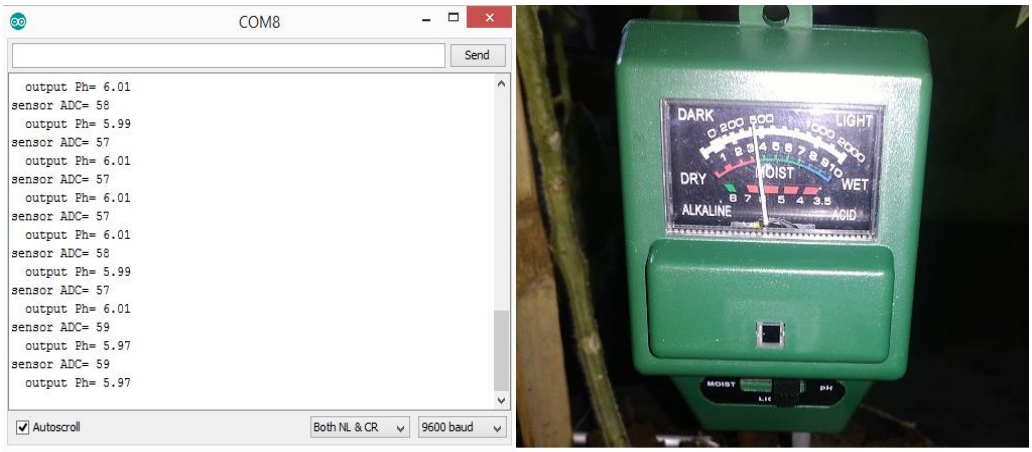
Percobaan	Nilai Pembanding (pH Meter)	Nilai Terukur (Sensor pH)	Galat (%)
1	6.0	5.99	0.16 %
2	6.0	5.97	0.5 %
3	6.1	5.95	2.46 %
4	6.2	6.03	2.74 %
5	6.2	6.14	0.97 %
6	6.3	6.20	1.59 %
7	6.4	6.29	1.71 %
8	6.5	6.38	1.85 %
9	6.6	6.45	2.27 %
10	6.6	6.49	1.66 %

Untuk mencari galat pengujian, maka digunakan metode dan persamaan 4.1. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa untuk pengujian pada tabel 4.4 memiliki nilai galat yang rendah (<3%) nilai galat tertinggi terdapat pada nilai 2.74%, dan terendah terdapat di nilai 0.16%. Sensor pH yang digunakan pada

penelitian ini dapat disimpulkan memiliki tingkat keakuratan yang cukup baik, namun dengan beberapa catatan.

1. Karena sensor belum terkalibrasi, maka diperlukan kalibrasi ulang dengan metode-metode tertentu.
2. Nilai pembacaan sensor terkadang melenceng diluar batas, hal tersebut dapat dikarenakan faktor internal atau eksternal.

Gambar 4.5 merupakan perbandingan nilai yang diperoleh sensor pH dari pembacaan ADC (variabel Y), dan pembacaan nilai pH dari pH meter (variabel X).



Gambar 4.5 *Perbandingan variabel X dan Y*

4.3 Pengujian Sensor Suhu dan Kelembapan Udara

Sensor yang digunakan yaitu menggunakan jenis thermistor DHT22 yang dapat mendeteksi sensor dan kelembapan udara. Memiliki akurasi ±1°C dan range -40°C dan 80°C, sementara range kelembapan 0 – 100 % RH, dan keakurasian ±2%(maksimal ±5%). Untuk pengujiannya dilakukan perbandingan pengukuran

sensor dengan thermometer dan hygrometer jenis HTC-2 . Pengambilan data dilakukan 1 menit sekali, didalam sebuah ruangan kamar, lokasi di kelurahan Ciumbuleuit Kota Bandung pada pukul 15:07 - 15:27 WIB. Berikut tabel 4.5 merupakan percobaan pengujian sensor DHT22 dan perbandingannya dengan merk HTC-2.

