

Rancang Bangun Alat Monitoring Pengisian Air Otomatis Berbasis IoT (*Internet of Things*)

Hafiz Dwi Febi Eriyanto*, Munaf Ismail, Eka Nuryanto Budisusila

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang

Article Info

Article history:

Submitted July 6, 2023

Accepted August 4, 2023

Published August 9, 2023

Keywords:

Sensor ultrasonik,
Blynk,
Water flow sensor

Ultrasonic sensor,
Blynk,
Water flow sensor

ABSTRACT

Tandon adalah alat untuk menampung air, tapi monitoring ketinggian air tandon tidak tersedia secara jarak jauh hanya dengan alat pelampung mekanik. Penelitian ini membuat rancang bangun alat monitoring ketinggian air, volume air yang diisi ke tandon, dan aliran air yang dikeluarkan. Pengukuran ketinggian air dan volume menggunakan sensor ultrasonik, sedangkan sensor aliran air digunakan untuk mendeteksi aliran air secara jarak jauh melalui *Internet of Things* (IoT). Alat monitoring menggunakan *smartphone* dan aplikasi Blynk dengan indikator level air, aliran air, dan volume air. Pengujian menggunakan metode kalibrasi dengan penggaris untuk sensor ultrasonik dan gelas ukur untuk volume air. Hasil pengujian sensor ultrasonik menunjukkan hasil hampir mendekati sempurna dengan rata-rata *error* untuk sensor ultrasonik tandon atas 1,74 % dan 1,25 % untuk tandon bawah. *Water flow sensor* menghasilkan *error* hasil pengujian sebesar 0,88 % atau setara dengan 27 ml. Pada pengujian LCD menunjukkan hasil yang mendekati akurat dengan tampilan pada aplikasi Blynk hanya berbeda pada bilangan desimal. Sementara itu untuk pengukuran volume air tandon mendekati hasil pengukuran manual dengan *error* sebesar 0,099 % dan 0,9 %.

A reservoir is a tool to hold water, but monitoring the water level of the reservoir is not available remotely with only a mechanical float device. This research creates a tool to monitor the water level, the volume of water filled into the reservoir, and the flow of water released. Measurement of water level and volume uses ultrasonic sensors, while water flow sensors are used to detect water flow remotely through the internet of things (IoT). The monitoring tool uses a smartphone and Blynk application with indicators of water level, water flow, and water volume. The test uses calibration method with ruler for ultrasonic sensor and measuring cup for water volume. The ultrasonic sensor test results show almost perfect results with an average error for the upper tank ultrasonic sensor of 1,75% and 1,25% for the lower tank. The water flow sensor produces a test result error of 0,88% or equivalent to 27 ml, in LCD testing shows results that are close to accurate with the display in the Blynk application only different in decimal numbers. Meanwhile, the measurement of reservoir water volume is close to the results of manual measurements with an error of 0.099% and 0.9%.



Corresponding Author:

Hafiz Dwi Febi Eriyanto,

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang

Jl. Kaligawe Raya Km. 4, Terboyo Kulon, Kec. Genuk, Kota Semarang, Jawa Tengah 50112

Email: *hafiz_dwi@std.unissula.ac.id

1. PENDAHULUAN

Air merupakan sebuah unsur senyawa yang penting bagi manusia, manusia membutuhkan air dalam kehidupan sehari-hari [1]. Untuk mencegah kekurangan air maka dibangunlah tandon air untuk menyimpan cadangan air. Tapi saat sekarang tidak tersedianya informasi untuk memberikan indikator ketinggian air yang akurat pada tandon air dapat mengakibatkan kurangnya cadangan air yang dimiliki. Saat ini untuk mengetahui ketinggian air tandon menggunakan pelampung air yang bekerja secara mekanik sehingga tidak dapat dimonitoring secara berkala.

