

BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

6.1 Pengujian

Pada tahap pengujian sistem terdapat 4 tahapan yaitu, pengujian pada sensor ultrasonik, pengujian pada sensor Waterflow, pengujian sistem dalam mengisi bak mandi, dan yang terakhir pengujian logika fuzzy pada sistem. Untuk pengujian sensor menggunakan alat ukur manual dimana untuk pengujian sensor ultrasonik menggunakan penggaris, sedangkan untuk pengujian sensor waterflow menggunakan gelas ukur. Sedangkan untuk pengujian logika fuzzy menggunakan *software* MATLAB dengan cara *output* pada sistem akan dibandingkan dengan *output* sistem pada MATLAB.

Untuk menentukan hasil selisih pengukuran didapat dari hasil pembacaan pengukuran nilai sensor dan pengukuran manual menggunakan rumus pada persamaan 6.1 berikut.

$$\text{Selisih pengukuran} = (\text{pembacaan nilai sensor} - \text{pengukuran manual}) \quad (6.1)$$

Untuk menentukan hasil *Persentase Error* pada sistem menggunakan rumus pada persamaan 6.2 berikut.

$$\text{Persentase Error} = \frac{\text{Selisih Pengukuran}}{\text{Pembacaan alat ukur manual}} \times 100\% \quad (6.2)$$

Untuk menentukan hasil Akurasi pada sistem menggunakan rumus pada persamaan 6.3 berikut.

$$\text{Akurasi} = 100\% - \left(\frac{|\text{nilai dari sensor} - \text{nilai dari alat ukur}|}{\text{nilai dari alat ukur}} \times 100\% \right) \quad (6.3)$$

Untuk menghitung rata-rata *Persentase Error* pada sistem menggunakan rumus pada persamaan 6.4 berikut.

$$\text{Rata - Rata Persentase Error} = \frac{\text{jumlah persentase error}}{\text{jumlah banyaknya data}} \quad (6.4)$$

Sedangkan, untuk menghitung rata-rata akurasi pada sistem menggunakan rumus pada persamaan 6.5 berikut.

$$\text{Rata - Rata Akurasi} = \frac{\text{jumlah akurasi}}{\text{jumlah banyaknya data}} \quad (6.5)$$

6.1.1 Pengujian Sensor Ultrasonik

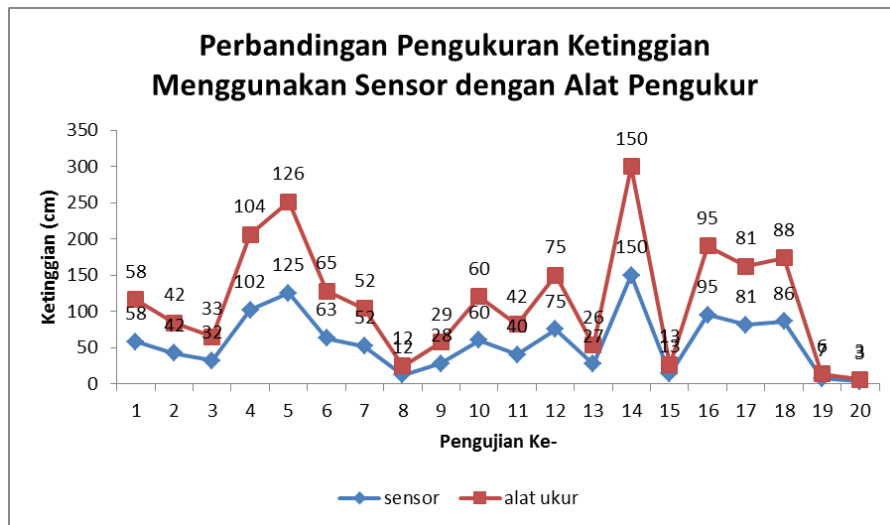
Pengujian sensor ultrasonik dilakukan bertujuan untuk menghitung akurasi sensor saat mendeteksi ketinggian suatu level air pada bak mandi. Selain itu, untuk mengetahui berapa persen error sensor ultrasonik diterapkan pada sistem. Alat yang digunakan untuk melakukan proses pengujian menggunakan penggaris, pada pengujian sensor ultrasonik dilakukan sebanyak 20 kali pengujian.