Tabel 4.5 Pengujian perbandingan sensor dan alat ukur pembanding

Menit	HTC-2 (°C & %RH)		DHT22 (°C & %RH)		Galat (%)	
	Suhu	Kelembapan	Suhu	Kelembapan	Suhu	Kelembapan
1	27.6	54	28.30	60.30	2.54	11.67
2	27.5	56	28.10	61.20	2.18	9.29
3	27.5	56	27.70	66.20	0.73	18.21
4	27.5	56	27.50	63.50	0.00	13.39
5	27.5	56	27.30	62.50	0.73	11.61
6	27.4	56	27.10	64.50	1.09	15.18
7	27.4	56	27.00	64.00	1.46	14.29
8	27.4	56	27.00	64.10	1.46	14.46
9	27.4	56	26.90	63.50	1.82	13.39
10	27.4	56	26.90	63.80	1.82	13.93
11	27.3	56	26.90	63.90	1.47	14.11
12	27.3	56	26.90	64.00	1.47	14.29
13	27.3	56	26.90	65.00	1.47	16.07
14	27.3	56	26.90	64.70	1.47	15.54
15	27.2	56	26.90	62.70	1.10	11.96
16	27.2	56	26.90	63.00	1.10	12.50
17	27.3	56	26.80	63.50	1.83	13.39
18	27.3	56	26.80	63.60	1.83	13.57
19	27.3	56	26.80	64.40	1.83	15.00
20	27.3	56	26.80	64.10	1.83	14.46
Galat Rata-rata (%)					0.92	13.82

Pada percobaan pengujian sensor DHT22 dan thermometer pembanding merk HTC-2 yang dilakukan didalam ruangan, didapat beberapa sebaran data

beragam. Untuk percobaan menggunakan thermometer pembanding, nilai suhu cenderung stabil setiap menit pengukuran hanya mengalami fluktuasi di nilai ±0.1, sedangkan untuk pengukuran menggunakan sensor DHT22 didapatkan nilai yang acak setiap menit nya, namun masih sesuai dengan pengukuran pembanding. Apabila dicari rata-rata pengukuran selama 20 menit, didapatkan nilai 27.37°C untuk HTC-2, dan 27.12°C untuk sensor DHT22.

Selanjutnya pada pengujian kelembapan udara, pada HTC-2 nilai yang didapatkan cenderung konstan dan hanya mengalami kenaikan di awal pengukuran, dan sisa nya stabil, namun pada percobaan pengukuran dengan sensor DHT22 nilai kelembapan nya menyebar secara acak, bahkan nilai maksimal pengukuran terdapat di 66.2. Apabila dicari rata-rata pengukuran selama 20 menit, didapatkan nilai 55.9% untuk HTC-2 dan 63.62%.

Dengan percobaan tersebut dapat dicari nilai galat pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan persamaan 4.1. Hasil perhitungan galat tersebut apabila diamati pada galat pengukuran suhu hanya mencapai 0.92%. Dari data tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa tingkat galat yang kecil ini dapat dijadikan bahan pertimbangan penggunaan sensor sebagai pengukur suhu, karena akurasi yang cukup baik ditunjang dengan kalibrasi yang sudah sesuai prosedur dan penggunaan yang *easy-use*. Namun untuk pengukuran kelembapan udara antara HTC-2 dan DHT22 persentase galat yang didapat mencapai 13%, cukup besar untuk perbandingan pengukuran. Namun karena pada pengaplikasian sistem tingkat kelembapan udara ini tidak terlalu berpengaruh, maka persentase galat ini tidak terlalu jadi masalah.

4.4 Pengujian Indikator dan Aktuator

Pada percobaan pengujian, indikator yang digunakan adalah lampu tambahan sebagai pendukung proses pertumbuhan, dimana kondisi keluaran ini hanya bersifat ON dan OFF. Tabel 4.6 merupakan tabel kebenaran pada pengujian indikator lampu.