Dengan melihat referensi mengenai sistem pengaman pompa air dengan menggunakan *water flow sensor* dan IoT yang digunakan untuk monitoring dari Muhamad Faisol dari Universitas Islam Sultan Agung Semarang [2]. Dengan berkembangnya teknologi yang begitu pesat, dilakukan sebuah inovasi untuk mengatasi masalah tersebut dengan mengembangkan sebuah sistem dari penelitian tersebut yaitu dengan memanfaatkan *water flow sensor* dan sensor ultrasonik yang dijalankan dengan mikrokontroler agar menjadi sebuah alat yang bisa mendeteksi debit aliran dan juga dapat mendeteksi level air pada tandon bawah dan atas, dan dengan menambahkan fungsi dari IoT [3] untuk mengetahui berapa volume air pada tandon dan dapat dimonitoring secara *mobile*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah alat yang dapat mendeteksi aliran air, level air secara otomatis dan dapat mengetahui volume air pada tandon atas menggunakan IoT untuk monitoring secara jarak jauh. Manfaat dari penelitian ini untuk mengetahui level air pada tandon dan kondisi pompa apakah bekerja dengan mengalirkan air atau tidak, serta mengetahui volume air yang berada pada tandon atas. Penelitian ini juga dilakukan dengan mengembangkan beberapa penelitian sebelumnya yaitu penelitian pengamanan pompa air dengan *water flow sensor* [2], tandon air otomatis menggunakan Arduino Uno yang dapat dikontrol menggunakan *bluetooth* [4] dan sistem monitoring penggunaan air PDAM [5] dengan Arduino Uno [6]

2. METODE PENELITIAN

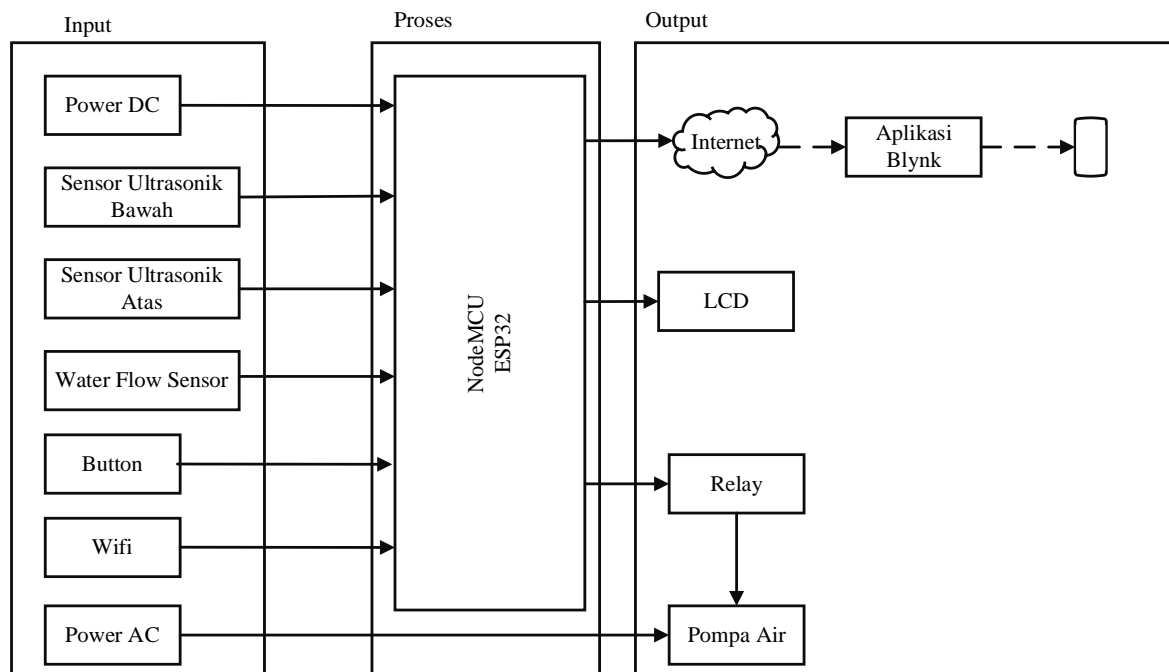
Penelitian ini dilakukan untuk mempermudah monitoring ketinggian air pada tandon, untuk mengetahui volume air, dan untuk mencegah pompa bekerja tanpa beban.

2.1 Deskripsi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan studi literatur untuk mempelajari teori teori yang berkaitan dengan penelitian ini sebagai pendukung pada penelitian ini dari artikel, jurnal dan buku-buku yang berkaitan dengan tema penelitian. Setelah itu menentukan alat-alat apa saja yang akan digunakan seperti pompa air [7], ESP32 [6], sensor Ultrasonik [8], *water flow sensor* [9], *relay* [10], LCD 16x2 [11] dan I2C [12]. Setelah itu dilakukan perancangan alat dengan merakit semua komponen kemudian dilakukan pengujian alat berdasarkan program, dan pengujian dengan metode kalibrasi dan perbandingan dengan hasil perhitungan.