Tabel 6.1 merupakan tabel *Persentase Error* dan akurasi pembacaan ketinggian pada sensor ultrasonik dengan penggaris dan Gambar 6.1 merupakan grafik perbandingan data ketinggian pada Sensor Ultrasonik dengan penggaris. *Persentase Error* dihitung menggunakan rumus persamaan 6.2 dan akurasi dihitung menggunakan rumus pada persamaan 6.3.

Tabel 6.1 *Persentase Error* dan Akurasi pembacaan ketinggian pada Sensor Ultrasonik dengan penggaris

No.	Nilai Ketinggian pada Sensor Ultrasonik (cm)	Nilai Ketinggian pada Penggaris (cm)	<i>Persentase Error %</i>	Akurasi %
1	58	58	0	100
2	42	42	0	100
3	32	33	3,03	96,97
4	102	104	1,92	98,08
5	125	126	0,79	99,21
6	63	65	3,07	96,93
7	52	52	0	100
8	12	12	0	100
9	28	29	3,44	96,56
10	60	60	0	100
11	40	42	4,76	95,24
12	75	75	0	100
13	27	26	3,83	96,16
14	150	150	0	100
15	13	13	0	100
16	95	95	0	100
17	81	81	0	100
18	86	88	2,27	97,73

No.	Nilai Ketinggian pada Sensor Ultrasonik (cm)	Nilai Ketinggian pada Penggaris (cm)	Persentase Error %	Akurasi %
19	7	6	16,66	83,34
20	3	3	0	100
Rata-Rata			1,98 %	98,01 %



Gambar 6.1 Perbandingan pembacaan ketinggian pada Sensor Ultrasonik dengan penggaris

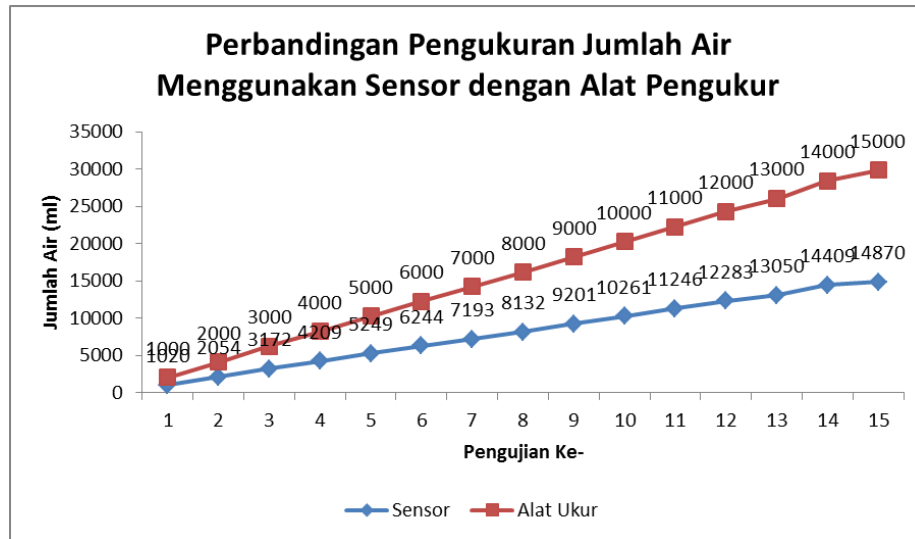
6.1.2 Pengujian Sensor *Waterflow*

Pengujian sensor *Waterflow* dilakukan bertujuan untuk menghitung akurasi sensor saat mendeteksi jumlah aliran air yang dikeluarkan pada bak mandi. Selain itu, untuk mengetahui berapa persen error sensor *Waterflow* yang telah diterapkan pada sistem. Alat yang digunakan untuk melakukan proses pengujian menggunakan gelas ukur, pada pengujian sensor *Waterflow* dilakukan sebanyak 15 kali pengujian. Dengan cara air yang sudah dikeluarkan oleh sistem dihitung menggunakan gelas ukur lalu dibandingkan dengan hasil yang sudah dibaca oleh sensor.

Tabel 6.2 merupakan tabel *Persentase Error* dan akurasi pembacaan jumlah aliran air pada sensor *Waterflow* dengan alat ukur manual menggunakan gelas ukur dan Gambar 6.2 merupakan grafik perbandingan data jumlah aliran air pada Sensor *Waterflow* dengan gelas ukur. *Persentase Error* dihitung menggunakan rumus persamaan 6.2 dan akurasi dihitung menggunakan rumus pada persamaan 6.3.

