

DEKTEKTOR KESALAHAN PENGISIAN VOLUME BBM MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK DAN SMS GATEWAY

Mario Dwi Prasetyo¹, Achmad Rafly Rachmansyah², Bagus Aryo Dananjoyo³

^{1,2,3} Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas, Institut Teknologi Sepuluh Nopember; Jl. Teknik Kimia, Keputih, Sukolilo, Surabaya; Telp (031) 5947302

Riwayat artikel:

Received: 10 Juli 2022

Accepted: 8 Agustus 2022

Published: 15 Agustus 2022

Keywords:

Arduino Uno;

Fuel Oil;

SMS Gateway;

Ultrasonic Sensor.

Correspondent Email:

dwmario874@gmail.com

How to cite this article:

Mario. (2022). Dektektor Kesalahan Pengisian Volume BBM Menggunakan Sensor Ultrasonik Dan Sms Gateway. Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 10(3).

© 2022 JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstrak. Saat ini masyarakat diresahkan dengan maraknya kasus kecurangan saat pengisian BBM di SPBU. Kecurangan yang dimaksud adalah volume BBM yang dimasukkan pada tangki kendaraan bermotor tidak sesuai dengan takaran seharusnya pada pembelian. Penelitian ini dibuat untuk membantu tugas UPT Metrologi dan Disperindag dalam pengawasan kecurangan pada alat ukur SPBU. Alat ini dipasang di dekat tangki sepeda motor untuk memudahkan kontrol. Alat bekerja deprogram pada Arduino Uno R3 untuk menampilkan perubahan volume bahan bakar awal dan setelah pengisian dengan input harga BBM yang akan dibeli. Untuk menambah keandalan, alat dilengkapi SMS Gateway yang terkoneksi dengan ponsel pengguna. Terdapat tiga pengujian pada alat ini yaitu pengujian akurasi pengukuran volume, pengujian performa deteksi kecurangan, dan desain keamanan implementasi. Hasil pembacaan akurasi dibandingkan pada hitungan matematis didapatkan nilai rata-rata akurasi sebesar 99,85% dan rata-rata error 0,15% sehingga telah memenuhi standar pengukuran BBM karena nilai error yang diperbolehkan adalah 0,5%. Dalam pengujian performa dalam mendeteksi kecurangan, alat bekerja dengan baik diindikasikan melalui notifikasi buzzer dan bukti transaksi melalui SMS gateway. Demi keamanan pengguna, implementasi sensor ultrasonik diberi lapisan karet dengan pemasangan fleksibel. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat meminimalisir kecurangan pengisian BBM di masyarakat sekaligus menjadi rujukan salah satu metode pengukuran volume BBM yang akurat.

Abstract. Currently, the community worried about the rampant cases when filling fuel at gas stations. The fraud is the volume of fuel which entered in the motor vehicle tank not in accordance with the amount that should have been purchased. This research was made a tool to assist the task of UPT Metrology and Disperindag in monitoring fraud on gas station measuring instruments. This tool installed near the motorcycle tank for easy control. The tool was programmed on the Arduino Uno R3 to display changes the initial fuel volume after filling with the input of the fuel price to be purchased with integrated in SMS Gateway. There are three tests on this tool, namely volume measurement accuracy, detection performance, and implementation security design. The measurement results are compared with mathematical calculation which obtained an average error of 0.15% . In performance testing the tool works well shown with buzzer notifications and proof of transactions via SMS gateway. For the users safety, the implementation of the ultrasonic sensor is rubberized with flexible mounting. With this research, hopefully it can minimize fuel filling in the community as well as become a reference for an accurate method of measuring fuel volume.

1. PENDAHULUAN

Permintaan terhadap Bahan Bakar Minyak (BBM) tergolong permintaan fungsional. Kelompok permintaan fungsional merupakan kelompok konsumen yang meminta barang karena barang memiliki daya guna secara berkelanjutan [1]. Berdasarkan data dari statistik BPH Migas tahun 2021, penjualan minyak bumi di Indonesia mengalami kenaikan dari 74,079 juta kiloliter di tahun 2018 menjadi 74,44 juta kili liter di tahun 2019. Sementara, di tahun 2020 karena terdampak pandemic mengalami penurunan menjadi 65,72 juta kiloliter. Sementara itu, impor BBM Indonesia cenderung mengalami penurunan dari 28, 72 juta kiloliter di tahun 2018 menjadi 19,93 juta kiloliter di tahun 2020 [2].

BBM yang terus menurun, disertai dengan konsumsi yang terus naik menyebabkan permasalahan di kalangan masyarakat [3]. Salah satu permasalahan yang muncul adalah kecurangan atau kesalahan dalam pengisian BBM di Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU). Banyak kejadian kecurangan pengisian BBM dengan mengatur takaran volume BBM. Di beberapa kasus indikasi kecurangan pengisian BBM sudah menggunakan teknologi canggih seperti *remote control*. PT Pertamina (Persero) telah memberikan sanksi bagi SPBU yang melakukan kecurangan seperti penutupan operasi hingga 6 bulan dan mengajak masyarakat untuk turut serta mengawal dan mengawasi penyaluran distribusi BBM [4].