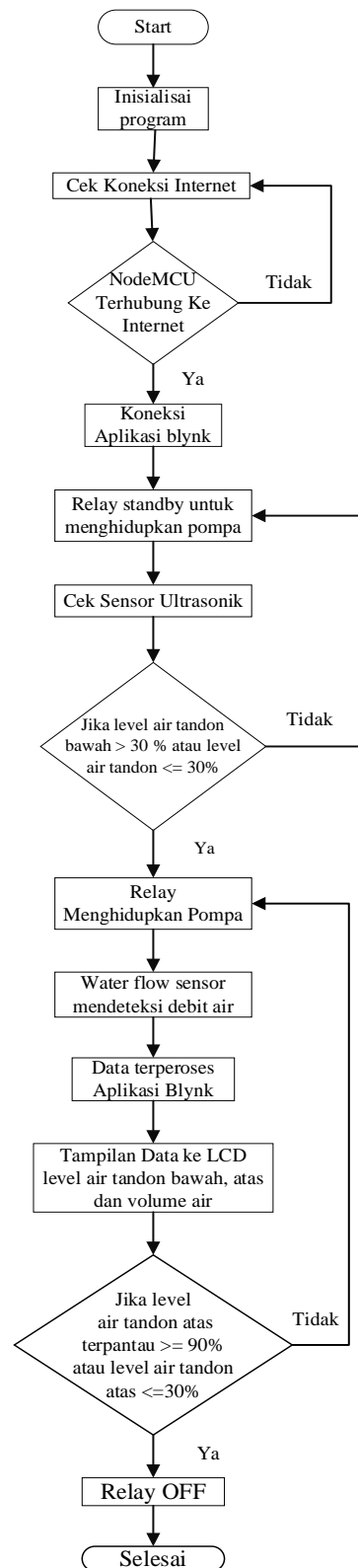
2.2 Diagram Sistem

Gambar 1 merupakan diagram blok rancang bangun alat monitoring pengisian air otomatis berbasis IoT, gambar tersebut mendeskripsikan mengenai hubungan antara *input*, *proses*, dan *output*.



Gambar 1. Diagram blok rancang bangun alat monitoring pengisian air otomatis berbasis IoT

Selanjutnya pada Gambar 2 merupakan *flowchart* perancangan program yang berisikan mengenai cara kerja alat dan program sistem pengisian air otomatis.

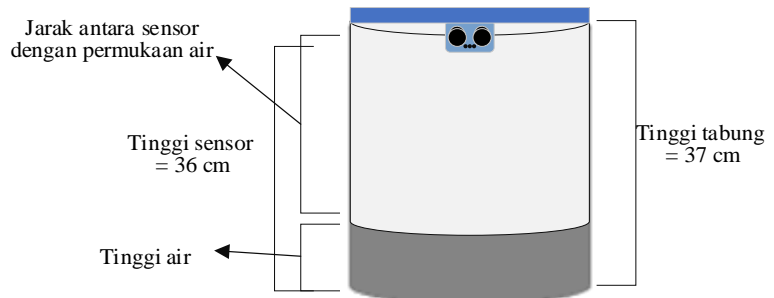


Gambar 2. Flowchart program

2.3 Pengujian Alat

2.3.1 Pengujian Sensor Ultrasonik Tandon Bawah

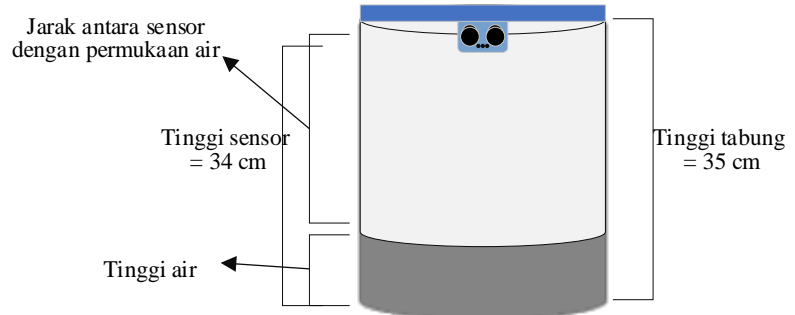
Pengujian dilakukan dengan cara menempatkan sensor ultrasonik pada bagian paling atas tandon untuk mengetahui tinggi air dengan menggunakan penggaris dan sebagai metode kalibrasi. Pada Gambar 3 memperlihatkan metode pengujian sensor ultrasonik tandon bawah untuk mengetahui level air pada tandon dengan menggunakan penggaris sebagai alat ukur, untuk menentukan hasil pembacaan level air pada sensor ultrasonik tandon bawah ditentukan dengan perhitungan level air = tinggi tandon – jarak yang dihasilkan sensor.