Tabel 6.2 Persentase Error dan Akurasi pembacaan jumlah aliran air pada Sensor *waterflow* dengan gelas ukur

No.	Nilai Jumla Air pada Sensor <i>Waterflow</i> (ml)	Nilai Jumlah aliran air pada Gelas Ukur (ml)	<i>Persentase Error %</i>	Akurasi %
1	1020	1000	2,00	98,00
2	2054	2000	2,70	97,30
3	3172	3000	5,73	94,27
4	4209	4000	5,22	94,77
5	5249	5000	4,98	95,02
6	6244	6000	4,06	95,93
7	7193	7000	2,75	97,25
8	8132	8000	1,65	98,35
9	9201	9000	2,23	97,77
10	10261	10000	2,61	97,39
11	11246	11000	2,23	97,77
12	12283	12000	2,35	97,65
13	13050	13000	0,38	99,62
14	14409	14000	2,92	97,08
15	14870	15000	0,86	99,13
Rata-Rata			2,84 %	97,15 %



Gambar 6.2 Grafik perbandingan data jumlah aliran air pada Sensor *Waterflow* dengan gelas ukur

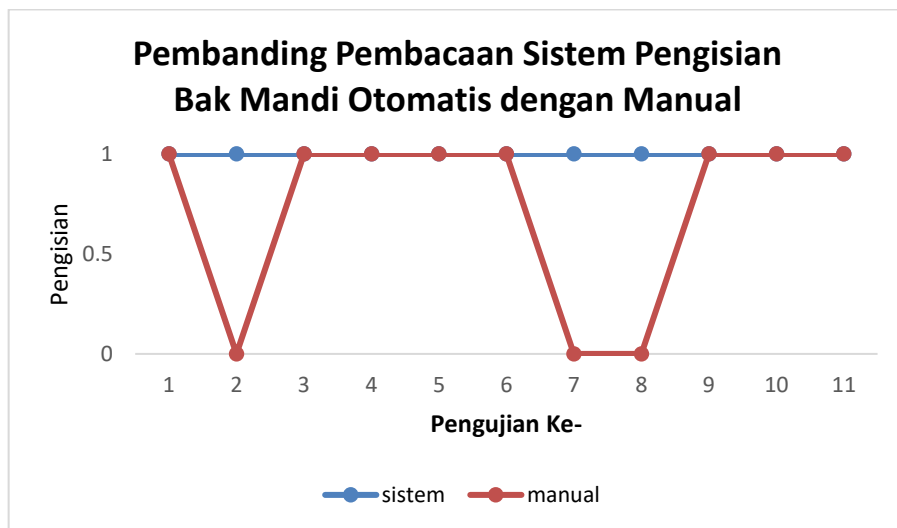
6.1.3 Pengujian Pengisian Bak Mandi

Pengujian pengisian dilakukan bertujuan untuk mengetahui seberapa akurat sistem yang dibuat untuk mengisi suatu bak mandi dengan memperhatikan sistem kerja pompa, solenoid valve (kran), dan relay. Pengujian pada pengisian bak mandi dilakukan sebanyak 11 kali yang mana pengujian ini dilakukan dengan membandingkan kondisi pompa dan kran pada system yang dibuat dengan kondisi nyata yang seharusnya dilakukan pada bak mandi saat kondisi air habis, normal, dan penuh. Hasil pengujian pengisian dapat dilihat pada Tabel 6.3 dan gambar 6.3. Nilai 1 mempresentasikan pengisian sesuai dan nilai 0 mempresentasikan pengisian tidak sesuai.

Tabel 6.3 Akurasi Pembacaan Sistem Pengisian Bak Mandi Otomatis dengan Manual

No.	Kondisi Level Air	Pompa	Kran	Keterangan	Kesesuaian	Akurasi
1.	<i>High</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	Tidak Mengisi	Sesuai	100 %
2.	<i>High</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	Mengisi	Tidak Sesuai	0%
3.	Normal	<i>On</i>	<i>On</i>	Mengisi	Sesuai	100 %
4.	Normal	<i>On</i>	<i>On</i>	Mengisi	Sesuai	100 %
5.	<i>High</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	Tidak Mengisi	Sesuai	100 %
6.	<i>Low</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	Mengisi	Sesuai	100 %