Untuk meningkatkan intensitas pengawasan dan koordinasi serta mengantisipasi jika terjadi hal yang berpotensi pada kecurangan terhadap pengisian pada alat ukur SPBU pada ukuran BBM, maka pemerintah menyiapkan petugas-petugas yang bertujuan untuk melakukan pengawasan dan koordinasi kepada setiap SPBU [5]. Tentang pengawasan terhadap pengisian ukuran Bahan Bakar Minyak (BBM) pada alat ukur SPBU yang memenuhi standar, hal ini terdapat dalam Undang-Undang Nomor 2 Tahun 1981 Tentang Metrologi Legal Bab XI Pasal 36 ayat 1 Tentang Pengawasan dan Penyidikan,” Pegawai instansi pemerintah yang ditugasi dalam pembinaan Metrologi Legal yang melakukan pengawasan dan pengamatan

diwajibkan menyidik tindak pidana yang ditentukan dalam Undang-Undang“. Saat ini lembaga pemerintah yang melakukan pengawasan terhadap transaksi BBM adalah UPT Metrologi dan Dinas Perindustrian Perdagangan dan Pasar (Disperindag).

Untuk menangani permasalahan tersebut, pernah dilakukan penelitian yang dilakukan oleh Erwan Rizal Kurnianto tahun 2014 mengenai indikator bahan bakar minyak digital pada sepeda motor menggunakan sensor tekanan fluida MPX5050 berbasis mikrokontroller dengan akurasi 98,9% [6]. Pada penelitian tersebut digunakan pengujian rangkaian sensor tekanan fluida MPX5050, pengujian rangkaian pengondisi sinyal, dan pengujian seluruh rangkaian. Penelitian tersebut belum melakukan komparasi dengan penelitian sejenis terkait penggunaan jenis sensor apakah lebih akurat dan implementatif. Selain itu, Riwayat pengukuran volume belum diintegrasikan dengan harga BBM.

Penelitian ini dilakukan dengan mengganti sensor tekanan fluida menjadi sensor ultrasonik. Untuk menambah keandalan sistem digunakan SMS Gateway untuk melihat riwayat pengisian BBM dan volume tangki. Pengujian dilakukan untuk pengujian akurasi pengukuran volume, pengujian performa deteksi kecurangan, dan desain keamanan implementasi.

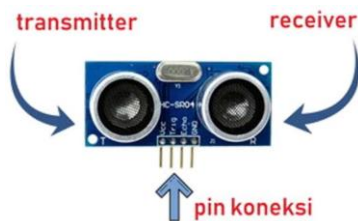
2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik merupakan sensor yang mengubah besaran fisis berupa suara atau bunyi menjadi besaran listrik. Sensor ini gelombang ultrasonik akan dibangkitkan melalui sebuah benda yang disebut piezoelektrik. Pada umumnya, sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi objek yang beragam seperti aplikasi pengukuran jarak yang sulit dijangkau. Sensor ultrasonik juga menjadi alat yang populer untuk lalu lintas akuisisi data terutama berfokus untuk membantu mengidentifikasi kondisi jarak antarbenda [7].

Sensor ultrasonik pada umumnya memancarkan gelombang suara ultrasonik menuju suatu target yang kemudian memantulkan balik gelombang tersebut ke arah sensor. Gelombang tersebut kemudian mengukur waktu yang diperlukan untuk

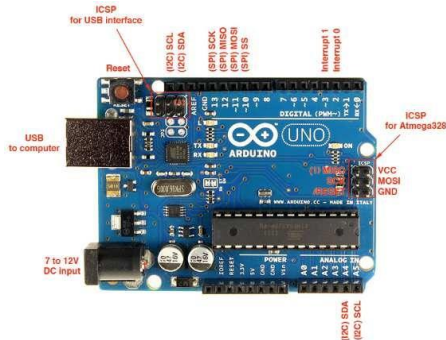
pemancaran gelombang sampai kembali ke sensor dan menghitung jarak target dengan menggunakan kecepatan suara dalam medium. Rangkaian yang membangun sensor ultrasonik terdiri atas *transmitter*, *receiver*, dan komparator. Gelombang ultrasonik juga dibangkitkan oleh sebuah kristal tipis bersifat piezoelektrik.



