

PROTOTYPE PENGISIAN OTOMATIS RUANG KOSONG PADA PENGUJIAN TERA / TERA ULANG TANGKI UKUR MOBIL (TUM)

Azis Muslim¹⁾, Nandang Gunawan Tunggal Waras²⁾, Amira Naila Raesita³⁾
^{1,2,3}Program Studi Metrologi dan Instrumentasi, Akademi Metrologi dan Instrumentasi
Email: azis.muslim@akmet.ac.id

Abstract

The tanks commonly used as instruments for measuring the volume of liquid inside them are known as Mobile Measuring Tanks. There are several types of Mobile Measuring Tanks that must be calibrated and recalibrated, one of which is used to measure the liquid volume of fuel oil. Each calibration or recalibration test of Mobile Measuring Tanks must be compared with a high-precision or standard measuring instrument. The testing of Mobile Measuring Tanks uses a standard vessel known as the Standard Measuring Vessel. The Standard Measuring Vessel used for the calibration/recalibration of Mobile Measuring Tanks must have a large capacity, and its manufacturing and maintenance costs are relatively high. This research aims to facilitate the calibration/recalibration activities of Mobile Measuring Tanks, replace the expensive Standard Measuring Vessel, and reduce human errors caused by manually closing the water valve to fill the empty space in Mobile Measuring Tanks. The research is conducted by studying previous literature and developing it into an automatic empty space filling prototype utilizing a water level sensor, water flow sensor, and solenoid valve. The prototype developed has an accuracy rate of 97.39%, making it a potential alternative standard to the Standard Measuring Vessel.

Article History

Submitted: 16 Juni 2024

Accepted: 25 Juni 2024

Published: 26 Juni 2024

Key Words

Metrology, automatic filling, Mobile Measurement Tank

Abstrak

Tangki yang biasa digunakan sebagai alat ukur volume cairan di dalamnya disebut dengan Tangki Ukur Mobil (TUM). Ada beberapa jenis TUM yang harus ditera dan ditera ulang, salah satu jenis TUM yakni digunakan sebagai alat ukur cairan Bahan Bakar Minyak (BBM). Setiap pengujian tera atau tera ulang TUM harus dibandingkan dengan alat ukur dengan ketelitian tinggi atau standar. Pengujian TUM menggunakan standar berupa Bejana Ukur Standar (BUS). BUS yang digunakan untuk tera/tera ulang TUM harus memiliki kapasitas besar dan biaya pembuatan serta perawatannya relatif tinggi. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mempermudah kegiatan tera/ tera ulang TUM serta menggantikan penggunaan BUS yang mahal dan mengurangi kesalahan yang disebabkan oleh manusia saat menutup katup air secara manual untuk mengisi ruang kosong TUM. Penelitian dilakukan dengan mempelajari literatur sebelumnya dan mengembangkannya menjadi prototipe pengisi ruang kosong secara otomatis yang memanfaatkan water level sensor, water flow sensor dan solenoid valve. Prototipe yang dibuat memiliki nilai akurasi sebesar 97,39% sehingga bisa menjadi standar alternatif BUS.

Sejarah Artikel

Submitted: 16 Juni 2024

Accepted: 25 Juni 2024

Published: 26 Juni 2024

Kata Kunci

Metrologi, Pengisian otomatis, Tangki Ukur Mobil

Pendahuluan

Metrologi merupakan bidang keilmuan yang mempelajari tentang ukur mengukur secara luas. Metrologi dibagi menjadi tiga jenis bidang yaitu Metrologi Ilmiah, Metrologi Industri dan Metrologi Legal. Metrologi yang mengatur satuan-satuan ukuran, teknik pengukuran, dan perangkat pengukur sesuai dengan persyaratan teknis dan peraturan merupakan pengertian dari Metrologi Legal yang ditetapkan dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 1981 tentang Metrologi Legal. Tujuan utamanya adalah untuk melindungi kepentingan umum dengan memastikan keakuratan pengukuran sesuai dengan hukum yang berlaku. (Presiden RI, 1981). Salah satu perkara yang diatur oleh Metrologi Legal adalah UTTP (Alat-alat Ukur, Takar, Timbang, dan Perlengkapannya) yang wajib ditera dan ditera ulang sebagaimana yang diatur undang – undang Nomor 67 Tahun 2018 tentang Alat-alat Ukur Takar, Timbang, dan Perlengkapannya yang Wajib Ditera dan Ditera Ulang.