No.	Kondisi Level Air	Pompa	Kran	Keterangan	Kesesuaian	Akurasi
7.	High	On	On	Mengisi	Tidak Sesuai	0%
8.	High	On	On	Mengisi	Tidak Sesuai	0%
9.	Low	On	On	Mengisi	Sesuai	100 %
10.	Low	On	On	Mengisi	Sesuai	100 %
11	Normal	On	On	Mengisi	Sesuai	100%
Rata – Rata						80%



Gambar 6.3 Perbandingan pembacaan sistem pengisian bak mandi otomatis dengan manual

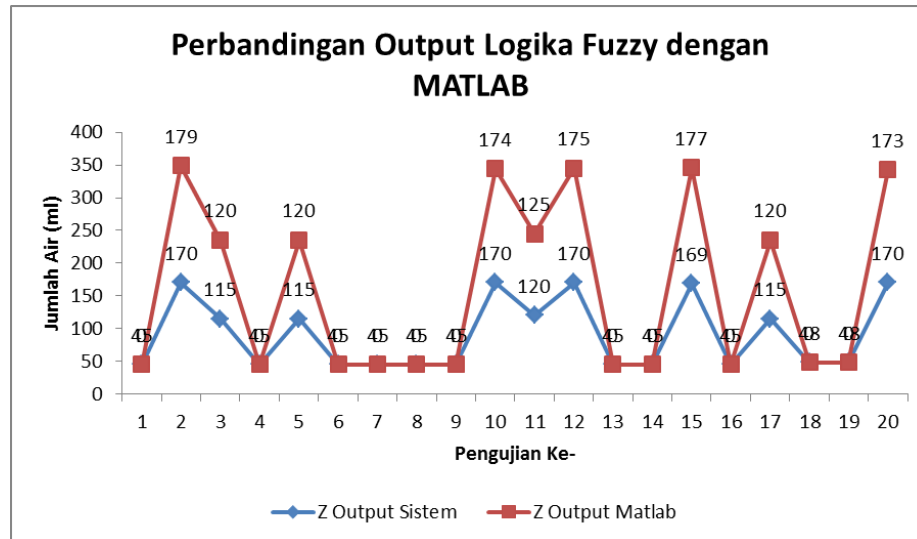
6.1.4 Pengujian Logika Fuzzy Beserta Output Z

Pengujian logika Fuzzy pada sistem pengisian bak mandi bertujuan untuk mengetahui seberapa sesuaikah sistem yang telah dibuat dengan logika fuzzy. Selain itu, untuk mengetahui berapa persen akurasi dan error sistem saat dijalankan pada suatu bak mandi. Pengujian logika Fuzzy beserta *output Z* sistem menggunakan MATLAB, yang mana pengujian dilakukan sebanyak 20 kali pengujian. Pada tabel 6.4 ditunjukkan LA (level air), VB (Volume Bak), JA (Jumlah aliran Air), dan ZD (Z Durasi Output).

Tabel 6.4 merupakan tabel pengujian logika Fuzzy beserta *output z* dan Gambar 6.4 merupakan grafik perbandingan pembacaan *output* sistem dengan menggunakan MATLAB. *Persentase Error* dihitung menggunakan rumus persamaan 6.2 dan akurasi dihitung menggunakan rumus pada persamaan 6.3.

Tabel 6.4 Persentase Error dan Akurasi logika Fuzzy Pada Sistem Menggunakan MATLAB

No.	LA	VB	JA	Z Output Sistem	Z Output MATLAB	Persentase Error %	Akurasi %
1	6	120	5	45	40,3	11,66	88,34
2	119	120	7	170	179	5,02	94,97
3	44	150	7	115	120	4,16	95,83
4	15	150	5	45	42,8	5,14	94,86
5	46	150	6	115	120	4,16	95,83
6	6	224	4	45	40,6	10,83	89,17
7	19	224	5	45	42,3	6,38	93,62
8	20	224	1	45	42,8	5,14	94,86
9	14	224	3	45	40,6	10,83	89,17
10	71	224	6	170	174	2,29	97,71
11	60	315	2	120	125	4,00	96,00
12	84	315	1	170	175	2,85	97,15
13	16	315	4	45	44,6	0,89	99,11
14	7	150	5	45	42,8	5,14	94,86
15	99	344	1	169	177	4,51	95,49
16	23	344	2	45	44,4	1,35	98,65
17	38	344	2	115	120	4,16	95,83
18	25	63	1	48	53,4	10,11	89,89
19	24	344	1	48	48,7	1,43	98,57
20	68	150	6	170	173	1,73	98,27
Rata-Rata						5,08 %	94,90 %



