

PENGENDALIAN KETINGGIAN AIR PADA TANGKI PENAMPUNGAN MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK HC-SRF04

Kartika¹, Misriana², M. Fathan Naqi³, Dewi Yana⁴

^{1,3}Teknik Elektro Universitas Malikussaleh

²Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

⁴Teknik Industri Universitas Samudra

Email: kartika@unimal.ac.id¹, misriana@pnl.ac.id², fathannaqi918@gmail.com³, dewiyana@unsam.ac.id⁴

Corresponding Author : Kartika

Teknik Elektro Universitas Malikussaleh

Email: kartika@unimal.ac.id

Abstrak – Sistem kendali ketinggian air pada tangki penampungan air sangat penting pada proses dalam dunia industri dalam menggunakan air. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem kendali ketinggian air pada tangki penampungan air menggunakan sensor ultrasonik HC-SRF04. Sistem ini dirancang untuk mengukur ketinggian air secara otomatis dan mengontrol pompa serta solenoid valve berdasarkan data yang diterima dari sensor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan tingkat akurasi yang baik, dengan rata-rata kesalahan pengukuran (error) yang rendah, berkisar antara 0,23% hingga 0,96% pada berbagai ketinggian air mulai dari 5 cm hingga 30 cm. Persentase kesalahan terbesar ditemukan pada jarak 5 cm sebesar 1,8%, sementara kesalahan semakin menurun untuk jarak yang lebih besar, mencapai 0,23% pada pengukuran jarak 30 cm. Penggunaan modul driver L298N dan kalibrasi sensor berkontribusi dalam meningkatkan akurasi sistem. Secara keseluruhan, sistem ini terbukti handal dalam menjaga ketinggian air yang stabil pada tangki, dan dapat diaplikasikan secara efisien dalam otomasi industri.

Kata-kata kunci: Sensor ultrasonik HC-SRF04, Kendali ketinggian air, Modul driver L298N, Kalibrasi sensor.

Abstract – The water level control system in a water storage tank is essential in utilizing water in the industrial world. This study aims to design and implement a water level control system in a water storage tank using an HC-SRF04 ultrasonic sensor. This system is designed to automatically measure water levels and control pumps and solenoid valves based on data received from the sensor. The test results show that the system works with reasonable accuracy, with an average low measurement error, ranging from 0.23% to 0.96% at various water heights ranging from 5 cm to 30 cm. The most significant error percentage is at a distance of 5 cm at 1.8%. At the same time, the mistake decreases for longer distances, reaching 0.23% at a distance measurement of 30 cm. Using the L298N driver module and sensor calibration also increases system accuracy. Overall, this system has proven to be reliable in maintaining the stability of the water level in the tank and can be applied efficiently in industrial automation.

Keywords: HC-SRF04 ultrasonic sensor, Water level control, L298N driver module, Sensor calibration.

I. PENDAHULUAN

Air menjadi sebuah kebutuhan pokok pada sektor industri atau pun pada rumah tangga [1]. Pada industri bagian pengolahan air, ketersediaan air menjadi kebutuhan penting yang harus dijaga. Sehingga perlu ada suatu tangki yang menampung air serta dijaga volume airnya supaya tidak melebihi batas kapasitas dari tangki [2].

Ketinggian suatu cairan menjadi perhatian khusus, pada suatu proses industri. Dalam suatu proses industri, suatu cairan dipertahankan pada ketinggian tertentu agar

dapat mencapai syarat volume sehingga proses produksi dapat berjalan dengan baik [3], [4].

Sistem pengisian air otomatis dari sebuah pompa ke tandon air yang berada pada suatu ketinggian tertentu untuk kebutuhan industri umumnya menggunakan sistem mekanik dengan pelampung. Kelemahan dari sistem ini yaitu ketika terjadi masalah, misalnya air meluap, tandon air tidak terisi, pompa tidak jalan, pompa hidup terus atau masalah lainnya. Permasalahan-permasalahan tersebut dapat berupa saklar pelampung dan valve yang rusak, air yang tidak mengalir dari pompa [5].

Pompa Air merupakan suatu alat yang digunakan untuk memindahkan cairan dari satu tempat menuju tempat lainnya, melalui saluran (pipa) yang ditenagai oleh tenaga listrik untuk mendorong cairan yang dipindahkan [6], [7].

Dalam rangka peningkatan kuantitas serta kualitas produksi pada industri dibutuhkan sebuah keakuratan serta kehandalan sistem otomasi [8], sebuah sistem instrumentasi yang membutuhkan akurasi yakni sistem pengendalian tinggi air pada sebuah tangki [9]. Dirancangnya Sistem tersebut yaitu dalam rangka menjadi pengendali level tinggi air pada sebuah tangki disesuaikan dengan nilai setpoint (referensi) ketinggian[10].

Pengukuran ketinggian air dapat diukur dengan menggunakan perangkat sensor. Fungsi sensor sebagai sebuah alat yang dapat mengubah suatu kejadian yang memiliki nilai (kuantitas) bersifat analog menjadi suatu nilai yang dapat diproses oleh komputer (digital)[11].

Nilai parameter yang diproses pada sebuah integrated circuit yang terhubung pada sensor menghasilkan pengukuran yang dapat diteruskan (pipeline) pada pemroses (IC) lainnya sehingga penggunaan sensor dapat mempergunakan lebih dari 1 parameter dalam melakukan perhitungan. Pengukuran suatu nilai yang diperoleh dari sensor dapat menjadi perbandingan dalam pengukuran suatu instrumen ukur dengan harapan tingkat keakuratan nilai dapat secara efektif didapatkan. Pada beberapa penelitian dalam mengukur ketinggian air dapat menggunakan alternatif penggunaan sensor ultrasonik [12].

Cara kerja sensor ultrasonik adalah dengan mengubah besaran fisis/bunyi menjadi besaran listrik [13]. Bunyi yang dihasilkan dari piezoelektrik pada sensor ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz dipancarkan pada suatu obyek kemudian memantul kembali ke arah sensor. Perbedaan waktu yang diperlukan dari pemancaran hingga kembali menjadi dasar perhitungan dari jarak target ke sensor. Gelombang akan berjalan melalui udara dengan kecepatan 340 m/s. Rangkaian penyusun sensor ultrasonik ini terdiri dari transmitter (pemancar), receiver (penerima), dan komparator [14], [15].

Pada penelitian Fikri dilakukan pengukuran ketinggian permukaan air dengan menggunakan sensor HCSR04 dengan tingkat keakuratan 96,48%, pengukuran dengan menggunakan reflektor pada permukaan air sehingga pantulan berdasarkan reflektor dan tingkat error yang didapatkan sebesar 3,52% [16]. Pada penelitian Chobir, pengukuran permukaan air menggunakan sensor JSN-SRT04 dari rata-rata error sampel uji ketinggian 10 cm hingga 200cm didapatkan error rata-rata sebesar 0,75%. Penelitian Alawiyah dan Rafi (2017), pengukuran ketinggian air menggunakan sensor HCSR04 menunjukkan tingkat error 4,92% pada ketinggian permukaan 5cm hingga 25 cm[17].