Gambar 2.1 Sensor Ultrasonik

2.2 Arduino Uno

Arduino Uno adalah sebuah *board* kontrol yang berbasis pada mikrokontroler Atmega 328P (*datasheet*) dan memiliki 14 pin digital *input/output* (dengan 6 pin dapat digunakan sebagai *PWM output*), 6 input analog, 16 MHz quartz crystal, satu *USB connection*, satu *power jack*, satu *ICSP header* dan *reset button* (Stelian, E.O., 2019). Dalam mengontrol sensor biasanya sinyal muncul pada dua IC utama di *board* yaitu ATmega328P dan ATmega8U2. IC ini dianggap sebagai *Unit Under Test* (UUT) [8].



Gambar 2.2 Arduino Uno

Untuk memprogram Arduino diperlukan software Arduino IDE (*Integrated Development Environment*), yaitu sebuah *tools* untuk menulis sketsa, mengompilasi, dan mengunggah hasil pemrograman ke *board* Arduino. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa Arduino yang sangat mirip dengan bahasa C dan C++ [9].

2.3 Buzzer

Buzzer adalah perangkat mekanis yang memproduksi suara melalui lengan magnetik secara kontinyu pada diafragma. Perangkat ini dioperasikan dengan tegangan DC dan arus yang relatif kecil, secara umum membutuhkan 10mA. *Buzzer* menghasilkan suara 'berdengung' (nada tunggal) di frekuensi berkisar 300 hingga 500 Hz. *Buzzer* adalah perangkat kecil dan dapat berupa salah satu panel terpasang atau PCB terpasang [10].

Buzzer dibedakan menjadi dua yaitu *buzzer* aktif dan *buzzer* pasif. *Buzzer* aktif bekerja dengan mengeluarkan bunyi peringatan tanpa perlu osilator eksternal atau rangkaian waktu (*timing*). Sebaliknya *buzzer* pasif memerlukan osilator eksternal atau rangkaian waktu (*timing*) [11].



Gambar 2.3 Buzzer

2.4 SMS Gateway

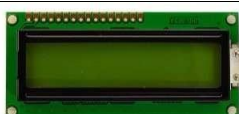
SMS gateway adalah perangkat atau layanan yang menawarkan SMS transit; mengubah pesan menjadi lalu lintas jaringan seluler dari media lain, atau sebaliknya, memungkinkan pengiriman atau penerimaan pesan SMS dengan atau tanpa menggunakan ponsel. Biasanya penggunaan gateway untuk meneruskan email sederhana ke penerima ponsel. *SMS gateway* paling cepat dan cara yang dapat diandalkan untuk pengiriman SMS massal / massal. Ini berhubungan dengan penyedia layanan seluler dan mengirimkan SMS dengan identitas pengirim sebagai ID pengirim tekstual dan otentikasi. Sistem ini dikembangkan untuk meningkatkan keamanan pengguna *gateway* [12].

3. METODE PENELITIAN

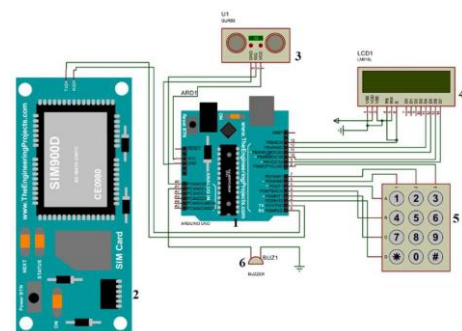
3.1 Komponen dan Desain Alat

Berikut ini merupakan komponen-komponen yang digunakan untuk merancang alat detektor volume BBM.

Tabel 3.1 Komponen Rancang Bangun Detektor Volume BBM

Nama Komponen	Jumlah	Fungsi
 Arduino Uno R3	Satu unit	Sebagai pusat kendali sistem dan tempat menginput program sistem.
 Sensor Ultrasonik	Satu unit	Sebagai detektor perubahan volume pada alat.
 Buzzer	Satu unit	Sebagai indikator bunyi jika terjadi ketidaksesuaian volume dengan pembelian BBM
 LED	Satu unit	Sebagai indikator sistem ON/OFF
 LCD 16x2	Satu unit	Untuk menampilkan hasil deteksi volume
 GSM Module Shield Sim800I	Satu unit	Tempat untuk input <i>sim card</i> yang kemudian digunakan untuk sistem <i>SMS Gateway</i>
 Keypad	Satu unit	Sebagai objek untuk memasukkan input harga pembelian dan perintah <i>SMS Gateway</i> dan detektor volume

Komponen-komponen di atas sebelum dirancang menjadi prototype dilakukan simulasi terlebih dahulu. Simulasi elektronik alat dibuat menggunakan *software Proteus* yang diintegrasikan menggunakan *Arduino IDE*. Gambar 3.1 merupakan desain elektronik dari alat ini. Sementara itu, untuk penataan rancang bangun didesain sebagaimana Gambar 3.2 menggunakan *Fusion 360*.



