

PROTOTIPE PENGUKUR VOLUME BEJANA UKUR STANDAR BERBASIS INTERNET OF THINGS DALAM TERA DAN TERA ULANG POMPA UKUR BAHAN BAKAR MINYAK

R.Bagus Ali Hastariyadi¹, Sathya Muhfian Sani², Gianto³

^{1,2,3}Program Studi Metrologi dan Instrumentasi, Akademi Metrologi dan Instrumentasi, Jl. Raya Bandung - Sumedang Km 25 No. 28, Kutamandiri, Kec. Tanjungsari, Kabupaten Sumedang.

Received: 12 Juli 2024

Accepted: 31 Juli 2024

Published: 7 Agustus 2024

Keywords:

Internet of Things;

Ultrasonic Sensor;

Fuel Pump;

Measuring Vessel.

Correspondent Email:

bagusali076@gmail.com

Abstrak. Dalam bidang perdagangan, perlindungan konsumen merupakan hal yang sangat penting, terlebih lagi pada pengisian bahan bakar minyak yang telah diatur dalam Syarat Teknis Dirjen Perlindungan Konsumen dan Tertib Niaga No 121 Tahun 2020 tentang pengujian tera dan tera ulang pompa ukur bahan bakar minyak. Dalam proses tera dan tera ulang selalu memakan waktu yang lama. Pengamatan yang teliti dan waktu yang lebih lama dibutuhkan untuk menghindari kesalahan pembacaan seperti kesalahan paralaks. Sehingga perlu dirancang cara pengukuran manual ke digital dengan memanfaatkan sensor ultrasonik mengukur ketinggian dan hubungannya dengan skala pembacaan manual pada BUS. Metode kalibrasi alat pada penelitian ini menggunakan regresi linear antara pengukuran jarak permukaan air dengan sensor yang dibandingkan dengan volume yang terbaca di bejana ukur standar. Hasil perancangan memiliki akurasi 99,7% dan presisi 99,9% dengan rata rata error 0,176%. Prototipe ini mampu secara otomatis mengunggah data hasil pengujian kedalam Google Spreadsheet berbasis IoT dan secara otomatis menandai hasil pengujian yang melebihi toleransi. Sehingga pengujian berjalan lebih cepat dan praktis tanpa perlu lagi melakukan pencatatan pengujian secara manual serta mengurangi kesalahan paralaks ketika pembacaan skala bejana.

Abstract. In the field of trade, consumer protection is very important, especially in filling fuel oil which has been regulated in the Technical Requirements of the Directorate General of Consumer Protection and Trade Order No. 121 of 2020 concerning the testing of calibration and recalibration of fuel oil measuring pumps. The calibration and recalibration process always takes a long time. Careful observation and longer time are needed to avoid reading errors such as parallax errors. So it is necessary to design a manual to digital measurement method by utilizing an ultrasonic sensor to measure the height and its relationship to the manual reading scale on the BUS. The tool calibration method in this study uses linear regression between measuring the distance between the water surface and the sensor compared to the volume read in the standard measuring vessel. The design results have an accuracy of 99.7% and a precision of 99.9% with an average error of 0.176%. This prototype is able to automatically upload test result data into an IoT-based Google Spreadsheet and automatically mark test results that exceed tolerance. So that testing runs faster and more practically without the need to manually record tests and reduce parallax errors when reading the vessel scale.

1. PENDAHULUAN

Pada bidang perdagangan, perlindungan konsumen merupakan hal yang sangat penting. Terutama pada hal ini pada pengisian bahan bakar minyak. Oleh karena itu diperlukannya peran dari pihak metrologi legal dalam pengawasan SPBU agar sesuai dengan standar [1]. Berdasarkan Syarat Teknis Dirjen Perlindungan Konsumen dan Tertib Niaga No 121 Tahun 2020, pengujian tera dan tera ulang pompa ukur bahan bakar minyak diperlukan sebagai bentuk perlindungan terhadap konsumen. Tera dan tera ulang dilakukan dengan bejana ukur standar sebagai standar ukuran volume. Akan tetapi dalam proses tera dan tera ulang selalu memakan waktu yang lama dikarenakan proses pembacaan bejana ukur serta pencatatan hasil pengujian pada cerapan pengujian. Untuk membaca volume bejana ukur, pengukuran volume bejana ukur dilakukan dengan membaca skala yang terletak di leher bejana ukur yang dipasang pada pipa bejana ukur. Meniskus air yang berada di pipa bejana ukur disejajarkan dengan skala nonius pada skala bejana ukur. Oleh karena itu, pengamatan yang teliti dan waktu yang lebih lama dibutuhkan untuk menghindari kesalahan pembacaan seperti kesalahan paralaks dan lainnya.

