

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Uji Fungsionalis Komponen

Uji fungsionalis komponen bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh perangkat keras (*hardware*) yang digunakan dalam sistem pengisian botol air mineral 330 ml dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya masing-masing. Sebelum sistem dirakit secara keseluruhan, penting untuk melakukan pengujian secara individual terhadap setiap komponen agar diketahui kondisi dan kelayakannya. Hal ini dilakukan untuk mencegah kegagalan sistem secara menyeluruh akibat salah satu komponen yang tidak berfungsi optimal. Komponen yang diuji meliputi power supply, sensor proximity E18-D80NK, dan motor DC yang berperan dalam mendukung proses kerja otomatisasi sistem pengisian.

Pengujian dilakukan dalam kondisi lingkungan yang dikendalikan, dengan parameter yang sesuai spesifikasi teknis dari masing-masing komponen. Pada power supply, dilakukan pengecekan terhadap kestabilan tegangan output serta kemampuannya untuk memberikan arus sesuai kebutuhan rangkaian. Sensor proximity diuji untuk mendeteksi keberadaan botol secara presisi agar proses pengisian hanya terjadi saat botol berada pada posisi yang benar.

Hasil dari uji fungsionalis ini menjadi dasar bagi kelayakan sistem untuk melanjutkan ke tahap perakitan menyeluruh dan integrasi komponen ke dalam sistem utama. Jika terdapat komponen yang gagal pada tahap ini, maka perlu dilakukan penggantian atau penyesuaian konfigurasi agar sistem dapat bekerja sesuai rancangan. Harapannya, seluruh komponen dapat menunjukkan performa yang stabil dan responsif, sehingga dapat menjamin keandalan sistem pengisian otomatis secara keseluruhan. Uji fungsionalis ini juga memudahkan proses troubleshooting di kemudian hari, karena setiap komponen telah tervalidasi sebelumnya.

4.1.1 Pengujian Power Supply

Power supply merupakan sumber energi utama dalam sistem pengisian otomatis ini. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa power supply mampu memberikan tegangan yang sesuai dan stabil terhadap seluruh komponen sistem, seperti mikrokontroler Arduino Mega 2560, sensor proximity, motor DC, dan sensor waterflow. Stabilitas tegangan sangat penting agar tidak terjadi gangguan seperti reset otomatis atau kesalahan sinyal selama proses pengisian berlangsung.



(a) Tegangan Input VAC



(b) Tegangan Output VDC

Gambar 4. 1 Pengujian Power Supply

Pengujian dilakukan dengan menggunakan multimeter digital untuk memantau besarnya tegangan output pada kondisi tanpa beban dan saat beban diberikan. Tegangan yang diuji adalah 12V dengan 3 kali pengujian dan apakah terdapat eror atau tidak, sesuai kebutuhan masing-masing komponen. Pengujian juga mencakup pengamatan terhadap kestabilan tegangan ketika sistem bekerja secara simultan, misalnya saat motor dan sensor aktif bersamaan, berikut data pengujian power supply yang sudah dilakukan:

Tabel 4. 1 Data Pengujian Fungsionalis Power Supply

Pengujian	V Input (VAC)	V Output (VDC)	V Spesifikasi (VDC)	Error
1.	225	12	12	0
2.	225	12	12	0
3.	225	12	12	0
Rata-Rata Error (%)				0%

Hasil pengujian menunjukkan bahwa power supply mampu memberikan tegangan yang stabil dan sesuai spesifikasi. Tegangan tidak mengalami fluktuasi yang berarti saat beban berubah, baik saat komponen bekerja sendiri-sendiri maupun secara bersamaan. Dengan demikian, power supply ini layak digunakan untuk menopang seluruh sistem dan menjamin kinerja yang andal dalam aplikasi pengisian botol otomatis.

4.1.2 Pengujian Sensor Proximity E18-D80NK

Sensor proximity E18-D80NK digunakan untuk mendeteksi keberadaan botol pada posisi pengisian. Sensor ini sangat penting karena berfungsi sebagai pemicu awal proses, memastikan air hanya dialirkan saat botol benar-benar berada di tempat yang sesuai. Oleh karena itu, pengujian difokuskan pada kemampuan sensor dalam mendeteksi objek pada jarak tertentu dan responsivitasnya terhadap perubahan.

Pengujian dilakukan dengan mendekatkan dan menjauhkan objek ke sensor pada jarak antara 3 cm hingga 7 cm. Sensor memberikan output berupa sinyal logika *LOW* ketika objek terdeteksi, dan *HIGH* saat tidak ada objek. Dari hasil pengujian, sensor menunjukkan kinerja yang baik dalam rentang jarak tersebut, dengan deteksi paling akurat dan stabil berada di sekitar 5 cm. Sensor juga memberikan respons yang cepat dan tidak mengalami delay dalam pengiriman sinyal.