Sistem pengisian tangki air otomatis ini menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04, Driver L298N, Selenoid Valve, dan pompa air. Sensor ultrasonik HC-SR04 berfungsi mengukur ketinggian air

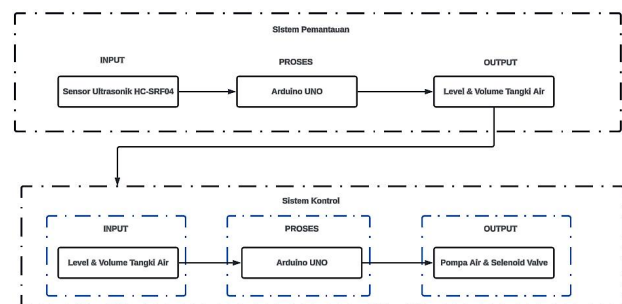
dalam tangki dan mengirimkan data ke kontroler [18], [19]. Berdasarkan data ini, kontroler otomatis menentukan kapan pompa air dan selenoid valve harus diaktifkan atau dimatikan. Jika ketinggian air berada di bawah batas yang telah ditentukan, kontroler akan mengaktifkan pompa air hingga air mencapai level yang diinginkan [20]. Sebaliknya, ketika ketinggian air mencapai level yang diinginkan, kontroler akan mematikan pompa air untuk mencegah kelebihan pengisian.

Dari deskripsi yang telah dijelaskan, maka dalam penelitian ini penulis merancang alat agar memudahkan manusia untuk mengisi tempat penampungan air secara otomatis dan tidak terjadi luapan air pada tangki penampungan. Penelitian yang dilakukan Poetra [1], menggunakan satu tangki penyimpanan, sedangkan penelitian yang dilakukan menggunakan dua tangki, agar pompa tidak sering menyala. Jadi dapat disimpulkan bahwa pembuatan artikel berjudul “Pengendalian Ketinggian Air pada Tangki Penampungan Menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SRF04”.

II. METODOLOGI

A. Perancangan Sistem

Pada bagian ini dijelaskan sistem kendali ketinggian air pada tangki penampungan air yang dibuat dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SRF04. Bagian perancangan sistem akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian pemantauan dan bagian kendali, dan masing-masing dari bagian tersebut akan terdapat input, process, dan output, dapat dilihat sebagai berikut.



Gbr. 1 Blok Diagram Sistem

Gambar 1 menunjukkan sistem yang dimaksud. Pada sistem ini mempunyai tiga bagian penyusun sistem yaitu bagian input, bagian process, bagian output. Seperti yang terlihat pada gambar 1, berikut penjabaran dari perancangan masing-masing bagian sistem.

Pada bagian pemantauan dapat dilihat dari gambar 1 blok diagram pada bagian sistem pemantauan terdapat input, proses, dan output. Berikut penjelasannya.

1. Blok Input

Pada blok ini memiliki fungsi sebagai masukan, Sensor ultrasonik HC-SRF04 berfungsi sebagai masukan. Nilai ketinggian dan volume air yang dibaca oleh sensor ultrasonik HC-SRF04.

2. Blok Proses

Pada blok ini berfungsi sebagai pengolah data yang dibaca oleh sensor ultrasonik HC-SRF04, Data yang dibaca berupa nilai ketinggian dan volume air pada tangki penampungan air lalu dikomputasi pada Arduino UNO.

3. Blok Output

Pada bagian ini memiliki fungsi sebagai hasil dari data ketinggian air yang sudah dikomputasi oleh Arduino UNO. Kemudian data tersebut ditampilkan pada serial monitor arduino ide.

Pada bagian kendali dapat dilihat dari gambar 1 blok diagram pada bagian sistem pemantauan terdapat input, proses, dan output. Berikut penjelasannya.

1. Blok Input

Pada blok ini merupakan nilai ketinggian dan volume air pada tangki penampungan air. Nilai ketinggian dan volume air yang dibaca oleh sensor ultrasonik HC-SRF04.

2. Blok Proses

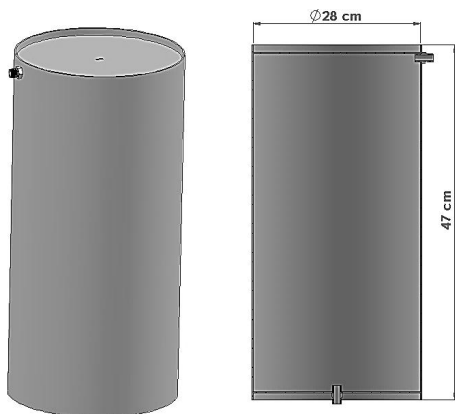
Pada blok ini berfungsi sebagai pengolah data yang dibaca oleh sensor ultrasonik HC-SRF04, Data yang dibaca berupa nilai ketinggian dan volume air pada tangki penampungan air lalu dikomputasi pada Arduino UNO.

3. Blok Output

Pada bagian ini memiliki fungsi sebagai hasil dari data ketinggian air yang sudah dikomputasi oleh Arduino UNO. Kemudian data tersebut digunakan sebagai perintah mengendalikan pompa air dan selenoid valve.

B. Perancangan Perangkat Keras

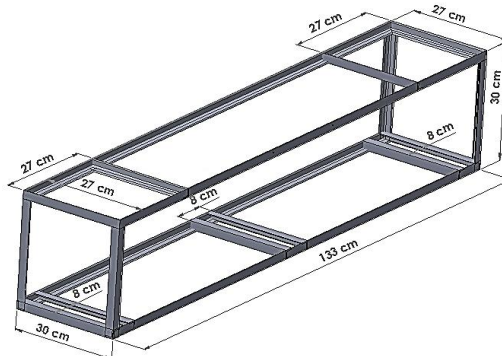
Pada perancangan perangkat keras, sama seperti perancangan sistem. Arduino Uno, sensor ultrasonik HC-SRF04, Pompa air, Selenoid valve, Tangki air, dan rangka toren. Bagan perancangan ditunjukkan pada Gambar 2 Tahapan awal dengan merencanakan tangki air.



Gbr. 2 Perancangan Tangki Air

Gambar 2 menunjukkan perancangan tangki, Pada perancangan tangki menggunakan bahan stainless steel dengan ukuran tinggi 47 cm dan diameter tangki 28 cm. Tangki air digunakan sebagai wadah penampungan air.

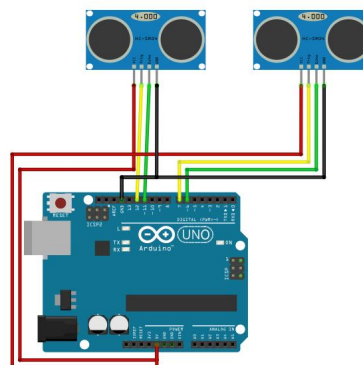
Perancangan rangka toren, pada perancangan ini rangka toren digunakan untuk tempat peletakan tangki, dapat dilihat Gambar 3.