Pada penelitian sebelumnya oleh Arief, telah mengukur ketinggian dan volume air menggunakan sensor ultrasonik tetapi tidak melibatkan bejana ukur dalam pengujian dan menghasilkan nilai volume yang kurang linear dengan volume air [2]. Pada studi berikutnya oleh Wicaksono, telah melibatkan pembuatan alat atau prototipe katup pengisi secara otomatis untuk bejana ukur standar berukuran lima liter dengan menggunakan sensor VL53L0X prototipe menunjukkan akurasi sebesar 99% dan presisi sebesar 99%, tetapi prototipe yang dibuat mengalami pembiasan cahaya ketika digunakan. [3]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Pratama, sudah dilakukan pembuatan alat yang menggunakan sensor ultrasonik dan juga memanfaatkan *Internet of Things* tetapi digunakan untuk mendeteksi banjir [4]. Penelitian oleh Pelawi, menggunakan sensor ultrasonik sebagai monitoring volume air dan juga memanfaatkan *flow* meter sebagai monitoring output volume air [5]. Dalam melakukan pengukuran ketinggian menggunakan sensor ultrasonik, telah

dilakukan sebelumnya oleh Puspasari, tetapi dengan menggunakan sensor HC-SR04 [6]. Pada penelitian oleh Prasetyo, telah dibuat pendeteksi pengisian volume dengan sensor ultrasonik, hanya saja output dari penelitian berupa SMS [7]. Pada penelitian oleh Farhamsa, menggunakan sensor ultrasonik sebagai pengukur volume tetapi menggunakan Arduino sebagai *microcontroller* [8]. Pengukuran jarak secara wireless berbasis sensor ultrasonik telah dilakukan pada penelitian oleh Saragih [9]. Pemanfaatan sistem *Internet of Things* telah dilakukan oleh Nova, tetapi sebagai pengaman pintu yang berbasis android [10]. Dan pada penelitian oleh Muhammad telah menggunakan Google Spreadsheet sebagai media penyimpanan dari data yang didapatkan [11]. Pembacaan bejana ukur merupakan pembacaan analog karena masih menggunakan skala. Dalam pembacaan analog, faktor kesalahan yang berasal dari pembaca atau manusia merupakan faktor kesalahan utama [12]. Untuk mengurangi kesalahan akibat pengukuran manual volume bejana ukur dan mengatasi kekurangan dalam penelitian sebelumnya, penelitian ini mengembangkan prototipe pengukuran volume bejana ukur menggunakan sensor ultrasonik dan ESP32 sebagai *microcontroller* yang juga merupakan komponen *Internet of Things*, yang mampu meng-upload data pada Google Spreadsheet. Selain itu, akan dilakukan serangkaian pengujian dan evaluasi terhadap sistem ini untuk memastikan bahwa kinerjanya sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan dalam pembacaan bejana ukur. Dengan demikian, penelitian ini dapat mempermudah dalam pengujian tera dan tera ulang pada pompa ukur BBM dalam hal pencatatan data dan mendeteksi kesalahan, serta melakukan pengukuran secara lebih mudah dan lebih cepat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonic merupakan alat atau perangkat elektronik yang dapat membangun, membuat, atau memancarkan gelombang ultrasonik yang dapat digunakan sebagai pengukuran jarak atau ketinggian. Pada penelitian ini digunakan sensor ultrasonik RCWL-1601 yang merupakan modifikasi dan versi mini dari sensor HC-SR04 yang merupakan sensor ultrasonik yang paling umum

digunakan. Yang membedakan dari HC-SR04, Sensor ini dapat beroperasi pada tegangan 3-5V sehingga tidak memerlukan pemindah atau pembagi level logika apa pun. Serupa dengan HC-SR04, sensor ultrasonik RCWL-1601 merupakan sensor digital yang dua transduser ultrasonik yang berada pada sensor RCWL-1601 memiliki fungsi yang berbeda antara satu sama lain. Salah satu transduser berfungsi sebagai transmitter (pemancar) dengan mengubah dari sinyal elektrik menjadi sinyal gelombang ultrasonik yang berupa pulsa. Sedangkan transduser lainnya berfungsi sebagai receiver (penerima) dengan mengubah sinyal pulsa gelombang ultrasonik yang diterima menjadi sinyal elektrik.