Gambar 3. Pengujian kalibrasi level air pada sensor ultrasonik tandon bawah dengan penggaris

2.3.2 Pengujian Sensor Ultrasonik Tandon Atas

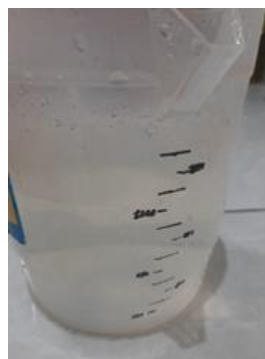
Pengujian dilakukan dengan cara menempatkan sensor ultrasonik pada bagian paling atas tandon untuk mengetahui tinggi air dengan menggunakan penggaris sebagai metode kalibrasi. Gambar 4 memperlihatkan metode pengujian sensor ultrasonik tandon atas untuk mengetahui level air pada tandon dengan menggunakan penggaris sebagai alat ukur, untuk menentukan hasil pembacaan level air pada sensor ultrasonik tandon atas ditentukan dengan perhitungan level air = tinggi tandon – jarak yang dihasilkan sensor.



Gambar 4. Pengujian kalibrasi level air pada sensor ultrasonik tandon atas dengan penggaris

2.3.3 Pengujian Water flow sensor

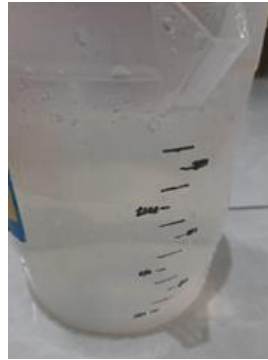
Pengujian *water flow sensor* dilakukan dengan memasang *flow sensor* pada pipa keluaran pompa air dengan keadaan lurus ke samping, untuk mengetahui aliran air yang dikeluarkan oleh pompa digunakan gelas ukur sebagai alat untuk kalibrasi *water flow sensor*.



Gambar 5. Pengukuran debit air dengan menggunakan gelas ukur

2.3.4 Pengujian Volume Air Tandon Atas

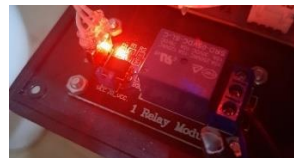
Pada pengujian ini dilakukan dengan menggunakan gelas ukur dan membandingkan hasil dari menggunakan gelas ukur dan juga hasil pada aplikasi Blynk, bisa dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Pengujian volume dengan menggunakan gelas ukur

2.3.5 Pengujian Relay

Pengujian *relay* dilakukan dengan menghubungkan *relay* ke ESP32 dan menggunakan pin NO pada *relay* kemudian dihubungkan dengan pompa air dan disalurkan ke sumber AC. Hasilnya dengan melihat lampu indikator pada *relay* untuk mengetahui *relay* bekerja atau tidak, bisa dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan indikator *relay*

2.3.6 Pengujian LCD

Pada pengujian LCD dilakukan dengan melakukan perbandingan antara tampilan pada aplikasi Blynk dan juga tampilan pada LCD untuk tampilan LCD bisa dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Tampilan pada LCD

2.4 Pengujian Software

2.4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik Tandon Bawah

Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah tampilan pada aplikasi Blynk menunjukkan level air pada tandon bawah, dengan tujuan untuk melihat apakah air yang berada dalam tandon habis atau tidak. Pengujian sensor ultrasonik tandon bawah dilakukan pengujian sebanyak 10 kali dan mengambil nilai rata rata dari pengujian sebagai nilai data pengujian. Berikut merupakan tampilan pada aplikasi Blynk saat sensor ultrasonik mendeteksi level air. untuk indikator level air bawah bisa dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Tampilan pada aplikasi Blynk

Nilai 33,28 cm merupakan nilai dari hasil pengukuran sensor ultrasonik dengan pantulan gelombang ultrasonik kemudian akan ditangkap oleh echo kemudian akan dihitung dengan rumus $s = v \times t/2$ sehingga menghasilkan jarak.