Gambar 3.1 Desain Elektronik Alat

Keterangan:

1. Arduino Uno R3
2. GSM Module Shield Sim 8001
3. Sensor Ultrasonik
4. LCD 2x16
5. Keypad
6. Buzzer



Gambar 3.2 Desain Alat Detektor Volume BBM

3.2 Analisis Data

Pengujian alat dilakukan secara eksperimen yang terdiri dari tiga percobaan yaitu percobaan akurasi dalam mengukur volume, percobaan analisis performa alat dalam mendeteksi selisih perbedaan volume, dan percobaan keamanan implementasi.

3.2.1 Menganalisis akurasi alat dalam mengukur volume

Pengujian ini menggunakan metode eksperimen kuantitatif untuk menguji keberfungsian rangkaian. Keberfungsian rancang bangun dapat diindikasikan dari perubahan volume yang ada. Secara matematis pengujian terhadap alat ukur ini dapat dituliskan sebagai berikut:

$$V_b = V_0 + b \quad (1)$$

Keterangan:

- V_b : Volume akhir (liter), dimana $V_b \neq$ bilangan negative. V_b dianalogikan sebagai volume BBM padaa tangka motor setelah pengisian pada SPBU.
- V_0 : Volume awal (liter). Dianalogikan sebagai volume sebelum pengisian BBM di SPBU
- b : Perubahan volume (liter). Apabila $b < 0$ terjadi pengurangan volume, $b > 0$ terjadi penambahan volume, dan $b = 0$ tidak terjadi perubahan volume. Secara matematis b dirumuskan sebagaimana persamaan 2.

$$b = \frac{\text{harga beli}}{\text{Harga BBM per Liter}} \quad (2)$$

Pengujian dilakukan sebanyak lima kali pengulangan dengan keadaan volume berbeda-beda. Keadaan volume yang diberikan dalam percobaan masih dalam kondisi volume ideal atau volume yang tidak dibuat dalam kondisi kecurangan. Untuk membuat perlakuan volume ideal digunakan gelas ukur supaya rata-rata akurasi dan rata-rata nilai *error* pengukuran alat benar-benar teranalisis dengan tepat. Untuk mendapatkan rata-rata persen akurasi dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Akurasi} = \frac{\sum (\frac{\text{Pengukuran pada alat}}{\text{Perhitungan matematis}} \times 100\%)}{5} \quad (3)$$

Untuk mendapatkan rata-rata nilai *error* maka dapat digunakan persamaan 4 berikut.

$$\%Error = 100\% - \text{Akurasi} \quad (4)$$

3.2.2 Menganalisis performa dalam mendeteksi kecurangan

Pengujian ini juga dilakukan dengan enam keadaan volume berbeda-beda yang dibagi tiga volume ideal dan tiga volume tidak ideal (terindikasi kecurangan). Metode dan perhitungan akurasinya mengikuti rumusan persamaan 1 sampai dengan 4.

3.2.3 Percobaan Implementasi

Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan komparatif pada teknologi yang relevan dan studi literatur. Studi komparatif dengan membandingkan dan mengadopsi teknik pengamanan pada sensor volume konvensional beserta *fuel pump* pada sepeda motor. Peneliti tidak melakukan percobaan dengan memasang secara permanen di sepeda motor. Percobaan ini hanya dilakuka secara fleksibel dengan memasang ketika saat pengisian BBM.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Diagram Blok Kerja

Rancang bangun alat pengukur volume BBM ini terdiri dari dua bagian yaitu *prototype* tangki dan desain elektronik. Gambar 4.1 dan 4.2 merupakan gambar *prototype* tangka dan rangkaian elektronik alat pengukur volume BBM.

Gambar 4.1 *Prototype* tangkiGambar 4.2 *Prototype* rangkaian alat

Input rancang bangun berupa input harga beli BBM melalui *keypad* dan sensor ultrasonik sebagai detektor volume. Semua input diproses pada Arduino Uno yang menghasilkan *output* tampilan volume pada LCD, notifikasi LED serta *buzzer*. Selain itu untuk perintah SMS gateway program mengeksekusi terlebih dahulu pada komponen GSM Shield Sim800I yang kemudian luarannya berupa SMS ke HP pengguna. Gambar 4.3 berikut merupakan diagram blok kerja alat.