Tabel 4.6 Kondisi indikator lampu

Kondisi		Keluaran
Suhu (°C)	Kelembapan (%RH)	
< 18	>80	ON (1)
>18	<80	OFF (0)

Kondisi awal yang ditentukan (set-point) yang ditetapkan tidak dapat ditentukan dengan sembarang, kondisi tersebut didapat dari tabel 2.7 dimana nilai suhu yang baik untuk pertumbuhan tanaman tomat adalah >18°C, apabila kurang dari nilai tersebut tanaman tidak akan tumbuh dengan baik maka diberilah lampu tambahan.

Kemudian aktuator yang digunakan adalah motor pompa DC, dimana motor ini akan aktif pada saat nilai kelembapan menyentuh ambang batas minimal yaitu 20% dan akan nonaktif pada nilai kelembapan 70%. Nilai ambang batas tersebut juga tidak sembarang ditentukan, karena apabila merujuk pada tabel 2.6 untuk kelembapan tanah relatif tanaman tomat berkisar 60 – 80% maka dapat diasumsikan nilai 60 – 80 adalah lembap dan dibawah itu maka tanah perlu air. Maka berikut tabel 4.7 merupakan pengujian motor pompa.

Tabel 4.7 Status Motor DC berdasarkan nilai Kelembapan

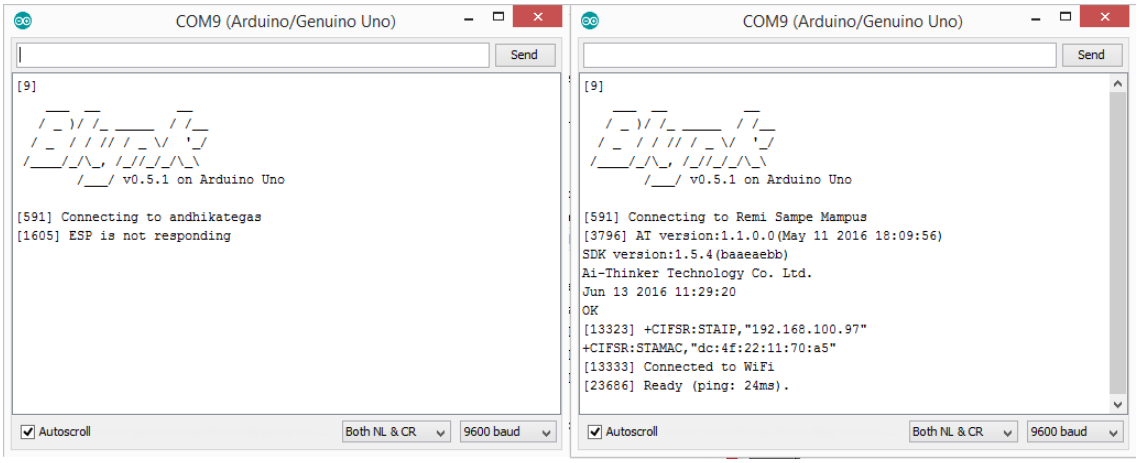
Nilai Kelembapan (%)	Status Motor DC	
	Motor Pompa 1	Motor Pompa 2
0	HIGH	HIGH
10	HIGH	HIGH
20	HIGH	HIGH
30	HIGH	HIGH
40	HIGH	HIGH
50	HIGH	HIGH
60	HIGH	HIGH
70	LOW	LOW
80	LOW	LOW
90	LOW	LOW
100	LOW	LOW