Gambar 2.1 Sensor Ultrasonik RCWL-1601

2.2 ESP32

ESP32 merupakan sebuah mikrokontroler yang diciptakan oleh Espressif Systems. Sama seperti mikrokontroler lainnya, ESP32 mampu memproses data yang diberikan. Dibandingkan dengan Arduino, ESP32 memiliki berbagai kelebihan yaitu terdapat Wi-Fi dan Bluetooth didalamnya sehingga sangat berguna khususnya dalam membuat sistem Internet of Things yang membutuhkan koneksi internet. Pada penelitian ini, digunakan ESP32 yang memiliki 38 pin dan dual core.



Gambar 2.2 ESP32

2.3 Internet of Things

Internet of Things merupakan sebuah jaringan atau keterkaitan dari beberapa perangkat yang memungkinkan untuk melakukan pertukaran data dengan perangkat lain atau sebuah *cloud* (penyimpanan) [13].

Dengan adanya IoT ini memungkinkan prototipe untuk mengunggah data pengujian yang didapat dan disimpan di dalam *cloud*. Dengan begitu akan menambah efisiensi dan mempercepat pengujian

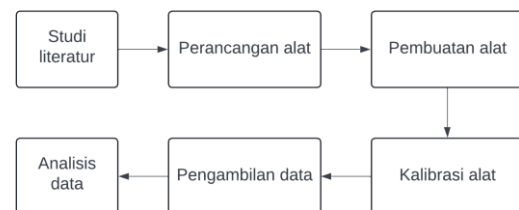
2.4 Google Spreadsheet

Google Spreadsheet merupakan salah satu aplikasi dari Google, yang mana dapat digunakan sebagai penyimpanan data, penghitungan dan memproses akuisisi data. Google Spreadsheet memiliki kinerja yang sama dengan Microsoft Excel, tetapi memiliki keunggulan yang dapat digunakan sebagai *cloud* dan juga dapat diubah dan diakses secara *online*.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Dalam mengerjakan penelitian pembuatan prototipe kali ini, metode yang dilakukan yaitu dengan melakukan studi literatur dari dokumen atau jurnal yang terkait, membuat perencanaan prototipe yang akan dibuat, melakukan perakitan prototipe dari rencana yang telah dibuat, melakukan pengujian prototipe untuk mendapatkan data, melakukan pengolahan dan analisis dari data yang didapat, dan pembuatan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan. Berikut diagram alur penelitian yang dilakukan.



Gambar 3.1 Alur penelitian

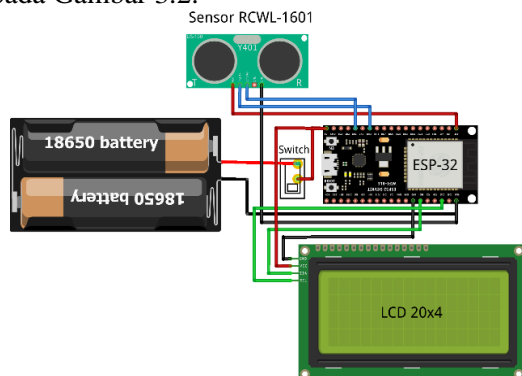
3.2 Komponen dan Desain Alat

Tabel 3.1 Komponen yang digunakan

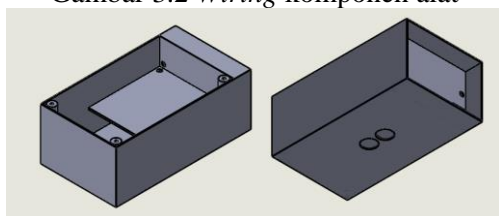
Nama Komponen	Jumlah (buah)
ESP32	1
Sensor Ultrasonik RCWL-1601	1
LCD 20x4	1
Baterai 18650	3
Saklar	1