(a) Jarak 3 cm



(b) Jarak 4 cm



(c) Jarak 5 cm



(d) Jarak 6 cm



(e) Jarak 7 cm

Gambar 4. 2 Pengujian Proximity

Dari Gambar 4.2 tersebut dapat dilihat bahwa pengujian dilakukan dengan seakurat mungkin menggunakan pengukuran manual dengan mistar agar mendapatkan hasil yang maksimal dalam penggunaan sensor di sistem ini, karena sensor proximity ini tentunya akan sangat mempengaruhi hasil dan kinerja alat pengisian air mineral otomatis ini, karena sensor ini yang nantinya akan memerintahkan sistem untuk mengisi air ketika mendeteksi adanya botol, sehingga dihasilkan data pengujian sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Sensor Proximity E18-D80NK

Pengujian	Putaran Potensiometer	Jarak Deteksi (cm)	Indikator led sensor proximity	Kondisi
1.	$\pm 3^\circ$	3	Hidup	Objek Terdeteksi
2.	$\pm 3^\circ$	4	Hidup	Objek Terdeteksi
3.	$\pm 3^\circ$	5	Hidup	Objek Terdeteksi
4.	$\pm 3^\circ$	6	Hidup	Objek Terdeteksi
5.	$\pm 3^\circ$	7	Mati	Tidak ada Objek

Berdasarkan hasil tersebut, sensor proximity dinyatakan layak digunakan dalam sistem pengisian otomatis ini. Kemampuannya dalam mendeteksi objek secara presisi sangat mendukung keandalan sistem agar tidak terjadi pengisian saat botol tidak tersedia. Penyesuaian sensitivitas juga memungkinkan pengoptimalan sensor di lingkungan penggunaan sebenarnya.

4.1.3 Pengujian Motor DC

Motor DC digunakan sebagai penggerak conveyor dalam sistem pengisian, memastikan botol bergerak secara teratur ke posisi *nozzle* untuk dilakukan proses pengisian otomatis. Pengujian dilakukan untuk mengetahui tegangan kerja optimal yang mampu menghasilkan performa motor yang stabil. Pengujian ini juga mencakup evaluasi terhadap sensor, serta pengaruhnya terhadap ketepatan posisi akhir botol, dalam berbagai variasi tegangan input.

Tabel 4. 3 Tegangan Input 12V

Pengujian	Tegangan Input (V)	Kondisi Motor DC		Posisi Botol Pada Nozzle Pengisian
		Proximity Tidak Deteksi Objek	Proximity Deteksi Objek	
1.	12	ON	OFF	Tidak Tepat
2.	12	ON	OFF	Tidak Tepat
3.	12	ON	OFF	Tidak Tepat
4.	12	ON	OFF	Tidak Tepat
5.	12	ON	OFF	Tidak Tepat

Tabel 4. 4 Tegangan Input 8V

Pengujian	Tegangan Input (V)	Kondisi Motor DC		Posisi Botol Pada Nozzle Pengisian
		Proximity Tidak Deteksi Objek	Proximity Deteksi Objek	
1.	8	ON	OFF	Tepat
2.	8	ON	OFF	Tepat
3.	8	ON	OFF	Tepat
4.	8	ON	OFF	Tepat
5.	8	ON	OFF	Tepat

Tabel 4. 5 Tegangan Input 6V

Pengujian	Tegangan Input (V)	Kondisi Motor DC		Posisi Botol Pada Nozzle Pengisian
		Proximity Tidak Deteksi Objek	Proximity Deteksi Objek	
1.	6	ON	OFF	Tidak Tepat
2.	6	ON	OFF	Tidak Tepat
3.	6	ON	OFF	Tepat
4.	6	ON	OFF	Tidak Tepat
5.	6	ON	OFF	Tepat

Sesuai Tabel di atas, motor diuji dengan suplai tegangan antara 6 volt hingga 12 volt. Hasil pengujian menunjukkan bahwa motor mulai mampu menggerakkan conveyor pada tegangan 6 volt, namun pergerakan botol belum lancar dan cenderung kurang stabil. Pada tegangan 8 volt, sistem menunjukkan kinerja paling stabil, di mana botol dapat berpindah dengan lancar dan berhenti tepat di posisi pengisian sesuai yang diharapkan. Pemberian tegangan di atas 12 volt menyebabkan gerakan conveyor menjadi terlalu cepat, sehingga botol sulit dikendalikan dan cenderung melewati posisi pengisian secara tidak tepat, yang berisiko mengganggu akurasi pengisian.