4.5 Pengujian Sistem Keseluruhan

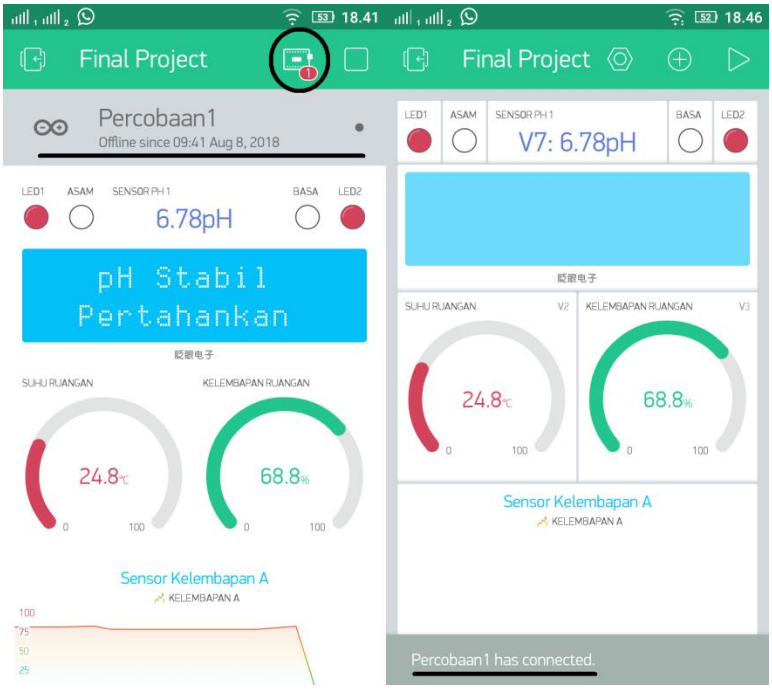
Pengujian sistem secara keseluruhan bertujuan agar mengetahui apakah sistem bekerja secara optimal dan mengukur apakah sistem telah bekerja sesuai tujuan penelitian. Pengujian terbagi menjadi tiga bagian penting sesuai dengan parameter pertumbuhan tanaman tomat. Pembacaan seluruh parameter akan langsung terbaca di aplikasi Android berupa representasi.

4.5.1 Pengujian Koneksi Antara Aplikasi dan Sistem

Pengujian dilakukan dengan tujuan agar mengetahui apakah saat program dijalankan koneksi antara aplikasi di smartphone dan sistem dapat berkomunikasi satu dengan yang lainnya. Gambar 4.6 merupakan gambar serial monitor koneksi yang gagal dan siap dijalankan, dan gambar 4.7 merupakan status apabila tidak terkoneksi dengan sistem dan yang sudah terkoneksi ke sistem.



Gambar 4.6 *Serial monitor koneksi gagal dan sukses*



Gambar 4.7 *Tampilan aplikasi gagal terhubung ke sistem, dan terhubung ke sistem*

4.5.2 Pengujian dan Pengukuran Keseluruhan Parameter

Pada tahap pengujian dan pengukuran keseluruhan parameter bertujuan untuk mengetahui apakah seluruh pembacaan sensor sebagai input dan aktuator

sebagai keluaran dapat berfungsi dengan baik apabila diaplikasikan langsung kedalam sebuah tanaman tomat. Dari beberapa parameter hasil pengujian yang diperoleh terdapat pada tabel 4.8. Pengujian sistem dilakukan pada tanggal 27 Agustus 2018, pengambilan data selama 24 jam selang satu jam sekali dari mulai jam 13:00 WIB sampai 12:00 WIB pada tanggal 28 Agustus 2018.