Pada penelitian ini digunakan ESP32 sebagai mikrokontroler sekaligus komponen *Internet of Things* yang mampu terkoneksi

dengan internet dan mengunggah data pengujian yang didapat, menggunakan sensor ultrasonik sebagai pengukur jarak, LCD I2C 20x4 sebagai penampil data pengujian, baterai 18650 sebagai daya, dan saklar. Berikut ditampilkan *wiring* komponen alat yang dibuat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 *Wiring* komponen alat



Gambar 3.3 Desain *enclosure* alat

3.3 Metode Pengambilan Data

Pengambilan data dan metode kalibrasi alat pada penelitian ini menggunakan regresi linear antara pengukuran jarak permukaan air dengan sensor yang dibandingkan dengan volume yang terbaca di bejana ukur standar. Regresi linear sederhana merupakan suatu metode statistik yang digunakan untuk mengkaji dan merangkum keterkaitan antara dua variabel yang dijelaskan dalam bentuk fungsi matematis. Variabel x berperan sebagai variabel prediktor atau independen, sementara variabel y merupakan variabel respons atau dependen dalam analisis ini. Bentuk dasar dari regresi linear sederhana adalah:

$$y = a + bx \quad (1)$$

Keterangan

y : Variabel respons atau dependen

a : Konstanta (intercept). Menunjukkan perpotongan dengan sumbu vertikal

b : Koefisien regresi. Menunjukkan hubungan antara X dan Y

X : Variabel prediktor atau independent

Pada hasil akhir penelitian akan dihitung presisi dan akurasi pembacaan alat. Untuk

mendapatkan akurasi dan presisi alat dapat dilakukan dengan cara berikut:

$$Akurasi = \left(1 - \frac{bias+3\sigma}{\bar{x}}\right) \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan

σ : Standar deviasi

X : Nilai rata-rata dari pengukuran

$$Presisi = \left(1 - \frac{3\sigma}{\bar{x}}\right) \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan

σ : Standar deviasi

X : Nilai rata-rata dari pengukuran

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Prototipe



Gambar 4.1 Hasil Pembuatan Alat

Detail prototipe yang dibuat seperti pada Gambar 4.1. Alat akan diletakkan di mulut bejana dan akan membaca jarak antara ketinggian air dengan mulut bejana.

The screenshot shows a Google Sheet interface. At the top, there is a toolbar with icons for file operations (File, Edit, Tampilan, Sisipkan, Format, Data, Alat) and a search bar. Below the toolbar, the sheet is titled 'J7'. The main content area displays a table with 20 rows and 4 columns (A, B, C, D). The table data is as follows:

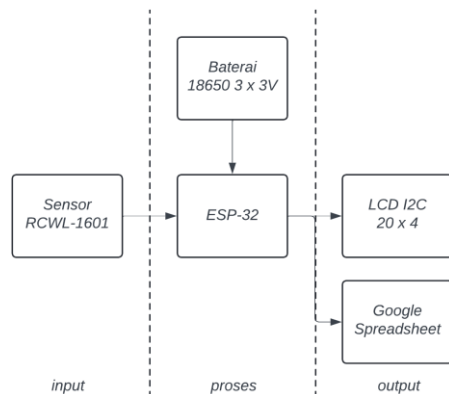
	A	B	C	D
1	Error (L)	Volume (L)	Jarak (mm)	
2	-0,27281	19,72719	119,23963	
3	-0,22953	19,77047	109,45494	
4	-0,22958	19,77042	109,46572	
5	-0,22919	19,77081	109,3775	
6	-0,22922	19,77078	109,3829	
7	-0,22907	19,77093	109,35052	
8	-0,22919	19,77081	109,3775	
9	-0,22925	19,77075	109,39011	
10	-0,22918	19,77082	109,37392	
11	-0,22923	19,77077	109,3847	
12	-0,22921	19,77079	109,3811	
13	-0,22921	19,77079	109,38111	
14	-0,22926	19,77074	109,39189	
15	-0,22919	19,77081	109,37573	
16	-0,22923	19,77077	109,38651	
17	-0,2292	19,7708	109,3793	
18	-0,22919	19,77081	109,37573	
19	-0,2292	19,7708	109,3793	
20	-0,22923	19,77077	109,3865	

At the bottom of the sheet, there is a status bar showing a plus sign, a menu icon, and the text 'Sheet1'.