2.4.2 Pengujian Sensor Ultrasonik Tandon Atas

Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah tampilan pada aplikasi Blynk menunjukkan level air pada tandon atas, dengan tujuan untuk melihat apakah air yang berada dalam tandon habis atau tidak. Pengujian sensor ultrasonik tandon atas dilakukan 10 kali pengujian dan mengambil nilai rata-rata dari pengujian agar mendapatkan hasil yang akurat. Berikut merupakan tampilan pada aplikasi Blynk saat sensor ultrasonik mendeteksi level air tandon atas.

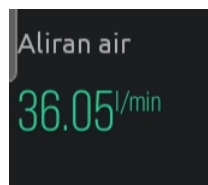


Gambar 10. Tampilan pada aplikasi Blynk saat tandon atas mendeteksi air

Hasil dari pengujian pada Gambar 10 menunjukkan level air tandon atas berada pada level 30,7 cm yang merupakan nilai dari hasil pengukuran sensor ultrasonik dengan pantulan gelombang ultrasonik kemudian akan diterima oleh echo kemudian akan dihitung rumus $s = v \times t/2$.

2.4.3 Pengujian Water flow sensor

Pengujian *water flow sensor* dilakukan pada kondisi pompa dalam posisi ON yang akan mengalirkan air ke *water flow sensor*, posisi sensor horizontal dan sesuai dengan arah yang ada di *water flow sensor*. Sensor akan mendeteksi debit aliran air yang bertujuan untuk dapat mengetahui apakah pompa bekerja mengalirkan air atau tidak. Apabila pada Blynk menunjukkan tidak ada aliran air, maka pompa bekerja tidak maksimal yang dapat menyebabkan pompa mengalami kerusakan. Pengujian *water flow sensor* dilakukan 10 kali, kemudian diambil nilai rata-rata untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Untuk mengetahui apakah pompa mengalirkan air atau tidak dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Tampilan Aliran air pada aplikasi Blynk

Pada Gambar 11, indikator aliran air terdapat nilai aliran air 36,05 l/min. Ini merupakan nilai yang didapat dari pompa yang mengalirkan air ke sensor secara terus menerus sehingga turbin pada sensor akan bergerak kemudian hasilnya akan ditampilkan pada aplikasi Blynk

2.4.4 Pengujian Volume Air Tandon Atas

Pengujian volume air dilakukan dengan menggunakan sensor ultrasonik yang digunakan untuk mengetahui level air yang tersedia di dalam tandon dengan memasukkan rumus volume air ke program kemudian akan ditampilkan melalui Blynk yang dapat dilihat pada Gambar 12.



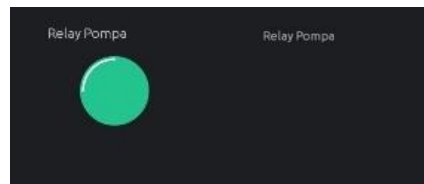
Gambar 12. Tampilan Volume air pada aplikasi Blynk

Nilai yang ditampilkan pada aplikasi Blynk 36442 cm³ / 36,44 liter didapatkan dari hasil perhitungan menggunakan rumus volume untuk tabung ataupun balok.

2.4.5 Pengujian Relay

Pengujian *relay* pompa dilakukan dengan memasukkan kondisi tertentu sehingga membuat *relay* ON membuat pompa hidup. *Relay* dipasangkan pada posisi NO, yaitu ketika *relay* bekerja maka indikator *relay* akan

menyala berwarna hijau dan saat tidak bekerja maka indikator *relay* akan off. Berikut merupakan indikator *relay on* dan *off* yang terdapat pada Gambar 13.



Gambar 13. Tampilan *Relay* pada saat ON dan OFF pada aplikasi Blynk

Pada gambar di atas terlihat bahwa relay tidak menyala pada saat pompa off dan *relay* menyala hijau pada saat pompa on.

2.4.6 Pengujian Tombol (*button*) di aplikasi Blynk

Pengujian *button* dilakukan dengan menekan *button* ON dan OFF, pengujian *button* ini dilakukan untuk mengetahui apakah pompa dapat dikendalikan secara jarak jauh atau tidak. *Button* ini bekerja pada saat pompa sudah mengisi air sampai penuh. *Button* OFF untuk mematikan pompa, walaupun kondisi sensor mengharuskan menyala. *Button* ON menghidupkan pompa kembali dan nantinya mati secara otomatis. Pada Tabel 1 merupakan hasil pengujian *button*.

