

PROTOTYPE PENGISIAN BAHAN BAKAR DENGAN CASHLESS PAYMENT MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER

Satria¹, Ricky Maulana^{2*}

^{1,2}Universitas Negeri Padang; Jl Hamka No 16 Air Tawar Barat; 07517058692

Received: 31 Oktober 2024
Accepted: 14 Januari 2025
Published: 20 Januari 2025

Keywords:

Cashless Payment;
Flowmeter; Mikrokontroler;
RFID.

Correspondent Email:

ricky.maulana@ft.unp.ac.id

Abstrak. Penelitian ini mengembangkan sebuah *prototype* sistem pengisian bahan bakar dengan pembayaran non-tunai (*cashless payment*) dengan menggunakan RFID dan mikrokontroler Arduino Uno. Sistem ini dirancang sebagai model eksperimental untuk mengeksplorasi potensi otomatisasi dalam proses pengisian bahan bakar dengan integrasi pembayaran digital. *Prototype* ini mengintegrasikan berbagai komponen penting, termasuk RFID RC522 untuk simulasi pembayaran, sensor *flowmeter* untuk pengukuran volume bahan bakar yang akurat, dan *fuel pump* yang dikendalikan oleh *relay* untuk mengeluarkan bahan bakar. Sistem ini bertujuan untuk mengurangi waktu tunggu dan meningkatkan efisiensi operasional di stasiun pengisian bahan bakar. Hasil pengujian menunjukkan keandalan yang mengesankan, dengan *flowmeter* mencapai akurasi 98,44% dan *margin error* minimal 1,56% dalam pengukuran volume bahan bakar. Selain itu, pengujian sensor ultrasonik menunjukkan akurasi 90,92% dengan *margin error* 9,06% dalam pendeteksian level bahan bakar pada penyimpanan. Hasil ini menunjukkan potensi yang signifikan untuk menerapkan sistem otomatis serupa di stasiun pengisian bahan bakar modern, menawarkan opsi layanan mandiri yang efisien dan solusi pembayaran yang efisien sekaligus meningkatkan pengalaman pelanggan secara keseluruhan.

Abstract. This research develops a *prototype* of a cashless payment refueling system using RFID and an Arduino Uno microcontroller. The system is designed as an experimental model to explore the potential for automation in the refueling process with the integration of digital payments. The *prototype* integrates various important components, including an RC522 RFID for payment simulation, a *flowmeter* sensor for accurate fuel volume measurement, and a relay-controlled fuel pump to dispense fuel. The system aims to reduce waiting time and improve operational efficiency at filling stations. Test results showed impressive reliability, with the *flowmeter* achieving 98.44% accuracy and a minimum margin of error of 1.56% in fuel volume measurement. In addition, ultrasonic sensor testing showed an accuracy of 90.92% with a margin of error of 9.06% in the detection of fuel level in storage. These results show significant potential for implementing similar automated systems in modern filling stations, offering efficient self-service options and streamlined payment solutions while improving the overall customer experience.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan bahan bakar di Indonesia akan terus meningkat, berbanding lurus dengan

meningkatnya jumlah kendaraan yang digunakan oleh masyarakat[1]. Bahan bakar ialah salah satu sektor yang paling

menguntungkan dari kemajuan industri bahan bakar. Sistem pembayaran tunai di stasiun, pengisian bahan bakar sering kali memerlukan interaksi manual dan hal tersebut bisa memakan waktu yang akan menyebabkan antrian Panjang sampai terjadinya kemacetan pada jalan raya yang akan menimbulkan rasa tidak nyaman bagi konsumen. Oleh sebab itu, dibutuhkannya suatu terobosan baru untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan dalam melakukan pengisian bahan bakar[2]. Dengan menerapkan teknologi *self-service* dapat mengatasi tantangan pada permasalahan distasiun pengisian bahan bakar. *Self-service* ialah kegiatan pelayanan atau pemesanan yang dilakukannya secara mandiri atau bisa diartikan dengan memungkinkan pelanggan melakukan transaksi dan layanannya secara mandiri tanpa bantuan dari karyawan atau operator[3]. Penerapan sistem *self service* pada stasiun pengisian bahan bakar muncul sebagai solusi yang menjanjikan untuk mengatasi permasalahan tersebut[4]. Dengan sistem ini, konsumen dapat melakukan pengisian bahan bakar secara mandiri tanpa memerlukan bantuan operator, mulai dari pemilihan jenis bahan bakar, pengisian, hingga proses pembayaran[5]. Teknologi *self service* tidak hanya mengurangi waktu tunggu dan meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga memberikan pengalaman yang lebih modern dan kontrol penuh kepada konsumen[6]. Selain itu, penerapan sistem *self service* juga sejalan dengan tren global menuju layanan yang lebih otomatis dan minim kontak, yang semakin relevan di era digital ini[7].