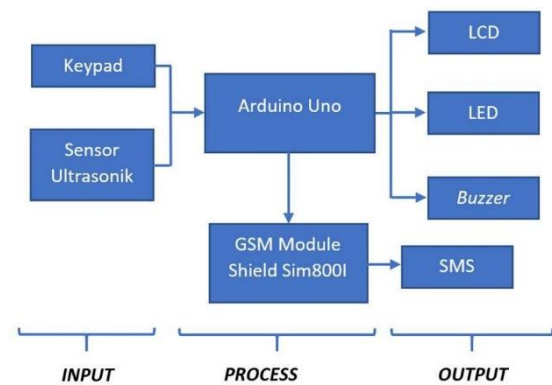
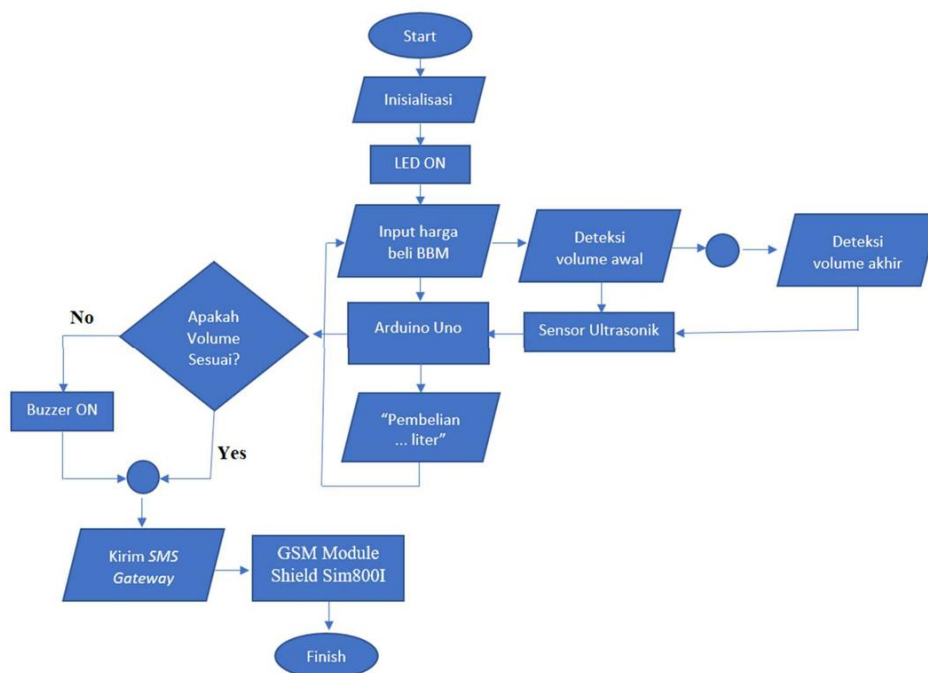
Gambar 4.3 *Flowchart* kerja alat

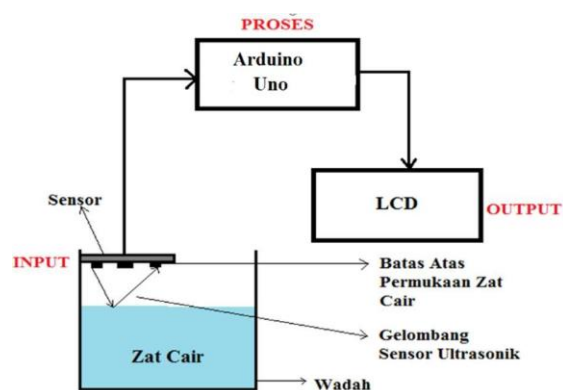
Diagram blok kerja diperinci ke dalam *Flowchart* pada Gambar 4.4 yang menggambarkan cara kerja alat untuk kemudian akan direalisasikan dalam bentuk program. Berikut ini adalah cara kerja alat dalam mendeteksi kecurangan pengisian BBM.

1. Ketika alat telah dihubungkan ke sumber tegangan maka sistem akan mulai bekerja atau melakukan inisialisasi yang ditandai dengan LED ON.
2. Pengguna memasukkan nominal harga beli BBM dengan menekan angka pada keypad. Sistem akan secara otomatis memprosesnya pada Arduino Uno sehingga didapatkan volume yang seharusnya sesuai dengan harga inputan. Hasil tersebut akan ditampilkan pada LCD.

Gambar 4.4 *Flowchart* kerja alat

3. Pengguna juga bisa menekan tombol 'Cek Volume Awal' untuk mendeteksi jumlah volume yang masih tersisa pada tangki sebagai parameter perubahan volume BBM setelah diisi oleh petugas SPBU. Deteksi tersebut dilakukan oleh sensor ultrasonik dengan dikendalikan arduino.
4. Ketika tangki telah diisi BBM oleh petugas SPBU sesuai dengan harga beli yang telah diinputkan, maka pengguna bisa memencet tombol 'deteksi volume akhir'. Sistem secara otomatis akan mengukur dengan mengaktifkan sensor ultrasonik. Arduino Uno akan menghitung besar volume akhir apakah sesuai dengan jumlah seharusnya yang secara matematis adalah volume awal ditambah dengan volume harga beli.
5. Apabila volume tidak sesuai maka sistem akan menyalakan indikator *buzzer* dan pengguna dapat memencet tombol 'Kirim SMS Gateway' sebagai bukti transaksi dan pengukuran. Apabila volume sesuai maka pengguna dapat langsung mengirimkan SMS Gateway.