Gbr. 3 Perancangan Rangka Tangki Air

Gambar 3 menunjukkan perancangan rangka tangki air, pada perancangan rangka tangki air menggunakan besi siku 40x40x4 mm dengan ukuran panjang 1 meter lebar 28 cm dan tinggi 50 cm dibuat menggunakan besi siku 30x30 mm.

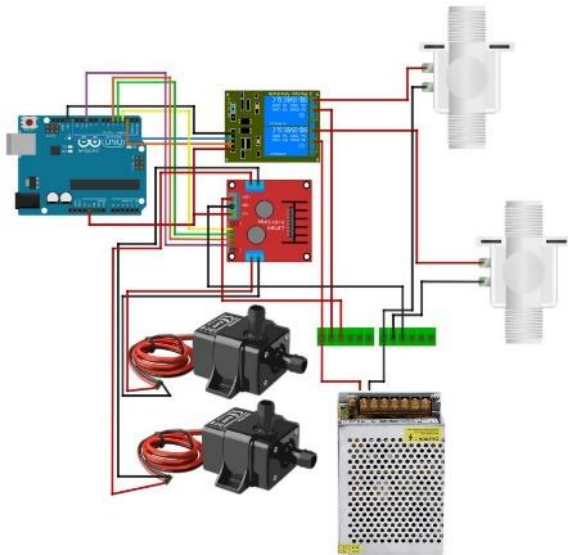
Pada perancangan sistem pemantauan yang terdapat pada gambar 1, Kemudian sensor ultrasonik HC-SRF04 dihubungkan port I/O pada Arduino UNO, dapat dilihat Gambar 4.



Gbr. 4 Perancangan Sensor Ultrasonik HC-SRF04

Gambar 4 dapat dilihat kabel warna merah dihubungkan pada pin 5V Arduino UNO, Kabel warna hitam dihubungkan pada pin GND Arduino UNO, Kabel warna hijau dihubungkan pada pin 6 dan 11 Arduino UNO, dan kabel warna kuning dihubungkan pada pin 7 dan 12 Arduino UNO. Kabel warna hijau merupakan pin ECHO pada sensor ultrasonik dan kabel warna kuning merupakan pin Trig pada sensor ultrasonik.

Pada bagian Gambar 1 juga menunjukkan perancangan sistem kontrol. Pada perancangan sistem kontrol berupa rancangan hubungan pompa air dan selenoid valve dengan Arduino UNO dapat dilihat pada Gambar 5.



Gbr. 5 Perancangan Sistem kontrol Air

Gambar 5 dapat dilihat pada rangkaian module L298N pada pin IN1 dihubungkan ke pin 3 dan IN3 dihubungkan ke pin 5 pada Arduino UNO, lalu output module L298N dihubungkan ke pompa air, pada module L298N terdapat pin 12V yang dihubungkan ke terminal power supply. Pada gambar 5 juga terdapat relay yang terangkai pada Arduino UNO, pada relay memiliki pin IN1 yang dihubungkan ke pin 8 pada Arduino UNO dan pin IN2 dihubungkan ke pin 9 pada Arduino UNO, pada pin relay juga terdapat pin vcc dan gnd yang dihubungkan ke 5V dan GND pada Arduino UNO, pada relay pin com dihubungkan ke power supply dan pin NC relay dihubungkan ke kabel positif pada selenoid valve.

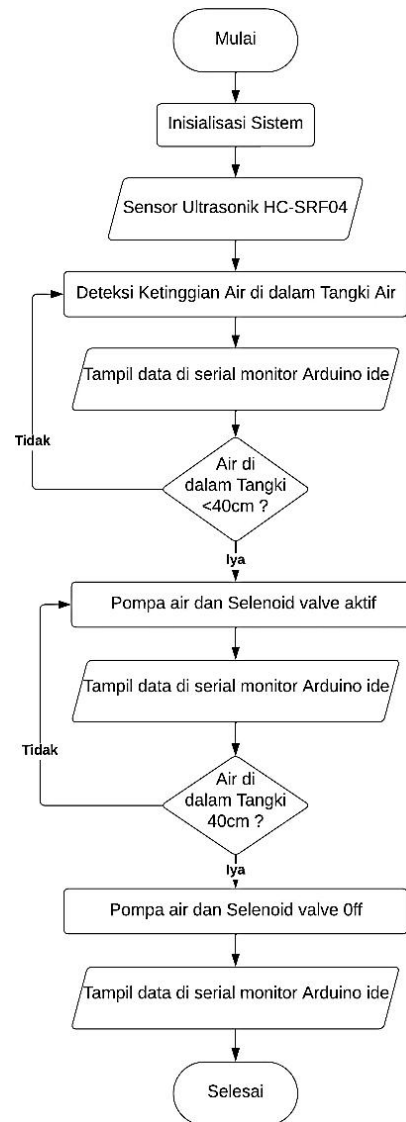
C. Perancangan Perangkat Lunak

Pada Perancangan Perangkat Lunak, alur kerja sistem yang ditampilkan dalam bentuk flowchart memberikan gambaran terperinci mengenai langkah sistem secara terstruktur. Flowchart ini dimulai dengan inialisasi sistem, di mana perangkat seperti sensor ultrasonik, Arduino UNO, dan modul lainnya diaktifkan. Setelah inialisasi, flowchart menunjukkan bagaimana data ketinggian air yang diperoleh dari sensor diproses dan dibandingkan dengan setpoint yang telah ditentukan. Jika ketinggian air berada di bawah batas yang diinginkan, pompa dan selenoid valve diaktifkan untuk mengisi tangki. Sebaliknya, jika ketinggian air mencapai setpoint, pompa dan valve otomatis dimatikan untuk mencegah kelebihan pengisian.

Flowchart ini juga menunjukkan bagaimana sistem melakukan pemantauan ketinggian air secara berulang hingga air mencapai batas yang diinginkan. Detail langkah kerja sistem dapat dilihat pada gambar 6.

Dari rancangan proses kerja sistem flowchart pada gambar 6, dapat dijelaskan bahwa alat yang dibuat mempunyai proses sebagai berikut. Inialisasi Sistem merupakan langkah awal di mana seluruh perangkat sistem diaktifkan dan siap untuk bekerja. Setelah itu, sensor ultrasonik HC-SRF04 akan berfungsi untuk

mendeteksi ketinggian air di dalam tangki air. Sensor ini digunakan untuk membaca jarak permukaan air dan menentukan apakah ketinggian air sudah memenuhi batas yang telah ditentukan atau belum. Data dari hasil deteksi sensor ultrasonik akan ditampilkan di Serial Monitor Arduino IDE untuk memantau ketinggian air di dalam tangki secara real-time. Jika ketinggian air di dalam tangki kurang dari 40 cm, maka pompa air dan selenoid valve akan diaktifkan. Pompa akan terus mengalirkan air ke dalam tangki hingga mencapai batas yang diinginkan. Selama proses pengisian air, data ketinggian air tetap ditampilkan pada Serial Monitor untuk memastikan bahwa sistem bekerja sesuai dengan parameter yang ditentukan. Ketika ketinggian air mencapai 40 cm atau lebih, sistem akan mematikan pompa air dan selenoid valve secara otomatis. Setelah pompa dan selenoid valve mati, data terbaru ketinggian air kembali ditampilkan di Serial Monitor sebagai verifikasi akhir. Proses ini akan berulang terus-menerus untuk menjaga agar ketinggian air dalam tangki selalu berada di bawah atau sekitar batas 40 cm, sesuai dengan kondisi yang telah ditetapkan dalam program.