Dengan demikian, tegangan kerja yang dipilih untuk implementasi sistem adalah 8 volt karena menghasilkan kinerja conveyor yang paling stabil. Pada tegangan ini, motor mampu menggerakkan botol secara konsisten menuju posisi pengisian.

4.2 Uji sistem pengisian

Pengujian sistem pengisian air menggunakan sensor *waterflow* YF-S201 dilakukan untuk memvalidasi akurasi pengukuran volume pada berbagai set *point* volume. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan volume air yang diukur oleh sistem dengan volume sebenarnya dan menghitung persentase kesalahan (*error percentage*). Rentang volume yang diuji adalah dari 30 mL hingga 330 mL.

4.2.1 Pengukuran 30 mL

Tabel 4. 6 Menggunakan Delay (Set Point 0,410 Detik)

Percobaan	Volume (ml)	Hasil Pengukuran Volume (ml)	Error %	Hasil Pulse
1	30	30	0	11
2	30	31	3,33	10
3	30	30	0	11
4	30	30	0	11
5	30	30	0	10

Pada pengujian volume 30 mL, sistem dikalibrasi dengan delay 0,410 detik. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa dari lima kali percobaan, empat di antaranya berhasil mengukur volume 30 mL dengan akurasi 0% kesalahan. Hanya satu percobaan yang menunjukkan hasil pengukuran 31 mL dengan kesalahan 3,33%.



Gambar 4. 3 Nilai Pulse yang Terbaca Pada Pengukuran 30 mL

Tabel 4. 7 Menggunakan Water Flow Sensor yf-s201 (set point 11 pulse)

Percobaan	Volume (ml)	Hasil Pengukuran Volume (ml)	Error %
1	30	30	0
2	30	30	0
3	30	31	3,33
4	30	31	3,33
5	30	30	0

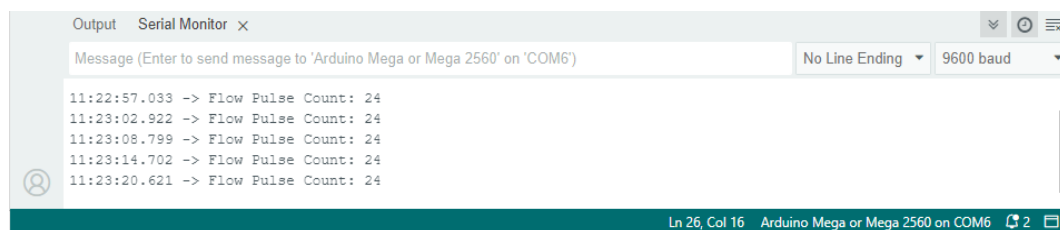
Kemudian pengujian menggunakan set *point* 11 *pulse* pada sensor *waterflow* YF-S201, hasil pengukuran volume menunjukkan akurasi yang baik, dengan tiga dari lima percobaan memiliki kesalahan 0%, dan dua percobaan lainnya memiliki kesalahan 3,33%. Rata-rata volume yang terukur adalah 30,2 mL dengan rata-rata *pulse* adalah 10,6 *pulse*. Dari data ini, faktor kalibrasi yang didapatkan menggunakan rumus (2.1) yaitu sebesar 2,849 mL/pulse.

4.2.2 Pengukuran 60 mL

Tabel 4. 8 Menggunakan Delay (set point 0,850 detik)

Percobaan	Volume (ml)	Hasil Pengukuran Volume (ml)	Error %	Hasil Pulse
1	60	60	0	24
2	60	60	0	24
3	60	59	1,67	24
4	60	59	1,67	24
5	60	60	0	24

Pengujian volume 60 mL, sistem dikalibrasi dengan *delay* 0,850 detik. Hasil pengujian menunjukkan tiga dari lima percobaan memiliki kesalahan 0% dengan volume terukur tepat 60 mL dan dua percobaan lainnya menunjukkan kesalahan 1,67% dengan volume terukur 59 mL.



Gambar 4. 4 Nilai Pulse Yang Terbaca Pada Pengukuran 60 mL

Tabel 4. 9 Menggunakan Water Flow Sensor yf-s201 (set point 24 pulse)

Percobaan	Volume (ml)	Hasil Pengukuran Volume (ml)	Error %
1	60	59	1,67
2	60	60	0
3	60	59	1,67
4	60	59	1,67
5	60	60	0