Tabel 1. Pengujian *button* pada aplikasi Blynk

NO	Aplikasi Blynk	Pengujian	keterangan
1	<i>Button</i> ON	Pompa Menyala	Berhasil
2	<i>Button</i> OFF	Pompa tidak menyala	Berhasil

Pada Tabel 1, pada saat menekan *button* OFF maka pompa tidak akan menyala dan pada saat menekan *button* ON maka pompa akan kembali menyala. Untuk gambar tampilan pada aplikasi Blynk dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Tampilan *button* pada aplikasi Blynk

2.4.7 Pengujian Efektivitas Pengendalian dan Pemantauan dengan Aplikasi Blynk

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keefektifan sistem pengisian air secara otomatis. Pada saat uji coba dilakukan dengan menggunakan jaringan yang sama, yaitu dengan menggunakan *wifi*. Dilakukan juga uji coba dengan menjauh dari alat sampai kekuatan sinyal *wifi* di *handphone* menunjukkan kekuatan sinyal 1 bar. Pada jarak 15 meter, pompa dinyalakan dengan menekan tombol ON yang ada di aplikasi Blynk dan pompa hidup. Kemudian pada percobaan selanjutnya pada *handphone* menggunakan sinyal data seluler dan alat terhubung dengan *wifi* dilakukan uji coba pada jarak 350 meter. Dari hasil pengujian, didapatkan hasil bahwa alat bisa dipantau menggunakan aplikasi Blynk dari jarak sejauh apa pun asalkan ESP32 terhubung ke internet/*wifi* dan *handphone* yang digunakan untuk memantau dan mengendalikan alat terhubung ke internet.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

3.1.1 Pengujian Sensor Ultrasonik Tandon Bawah

Tabel 2 memberikan hasil dari sensor ultrasonik yang dilihat dari aplikasi Blynk.

Tabel 2. Hasil pengujian sensor ultrasonik tandon bawah

No.	Jarak pengujian sensor dengan air (cm)	Hasil pembacaan sensor ultrasonik tandon bawah (cm)	Error (%)
1.	35	34,57	1,2
2.	30	30,82	2,7
3.	25	25,25	1,01
4.	20	20,20	1
5.	15	15,07	0,49
6.	10	10,13	1,2
7.	5	5,12	2,4
8.	0	0,02	0,02

Untuk hasil pengukuran menggunakan sensor ultrasonik, didapatkan hasil berbeda di setiap jarak yang diukur. Untuk mengetahui seberapa *error* pada setiap jarak, dilakukan perhitungan *error* dengan menggunakan metode perhitungan nilai asli dikurangi hasil dibagi nilai asli dikali 100%.

Di mana: Nilai Asli = Jarak

Nilai Hasil = Hasil

$$Error (\%) = \frac{Jarak-Hasil}{Jarak} \times 100 \quad (1)$$

Nilai error pada jarak 35 cm

Diketahui: Jarak = 35 cm

Hasil = 34,57 cm

$$Jadi = Error (\%) = \frac{Jarak-Hasil}{Jarak} \times 100$$

$$Error (\%) = \frac{35-34,57}{35} \times 100$$

$$Error (\%) = 1,2 \%$$

Pada sensor ultrasonik dilakukan pengujian sistem otomatis dari tandon bawah dengan menggunakan beberapa kondisi sensor.

Tabel 3. Pengujian sensor tandon bawah terhadap respon pompa air

No	Tinggi Permukaan Air	Relay	Pompa Air
1.	> 30 %	ON	Menyala
2.	≤ 30 %	OFF	Mati

Pada pengujian yang terdapat pada Tabel 3, sensor ultrasonik ini untuk mengetahui apakah program yang dikerjakan sesuai atau tidak dengan kondisi yang telah ditentukan. Dari hasil percobaan didapatkan hasil pada saat level tandon bawah > 30% dari kapasitas maksimal tandon bawah, maka *relay* akan ON dan pompa menyala, dan kondisi kedua yaitu pada saat level air ≤ 30% maka *relay* akan OFF dan mematikan pompa air.

3.1.2 Pengujian Sensor Ultrasonik Tandon Atas

Tabel 4 memberikan hasil yang dari sensor ultrasonik yang dilihat dari aplikasi Blynk.

Tabel 4. Hasil pengujian sensor ultrasonik tandon atas

No.	Jarak pengujian sensor dengan air (cm)	Hasil pembacaan sensor ultrasonik tandon bawah (cm)	Error (%)
1.	30	30.69	2,3
2.	26	26.42	1,6
3.	22	22.30	1,3
4.	18	18.26	1,4
5.	14	14.06	0,42
6.	10	10.23	2,3
7.	6	6.27	4,5
8.	0	0.04	0,04

Untuk hasil pengukuran menggunakan sensor ultrasonik didapatkan hasil berbeda. Pada sensor ultrasonik dilakukan pengujian sistem otomatis dari tandon atas dengan menggunakan beberapa kondisi sensor.