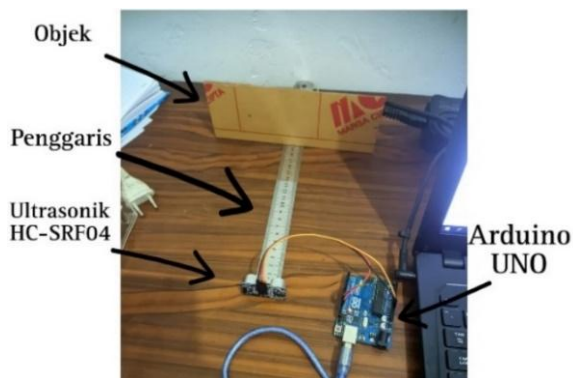
Gbr. 6 Flowchart Cara Kerja Sistem

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini proses pengujian yang akan dilakukan adalah pengujian perangkat keras untuk mengetahui proses pembacaan ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik HC-SRF04 dengan akurat atau tidak. Kemudian pada tahap akhir pengujian perangkat keras, akan ada pengujian keseluruhan perangkat keras untuk mengetahui pengaruh pengisian air pada tangki terhadap pembacaan ketinggian air. Pertama, pengujian yang dilakukan yaitu menguji sensor jarak air dengan sensor yang kemudian pembacaan sensor ini digunakan sebagai perintah untuk mengendalikan pompa air dalam proses pengisian tangki air. Dalam pengujian dilakukan beberapa tahapan yaitu dengan mengkalibrasi sensor untuk mendapatkan hasil pembacaan ketinggian air yang akurat, Pengujian Module Driver L298N, dan pengujian keseluruhan.

A. Kalibrasi Sensor

Kalibrasi sensor ultrasonik HC-SR04 dilakukan dengan cara membandingkan pembacaan jarak dari sensor dengan jarak sebenarnya, kemudian melakukan penyesuaian pada data pembacaan agar lebih akurat. Data proses kalibrasi selanjutnya diolah dengan menggunakan metode regresi linier pada excel. Proses kalibrasi sensor ultrasonik HC-SRF04 dengan jarak sebenarnya menggunakan penggaris dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.



Gbr. 7 Proses Kalibrasi Sensor Ultrasonik HCSR04

Dari Gambar 7 merupakan proses kalibrasi sensor dengan menggunakan penggaris dan objek yang diukur untuk jaraknya, Kemudian data perolehan saat membandingkan pembacaan sensor dengan jarak yang sebenarnya, dilakukan tahapan kalibrasi dengan regresi linier, Setelah diperoleh persamaan kalibrasi dari hasil regresi, persamaan tersebut dapat diterapkan ke dalam program mikrokontroler. Persamaan ini akan menyesuaikan pembacaan sensor agar akurat dengan jarak sebenarnya. Dengan demikian, setiap data yang terbaca oleh sensor ultrasonik HC-SR04 dapat langsung dikoreksi menggunakan persamaan ini, sehingga memberikan hasil pengukuran yang lebih akurat dan sesuai dengan kondisi nyata. nilai koreksi untuk memperbaiki pembacaan sensor. Dengan regresi linier,

kita dapat menentukan persamaan garis lurus dalam bentuk Persamaan 1.

$$y = mx + b \tag{1}$$

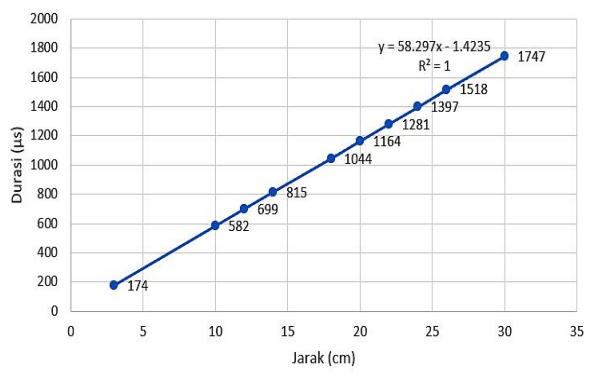
- di mana:
- m : koefisien regresi (slope)
- b : konstanta (intercept)
- x : variabel independen
- y : variabel dependen

Proses kalibrasi ini meliputi pembacaan nilai durasi (μs) sensor ultrasonik HC-SRF04 dengan penggaris sehingga mendapatkan persamaan regresi kurva kalibrasi yang dapat dilihat ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel I
Data Kalibrasi Sensor Ultrasonik HC-SRF04.

No	Jarak Ukur (cm)	Durasi (μs)
1	3	174
2	10	582
3	12	699
4	14	815
5	18	1044
6	20	1164
7	22	1281

Setelah melakukan pengukuran nilai durasi untuk setiap jarak yang ditentukan yaitu 3 cm, 10 cm, 12 cm, 14 cm, 18 cm, 20 cm, 22 cm, 24 cm, 26 cm, dan 30 cm, maka hasil data dari pengujian yang diperoleh, dilakukan pengolahan data dengan menggunakan metode regresi linier, Proses ini melibatkan penggunaan software excel untuk melihat grafik regresi linier dari data yang diperoleh saat pengujian sensor ultrasonik HC-SRF04 dapat dilihat pada Gambar 8.



Gbr. 8 Grafik Kalibrasi Ultrasonik HC-SRF04

Dari Gambar 8 didapatkan nilai persamaan regresi linier dari kedua indikator adalah yaitu $y = 58.297x - 1.4235$, dengan keterangan grafik pada gambar 4.12 yang dimana sumbu y adalah durasi dan sumbu x sebagai jarak ukur. Dengan nilai $R^2 = 1$ yang mana jika nilai R^2 itu 1 maka nilai persamaan dinyatakan baik dan dapat dijadikan persamaan dalam metode kalibrasi sensor.

B. Pengujian Sensor

Pengujian sensor ketinggian air dilakukan dengan membandingkan nilai ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik HC-SRF04 dengan jarak sebenarnya yang terukur. pengujian ini dilakukan dengan memperhatikan kenaikan nilai jarak yang dimulai dari jarak 5 cm, 10 cm, 20 cm, 30 cm, dan 40 cm. Untuk mendapatkan nilai yang lebih presisi, setiap pengujian tiap kenaikan nilai jarak dilakukan sebanyak 5 kali. Tiap pengujian yang dilakukan akan dilakukan perhitungan rata-rata persentase galat pada sensor ultrasonik HC-SRF04 dengan penggaris. Berikut adalah Tabel 2 hasil pengujian yang dilakukan pada sensor ultrasonik dengan penggaris.