Sementara itu prinsip kerja sensor ultrasonik dalam mengukur volume BBM ditunjukkan pada Gambar 4.5 di bawah.



Gambar 4.5 Desain prinsip kerja sensor ultrasonik pada alat

Secara umum rumus gelombang bunyi pantul yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut [13]:

$$s = \frac{v \cdot t}{2} \quad (5)$$

Namun, lebar pulsa pada sensor ultrasonik akan sesuai dengan lama waktu tempuh gelombang ultrasonik untuk 2x jarak ukur dengan objek[14]. Untuk menentukan jaraknya digunakan persamaan:

$$s = v \cdot t \quad (6)$$

Waktu ketika sensor memancarkan gelombang adalah $t_0 = 0$, kemudian mengenai objek t_1 , dan menangkap kembali gelombang pantul t_2 . Sehingga untuk mendapatkan durasi waktu ketika sensor memancarkan gelombang hingga mengenai objek, maka persamaan waktunya menjadi:

$$t_1 = \frac{1}{2}(t_1 + t_2) \quad (7)$$

sehingga:

$$s = v \cdot t_1 \quad (8)$$

Oleh karena v merupakan kecepatan gelombang ultrasonik pada udara bebas, maka besarnya ditetapkan sebesar 340 m/s.

Dengan merepresentasikan P (panjang), L (lebar), H (tinggi) dan V(volume), dan Hsensor, merupakan tinggi yang terukur oleh sensor maka dapat dilakukan penulisan program sebagaimana yang tertera pada persamaan 9 hingga persamaan 13 [14].

- 1) Persamaan untuk wadah berbentuk kotak

$$V_{wadah} = (P \cdot L \cdot H)_{wadah} \quad (9)$$

$$V_{minyak} = V_{wadah} - (P \cdot L) \cdot H_{sensor} \quad (10)$$

- 2) Persamaan untuk wadah berbentuk silinder

$$V_{wadah} = (G \cdot r^2 \cdot H)_{wadah} \quad (11)$$

$$V_{minyak} = V_{wadah} - (G \cdot r^2) \cdot H_{sensor} \quad (12)$$

- 3) Untuk wadah berbentuk tak tentu

Dilakukan dengan mengisi tangki sedikit demi sedikit kemudian diukur secara periodik seperti pada poin 1 dan 2.

4.2 Akurasi Alat Dalam Mengukur Volume

Berdasarkan pengujian akurasi alat dalam mengukur volume yang telah uraikan pada analisis data didapatkan hasil sebagaimana yang pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Hasil pengujian akurasi alat dalam mengukur volume

Hitungan Matematis (L)			Pembacaan Alat (L)		Akurasi (%)	Error (%)	SMS Gateway	Buzzer
V_0	b	V_b	V_0	V_b				
2	1	3	2,00	3,01	99,67	0,33	Berhasil	OFF
3	-0,5	1,5	3,00	1,50	100	0	Berhasil	OFF
1,5	3	4,5	1,50	4,48	99,56	0,44	Berhasil	OFF
4,5	-2,3	2,2	4,50	2,20	100	0	Berhasil	OFF
2,5	-1,2	1,3	2,50	1,30	100	0	Berhasil	OFF
Rata-rata					99,85	0,15		

Percobaan ini dilakukan dengan mengamati setiap komponen dari alat dengan kondisi volume awal dan penambahan atau pengurangan volume BBM berbeda-beda. Kolom hitungan matematis yang terdiri dari V_0 (volume awal dari tangki), b (penambahan volume), dan V_b (volume akhir) merupakan variabel yang dimanipulasi dalam pengujian ini. Sedangkan kolom pembacaan alat ini merupakan hasil pengukuran yang ditampilkan pada LCD. Hasil pembacaan dibandingkan dengan hitungan matematis (perhitungan seharusnya) sehingga didapatkan nilai rata-rata akurasi sebesar 99,85% dan rata-rata error 0,15%. Nilai *error* ini sudah memenuhi kriteria standar pengukuran BBM karena nilai error atau toleransi yang diberikan oleh Kementerian ESDM Republik Indonesia adalah 0,5% [15].

Oleh karena nilai *error* atau selisih pembacaan volume alat ini dengan hitungan matematis tidak lebih dari atau kurang dari 0,5% maka buzzer tidak ON atau bunyi. Selain itu *SMS Gateway* juga sudah berfungsi dengan baik. Nilai akurasi alat ini lebih baik daripada penelitian sebelumnya dimana pengukuran ketinggian BBM secara otomatis menggunakan sensor ultrasonik PING memiliki rata-rata akurasi 97,9%. Dimana nilai akurasi 100% terukur ketika ketinggian BBM mencapai 25 cm. Sedangkan pengukuran ketinggian BBM pada lebih dari 25 cm memiliki akurasi terendah pada 96,7%.[16].