Tangki Ukur Mobil atau yang biasa disebut dengan TUM merupakan salah satu UTTP yang wajib ditera dan ditera ulang. Tangki ukur yang digunakan untuk instrumen pengukuran volume dari sebuah cairan dalam tangki seperti volume pada kondisi kerja atau kondisi dasar merupakan pengertian dari TUM. Terdapat beberapa jenis TUM yang wajib ditera dan ditera ulang salah satunya yang digunakan sebagai alat ukur cairan Bahan Bakar Minyak (BBM). Penggunaan TUM harus memenuhi spesifikasi dan syarat teknis yang telah diatur dalam Keputusan Direktur Jenderal Perdagangan Dalam Negeri Nomor 34 tahun 2010 tentang Syarat Teknis Tangki Ukur Mobil. Terdapat dua metode yang dapat dilakukan untuk melakukan pengujian TUM yaitu metode penimbangan atau dapat disebut dengan gravimetrik dan metode penakaran masuk atau keluar yang biasa disebut dengan volumetrik. Salah satu pengujian yang ada di dalam kedua metode tersebut adalah pengujian ruang kosong. Pengujian ruang kosong dilakukan dengan mengisi TUM yang sebelumnya telah terisi nilai nominal dari TUM tersebut (contohnya : 2000 L) dengan menggunakan air hingga penuh, pengisian ruang kosong itu harus menggunakan Bejana Ukur Standar (BUS) agar diketahui volume ruang kosong dari TUM uji (Direktur Jenderal Perdagangan Dalam Negeri, 2010).

Pada perkembangan teknologi saat ini banyak instrumen-instrumen yang dibuat untuk memudahkan manusia dalam menjalani kehidupan (Muhardiansyah M. Basyir, 2022), seperti contohnya dalam penyimpanan data, komunikasi, kegiatan pengukuran atau metrologi, bahkan teknologi sudah masuk ke kegiatan rumah tangga seperti membersihkan rumah, menjaga keamanan lingkungan, serta pemantauan pengisian air. Salah satu teknologi yang sedang berkembang yakni Mikrokontroler Arduino. Mikrokontroler Arduino merupakan salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan karena penggunaannya sangat mudah dan harganya yang masih terjangkau. Teknologi apabila digabungkan dengan beberapa peralatan lainnya akan menciptakan suatu instrumen yang akan sangat membantu kegiatan sehari-hari manusia (Nainggolan & Putra Caniago, 2023). Salah satu contoh pengembangan teknologi dengan menggunakan mikrokontroler Arduino yakni terkait pendeteksian air secara otomatis. Pada