Tabel II
Hasil Pengujian Ultrasonik HC-SRF04

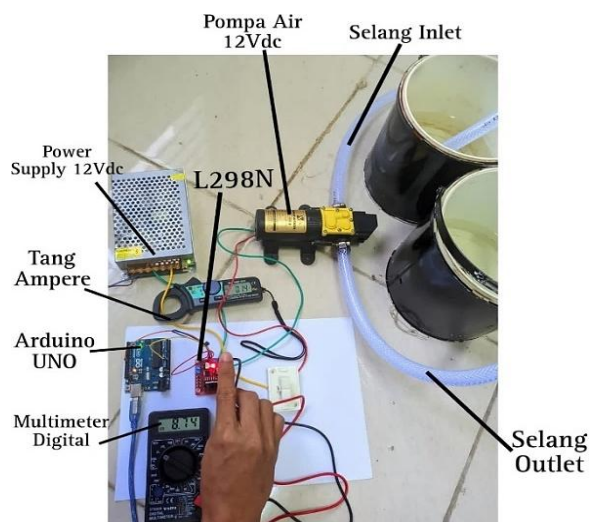
Pengujian Jarak (cm)	Alat Ukur (cm)	Ultrasonik SRF04	Selisih	Error (%)
5	5	4,91	0,09	1,8
	5	4,98	0,02	0,4
	5	4,91	0,09	1,8
	5	4,98	0,02	0,4
	5	4,98	0,02	0,4
Rata-Rata	5	5,11	0,04	0,96
10	10	10,05	0,05	0,5
	10	10,00	0,00	0,0
	10	10,14	0,14	1,4
	10	10,05	0,05	0,5
	10	10,00	0,00	0,0
Rata-Rata	10	10,04	0,04	0,48
15	15	15,11	0,11	0,73
	15	15,01	0,01	0,06
	15	15,00	0,00	0,00
	15	15,18	0,18	1,2
	15	15,20	0,20	1,33
Rata-Rata	15	15,10	0,10	0,66
25	25	25,16	0,16	0,64
	25	25,19	0,19	0,76
	25	25,02	0,02	0,08
	25	25,00	0,00	0,00
	25	25,00	0,00	0,00
Rata-Rata	25	25,07	0,07	0,29
30	30	30,00	0,00	0,00
	30	30,07	0,07	0,23
	30	30,00	0,00	0,00
	30	30,13	0,13	0,43
	30	30,16	0,16	0,53
Rata-Rata	30	30,07	0,07	0,23

Dari Tabel 2, dapat dilihat hasil pengujian perbandingan jarak dari sensor ultrasonik HC-SRF04 dengan alat ukur penggaris. Pengujian dilakukan sebanyak 5 jarak berbeda dan setiap jarak dilakukan 5 kali percobaan untuk memastikan akurasi pembacaan jarak dari sensor ultrasonik HC-SRF04. Tabel menunjukkan perbedaan antara jarak yang diukur oleh sensor ultrasonik HC-SRF04 dengan alat ukur penggaris, dengan nilai selisih pada pengukuran jarak 5 cm yang

bervariasi antara 0,00 hingga 0,09 dengan nilai rata-rata selisih 0,04, Pada pengukuran jarak 10 cm variasi selisihnya antara 0,00 hingga 0,14 dengan nilai rata-rata selisih 0,04, Pada pengukuran jarak 15 cm variasi selisihnya antara 0,00 hingga 0,20 dengan nilai rata-rata selisih 0,10, Pada pengukuran jarak 25 cm variasi selisihnya antara 0,00 hingga 0,19 dengan nilai rata-rata selisih 0,07, dan pada pengukuran jarak 30 cm variasi selisihnya antara 0,00 hingga 0,16 dengan nilai rata-rata selisih 0,07. Persentase kesalahan yang dihitung pada pengukuran jarak 5 cm menunjukkan variasi antara 0,0% hingga 1,8%, dengan rata-rata kesalahan sebesar 0,96%, Pada pengukuran jarak 10 cm menunjukkan variasi antara 0,0% hingga 1,4%, dengan rata-rata kesalahan sebesar 0,48%, Pada pengukuran jarak 15 cm menunjukkan variasi antara 0,00% hingga 1,33%, dengan rata-rata kesalahan sebesar 0,66%, Pada pengukuran jarak 25 cm menunjukkan variasi antara 0,00% hingga 0,76%, dengan rata-rata kesalahan sebesar 0,29%, dan pada pengukuran jarak 30 cm menunjukkan variasi antara 0,00% hingga 0,53%, dengan rata-rata kesalahan sebesar 0,23%. Hasil ini menunjukkan terdapat perbedaan yang konsisten antara pengukuran sensor ultrasonik HC-SRF04 dengan alat ukur standar yaitu penggaris. Pada pengujian ini dimana pengukuran jarak sangat penting untuk memastikan kondisi jarak air didalam tangki penampungan air terukur dengan akurat, hasil ini menunjukkan bahwa sensor ultrasonik HC-SRF04 memberikan pembacaan jarak suatu objek seperti air yang akan diukur pada tangki penampungan air dengan tingkat akurasi yang cukup baik.

C. Pengujian Module Driver L298N

Pengujian module driver motor L298N pada tangki penampungan air bertujuan untuk mengetahui hubungan variasi PWM dengan output tegangan module driver motor L298N. Kesesuaian pengujian ini dilakukan dengan membandingkan variasi PWM dengan perubahan tegangan output modul. Pengujian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 9.



Gbr. 9 Pengujian Module Driver L298N

Dari Gambar 9 menunjukkan proses pengujian yang dilakukan pada module driver motor L298N. Pada Gambar 9 juga menampilkan komponen yang digunakan selama proses pengujian dilakukan yang terdiri dari power supply 12Vdc, Module driver motor L298N, Pompa air, Arduino UNO, selang air ½ inch, multimeter digital, dan tang amperre.

Pada pengujian module driver motor L298N tanpa menghubungkan pompa air dan menghubungkan pompa air dengan menggunakan nilai variasi PWM yang dimasukan pada program menghasilkan output tegangan modul yang terukur pada multimeter digital. Maka, selanjutnya di lakukanlah pengujian pengambilan data sesuai dengan variasi nilai PWM, sebagaimana yang dapat dilihat pengujian modul driver l298n pada Tabel 3.

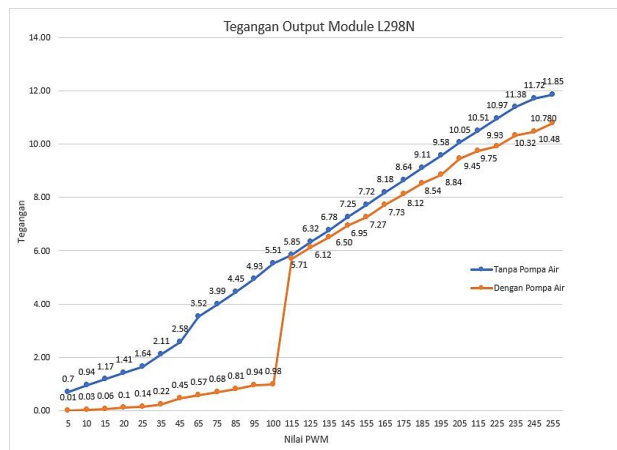
Dari Tabel 3 Menunjukkan terdapat perbedaan tegangan dan arus saat pengujian module driver motor L298N, Hasil pengujian menunjukkan tegangan output dan arus output pada module tanpa beban dengan menggunakan beban pompa air, Berdasarkan dari variasi nilai PWM pada nilai PWM 5 sampai 100 terdapat penurunan tegangan dan kenaikan arus yang terjadi pada modul L298N pada saat penggunaan variasi nilai PWM yang diberikan pada modul L298N saat tanpa beban dan menggunakan beban berupa pompa air.