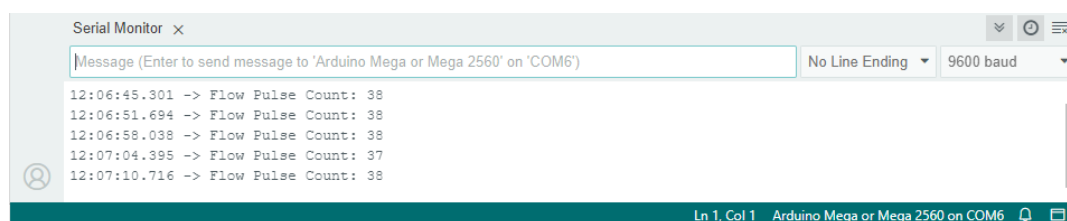
Kemudian pengujian dengan set *point 24 pulse* pada sensor YF-S201, hasil pengukuran menunjukkan tiga dari lima percobaan menunjukkan kesalahan 1,67% dengan volume terukur 59 mL dan dua percobaan lainnya menunjukkan kesalahan 0% dengan volume terukur tepat 60 mL. Rata-rata volume terukur adalah 59,6 mL dengan rata-rata *pulse* adalah 24 *pulse*. Dari data ini, faktor kalibrasi yang didapatkan menggunakan rumus (2.1) adalah 2,483 mL/pulse.

4.2.3 Pengukuran 90 mL

Tabel 4. 10 Menggunakan Delay (set point 1,3 detik)

Percobaan	Volume (ml)	Hasil Pengukuran Volume (ml)	Error %	Hasil Pulse
1	90	90	0	38
2	90	91	1,11	38
3	90	90	0	38
4	90	90	0	37
5	90	90	0	38

Pengujian volume 90 mL, sistem dikalibrasi dengan *delay* 1,3 detik. Empat dari lima percobaan menunjukkan kesalahan 0%, dengan volume terukur tepat 90 mL dan Satu percobaan lainnya menunjukkan kesalahan 1,11%, dengan volume terukur 91 mL.



Gambar 4. 5 Nilai Pulse Yang Terbaca Pada Pengukuran 90 mL

Tabel 4. 11 Menggunakan Water Flow Sensor yf-s201 (set point 38 pulse)

Percobaan	Volume (ml)	Hasil Pengukuran Volume (ml)	Error %
1	90	89	1,11
2	90	89	1,11
3	90	90	0
4	90	89	1,11
5	90	90	0

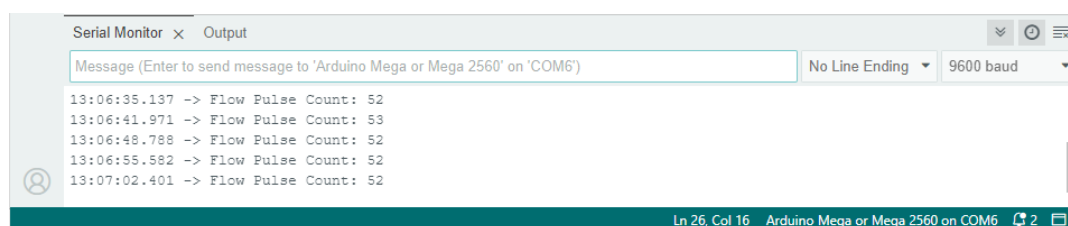
Kemudian pengujian dengan set *point* 38 *pulse* hasil pengukuran menunjukkan mayoritas percobaan memiliki kesalahan 1,11% dengan volume terukur 89 mL dan dua percobaan lainnya menunjukkan kesalahan 0% dengan volume terukur tepat 90 mL. Rata-rata volume terukur adalah 90,2 mL dengan rata-rata *pulse* adalah 37,8 *pulse*. Dari data ini, faktor kalibrasi yang didapatkan menggunakan rumus (2.1) adalah 2,386 mL/pulse.

4.2.4 Pengukuran 120 mL

Tabel 4. 12 Menggunakan Delay (set point 1,75 detik)

Percobaan	Volume (ml)	Hasil Pengukuran Volume (ml)	Error %	Hasil Pulse
1	120	120	0	52
2	120	121	0,83	53
3	120	120	0	52
4	120	121	0,83	52
5	120	120	0	52

Pengujian volume 120 mL, sistem dikalibrasi dengan *delay* 1,75 detik. tiga dari lima percobaan menunjukkan kesalahan 0%, dengan volume terukur tepat 120 mL dan dua percobaan lainnya menunjukkan kesalahan 0,83%, dengan volume terukur 121 mL.