Tabel 5. Pengujian sensor tandon atas terhadap respon pompa air

No.	Tinggi Permukaan Air	Relay	Pompa Air
1.	≤ 30 %	ON	Menyala
2.	≥ 90 %	OFF	Mati

Pada pengujian yang terdapat pada Tabel 5, sensor ultrasonik digunakan mengetahui apakah program yang dikerjakan sesuai atau tidak dengan kondisi yang telah ditentukan. Dalam hal ini didapatkan hasil saat level tandon atas ≤ 30% maka *relay* akan ON dan akan menghidupkan pompa, pada kondisi kedua saat sensor ≥ 90% maka *relay* akan OFF dan akan mematikan pompa.

3.1.3 Pengujian Water flow sensor

Pada pengujian ini dilakukan 2 kali pengujian dengan menggunakan aliran air dan juga tanpa aliran air dengan masing-masing pengujian 10 kali pengujian dan mengambil nilai rata rata dari pengujian dan didapatkan hasil seperti pada Tabel 6 berikut.

No.	Debit Max Pompa (l/min)	Aliran air pada <i>flow sensor</i>	Aliran pada sensor (l/min)	Hasil pengukuran dengan gelas ukur (liter)	<i>Error</i> pengukuran (%)
1.	30	Tanpa aliran (udara)	0,00	0	0
2.	30	Dengan aliran	36,18	35,9	0,88

Nilai *error* yang dihasilkan flow sensor dengan pengukuran

Data yang dihasilkan dari pengujian *water flow* memiliki sedikit perbedaan hasil dari yang ditampilkan aliran air pada aplikasi Blynk dan juga hasil dari pengukuran secara manual menggunakan gelas ukur dalam waktu yang ditentukan.

a. Volume Tabung

Volume tabung pada Blynk (cm ³)	Hasil pengukuran menggunakan gelas ukur (liter)	<i>Error</i> (%)
20224	20	0,099

b. Volume Blok

Volume balok pada Blynk (cm ³)	Hasil pengukuran dengan gelas ukur (liter)	Error (%)
36505	40	0,08

3.1.5 Pengujian LCD

NO	Jarak Pengukuran		Tampilan LCD		Tampilan Blynk		Error %	
	Tandon A (cm)	Tandon B (cm)	Tandon A (cm)	Tandon B (cm)	Tandon A (cm)	Tandon B (cm)	Tandon A	Tandon B
1.	30	35	30	35	30.69	34.57	2,3	1,2
2.	26	30	26	30	26.42	30.82	1,6	2,7
3.	22	25	22	25	22.30	25.25	1,3	1,01
4.	18	20	18	20	18.26	20.20	1,4	1
5.	14	15	14	15	14.06	15.07	0,42	0,49
6.	10	10	10	10	10.23	10.13	2,3	1,2
7.	6	5	6	5	6.27	5.12	4,5	2,4
8.	0	0	0	0	0.04	0.02	0,04	0,02
Rata rata Error %							1,74	1,25

Pengujian LCD yaitu dengan membandingkan antara hasil pengujian antara level air sebenarnya dengan hasil yang ditampilkan LCD dan hasil yang dibacakan sensor yang ditampilkan di aplikasi Blynk. Hasil yang diperoleh yaitu untuk tampilan yang dihasilkan LCD dan sensor memiliki hasil yang hampir sama hanya saja untuk tampilan di LCD tidak menampilkan desimal karena LCD hanya menampilkan bilangan bulat.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa pompa air otomatis dapat dibuat menggunakan sensor ultrasonik untuk tandon atas dan tandon bawah dengan kondisi ON pada saat sensor bawah dan atas level airnya berada $>30\%$ dan $\leq 30\%$ dari kapasitas maksimal, kemudian pada kondisi OFF sensor bawah dan atas level airnya $\leq 30\%$ dan $\geq 90\%$ dari kapasitas maksimal. Siste mini dapat dikontrol oleh aplikasi Blynk dan dapat diakses jarak jauh melalui internet dengan ESP32 dan *handphone* yang terhubung internet. Aliran air dapat dideteksi dengan *water flow sensor* dan dibaca oleh program di ESP 32. Dari hasil pengujian, didapat pada pembacaan sensor adalah 36,17 l/min dan pada pengukuran dengan gelas ukur sebesar 35,9 l/min (*error* 0,88 % atau 27 ml). Hasil pada pengukuran pompa didapat pompa bekerja lebih baik 19,6 % dari spesifikasi karena beban pompa tidak terlalu berat seperti di spesifikasi. Level air dideteksi dengan sensor ultrasonik yang diletakkan di atas tandon. *Error* pada setiap pengukuran berbeda-beda. Nilai *error* pada sensor tandon bawah lebih sedikit dari pada sensor tandon atas dengan nilai rata-rata *error*, yaitu 1,25 % dan 1,74%.