Tabel III
Hasil Pengujian Tegangan dan Arus Output Modul

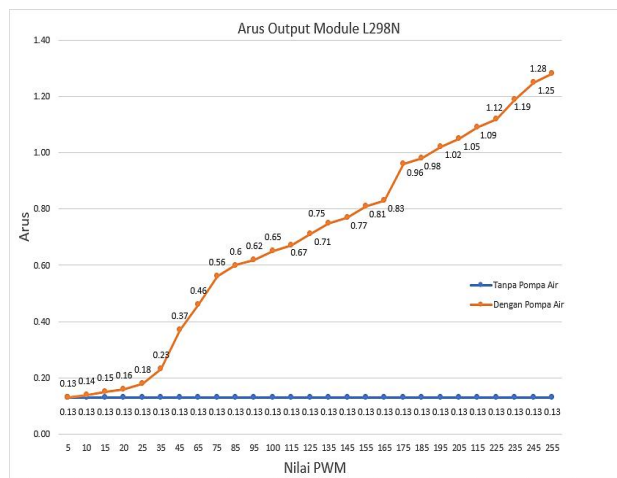
PWM	Tanpa Pompa Air		Dengan Pompa Air	
	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)
5	0,70	0,13	0,01	0,13
10	0,94	0,13	0,03	0,14
15	1,17	0,13	0,06	0,15
20	1,41	0,13	0,1	0,16
25	1,64	0,13	0,14	0,18
35	2,11	0,13	0,22	0,23
45	2,58	0,13	0,45	0,37
65	3,52	0,13	0,57	0,46
75	3,99	0,13	0,68	0,56
85	4,45	0,13	0,81	0,60
95	4,93	0,13	0,94	0,62
100	5,51	0,13	0,98	0,65
115	5,85	0,13	5,71	0,67
125	6,32	0,13	6,12	0,71
135	6,78	0,13	6,50	0,75
145	7,25	0,13	6,95	0,77
155	7,72	0,13	7,27	0,80
165	8,18	0,13	7,73	0,83
175	8,64	0,13	8,12	0,96
185	9,11	0,13	8,54	0,98
195	9,58	0,13	8,84	1,02
235	11,38	0,13	10,32	1,19
245	11,72	0,13	10,48	1,25
255	11,85	0,13	10,78	1,28

Dari hasil pengukuran penurunan tegangan terjadi pada PWM yang digunakan untuk penggunaan PWM 5 sampai 100 memberikan penurunan tegangan yang terlalu tinggi yang dapat mengakibatkan kerusakan pada

pompa air. Penggunaan nilai PWM 100 sampai 255 dengan hasil pengukuran terdapat penurunan tegangan yang rendah di antara range kurang dari 1 volt, Penurunan tegangan ini sangat baik dalam menjaga performa yang optimal. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan pemilihan nilai PWM yang baik untuk mengkontrol pompa air dalam melakukan pengisian dan penyaluran air pada tangki air penampungan. Sebagaimana dapat dilihat hasil tegangan output dan arus output modul L298N tanpa beban dan dengan menggunakan beban pada Gambar 10 dan Gambar 11.



Gbr. 10 Grafik Tegangan Modul L298N



Gbr. 11 Grafik Arus Modul L298N

Dari Gambar 10 menunjukkan penurunan tegangan yang rendah terjadi pada tegangan output modul menggunakan beban berupa pompa air dan tanpa pompa air dengan penggunaan nilai PWM 115 sampai 255 penurunan tegangan dibawah 1 volt dan penggunaan nilai PWM dapat digunakan untuk pengujian pada proses pengisian air pada tangki penampungan air, Tegangan output module L298N tanpa menggunakan pompa air menunjukkan kenaikan output tegangan terjadi secara linier yang konsisten, di mana setiap peningkatan nilai PWM menghasilkan kenaikan tegangan yang proporsional dan tegangan output modul L298N dengan menggunakan pompa air menunjukkan awal kenaikan

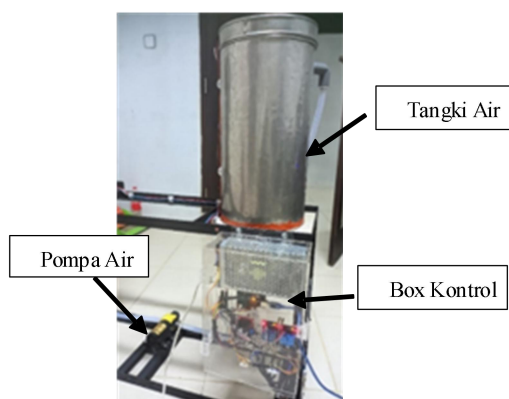
tegangan output modul L298N terjadi secara logaritmik (lambat), kemudian berubah menjadi lebih linier ketika nilai PWM mendekati maksimum. Menunjukkan bahwa pada nilai PWM rendah hingga menengah, pompa memberikan beban yang besar sehingga menurunkan tegangan output, tetapi pada penggunaan nilai PWM tinggi, efek beban ini berkurang.

Dari Gambar 11 menunjukkan kenaikan arus pada penggunaan pompa air dan tanpa pompa air, menunjukkan pada saat tanpa penggunaan pompa air arus terlihat konstan di 0,13 A dan pada saat penggunaan pompa air arus naik secara signifikan ketika nilai PWM meningkat, dimana awal garis grafik dari nilai PWM 5 sampai 35 kenaikan arus lambat dan stabil, menunjukkan pada penggunaan PWM rendah dikarenakan pompa air bekerja pada tegangan rendah sehingga arus yang dihasilkan relatif kecil, Pada pertengahan garis grafik dari nilai PWM 45 sampai 135 kenaikan arus mulai signifikan seiring dengan kenaikan nilai PWM, dan pada akhir garis grafik dari nilai PWM 145 sampai 255 kenaikan arus meningkat menunjukkan bahwa pada pengukurann ini menggunakan PWM tinggi, dikarenakan pompa air bekerja pada tegangan tinggi sehingga arus yang dihasilkan jauh lebih besar.

D. Pengujian Keseluruhan

Mengetahui keberhasilan dari implementasi alat untuk sistem kendali ketinggian air pada tangki penampungan air menggunakan ultrasonik hc-srf04, maka dilakukan pengujian keseluruhan. Dari hasil data pengujian sensor ultrasonik dan modul driver l298n, Untuk pengujian keseluruhan, dilakukan dengan tujuan untuk memastikan bahwa sistem kendali ketinggian air pada tangki penampungan air menggunakan sensor ultrasonik HC-SRF04 dan modul driver L298N berfungsi sesuai dengan yang direncanakan.