Gambar 4. 6 Nilai Pulse Yang Terbaca Pada Pengukuran 120 mL

Tabel 4. 13 Menggunakan Water Flow Sensor yf-s201 (set point 52 pulse)

Percobaan	Volume (ml)	Hasil Pengukuran Volume (ml)	Error %
1	120	118	1,67
2	120	119	0,83
3	120	120	0
4	120	120	0
5	120	120	0

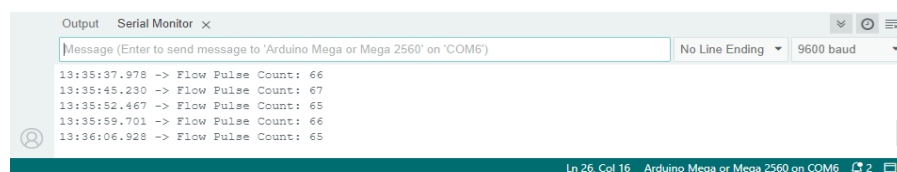
Kemudian pengujian dengan set *point 52 pulse* pada sensor, hasil pengujian menunjukkan adanya sedikit variasi kesalahan, dengan tiga percobaan menunjukan kesalahan 0% dengan volume terukur 120 mL dan sisanya menunjukkan kesalahan 0,83% dengan volume terukur 119 mL dan 1,67% dengan volume terukur 118 mL. Rata-rata volume terukur adalah 120,4 mL dengan rata-rata *pulse* adalah 52,2 *pulse*. Dari data ini, faktor kalibrasi yang didapatkan menggunakan rumus (2.1) adalah 2,306 mL/pulse.

4.2.5 Pengukuran 150 mL

Tabel 4. 14 Menggunakan Delay (set point 2,19 detik)

Percobaan	Volume (ml)	Hasil Pengukuran Volume (ml)	Error %	Hasil Pulse
1	150	150	0	66
2	150	150	0	67
3	150	150	0	65
4	150	150	0	66
5	150	149	0,67	65

Pengujian volume 150 mL, sistem dikalibrasi dengan delay 2,19 detik. Empat dari lima percobaan menunjukan kesalahan 0% dengan volume terukur tepat 150 mL dan satu percobaan lainnya menunjukan kesalahan 0,67% dengan volume terukur 149 mL.



Gambar 4. 7 Nilai Pulse Yang Terbaca Pada Pengukuran 150 mL

Tabel 4. 15 Menggunakan Water Flow Sensor yf-s201 (set point 66 pulse)

Percobaan	Volume (ml)	Hasil Pengukuran Volume (ml)	Error %
1	150	148	1,33
2	150	150	0
3	150	152	1,33
4	150	150	0
5	150	150	0

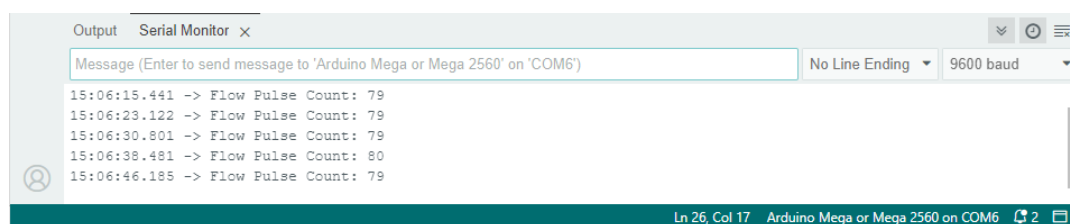
Kemudian pengujian dengan set *point* 66 *pulse* pada sensor hasil pengujian menunjukkan mayoritas akurat dengan tiga percobaan menunjukan kesalahan 0% dengan volume terukur 150 mL dan dua percobaan menunjukan kesalahan 1,33% dengan volume terukur 148 mL dan 152 mL. Rata-rata volume terukur adalah 149,8 mL dengan rata-rata *pulse* adalah 65,8 *pulse*. Dari data ini, faktor kalibrasi yang didapatkan menggunakan rumus (2.1) adalah 2,277 mL/*pulse*.

4.2.6 Pengukuran 180 mL

Tabel 4. 16 Menggunakan Delay (set point 2,625 detik)

Percobaan	Volume (ml)	Hasil Pengukuran Volume (ml)	Error %	Hasil Pulse
1	180	180	0	79
2	180	180	0	79
3	180	180	0	79
4	180	182	1,11	80
5	180	180	0	79

Pengujian volume 180 mL, sistem dikalibrasi dengan delay 2,625 detik. Empat dari lima percobaan menunjukan kesalahan 0% dengan volume terukur tepat 180 mL dan satu percobaan lainnya menunjukan kesalahan 1,11% dengan volume terukur 182 mL.