4.3 Performa Alat Dalam Mendeteksi Error

Akurasi alat dalam mendeteksi perubahan volume dengan indikasi *error* yang dapat terlihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Akurasi alat dalam mendeteksi kecurangan pengisian BBM

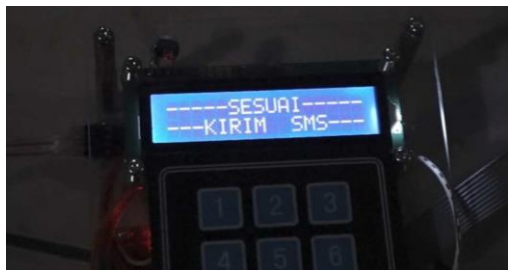
No	Pembelian		Perlakuan Penambahan (L)	V_0 (L)	Tampilan V_b LCD (L)	Buzzer	SMS Gateway
	Rp	b (L)					
1	20.000	2	1,8	1,2	3,00	ON	Berhasil
2	20.000	2	1,8	1,2	3,20	OFF	Berhasil
3	15.000	1,5	1,43	1,4	2,83	ON	Berhasil
4	15.000	1,5	1,5	1,4	2,90	OFF	Berhasil
5	25.000	2,5	2,52	0,6	3,12	ON	Berhasil
6	25.000	2,5	2,5	0,6	3,10	OFF	Berhasil

Berdasarkan tabel 4.2 dapat dilihat bahwa kolom pembelian merupakan asumsi pembelian BBM dengan harga per liter adalah Rp 10.000,00 sehingga didapatkan volume pembelian sebesar b liter. Data nomor 1, 3, dan 5 merupakan data yang diberi perlakuan penambahan volume dengan indikasi kecurangan sedangkan data 2, 4, dan 6 merupakan data yang tidak diberi penambahan volume dengan indikasi kecurangan.

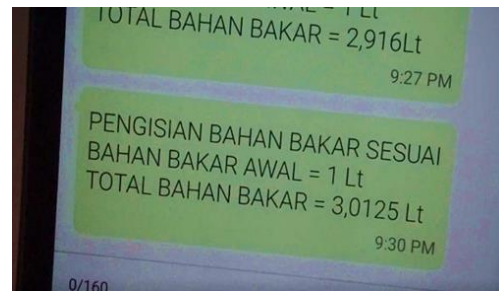


Gambar 4.6 Tampilan hasil penghitungan volume

Pengujian yang dilakukan terbukti berhasil terbukti pada tabel 4.2 di atas, data nomor 1, 3, dan 5 yang notabene penambahan volume tidak sesuai dengan volume pembelian karena kelebihan ataupun kekurangan sehingga membuat *buzzer* ON. *Buzzer* yang ON mengindikasikan transaksi pengisian BBM terjadi kecurangan. Sebaliknya data no 2, 4, dan 6 *buzzer* OFF karena penambahan volume dengan volume pembelian tidak ada selisih (tidak mengindikasikan kecurangan). Sementara itu, *SMS gateway* yang diprogram pada rancang bangun juga sudah bekerja dengan baik yaitu mampu mengirimkan pesan ketika diberi perintah sebagaimana gambar 4.7 dan 4.8. Dengan demikian, bisa dikatakan fungsi alat ini dalam mendeteksi kecurangan pengisian volume BBM 100% berhasil sesuai dengan batasan nilai akurasi yaitu 99,85% pada kondisi tegak atau tidak miring.



Gambar 4.7 Tampilan LCD Saat Mengirim SMS Gateway



Gambar 4.8 Hasil SMS Gateway

4.4 Implementasi Alat

Meskipun dalam percobaan sebelumnya alat ini memiliki akurasi dan kinerja yang baik dalam mendeteksi penyimpangan pengisian BBM. Namun, alat masih perlu diuji keamanan dan kelayakan implementasinya pada sepeda motor. Dalam implementasinya *prototype* diletakkan di luar tangki sementara sensor ultrasonik dipasang kontak langsung dengan tangki kendaraan. Demi keamanan, sensor ultrasonik dipasang non permanen atau dapat dilepas ataupun dipasang kembali dengan memberi tatakan.



Gambar 4.9 Pengimplementasian Alat

Dalam pengimplementasiannya, sama halnya dengan sensor volume BBM konvensional yang ada di dasar tangki sepeda motor dan *fuel pump*, sensor ultrasonik ini perlu dilapisi karet untuk mencegah terjadi percikan api pada rangkaian. Dengan demikian, alat ini akan mudah dan berpotensi untuk diimplementasikan di masyarakat.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

- Detektor volume BBM pada alat memiliki nilai rata-rata akurasi sebesar 99,85% atau rata-rata nilai *error* 0,15%. Nilai *error* ini sudah memenuhi kriteria standar pengukuran BBM karena nilai *error* yang ditoleransi UPT Metrologi adalah 0,5%

- b. Alat berhasil memberikan indikator kecurangan pengisian BBM atau penyimpangan volume pembelian dengan volume pengisian diindikasikan melalui notifikasi bunyi *buzzer* dan bukti transaksi melalui fitur *SMS gateway*.
- c. Demi keamanan implementasi, sensor ultrasonik pada alat diberi lapisan karet yang fleksibel dan dipasang non permanen sehingga dapat dipasang ataupun dilepas sesuai keinginan pengguna.