Proses pengujian melibatkan implementasi dan pengamatan keseluruhan dari setiap komponen, mulai dari sensor ultrasonik, modul driver L298N, Tahapan pada pengujian ini yaitu dengan pemasangan sensor dan aktuator. Sensor ultrasonik hc-srf04 diposisikan untuk mengukur ketinggian air pada tangki. Modul driver L298N dihubungkan dengan pompa air untuk pengaturan aliran air, Sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 12.



Gbr. 12 Hasil Perancangan Keseluruhan

Dari Gambar 12 menunjukkan konfigurasi keseluruhan antara aktuator, sensor, tangki air, rangka tangki, dan box kontrol. Selanjutnya, dilakukan pengujian sistem kendali ketinggian air pada tangki penampungan air. Sistem diuji dengan kondisi air pada tangki yang berada di bawah dan mencapai setpoint ketinggian 40 cm.

Jika ketinggian air di bawah 40 cm, pompa akan aktif. Sebaliknya, ketika mencapai atau melebihi batas setpoint, pompa mati. Setiap perubahan ketinggian air dipantau dan ditampilkan pada serial monitor untuk memastikan sensor ultrasonik dapat mendeteksi perubahan ketinggian dengan akurat, sebagaimana dapat dilihat hasil pengujian sistem kendali ketinggian air pada tangki penampungan air dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel IV
Hasil Pengujian Sistem Kendali Ketinggian Air

No	Pompa Air Aktif/Nonaktif	Solenoid Valve Aktif/Nonaktif	Ultrasonik HC-SRF04	
			Level (cm)	Volume (Liter)
1	Aktif	Aktif	0.00	0.00
2	Aktif	Aktif	0.13	0.08
3	Aktif	Aktif	0.26	0.16
4	Aktif	Aktif	0.39	0.24
5	Aktif	Aktif	0.52	0.32
6	Aktif	Aktif	0.65	0.40
7	Aktif	Aktif	0.78	0.48
8	Aktif	Aktif	0.91	0.56
9	Aktif	Aktif	1.04	0.64
10	Aktif	Aktif	1.17	0.72
11	Aktif	Aktif	1.3	0.80
12	Aktif	Aktif	1.43	0.88
13	Aktif	Aktif	1.56	0.96
14	Aktif	Aktif	1.69	1.04
15	Aktif	Aktif	1.82	1.12
16	Aktif	Aktif	1.95	1.20
17	Aktif	Aktif	2.08	1.28
18	Aktif	Aktif	2.21	1.36
19	Aktif	Aktif	2.34	1.44
20	Aktif	Aktif	2.47	1.52
21	Aktif	Aktif	2.6	1.60
22	Aktif	Aktif	2.73	1.68
23	Aktif	Aktif	2.86	1.76
24	Aktif	Aktif	2.99	1.84
25	Aktif	Aktif	3.12	1.92
26	Aktif	Aktif	3.25	2.00
27	Aktif	Aktif	3.38	2.08
28	Aktif	Aktif	3.51	2.16
29	Aktif	Aktif	3.64	2.24
30	Aktif	Aktif	3.77	2.32
31	Aktif	Aktif	3.9	2.40

Dari Tabel 4, terlihat hasil pengujian sistem kendali ketinggian air yang diukur menggunakan sensor ultrasonik HC-SRF04. Data menunjukkan bahwa ketika ketinggian air dalam tangki mengalami peningkatan kondisi pompa dan solenoid valve aktif. Hal ini ditunjukkan oleh nilai ketinggian air (dalam cm) dan

volume air (dalam liter) yang semakin besar pada setiap pengukuran. Sistem kendali yang dirancang berhasil menjaga ketinggian air pada level yang diharapkan, dengan kenaikan yang terukur dan konsisten.

Pada pengujian ini, peran sensor ultrasonik sangat penting untuk memastikan bahwa perubahan ketinggian air dapat terdeteksi secara akurat. Ketika pompa dan valve dalam keadaan aktif, sensor membaca kenaikan ketinggian secara bertahap, yang menunjukkan bahwa sistem kendali merespons pengisian air dengan tepat. Data volume air yang tercatat juga menunjukkan akurasi pengukuran sensor, yang mencatat setiap kenaikan ketinggian dengan penambahan konversi volume air yang sesuai. Selanjutnya, pada pengujian keseluruhan sistem kendali ketinggian air, dilakukan tahapan pengujian akhir dalam mengendalikan proses pengisian air pada tangki penampungan air, Untuk mengetahui respon akurasi pembacaan ketinggian air mampu dalam menjaga setpoint air pada ketinggian air pada tangki 40 cm, sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel V
Hasil Pengujian Sistem Kendali Ketinggian Air

No	Pompa Air Aktif/Nonaktif	Selenoid Valve Aktif/Nonaktif	Ultrasonik HC-SRF04	
			Level (cm)	Volume (Liter)
1	Aktif	Aktif	35.78	22.03
2	Aktif	Aktif	35.91	22.11
3	Aktif	Aktif	36.04	22.19
4	Aktif	Aktif	36.17	22.27
5	Aktif	Aktif	36.3	22.35
6	Aktif	Aktif	36.43	22.43
7	Aktif	Aktif	36.56	22.51
8	Aktif	Aktif	36.69	22.59
9	Aktif	Aktif	36.82	22.67
10	Aktif	Aktif	36.95	22.75
11	Aktif	Aktif	37.08	22.83
12	Aktif	Aktif	37.21	22.91
13	Aktif	Aktif	37.34	22.99
14	Aktif	Aktif	37.47	23.07
15	Aktif	Aktif	37.6	23.15
16	Aktif	Aktif	37.73	23.23
17	Aktif	Aktif	37.86	23.31
18	Aktif	Aktif	37.99	23.39
19	Aktif	Aktif	38.12	23.47
20	Aktif	Aktif	38.25	23.55
21	Aktif	Aktif	38.38	23.63
22	Aktif	Aktif	38.51	23.71
23	Aktif	Aktif	39.64	24.41
24	Aktif	Aktif	39.77	24.49
25	Aktif	Aktif	39.9	24.57
26	Nonaktif	Aktif	40.00	24.63
27	Nonaktif	Nonaktif	40.00	24.63
28	Nonaktif	Nonaktif	40.00	24.63
29	Nonaktif	Nonaktif	40.00	24.63
30	Nonaktif	Nonaktif	40.00	24.63
31	Nonaktif	Nonaktif	40.00	24.63