Gambar 4. 8 Nilai Pulse Yang Terbaca Pada Pengukuran 180 mL

Tabel 4. 17 Menggunakan Water Flow Sensor yf-s201 (set point 79 pulse)

Percobaan	Volume (ml)	Hasil Pengukuran Volume (ml)	Error %
1	180	178	1,11
2	180	180	0
3	180	177	1,67
4	180	179	0,56
5	180	180	0

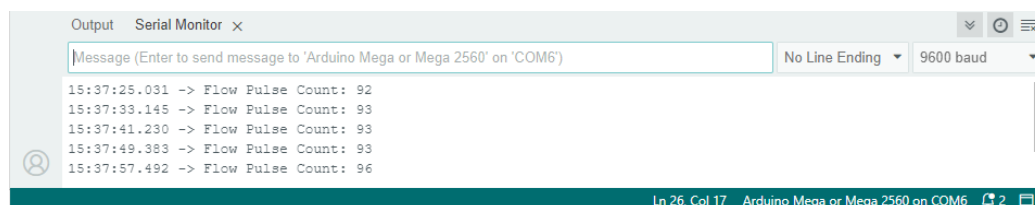
Kemudian pengujian menggunakan set *point 79 pulse* pada sensor YF-S201, hasil pengukuran menunjukkan dua percobaan memiliki kesalahan 0% dan tiga percobaan lainnya memiliki kesalahan 1,11% dengan volume terukur tepat 178 mL, 1,67% dengan volume terukur 177 mL, dan 0,56% dengan volume terukur 179 mL. Rata-rata volume yang terukur adalah 30,2 mL dengan rata-rata *pulse* adalah 79,2 *pulse*. Dari data ini, faktor kalibrasi yang didapatkan menggunakan rumus (2.1) adalah 2,277 mL/pulse.

4.2.7 Pengukuran 210 mL

Tabel 4. 18 Menggunakan Delay (set point 3,075 detik)

Percobaan	Volume (ml)	Hasil Pengukuran Volume (ml)	Error %	Hasil Pulse
1	210	209	0,48	92
2	210	210	0	93
3	210	210	0	93
4	210	210	0	93
5	210	210	0	96

Pengujian 210 mL, sistem dikalibrasi dengan delay 3,075 detik. Empat dari lima percobaan menunjukkan kesalahan 0% dengan volume terukur tepat 210 mL dan satu percobaan lainnya menunjukkan kesalahan 0,48% dengan volume terukur tepat 209 mL.



Gambar 4. 9 Nilai Pulse Yang Terbaca Pada Pengukuran 210 mL

Tabel 4. 19 Menggunakan Water Flow Sensor yf-s201 (set point 94 pulse)

Percobaan	Volume (ml)	Hasil Pengukuran Volume (ml)	Error %
1	210	207	1,43
2	210	211	0,48
3	210	212	0,95
4	210	212	0,95
5	210	212	0,95

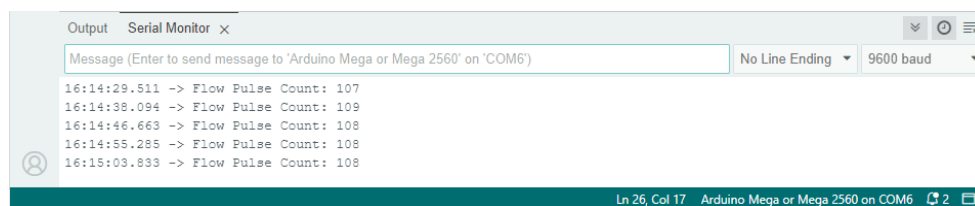
Kemudian pengujian menggunakan set *point* 94 *pulse* pada sensor *water flow* YF-S201, hasil pengukuran volume menunjukkan kesalahan bervariasi antara 0,48% dengan volume terukur 211 mL, 1,43% dengan volume terukur 207 mL dan 0,95% dengan volume terukur 212 mL. Rata-rata volume yang terukur adalah 209,8 mL dengan rata-rata *pulse* adalah 93,4 *pulse*. Dari data ini, faktor kalibrasi yang didapatkan menggunakan rumus (2.1) adalah 2,246 mL/*pulse*.

4.2.8 Pengukuran 240 mL

Tabel 4. 20 Menggunakan Delay (set point 3.53 detik)

Percobaan	Volume (ml)	Hasil Pengukuran Volume (ml)	Error %	Hasil Pulse
1	240	240	0	107
2	240	240	0	109
3	240	240	0	108
4	240	241	0,42	108
5	240	241	0,42	108

Pengujian volume 240 mL, sistem dikalibrasi dengan delay 3,53 detik. Tiga dari lima percobaan menunjukkan kesalahan 0% dengan volume yang terukur tepat 240 mL dan dua percobaan lainnya menunjukkan kesalahan 0,42% dengan volume terukur 241 mL.