Tabel 4.8 Pengujian Keseluruhan Sistem dan Hasil Pengukuran

No	Waktu	pH1	pH2	SM 1 (%)	SM 2 (%)	AT (°C)	AH (%)	Keterangan Kondisi Tanaman	Pompa Air	
									No.1	No.2
1	13:00	6.67	6.8	70	73	28.5	64.3	Ideal	Mati	Mati
2	14:00	6.08	6.9	75	74	28.9	56.3	Ideal	Mati	Mati
3	15:00	6.54	6.9	74	74	28.7	55.5	Ideal	Mati	Mati
4	16:00	6.08	6.8	70	65	28.2	61.7	Ideal	Mati	Mati
5	17:00	6.05	6.9	68	65	26.4	70.1	Ideal	Mati	Mati
6	18:00	6.16	6.9	66	62	25.6	74.3	Ideal	Mati	Mati
7	19:00	6.36	6.8	64	68	25.2	76.8	Ideal	Mati	Mati
8	20:00	6.41	6.9	61	62	24.2	88.9	Ideal	Mati	Mati
9	21:00	6.63	6.8	60	63	23.4	92.6	Ideal	Mati	Mati
10	22:00	6.45	6.9	62	62	22.4	93.5	Ideal	Mati	Mati
11	23:00	6.21	6.9	60	59	21.8	94.1	Ideal	Mati	Mati
12	24:00	6.54	6.8	62	67	21.8	93.1	Ideal	Mati	Mati
13	01:00	6.58	6.8	53	55	22.2	92.6	Ideal	Mati	Mati
14	02:00	6.65	6.8	55	50	21.9	91.7	Ideal	Mati	Mati
15	03:00	6.25	6.8	51	52	20.6	92.1	Ideal	Mati	Mati
16	04:00	6.61	6.9	50	62	20.5	94	Ideal	Mati	Mati
17	05:00	6.32	6.8	48	58	19.6	95.3	Ideal	Mati	Mati
18	06:00	6.67	6.9	49	62	19.3	95.5	Ideal	Mati	Mati
19	07:00	6.49	6.9	61	69	21.2	91	Ideal	Mati	Mati
20	08:00	6.76	6.9	40	53	27.6	66.9	Ideal	Mati	Mati
21	09:00	5.97	7	40	55	32.4	48.1	Ideal	Mati	Mati
22	10:00	6.23	6.9	39	53	35.8	39.3	Ideal	Mati	Mati

No	Waktu	pH1	pH2	SM 1 (%)	SM 2 (%)	AT (°C)	AH (%)	Keterangan Kondisi Tanaman	Pompa Air	
									No.1	No.2
23	11:00	6.28	6.8	35	48	34.2	34.6	Ideal	Mati	Mati
24	12:00	6.45	6.8	29	45	33.5	50.6	Ideal	Mati	Mati

Keterangan:

SM 1: Kelembapan Tanah Tanaman 1

SM 2 : Kelembapan Tanah Tanaman 2

AT : Air Temperature

AH : Air Humidity

Ideal : 30 – 80% SM1 dan SM2, > 5.5 – 7.2 untuk pH Tanah

Pada hasil pengujian di tabel tersebut dapat dilihat perubahan-perubahan nilai parameter terhadap waktu percobaan. Berikut ini temuan-temuan yang didapatkan pada percobaan tersebut.

1. pH Sensor

   pH sensor pada tanaman 1 dan tanaman 2 memang menggunakan sensor yang berbeda, tanaman satu menggunakan sensor pH dan tanaman kedua menggunakan pH meter. Nilai fluktuatif yang didapat pada pembacaan sensor pH memang sering terjadi dikarenakan sensor pH yang dipakai memang belum teruji kelinearan nya sehingga nilai tersebut masih sering terjadi. Namun apabila dibandingkan dengan pH meter di tanaman kedua, kemudian dicari rata-rata dari masing-masing percobaan untuk tanaman didapat

   $\overline{X}$ pH 1 = 6.39, sedangkan

   $\overline{X}$ pH 2 = 6.85

   maka dengan menggunakan persamaan 4.1 didapat.

   $$\%\ Error = \frac{|\ Nilai\ eksak - Nilai\ perkiraan\ |}{Nilai\ eksak}\ x\ 100\%.$$

   $$\%\ Error = \frac{|\ 6.85 - 6.39\ |}{6.86}\ x\ 100\%.$$

   $$\%\ Error = 6.72\%.$$

   Dari hasil tersebut apabila dibandingkan galat yang didapat maka nilai pertama dan kedua tidak terlalu berarti untuk sebuah tanaman tomat, merujuk pada tabel 2.1 bahwa kedua nilai tersebut masih didalam range yang sama yakni kondisi pH tanah yang stabil(netral). Gambar 4.8 merupakan tampilan aplikasi pada saat percobaan sistem