Dari Tabel 4 dan Tabel 5 secara keseluruhan, hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sistem kendali bekerja dengan baik dalam menjaga ketinggian air dalam tangki. Sensor ultrasonik HC-SRF04 mampu mendeteksi perubahan ketinggian secara akurat, sementara pompa dan selenoid valve berfungsi sesuai dengan kendali yang diberikan. Dari data yang diperoleh, pada ketinggian air 40 cm dengan volume air pada tangki 24,63 Liter dapat menonaktifkan pompa sesuai dengan sistem kendali yang sudah ditentukan dalam menjaga ketinggian air berada pada setpoint 40 cm, dapat disimpulkan bahwa sistem ini stabil dan mampu mempertahankan ketinggian air pada kondisi yang diinginkan, dengan respon yang konsisten terhadap perubahan ketinggian air dengan operasional pada pompa dan selenoid valve.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem kendali ketinggian air pada tangki penampungan air menggunakan sensor ultrasonik HC-SRF04. Sistem ini berfungsi secara otomatis mengendalikan ketinggian air dengan mengukur volume air melalui sensor ultrasonik dan mengontrol pompa serta selenoid valve. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini bekerja dengan akurasi yang baik. Pengukuran ketinggian air menggunakan sensor ultrasonik memiliki rata-rata kesalahan (error) yang rendah, yaitu berkisar antara 0,23% hingga 0,96% pada berbagai ketinggian mulai dari 5 cm hingga 30 cm. Persentase kesalahan tertinggi sebesar 1,8% ditemukan pada pengukuran jarak 5 cm, sementara untuk jarak yang lebih besar, kesalahan semakin kecil, dengan nilai error 0,23% pada pengukuran 30 cm, memastikan bahwa sistem mampu mendeteksi perubahan ketinggian air secara tepat. Penggunaan modul driver L298N dan kalibrasi sensor juga berhasil dilakukan untuk meningkatkan akurasi. Secara keseluruhan, sistem ini terbukti handal dalam mempertahankan ketinggian air yang stabil di dalam tangki.

REFERENSI

- [1] Fahd, I. Z. J. M., Hasan, M. F., Andoko, A. F., & Sumarahinsih, A. (2023). Rancang Bangun Alat Ukur Kualitas Air pada Penampungan Air Hujan dengan Sensor TDS Berbasis Mikrokontroler ESP8266. *JASIEK (Jurnal Aplikasi Sains, Informasi, Elektronika dan Komputer)*, 5(1), 1-8.
- [2] Poetra, A. A., Nandika, R., & Wijaya, T. K. (2023). Prototipe Sistem Monitoring Ketinggian Air Pada Tangki Berbasis Internet of Things. *Sigma Teknika*, 6(1), 097-108.
- [3] Putri, T. W. O., Mowaviq, M. I., & Hajar, I. (2021). Rancang Bangun Sistem Kendali Level Air Berbasis Programmable Logic Controller dan Human Machine Interface. *Kilat*, 10(2), 272-279.
- [4] Kartika, K., Asran, A., & Yanis, M. (2023). RANCANG BANGUN ALAT PENGISIAN

- CAIRAN BERBASIS SENSOR BERAT. *Jurnal Energi Elektrik*, 12(1).
- [5] Mozef, E., & Maharani, S. (2024). Sistem pengisian tandon air otomatis dengan fitur monitoring kamera nirkabel menggunakan smartphone. *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, dan Listrik Tenaga)*, 4(2), 155-166.
- [6] Asteya, W. D., Istiasih, H., & Santoso, R. (2022). inovasi Pompa Air Dengan Timer Control. *Nusantara of Engineering (NOE)*, 5(1), 50-57.
- [7] Apriyunike, W., & Sardi, J. (2020). Perancangan Sistem Kontrol Ketinggian Air Sawah Berdasarkan Usia Tanaman Padi Menggunakan Arduino Mega 2560. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(2), 26-31.
- [8] Hasan, E., Daud, M., Yusdartono, H. M., & Kartika, K. (2023). Desain Kontrol Motor Brushless Direct Current (BLDC) Menggunakan Boost Converter. *Jetri: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 117-134.
- [9] Julsam, J., Roswaldi, R., Kartika, K., & Ramal, S. (2012). Pembangunan Kontrol Unit Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8. *JURNAL ILMIAH ELEKTRON*, 2(1), 57-68.
- [10] Ananda, Ilham & Husnaini, Irma. (2021). Sistem Kendali Level Ketinggian Air dengan Controller PID Menggunakan Arduino Mega 2560 dan Antarmuka Visual Basic 6.0. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*. 2(2), 233-239. 10.24036/jtein.v2i2.172.
- [11] Amrullah, A. (2022). Perbandingan Tingkat Akurasi Pengukuran Ketinggian Air pada Sensor HC-SR04, HY-SRF05, dan JSN-SR04T. *Jurnal Infomedia: Teknik Informatika, Multimedia, dan Jaringan*, 7(1), 31-35.
- [12] Triwijaya, S., Wibowo, A. P., Pradipta, A., Feriando, D. A., & Fikria, A. (2022). Penyuluhan Penerapan Sistem Kontrol dan Monitoring Ketinggian Level Air Menggunakan LabVIEW Berbasis Arduino Selama Pandemi COVID-19. *JPP IPTEK (Jurnal Pengabdian dan Penerapan IPTEK)*, 6(2), 135-144.
- [13] Arief, U. M. (2011). Pengujian sensor ultrasonik ping untuk pengukuran level ketinggian dan volume air. *Jurnal Ilmiah "Elektrikal Enjiniring" UNHAS*, 9(2), 72-77.
- [14] Irwandy, Muda & Asran, Asran & Munir, Kartika & Salahuddin, Salahuddin. (2023). Pid-Based Bottle Shark Heart Heater Design and Development. *International Journal of Engineering, Science and Information Technology*. 3(1), 63-70. 10.52088/ijesty.v3i1.426.
- [15] Siregar, H. S., Nabihah, A. R., Sherina, T., Dwiyaniti, M., Indrayani, S., & Widjajanto, D. (2022). Implementasi PLC-VSD dan SCADA pada sistem pengisian air otomatis. *Electrices*, 4(2), 43-49.
- [16] Purwanto, H., Riyadi, M., Astuti, D. W. W., & Kusuma, I. W. A. W. (2019). Komparasi sensor ultrasonik HC-SR04 dan JSN-SR04T untuk aplikasi sistem deteksi ketinggian air. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 10(2), 717-724.
- [17] Shaputra, R., Gunoto, P., & Irsyam, M. (2019). Kran air otomatis pada tempat berwudhu menggunakan sensor ultrasonik berbasis arduino uno. *Sigma Teknika*, 2(2), 192-201.
- [18] Ainurrohman, A., Rivai, M., & Tasripan, T. (2019). Kontrol laju alir pompa air berpenggerak brushless DC motor. *Jurnal Teknik ITS*, 7(2), F269-F274.
- [19] Hidayat, A. R., Risdhayanti, A. D., Permatasari, D. A., & Wahono, W. T. (2024). Pemodelan Identifikasi Sistem untuk Pengaturan Kecepatan Motor DC dengan Kontrol PID. *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri*, 11(1), 253-262.
- [20] Sukowati, A. D., Budi, E. S., & Radianto, D. (2023). Sistem Kendali PID Aplikasi Mini Plant Water Flow Berbasis Arduino. *Jurnal Elkolind*, 10(3), 471-478.