Gambar 4. 10 Nilai Pulse Yang Terbaca Pada Pengukuran 240 mL

Tabel 4. 21 Menggunakan Water Flow Sensor yf-s201 (set point 108 pulse)

Percobaan	Volume (ml)	Hasil Pengukuran Volume (ml)	Error %
1	240	240	0
2	240	238	0,83
3	240	235	2,08
4	240	239	0,42
5	240	240	0

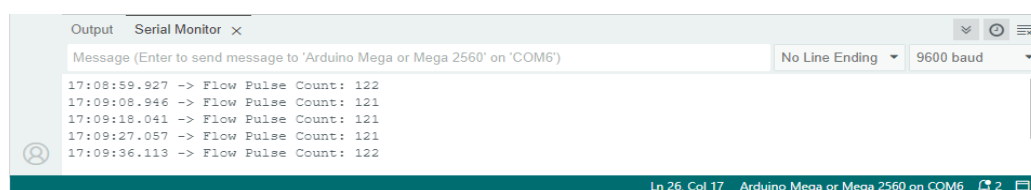
Kemudian pengujian menggunakan set *point* 108 *pulse* pada sensor *water flow* YF-S201, dua dari lima percobaan menunjukkan kesalahan 0% dengan volume terukur tepat 240 mL dan tiga percobaan lainnya menunjukkan kesalahan 0,42% dengan volume terukur 239 mL, 0,83% dengan volume terukur 238 mL, dan 2,08% dengan volume terukur 235 mL. Rata-rata volume yang terukur adalah 240,4 mL dengan rata-rata *pulse* adalah 108 *pulse*. Dari data ini, faktor kalibrasi yang didapatkan menggunakan rumus (2.1) adalah 2,226 mL/pulse.

4.2.9 Pengukuran 270 mL

Tabel 4. 22 Menggunakan Delay (set point 4 detik)

Percobaan	Volume (ml)	Hasil Pengukuran Volume (ml)	Error %	Hasil Pulse
1	270	271	0,37	122
2	270	270	0	121
3	270	270	0	121
4	270	271	0,37	121
5	270	270	0	122

Pengujian volume 270mL, sistem dikalibrasi dengan delay 4 detik. Tiga dari lima percobaan menunjukkan kesalahan 0% dengan volume terukur tepat 270 mL dan dua percobaan lainnya menunjukkan kesalahan 0,37% dengan volume terukur 271 mL.



Gambar 4. 11 Nilai Pulse Yang Terbaca Pada Pengukuran 270mL

Tabel 4. 23 Menggunakan Water Flow Sensor yf-s201 (set point 121 pulse)

Percobaan	Volume (ml)	Hasil Pengukuran Volume (ml)	Error %
1	270	271	0,37
2	270	268	0,74
3	270	270	0
4	270	269	0,37
5	270	270	0

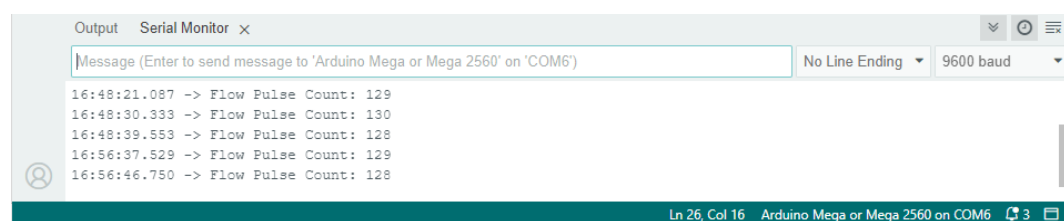
Kemudian pada pengujian dengan set *point* 121 *pulse* pada sensor, dua dari lima percobaan menunjukkan hasil kesalahan 0% dengan volume terukur tepat 270 mL. Tiga percobaan lainnya menunjukkan kesalahan 0,74% dengan volume terukur 268 mL dan 0,37% dengan volume terukur 271 mL dan 269 mL. Rata-rata volume terukur adalah 270,4 mL dengan rata-rata *pulse* 121,4 *pulse*. Dari data ini, faktor kalibrasi yang didapatkan menggunakan rumus (2.1) adalah 2,227 mL/*pulse*.

4.2.10 Pengukuran 300 mL

Tabel 4. 24 Menggunakan Delay (set point 4,25 detik)

Percobaan	Volume (ml)	Hasil Pengukuran Volume (ml)	Error %	Hasil Pulse
1	300	300	0	129
2	300	296	1,33	130
3	300	299	0,33	128
4	300	299	0,33	129
5	300	300	0	128

Pengujian volume 270mL, sistem dikalibrasi dengan delay 4,25 detik. Dua dari lima percobaan menunjukkan kesalahan 0% dengan volume terukur tepat 300 mL dan tiga percobaan lainnya menunjukkan kesalahan 0,33% dengan volume terukur 299 mL.