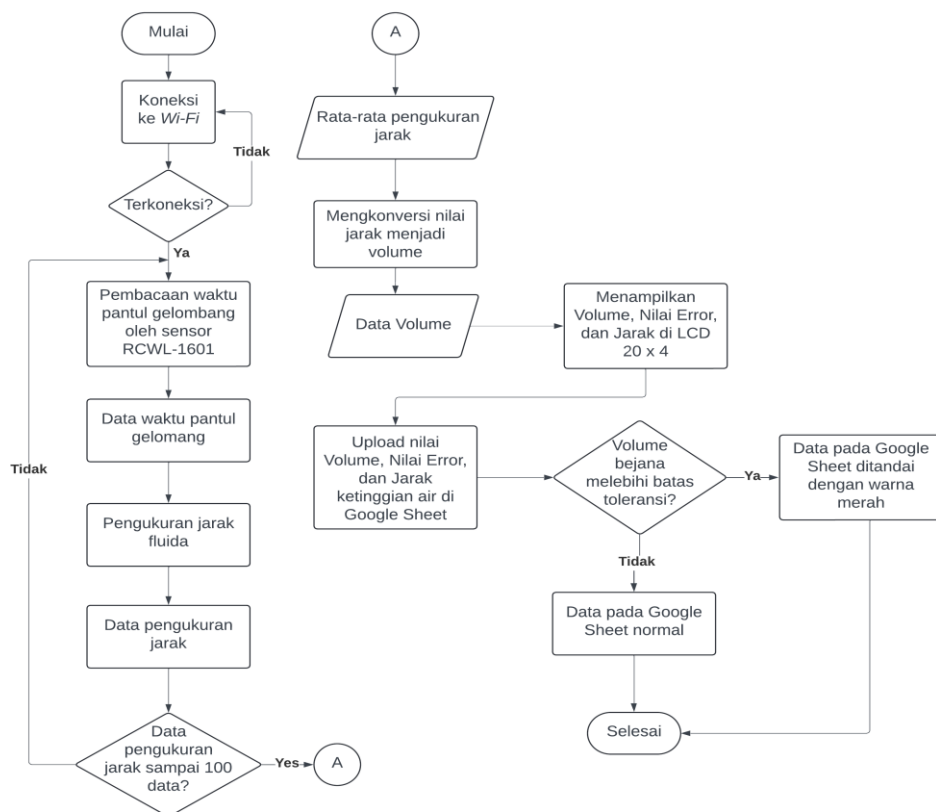
Gambar 4.2 Pencatatan hasil data pada Google Spreadsheet

4.2 Deskripsi Prototipe

Alur proses pada kinerja alat dijelaskan pada diagram blok yang telah dibuat. Berikut diagram blok yang akan dijelaskan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Diagram blok alat



Gambar 4.4 Diagram alir alat

Kinerja alat secara rinci seperti pada diagram alir, dijelaskan sebagai berikut:

1. ESP32 menghubungkan ke Wi-fi.
2. Sensor ultrasonik membaca waktu pantul gelombang.

Seperti yang ditampilkan pada diagram blok, alat mendapatkan input pembacaan jarak permukaan air dengan mulut bejana dari sensor ultrasonik, lalu data pembacaan diproses dan dikonversi kedalam bentuk volume oleh ESP32 yang mendapatkan daya dari baterai. Setelah data dikonversi, akan ditampilkan pada LCD dan juga diunggah ke Google Spreadsheet.

3. Data waktu pantul diubah menjadi jarak.
4. Melakukan rata rata 100 kali penghitungan.

5. Melakukan konversi data jarak menjadi volume.
6. Data volume, error dan jarak ditampilkan di LCD.
7. Data volume, error dan jarak dicatat di Google Spreadsheet.
8. Memilah data yang sesuai dengan toleransi kesalahan tera dan tera ulang PUBBM.
9. Menandai dengan warna merah data pembacaan volume yang melebihi toleransi.