REFERENSI

- [1] Warlina Lina, "Pencemaran Air Sumber, Dampak dan Penanggulanganya ,," *Institut Pertanian Bogor*, Jun. 2004.
- [2] M. Faishol, M. Ismail, and J. P. Hapsari, "Design and Build a Water Pump Protection Tool Using IoT (Internet Of Things) Based Water Flow Sensor," *JAST : Journal of Applied Science and Technology*, vol. 7, no. 2, hal. 2775–4022, 2022. <http://dx.doi.org/10.30659/jast.2.02.16-27>
- [3] Limantara Arthur Daniel, Purnomo Yosef Cahyo Setianto, Mudjanarko Sri Wiwoho, "Pemodelan Sistem Pelacakan LOT Parkir Kosong Berbasis Sensor Ultrasonic dan Internet of Things (IoT) pada Lahan Parkir Diluar Jalan," *Prosiding Semnastik 2017*, November 2017.
- [4] E. Dewanto, J. Yoseph, M. Rif'an, "Tandon Air Otomatis Dengan Sistem Monitoring Melalui Android Berbasis Arduino Uno," *Autocracy: Jurnal Otomasi, Kendali, dan Aplikasi Industri*, vol. 5, no. 1, hal. 8-16, 2018. <https://dx.doi.org/10.21009/autocracy.05.1.2>
- [5] Y. Erfani, E. Paksi, E. Prihartono, "Sistem Monitoring Pemakaian Air PDAM Tirta Kencana Kota Samarinda Berbasis Arduino," *JIMP-Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan*, vol. 4, no. 2, hal. 10-17, 2019. <http://dx.doi.org/10.51213/jimp.v4i2.203>
- [6] DPAR. Hakim, A. Budijanto, B. Widjanarko, "Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM pada Rumah Tangga Menggunakan Mikrokontroler NODEMCU Berbasis Smartphone ANDROID," *Jurnal IPTEK*, vol. 22, no. 2, hal. 9-17, 2018, doi: <https://doi.org/10.31284/j.iptek.2018.v22i2.259>
- [7] Panasonic Inc., "Pompa Air National," Jun. 05, 2023.
- [8] Jawas Hilmy, Wirastuti Dewi, Setiawan Widyadi, "Prototype Pengukuran Tinggi Debit Air Pada Bendung Dengan Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Mega 2560," *E-Jurnal Spektrum*, vol. 5, no. 1, hal. 1-4, 2018.
- [9] A. R. Ardiliansyah, Puspitasari Mariana Diah, Arifianto Teguh, "Pompa Otomatis Dengan Fitur Monitoring Berbasis IoT Menggunakan Sensor Flow Meter dan Ultrasonik," *Jurnal Explore IT*, vol. 2, hal. 59-67, 2021. <https://doi.org/10.35891/explorit.v13i2.2601>
- [10] Al Ayubi Muchammad Sholachuddin, Dzulkiflih, Rahmawati Endah, "Perancangan dan Penerapan Aparatus Pengukuran Debit Air dengan Menggunakan Venturimeter dan Water Flow Sensor," *Inovasi Fisika Indonesia*, vol. 04, no. 02, hal. 21–26, 2015.
- [11] Y. R. Putra, D. Triyanto, and S. Suhardi, "Rancang Bangun Perangkat Monitoring dan Pengaturan Penggunaan Air PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) Berbasis Arduino Dengan Antarmuka Website," *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, vol. 5, no. 1, hal. 1–12, 2017. <http://dx.doi.org/10.26418/coding.v5i1.19172>
- [12] D. Maulina, A. Suhendra, P. Id, S. I. J. Pramudijanto, and M. Eng, "Monitoring dan Kontrol Pompa Air Pada Rumah Kabel Bawah Tanah," *Tugas Akhir*, Program Studi D3 Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015.