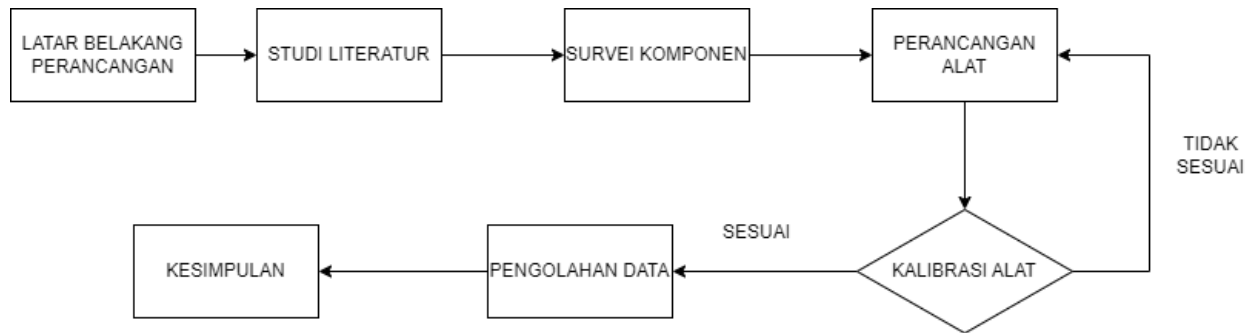
penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Ummul Khair pada tahun 2020 dibuat perancangan alat untuk mendeteksi ketinggian air yang memanfaatkan *water level sensor* berbasis Arduino Uno sukses dalam pengisian air dalam bak yang kosong sesuai dengan apa yang diminta oleh pengguna dengan menggunakan *sms* yang dapat menghitung *level* air dengan empat skala berbeda dengan menggunakan *water level sensor*, serta beberapa komponen lainnya yang terdiri dari *Solenoid valve*, Relay, LCD, Mikrolontroler Arduino Uno, dan *SMS Gateway* yang Mengirim pesan dari perangkat lain ke jaringan seluler, atau sebaliknya (Khair, 2020).

Pada 2020 telah dilakukan penelitian terkait sistem monitoring ketinggian air memanfaatkan 4 *transistor water level sensor* yang telah terhubung dengan Arduino dan komponen lainnya. *Water level sensor* dalam penelitian ini digunakan untuk mengukur ketinggian air dalam lima kondisi yang berbeda. Kondisi akan muncul ketika salah satu sensor menyentuh air. Kondisi-kondisi tersebut yang memicu relay untuk membuka atau menutup kran serta menampilkan ketinggian air pada LCD. Ketika kran air menutup dan LCD telah menampilkan ketinggian air modul kamera akan membantu alat untuk mengirim data Ketinggian air akan disampaikan ke aplikasi Android dan aplikasi Telegram yang telah diinstal pada *handphone* (Arun Wiratama et al., 2020). Telah dilakukan pula penelitian terkait Implementasi *water level sensor* dalam sistem pengatur debit air di pesawahan dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, *Water Level Sensor*, Motor servo, serta *buzzer*. *Water Level Sensor* digunakan sebagai pendeteksi ketinggian air, dimana digunakan pemicu motor servo untuk mengendalikan jalan masuk air dan *buzzer* digunakan sebagai indikatornya. Prototipe tersebut dipadukan dengan aplikasi *ThinkSpeak* yang mengontrol jumlah debit air air di bak kontrol pusat sehingga menjadi lebih efisien (Kusumadiarti & Qodawi, 2021).

Penelitian pendeteksian air dengan menggunakan *water level sensor* sudah cukup banyak. Pemanfaatan *water level sensor* tidak hanya untuk pengatur debit air atau hanya sekedar melakukan pengisian air otomatis tanpa diketahui volume sebenarnya. *Water level sensor* dapat dikolaborasikan dengan *Water Flow Sensor* serta *Solenoid valve* untuk membuat alat ukur volume yang mudah digunakan. Prototipe dengan menggabungkan beberapa sensor dapat membuat instrumen yang dapat menggantikan BUS. BUS merupakan alat ukur volume standar yang biasanya digunakan untuk pengujian alat ukur volume dengan metode volumetrik, salah satunya pada pengujian TUM. Kekurangan dari BUS adalah diperlukannya instalasi yang sangatlah besar karena TUM sendiri memiliki kapasitas yang tidak kecil bisa mencapai sehingga diperlukan BUS dengan kapasitas besar untuk mengisi volume nominal dan ruang kosong dari sebuah TUM. Instalasi ini biasanya diperlukan BUS dengan berbagai kapasitas yakni 1000 L, 5000 L, atau bahkan hingga 10000 L. Perawatan untuk instalasi TUM juga tidak mudah dan murah, sehingga diperlukannya pengembangan untuk instalasi TUM itu sendiri. Prototipe yang dibuat bertujuan untuk mempermudah kegiatan tera/ tera ulang TUM serta menggantikan penggunaan BUS yang mahal dan mengurangi kesalahan yang disebabkan oleh manusia saat menutup katup air secara manual khususnya pada pengisi ruang kosong TUM.