di sisi pengujian pH sensor. Pada gambar tersebut diperlihatkan bahwa pada saat sensor mendeteksi kadar pH tanah sistem akan memberi informasi pada *user* (petani) berupa nilai kadar pH, keterangan, dan lampu indikator, dimana apabila pH berada pada batas aman sesuai dengan tabel 2.7 maka akan tampil keluaran LCD seperti pada gambar, sedangkan apabila tanah terlalu asam ataupun basa, salah satu indikator akan menyala sesuai dengan nilai yang tampil pada aplikasi dan memberi tampilan LCD seperti pada gambar.



Gambar 4.8 *Pengujian sistem pada pendeteksian pH*

2. Suhu Udara dan Kelembapan

Pengujian pada parameter suhu dan kelembapan udara menunjukan nilai yang variatif dimana pengaruh perbedaan waktu pengujian dapat merubah nilai keluaran. Pada percobaan tersebut didapat nilai tertinggi untuk suhu udara mencapai 35.8°C dan nilai terendah mencapai 19.3°C. Sedangkan untuk kelembapan udara nilai tertinggi yaitu 95.5% RH dan nilai terendah yaitu 34.6% RH. Untuk nilai suhu udara, karena pada percobaan pengujian sistem tidak didapatkan nilai kurang dari 18°C maka pengaruh nya terhadap sistem merupakan

keluaran pada status lampu penerangan. Merujuk pada data di tabel 2.7 suhu udara ideal tanaman tomat merupakan 18 - 26°C untuk itu seperti pada gambar 3.20 apabila suhu mencapai kurang dari 18°C maka lampu penerangan akan aktif, namun pada percobaan tidak didapat nilai <18°C maka status lampu akan selalu OFF. Hal yang sama didapat pada tingkat kelembapan udara, nilai yang didapat masih dalam range ideal bagi tanaman tomat (24% – 80%) maka pertumbuhan akan tetap terjaga . Dapat disimpulkan pada percobaan tersebut tanaman tomat mendapat suhu dan kelembapan yang ideal untuk pertumbuhan. Gambar 4.9 merupakan tampilan aplikasi pada saat percobaan sistem di sisi sensor suhu dan kelembapan udara. Suhu yang ditampilkan pada gambar merupakan pengambilan data pada siang hari dimana suhu sedang sangat panas. Didapatkan nilai pembacaan suhu 29°C.