Gambar 6.4 Perbandingan pembacaan *output* logika Fuzzy dengan MATLAB

6.2 Analisis

6.2.1 Analisis Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Setelah melakukan pengujian sebanyak 20 kali pada sensor ultrasonik seperti tabel 6.1 ditunjukkan hasil *Persentase Error* untuk sensor ultrasonik sebesar 1,98 % dan untuk hasil persentase akurasi sensor ultrasonik sebesar 98,01 %. Pada gambar 6.1 dapat dilihat perbandingan pengukuran dari sensor ultrasonik dengan alat ukur manual yaitu penggaris hasil pengukuran terdapat perbedaan namun memiliki tingkat error dan akurasi yang cukup baik. Hasil pengukuran dari sensor dan pengukuran menggunakan alat secara manual berbeda, ini disebabkan karena sensor yang kemungkinan tidak dalam keadaan peletaan yang kurang tepat, karena sensor ultrasonik jika diletakkan sedikit miring atau tidak tepat ini menimbulkan data yang kurang akurat atau kurang tepat.

6.2.2 Analisis Hasil Pengujian Sensor Waterflow

Setelah melakukan pengujian sebanyak 15 kali pada sensor Waterflow seperti tabel 6.2 ditunjukkan hasil *Persentase Error* untuk sensor Waterflow sebesar 2,84% dan untuk hasil persentase akurasi sensor Waterflow sebesar 97,15 %. Pada gambar 6.2 dapat dilihat perbandingan pengukuran dari sensor Waterflow dengan alat ukur manual yaitu gelas ukur hasil pengukuran terdapat perbedaan namun memiliki tingkat error dan akurasi yang cukup baik. Hasil pengukuran dari sensor dan pengukuran menggunakan alat secara manual berbeda, ini disebabkan karena aliran air yang melewati sensor kecepatan dan banyaknya air yang lewat pada rotor sensor Waterflow berbeda.

6.2.3 Analisis Hasil Pengujian Pengisian

Setelah melakukan pengujian sebanyak 11 kali pada bak mandi seperti tabel 6.3 ditunjukkan hasil persentase akurasi sistem dapat bekerja dengan mengacu pada pompa, relay, dan solenoid valve (kran) sebesar 80 %. Pada gambar 6.3 dapat dilihat perbandingan pembacaan sistem pengisian bak mandi otomatis dengan

pengisian manual yaitu dengan mempresentasikan Nilai 1 berarti pengisian sesuai dan nilai 0 berarti pengisian tidak sesuai. pembacaan terdapat perbedaan pada saat kondisi *high* namun memiliki akurasi yang cukup baik. Hasil pembacaan kondisi pengisian bak mandi secara otomatis dan secara manual berbeda, ini disebabkan karena pengisian yang dilakukan oleh sistem mengacu pada kode program yang sudah di definisikan *range* kondisi level *high*, *normal*, dan *low*, namun pada pengisian bak mandi manual hanya mengacu pada kondisi keadaan level air habis atau penuh.

6.2.4 Analisis Hasil Pengujian Logika Fuzzy Beserta Output Z

Dari hasil pengujian yang dilakukan sebanyak 20 kali pada *output* sistem dengan menerapkan logika Fuzzy dan dibandingkan dengan *output* MATLAB seperti tabel 6.4 ditunjukkan hasil *Persentase Error* untuk logika Fuzzy sebesar 5,08% dan untuk hasil persentase akurasi logika Fuzzy sebesar 94,90%. Pada gambar 6.4 dapat dilihat perbandingan nilai *output Z* dari sistem yang telah dibuat dengan menggunakan *software* MATLAB terdapat perbedaan namun memiliki tingkat error dan akurasi yang cukup baik. Hasil pengukuran *output* dari sistem menggunakan logika Fuzzy berbeda dengan *output* MATLAB, ini disebabkan karena perbedaan batas penulisan *range*. Penulisan *range* pada *software* arduino IDE di tiap variabel *input* dan *output* dituliskan (\leq) kurang dari dan (\geq) lebih dari, sedangkan penulisan *range* pada *software* MATLAB tepat dan jelas tanpa adanya penambahan operasi (\leq) kurang dari dan (\geq) lebih dari.