Gambar 4. 12 Nilai Pulse Yang Terbaca Pada Pengukuran 300 mL

Tabel 4. 25 Menggunakan Water Flow Sensor yf-s201 (set point 130 pulse)

Percobaan	Volume (ml)	Hasil Pengukuran Volume (ml)	Error %
1	300	295	1,67
2	300	298	0,67
3	300	300	0
4	300	302	0,67
5	300	299	0,33

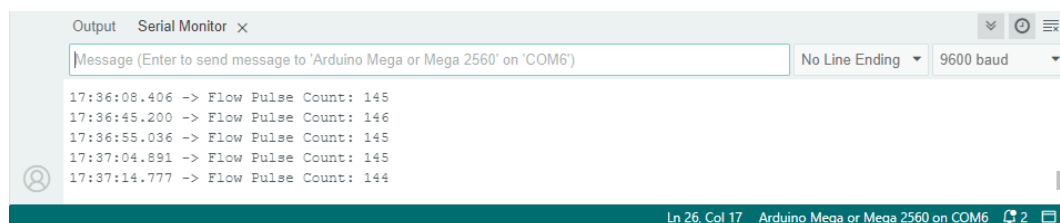
Kemudian pada pengujian dengan set *point* 130 *pulse* pada sensor, satu dari lima percobaan menunjukkan hasil kesalahan 0% dengan volume terukur tepat 300 mL. 4 percobaan lainnya menunjukkan kesalahan 1,67% dengan volume terukur 295 mL, 0,33% dengan volume terukur 299 mL dan 0,67% dengan volume teruku 298 mL dan 302 mL. Rata-rata volume terukur adalah 298,8 mL dengan rata-rata *pulse* 128,8 *pulse*. Dari data ini, faktor kalibrasi yang didapatkan menggunakan rumus (2.1) adalah 2,32 mL/*pulse*.

4.2.11 Pengukuran 330 mL

Tabel 4. 26 Menggunakan Delay (set point 4,8 detik)

Percobaan	Volume (ml)	Hasil Pengukuran Volume (ml)	Error %	Hasil Pulse
1	330	328	0,61	145
2	330	330	0	146
3	330	329	0,30	145
4	330	330	0	145
5	330	330	0	144

Pengujian volume 3300mL, sistem dikalibrasi dengan delay 4,8 detik. Tiga dari lima percobaan menunjukkan kesalahan 0% dengan volume terukur tepat 330 mL dan dua percobaan lainnya menunjukkan kesalahan 0,61% dengan volume terukur 328 mL dan 0,30% dengan volume terukur 329 mL.



Gambar 4. 13 Nilai Pulse Yang Terbaca Pada Pengukuran 330mL

Tabel 4. 27 Water Flow Sensor yf-s201 (set point 144 pulse)

Percobaan	Volume (ml)	Hasil Pengukuran Volume (ml)	Error %
1	330	330	0
2	330	328	0,61
3	330	329	0,30
4	330	330	0
5	330	330	0

Kemudian pada pengujian dengan set *point* 144 *pulse* pada sensor, tiga dari lima percobaan menunjukkan hasil kesalahan 0% dengan volume terukur tepat 330 mL. Dua percobaan lainnya menunjukkan kesalahan 0,61% dengan volume terukur 328 mL dan 0,30% dengan volume terukur 329 mL. Rata-rata volume terukur adalah 329,8 mL dengan rata-rata *pulse* 144 *pulse*. Dari data ini, faktor kalibrasi yang didapatkan menggunakan rumus (2.1) adalah 2,275 mL/*pulse*.

Berdasarkan serangkaian pengujian yang telah dilakukan pada rentang volume 30 mL hingga 330 mL, dapat disimpulkan bahwa sistem pengisian air menggunakan sensor *waterflow* YF-S201 dapat beroperasi dengan baik dan akurat. Meskipun terdapat sedikit variasi persentase kesalahan pada beberapa percobaan (maksimal 3,33% pada pengukuran 30 mL, dan 2,08% pada 240 mL), sebagian besar hasil pengukuran menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi, seringkali mencapai 0% kesalahan, terutama setelah proses kalibrasi dan penentuan *delay* yang tepat untuk setiap volume. Konsistensi dalam hasil pengukuran volume dan *pulse* menunjukkan stabilitas kinerja sensor dan program. Faktor kalibrasi yang dihitung untuk setiap volume juga cenderung stabil, menunjukkan bahwa sensor memberikan respons *pulse* yang proporsional terhadap volume air yang mengalir. Oleh karena itu, alat ini terbukti mampu mengukur dan mengeluarkan volume air dengan presisi yang memadai dalam rentang yang telah diuji.