Peneliti merekomendasikan untuk penelitian lebih lanjut terkait implementasi alat ini dengan sistem tertanam pada sepeda motor dengan variasi pengujian *merk* dan kondisi topologi tangki kendaraan.

1. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih Peneliti sampaikan kepada para Asisten Laboratorium dan segenap Dosen Laboratorium Simulasi Sistem Tenaga Listrik, Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

2. DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Wulandari *et al.*, "Faktor- faktor yang Mempengaruhi Tenaga Kerja Industri Kayu Olahan di Kota Langsa," *J. Ilmu Komputer, Ekon. dan Manaj.*, vol. 2, no. 1, pp. 229–237, 2022.
- [2] Kementerian ESDM, "Minyak dan Gas Bumi Semester I 2021 Oil and Gas Semester I 2021," *Direktorat Jenderal Miny. dan Gas Bumi Kementeri. Energi dan Sumber Daya Miner.*, p. 104, 2021.
- [3] Roziqin, "Post-reform oil sector management in indonesia: analysis of public welfare concept," *J. Tata Kelola Akuntabilitas Keuangan. Negara*, 2015.
- [4] Pertamina, "SPBU Curang, Pertamina Berikan Sanksi Sampai 6 Bulan," <https://www.pertamina.com/id/news-room/news-release/spbu-curang-pertamina-berikan-sanksi-sampai-6-bulan>, 2022 [30 Juli 2022]
- [5] Suroso, S.D. " Studi Tentang Fungsi Seksi Metrologi Legal Dinas Perindustrian dan Perdagangan Dalam Pengawasan Dan Penyidikan Pada Alat Ukur Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) untuk Masyarakat Kota Samarinda" *Jurnal Pemerintahan.*, vol. 4, no. 1, pp. 383-397, 2016.
- [6] Kurnianto, E.R., Retnowati, Zainuri, A. "Indikator Bahan Bakar Minyak Digital pada Sepeda Motor Menggunakan Sensor Tekanan Fluida Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Skripsi*, 2014.
- [7] O. Appiah, E. Quayson, and E. Opoku, "Ultrasonic sensor based traffic information acquisition system; a cheaper alternative for ITS application in developing countries," *Sci. African*, vol. 9, p. e00487, 2020, doi: 10.1016/j.sciaf.2020.e00487.
- [8] F. Al-Obaidy, F. Yazdani, and F. A. Mohammadi, "Intelligent testing for Arduino UNO based on thermal image," *Comput. Electr. Eng.*, vol. 58, pp. 88–100, 2017, doi: 10.1016/j.compeleceng.2017.01.014.
- [9] Kadir, A. 2018. *Arduino dan Sensor*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [10] K. Fatmawati, E. Sabna, and Y. Irawan, "Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler Arduino," *Riau J. Comput. Sci.*, vol. 6, no. 2, pp. 124–134, 2020.
- [11] S. Nooruddin, M. Milon Islam, and F. A. Sharna, "An IoT based device-type invariant fall detection system," *Internet of Things (Netherlands)*, vol. 9, p. 100130, 2020, doi: 10.1016/j.iot.2019.100130.
- [12] V. K. K. and D. V. M. T. Veena, "Short Message Service using SMS Gateway," *Int. J. Comput. Sci. Eng.*, vol. 02, no. 04, pp. 1487–1491, 2010.
- [13] H. Sugito and L. Riskawati, "Aplikasi gelombang ultrasonik kekasaran permukaan beton untuk pengukuran tingkat," vol. 6, no. 2, pp. 197–200, 2017.
- [14] D. Farhamsa, R. A. Mayusa, M. D. Th., and Musa, "Alat ukur volume fluida cair berbasis mikrokontroler," *Gravitasi*, vol. 15, no. 1, pp. 1–7, 2017.
- [15] Kementerian ESDM. "Surat Edaran Penggunaan Sistem Ukur pada Kegiatan Migas" <https://migas.esdm.go.id/post/read/Surat-Edaran-Penggunaan-Sistem-Ukur-pada-Kegiatan-Migas>, 2008 [30 Juli 2022]
- [16] D. Y. S. Ulil Albab, "Upaya peningkatan indeks keandalan sistem pembangkit dengan peningkatan kapasitas sistem pembangkit," *Jom FTEKNIK Vol. 6 Ed. 2 Juli s/d Desember 201*, vol. 6, pp. 2–7, 2019.