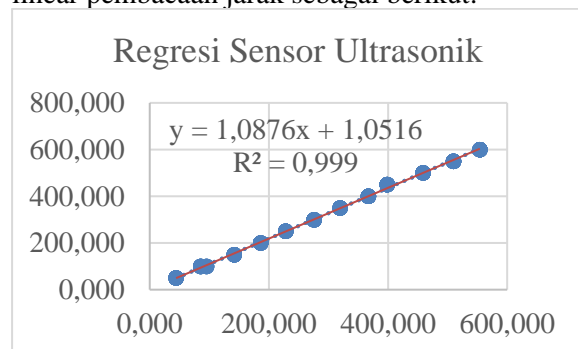
4.3 Hasil Kalibrasi

Kalibrasi dilakukan dua kali, kalibrasi sensor ultrasonik dan kalibrasi pembacaan volume. Kalibrasi sensor ultrasonik menggunakan komparator sidang sebagai standar panjang. Data diambil 20 kali pengulangan di tiap titik. Berikut data kalibrasi yang didapat:

Tabel 4.1 Data hasil kalibrasi sensor

Standar (mm)	Rata-rata hasil pembacaan (mm)
50	44,35
100	89,43
150	141,83
200	186,02
250	228,22
300	275,94
350	319,58
400	367,24
450	398,60
500	458,93
550	509,90
600	554,09

Dari data yang didapat, didapatkan regresi linear pembacaan jarak sebagai berikut:



Gambar 4.5 Grafik regresi pembacaan sensor

Selanjutnya dilakukan regresi perbandingan pembacaan jarak dengan volume air terbaca di bejana ukur. Hasil dari regresi tersebut digunakan untuk mengkonversi pembacaan jarak menjadi volume. Berikut data pembacaan jarak terhadap volume air yang didapatkan:

Tabel 4.2 Data hasil kalibrasi untuk konversi volume

Volume air dalam BUS (mm)	Rata-rata pembacaan jarak ke permukaan air (mm)
19,80	101,05
19,82	97,70
19,84	92,44
19,86	89,49
19,88	83,99
19,90	80,80
19,92	72,18
19,94	72,12
19,96	69,25
19,98	66,41
20,00	63,20
20,02	49,12
20,04	49,04
20,06	40,84
20,08	40,50
20,10	36,34
20,12	37,38
20,14	23,24
20,16	14,53
20,18	14,54
20,20	14,54



Gambar 4.6 Grafik regresi pembacaan sensor

Dari hasil regresi tersebut maka data pembacaan jarak bias dikonversikan menjadi volume.

4.4 Hasil penelitian

Berikut hasil pembacaan pada bejana ukur dengan alat yang sudah dikalibrasi:

Tabel 4.3 Data hasil pembacaan volume

Standar (L)	Pembacaan Alat (L)
19,70	19,72
19,75	19,79
19,80	19,85
19,85	19,83
19,90	19,93
19,95	19,95
20,00	20,04
20,05	20,03
20,10	19,99
20,15	20,15
20,20	20,16
20,25	20,23
20,30	20,30

Dari hasil pembacaan volume bejana tersebut, maka didapatkan nilai error, bias, akurasi, dan presisi sebagai berikut:

Tabel 4.4 Hasil nilai bias, error, akurasi, dan presisi

Bias (L)	%Error	Akurasi	Presisi
0,035	0,176%	99,767%	99,942%

Berdasarkan data yang didapat maka pembacaan dari alat yang dibuat memiliki akurasi 99,7% dan presisi 99,9% maka dapat disimpulkan bahwa pembacaan alat mendekati benar, mendekati dengan pembacaan standar.

4.5 Implementasi Prototipe

Walaupun berdasarkan hasil penelitian alat memiliki akurasi dan presisi yang baik, alat yang dibuat belum serta merta dapat menggantikan bejana ukur standar sebagai alat ukur tera dan tera ulang pompa ukur bahan bakar minyak. Alat yang dibuat pada penelitian ini merupakan alat bantu pembaca bejana yang mampu membaca bejana secara otomatis dan langsung mengunggah data yang didapat selama pengujian. Dengan begitu pengujian tera dan tera ulang pompa ukur bahan bakar minyak dapat dilaksanakan dengan lebih cepat dan

praktis tanpa perlu lagi melakukan pencatatan pengujian secara manual.