Metode Penelitian

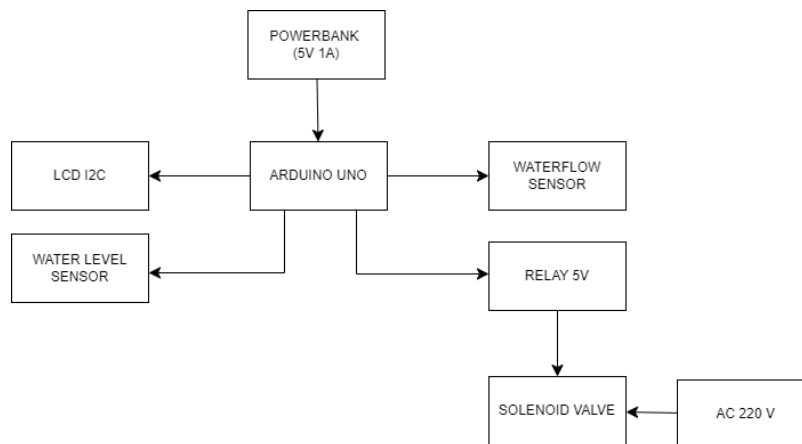
Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk membuat sebuah prototipe. Prototipe adalah suatu model pertama yang digunakan untuk objek penelitian dan dapat dikembangkan. Adapun tahapan penelitian yang telah diringkas dalam diagram blok yang tercantum pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok Alur Penelitian

A. Diagram Blok

Diagram blok merupakan salah satu komponen penting dalam hal merancang sebuah alat. Adapun diagram blok dalam implementasi *water flow sensor* yang dipadukan dengan *water level sensor* dan relay yang akan menggerakkan *solenoid valve*, tertera pada gambar 2.

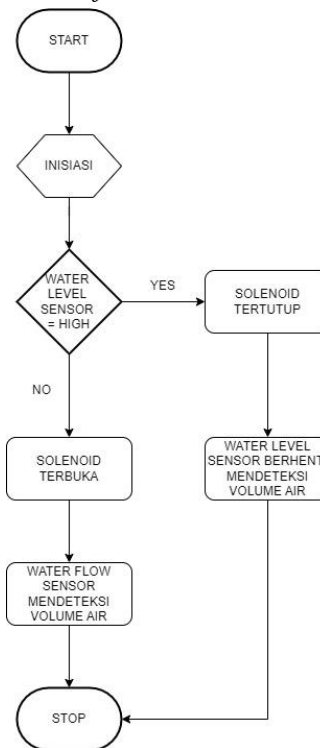


Gambar 2 Diagram Blok

B. Deskripsi Prototipe

Prototipe pengisian otomatis ruang kosong pada pengujian TUM merupakan prototipe yang dibuat untuk menggantikan BUS yang digunakan sebagai standar dari pengujian tera dan tera ulang TUM terutama pengujian ruang kosongnya. Prototipe ini memanfaatkan mikrokontroler Arduino Uno sebagai otak utama dari keseluruhan prototipe tersebut. Gambaran dari sistem kerja prototipe pengisian otomatis ruang kosong pada pengujian tera/tera ulang TUM dapat dilihat pada gambar 3. Prototipe akan bekerja ketika