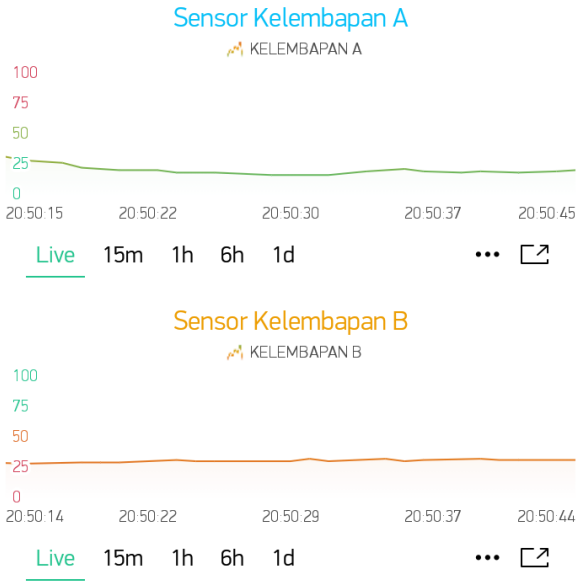


Gambar 4.9 *Pengujian sistem pada pendeteksian suhu dan kelembapan udara*

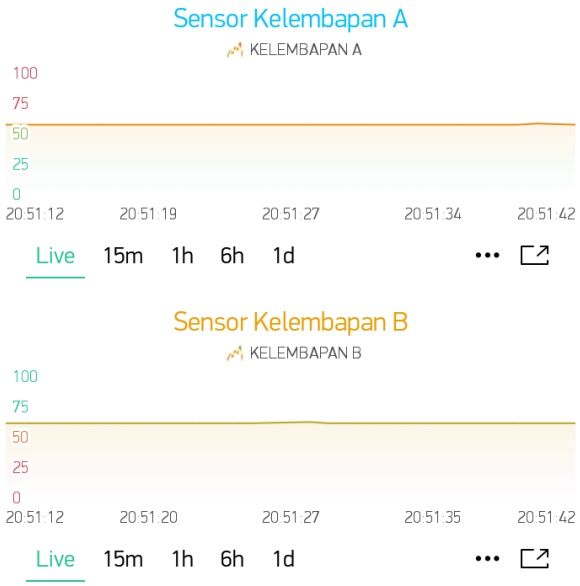
3. Kelembapan Tanah

Tingkat kelembapan tanah merupakan parameter terakhir yang menjadi fokus penelitian dimana keluaran dari pembacaan ini merupakan status motor pompa yang berfungsi sebagai perantara penyiraman tanaman. Merujuk pada tabel 2.6 dimana tanaman tomat memerlukan kelembapan antara 60 – 80% maka sistem akan otomatis mendeteksi tingkat kelembapan dan apabila nilai yang terbaca menyentuh batas minimal (20%) maka otomatis pula pompa motor akan aktif sampai menyentuh ambang batas atas (70%) setelah melewati batas atas pompa akan mati. Pada tabel 4.8 diatas nilai batas bawah tercatat pada pukul 12:00 siang namun karena pembacaan sensor tidak mencapai ambang bawah maka pompa tidak hidup. Kelembapan akan semakin menurun terhadap waktu, dimana pada tabel tersebut terlihat pada jam-jam tertentu nilai kelembapan tanah terus menurun. Dapat disimpulkan pada percobaan ini bahwa meskipun batas bawah di set pada 20%, namun selama percobaan 24 jam nilai kelembapan tanah tidak mencapai nilai batas bawah. Hal tersebut bisa dikarenakan beberapa faktor yaitu sensor yang digunakan memang mendeteksi tidak keseluruhan tanah, dan faktor kelembapan udara yang tinggi pada malam hari mengakibatkan tanah tetap dalam kondisi lembap. Namun karena sebelum pengukuran tanaman tomat sudah terlebih dahulu disiram air, dan selama 24 jam tanah menurun kelembapan nya maka waktu ideal penyiraman adalah sehari sekali. Gambar 4.10 merupakan grafik percobaan pengukuran tingkat

kelembapan tanah <30%, dan gambar 4.11 tingkat kelembapan tanah <70%



Gambar 4.10 *Tingkat Kelembapan <30%*



Gambar 4.11 *Tingkat Kelembapan <70%*

4. Notifikasi Sistem

Notifikasi sistem merupakan hasil akhir dari penelitian dimana pada notifikasi ini mengirimkan kepada aplikasi pengguna apakah objek penelitian dalam hal ini tanaman t omat apakah ekosistem didalamnya seperti kelembapan tanah, suhu udara dan pH sedang kekurangan pupuk, kekurangan air atau dalam keadaan ideal dan notifikasi nya akan diterima pengguna aplikasi dalam bentuk teks LCD. Pada ujung tabel 4.8 menampilkan kolom notifikasi dimana keadaan tersebut akan tercapai apabila kondisi-kondisi dari masukan parameter sesuai dengan set-point, maka tabel 4.9 merupakan set point untuk memunculkan notifikasi ekosistem tanaman.

Tabel 4.9 Set-point kondisi keluaran notifikasi

Kondisi Masukan		Notifikasi Keluaran
Kelembapan Tanah (%)	pH Tanah	
<30	>5.5 && <7.2	Kekurangan Air
>30 && <80	>7.2	Kekurangan Pupuk Asam
>30 && <80	<5.5	Kekurangan Pupuk Basa
>30 && <80	>5.5 && <7.2	Tanah Ideal