5. KESIMPULAN

- Prototipe pembaca bejana secara otomatis yang telah dibuat, mampu membaca volume bejana ukur standar ukuran 20L untuk tera dan tera ulang pompa ukur bahan bakar minyak dengan akurasi 99,7% dan presisi 99,9%
- Prototipe ini mampu secara otomatis mengunggah data hasil pengujian kedalam Google Spreadsheet dan secara otomatis menandai hasil pengujian yang melebihi toleransi yang ditetapkan dengan warna merah.
- Prototipe ini mampu memudahkan pengujian tera dan tera ulang pompa ukur bahan bakar minyak karena membuat pengujian berjalan lebih cepat dan praktis tanpa perlu lagi melakukan pencatatan pengujian secara manual serta mengurangi kesalahan paralaks ketika pembacaan skala bejana.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih sebesar-besarnya dari penulis kepada dosen, teman, dan semua yang terlibat serta membantu di dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Pratama Putra And F. Yuliani, "Efektivitas Pengawasan Metrologi Legal Oleh Dinas," 2021.
- [2] U. M. Arief, "Pengujian Sensor Ultrasonik Ping Untuk Pengukuran Level Ketinggian Dan Volume Air," 2011.
- [3] Wicaksono, "Prototipe Katup Pengisi Otomatis Untuk Bejana Ukur Standar 5 Liter," 2022.
- [4] N. Pratama, U. Darusalam, And N. D. Nathasia, "Perancangan Sistem Monitoring Ketinggian Air Sebagai Pendeteksi Banjir Berbasis Iot Menggunakan Sensor Ultrasonik," *Jurnal Media Informatika Budidarma*, Vol. 4, No. 1, P. 117, Jan. 2020, Doi: 10.30865/Mib.V4i1.1905.
- [5] S. D. Pelawi And S. Manan, "Sistem Monitoring Volume Air Menggunakan Sensor Ultrasonik Dan Monitoring Output Volume Air Menggunakan Flow Meter Berbasis Arduino," 2016.
- [6] F. Puspasari, I. Fahrurrozi, T. P. Satya, G. Setyawan, M. R. Al Fauzan, And E. M. D.

- Admoko, "Sensor Ultrasonik Hcsr04 Berbasis Arduino Due Untuk Sistem Monitoring Ketinggian," *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, Vol. 15, No. 2, P. 36, Jun. 2019, Doi: 10.12962/J24604682.V15i2.4393.
- [7] M. D. Prasetyo, A. R. Rachmansyah, And B. A. Dananjoyo, "Detektor Kesalahan Pengisian Volume Bbm Menggunakan Sensor Ultrasonik Dan Sms Gateway," *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, Vol. 10, No. 3, Aug. 2022, Doi: 10.23960/Jitet.V10i3.2703.
- [8] D. Farhamsa, R. A. Mayusa, M. Dahlan, And T. Musa, "Alat Ukur Volume Fluida Cair Berbasis Mikrokontroller," Vol. 15, No. 1, 2016.
- [9] B. Saragih, "Perancangan Pengukur Jarak Secara Wireless Menggunakan Sensor Gelombang Ultrasonik Berbasis Arduino Uno Atmega 328 Dengan Tampilan Di Laptop," 2020. [Online]. Available: <https://www.microchip.com/wwwproducts/en/atmega328p>
- [10] D. Nova, K. Hardani, And L. Hayat, "Penerapan Internet Of Things (Iot) Pada Sistem Pengendali Dan Pengaman Pintu Berbasis Android," 2020. [Online]. Available: <http://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/jrre>
- [11] A. Muhammad, R. Kartika, R. Diyah, S. Bahri, And S. Nurhalifah, "Pemanfaatan Google Spreadsheet Sebagai Media Penyimpanan Data Masyarakat Rw.04 Kp. Cilayung," 2021. [Online]. Available: <https://proceedings.uinsgd.ac.id/index.php/proceedings>
- [12] M. Ninda And G. Setyawan, "Bejana Ukur Standar Dengan Tampilan Digital Menggunakan Sensor Kapasitif Berbasis Arduino Nano," *Jurnal Simetris*, Vol. 11, No. 2, 2020.
- [13] K. Yasar, "Internet Untuk Segala Hal (Iot)," Techtarget. Accessed: Jul. 15, 2024. [Online]. Available: <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/Internet-Of-Things-Iot>