mikrokontroler Arduino dan *solenoid valve* diberikan daya. Sebelum prototipe mendapatkan cukup daya dipastikan prototipe telah terhubung dengan sumber air (kran air atau pompa air). Setelah persiapan telah selesai seluruh komponen akan bekerja. *Water level sensor* merupakan indikator utama dari prototipe ini, dimana ketika *water level sensor* dalam keadaan *LOW* maka *solenoid valve* akan terbuka dan membuat air melewati *water flow sensor* dan dibaca volume air yang masuk ke dalam TUM, sebaliknya ketika *water level sensor* dalam keadaan *HIGH* maka *solenoid valve* akan menutup dan *water flow sensor* berhenti menghitung volume air. Prototipe ini dilengkapi dengan LCD yang digunakan sebagai *display* dimana ketika *water level sensor* dalam keadaan *LOW*, *solenoid valve* terbuka, serta *water level sensor* sedang menghitung volume air yang masuk kedalam TUM maka pada LCD tertulis “*Float : LOW*” dan jumlah volume yang terus bertambah hingga *solenoid valve* menutup. LCD akan menampilkan kalimat “*Float : HIGH*” dan volume akhir yang dibaca oleh *water flow sensor*.



Gambar 3. Flowchart Prototipe

C. Penentuan Status Pengisian TUM

Pengujian ruang kosong TUM merupakan pengujian yang melakukan pengukuran ruang kosong pada metode volumetrik dilakukan pengisian air pada TUM hingga penuh dimana dilakukan setelah pengujian volume nominal, pengujian indeks penunjukan dan pengujian kepekaan dan setelah penentuan indeks volume nominal maka pada prototipe ini ditentukan 2 status untuk melakukan pengisian ruang kosong yang tertera pada tabel 1.

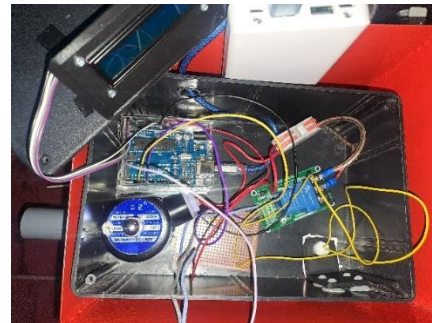
Tabel 1. Nilai Ketinggian Air pada Masing - Masing Status

Status	Tampilan LCD Status	Keterangan
Low	Float : LOW	Kondisi ketika TUM masih kosong
High	Float : HIGH	Kondisi ketika TUM telah terisi penuh

Hasil dan Pembahasan

a. Realisasi Hasil Perancangan

Pada penelitian ini telah direalisasikan prototipe pengisian ruang kosong pada pengujian tera / tera ulang TUM. Prototipe alat yang dibuat dapat ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4 Prototipe Pengisian Otomatis Ruang Kosong Pada Pengujian Tera/ Tera Ulang TUM

b. Kalibrasi *Water Flow Sensor*

Prototipe pengisian otomatis ruang kosong pada TUM memanfaatkan *water flow sensor* untuk menghitung volume yang masuk ke dalam TUM maka dari itu untuk memastikan *water flow sensor* menghitung volume yang masuk ke dalam TUM merupakan volume sebenarnya. Pengkalibrasian *water flow sensor* menggunakan standar BUS kelas III dengan kapasitas 5 L, 10 L, dan 20 L dan dilakukan pengujian naik turun sebanyak lima kali. Data yang diperoleh pada pengujian kali ini tertera pada tabel 2.

Tabel 2 Data Kalibrasi Water Flow Sensor

Standar (L)	Pengujian 1 (L)		Pengujian 2 (L)		Pengujian 3 (L)		Pengujian 4 (L)		Pengujian 5 (L)	
	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun	Naik	Turun
20	20,05	19,97	19,92	20,10	19,87	19,91	20,09	20,05	20,06	20,10
10	10,07	10,00	10,00	9,94	10,05	10,00	10,00	9,97	10,00	9,90
5	4,99	5,01	5,00	4,98	4,98	5,00	5,01	5,01	5,02	5,03

c. Perhitungan Nilai *Error* Pengujian Kalibrasi *Water Flow Sensor*

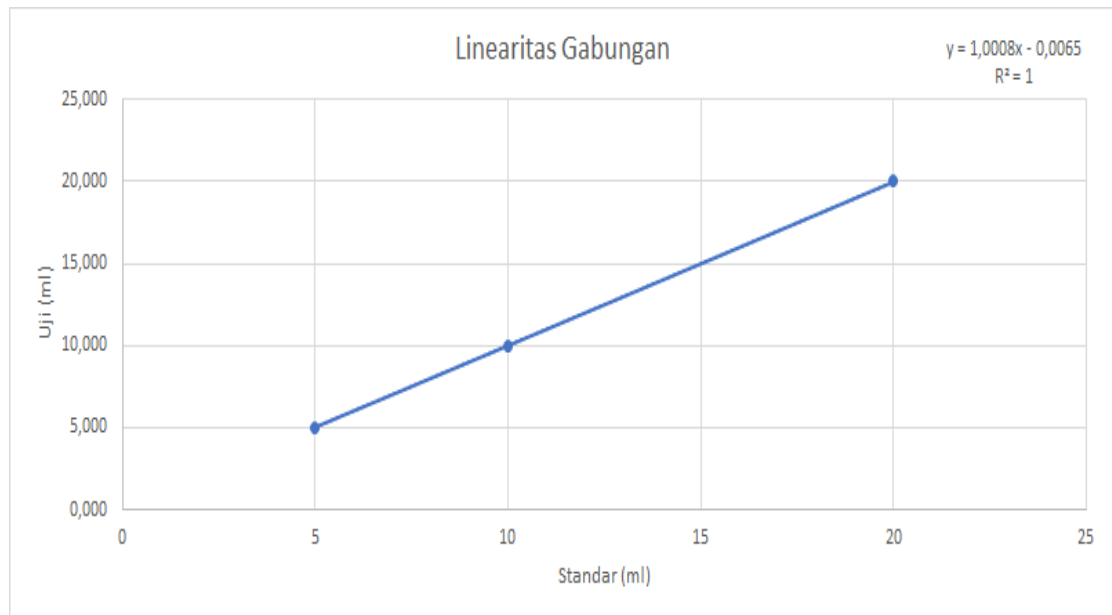
Pada setiap alat ukur pasti memiliki nilai *error* maka dari itu prototipe harus dilakukan pengujian kalibrasi untuk memastikan nilai yang dikeluarkan oleh prototipe masih memiliki nilai *error* yang kecil. Perhitungan nilai *error* tertera pada tabel 3.

Tabel 3 Perhitungan Nilai Kalibrasi

Rata-Rata (ml)			Error	Error (%)	Stdev	Bias	Akurasi (%)	Presisi (%)
Naik	Turun	Gabungan						
20,01	20,06	20,01	0,01	0,06	0,09	0,01	98,64	98,70
10,02	9,95	9,99	-0,01	-0,07	0,05	-0,01	98,61	98,54
5,00	5,01	5,00	0,00	0,06	0,02	0,00	98,96	99,02

d. Grafik Linieritas Gabungan

Dari hasil kalibrasi dari *water flow sensor* dinyatakan bahwa pembacaan dari sensor tersebut linier dengan BUS yang digunakan sebagai standar pada pengujian kalibrasi *water flow sensor*. Hasil pengujian tersebut tercantum pada grafik linieritas gabungan yang tertera pada gambar 7.



Gambar 5 Grafik Linieritas Gabungan

e. Pengambilan data pada TUM

Setelah dilakukannya pengujian kalibrasi pada *water flow sensor* dan dipastikan prototipe telah berjalan maka dilakukan pengambilan data pada TUM secara langsung, serta tetap dilakukan perbandingan hasil ruang kosong dengan menggunakan Bejana Ukur Standar, didapatkan data yang tertera pada tabel 4.

Tabel 4 Data Pengujian Ruang Kosong

Pengujian Ke -	Data Ruang Kosong dengan Menggunakan Bejana Ukur Standar 10 L (L)	Data Ruang Kosong dengan Menggunakan Prototipe (L)
1	28,05	28,24
2	27,07	27,25
3	30,05	30,25
4	29,43	29,41
5	30,25	30,30
6	28,99	29,39
7	29,78	30,10
8	28,79	29,12
9	29,72	30,10
10	29,62	29,24
Rata - Rata	29,17	29,74

f. Perhitungan Nilai *Error* Pengisian Ruang Kosong TUM

Dari tabel 4 telah didapatkan hasil karakteristik pengukuran untuk mendapatkan nilai error, akurasi, dan presisi dari prototipe yang telah dibuat, nilai *error*, akurasi, dan presisi yang telah didapatkan tertera pada tabel 5. Dari hasil perhitungan tersebut dapat dinyatakan bahwa prototipe dapat bekerja dengan baik serta mengeluarkan jumlah volume yang sesuai.

Tabel 5 Hasil Error, Akurasi, dan Presisi

Rata – Rata Standar (L)	Rata – Rata Prototipe (L)	Standar Deviasi	Bias	Akurasi (%)	Presisi (%)	Rata – Rata Error (%)
29,17	29,74	0,97	0,17	97,39	90,02	0,84

Kesimpulan

Setelah penelitian dilakukan dan pengujian dari aplikasi prototipe pengisian otomatis ruang kosong pada pengujian tera/tera ulang TUM ini, dapat disimpulkan bahwa prototipe yang dibuat dengan menggunakan sensor *water flow sensor* berbasis mikrokontroler Arduino Uno dapat berkerja dengan baik yang dapat menggantikan BUS sebagai standar TUM dengan nilai rata – rata *error* sebesar 0,84%, nilai akurasi sebesar 97, 39%, dan nilai presisi sebesar 90,02%.. Selain itu prototipe dapat memudahkan pengujian ruang kosong TUM dimana tidak akan ada kesalahan berupa air meluber keluar ketika dilakuakn penutupan kran secara manual.

Referensi

- Arun Wiratama, N., Wiharta, D. M., & Ary Esta Dewi Wirastuti, N. M. (2020). Rancang Bangun Sistem Monitoring Ketinggian Air Berbasis Android Menggunakan Transistor Water Level Sensor. *Jurnal SPEKTRUM*, 7(4), 81. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2020.v07.i04.p11>
- Direktur Jenderal Perdagangan Dalam Negeri. (2010). Surat Keputusan Direktorat Jendral Perdagangan Dalam Negeri No. 34 Tahun 2010 tentang Syarat Teknis TUM. *Kementerian Perdagangan RI*.
- Khair, U. (2020). Alat Pendeteksi Ketinggian Air Dan Keran Otomatis Menggunakan Water Level Sensor Berbasis Arduino Uno. *Wahana Inovasi: Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat UISU*, 9(1), 9–15. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/wahana/article/view/2632>
- Kusumadiarti, R. S., & Qodawi, H. (2021). Implementasi Sensor Water Level Dalam Sistem Pengatur Debit Air Di Pesawahan. *Jurnal Petik*, 7(1), 19–29. <https://doi.org/10.31980/jpetik.v7i1.957>
- Muhardiansyah M.Basyir, J. (2022). *Perancangan Sistem Monitoring Pada Mobil Tangki*. 06(01), 2–6.
- Nainggolan, M., & Putra Caniago, D. (2023). Desain Pengisian Tangki Penyimpanan Air Otomatis Menggunakan Selenoid Valve Berbasis Arduino Dan Sensor Air. *Jurnal Quancom*, 1(1), 7–14.
- Presiden RI. (1981). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 1981 tentang Metrologi Legal*. 3(September), 675–687.