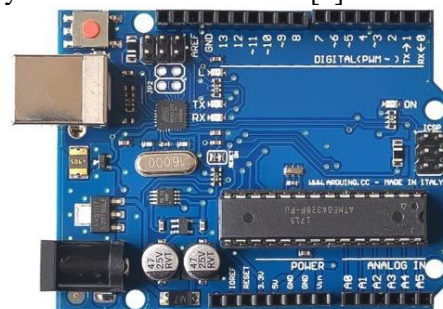
Dengan menerapkan teknologi *self-service*, terjadinya antrian panjang pada stasiun pengisian bahan bakar dapat teratasi[8]. Meskipun penelitian sebelumnya menerapkan pengisian bahan bakar, tetapi jarang dilengkapi dengan pembayaran non tunai (*cashless payment*). Pada Penelitian lain [2], membahas tentang merancang bangun alat ukur pengisian BBM menggunakan LCD, pada penelitian ini tidak menerapkan sistem pembayarannya yang hanya menerapkan alat ukur pengisian BBM menggunakan LCD. Selain itu, Pada penelitian yang lain[1], membahas tentang rancang bangun pengisian bahan bakar dengan menggunakan sensor *waterflow* dan memonitoring penjualannya menggunakan Arduino dan DELPHI, pada penelitian mereka menerapkan penjualan secara manual dan

dimonitor menggunakan DELPHI. Dikarenakan penelitian sebelumnya tidak menerapkan pembayaran secara non tunai (*cashless payment*), maka penelitian ini memanfaatkan kekurangannya dengan menambahkan RFID sebagai perangkat untuk pembayaran non tunai (*cashless payment*) dan terwujudnya judul “*Prototype Pengisian Bahan Bakar Dengan Cashless Payment Menggunakan Mikrokontroler*”. Dengan adanya *prototype* menggunakan *cashless payment*, dapat memberikan inovasi untuk mengatasi masalah pada antrian yang panjang di stasiun pengisian bahan bakar dan bisa menerapkan teknologi *self-service*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Arduino Uno

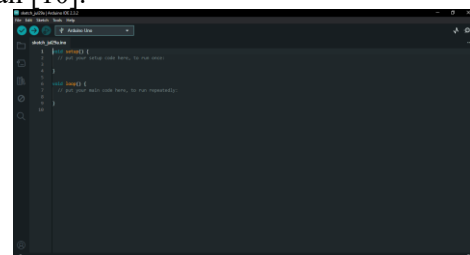
Arduino Uno ialah sebuah papan mikrokontroler menggunakan chip ATmega328 yang mempunyai 14 pin input dan 6 pin sebagai output untuk PWM, dengan jumlah pin tersebut Arduino Uno mampu mengoperasikan atau mengendalikan komponen – komponen secara menyeluruh sesuai kebutuhan [9].



Gambar 1. Arduino Uno

2.2. Arduino IDE

Arduino IDE ialah sebuah *software* yang berfungsi untuk membuat sebuah program untuk dimasukkan atau di *upload* ke dalam board mikrokontroler dengan menggunakan bahasa pemrograman JAVA, yang telah lengkap dengan *library* C/C++, hal ini membuat pengoperasian dari *input/output* menjadi lebih mudah [10].



Gambar 2 Arduino IDE

2.3. Radio Frequency Identification (RFID)

RFID atau *Radio Frequency Identification* merupakan sebuah alat yang menggunakan gelombang radio sebagai pendeteksi sebuah identitas yang memiliki nomor unik pada objek misalkan kartu. Hal ini RFID mempunyai keunggulan yang tidak ada di perangkat pengenalan lainnya yang masih menggunakan magnetis dan barcode [11].



Gambar 3. RFID RC522

2.4. Fuel Pump

Pompa (pump) ialah alat yang digunakan untuk mengalirkan cairan melewati pipa dengan proses meningkatkan energi pada cairan tersebut yang dialirkan kedalam pipa dan berlangsung secara terus menerus. Fuel Pump DC 12V ialah pompa yang multifungsi dikarenakan bisa digunakan pada bahan bakar, air, minyak, dll. Gambar dibawah ialah bentuk dari alat fuel pump.



Gambar 4. Fuel Pump

2.5. Sensor Flowmeter

Sensor *flowmeter* ialah sebuah perangkat yang berfungsi mengukur laju aliran yang melewati perangkat tersebut[12]. Ketika suatu cairan melewati rotor tersebut sehingga rotor berputar sesuai arah alirannya dan perputaran tersebut menghasilkan efek medan magnet yang akan mengeluarkan tegangan listrik dan listrik tersebut akan dikonversi menjadi suatu nilai [13].



Gambar 5. Sensor Flowmeter

Sensor *flowmeter* dipakai untuk mengetahui jumlah volume yang dilewati oleh sensor tersebut, dengan rumus:

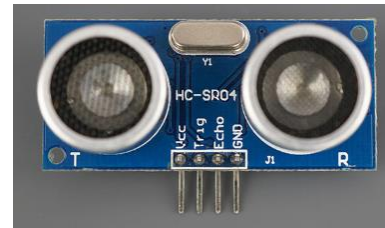
$$Q_{\text{real}} = C \times Q_{\text{flowmeter}}$$

Dimana:

- $Q_{\text{flowmeter}}$ = Hasil dari debit cairan yang melalui sensor *flowmeter* (mL/detik)
- Q_{real} = Hasil dari pengukuran gelas ukur (mL/detik)
- C = Konstanta

2.6. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik ialah sensor yang menghasilkan suatu gelombang bunyi sebagai sarana untuk mendeteksi objek dihadapannya [14].



Gambar 6. Sensor Ultrasonik

2.7. LCD 20x4 dengan modul I2C

LCD (*Liquid Crystal Display*) ialah sebuah perangkat yang menghasilkan cahaya lalu cahaya tersebut dipantulkan ke sekelilingnya atau mentransmisikan cahaya tersebut dari *back-lit* [15]. LCD berfungsi sebagai perangkat untuk menampilkan sebuah informasi yang berbentuk huruf, angka maupun grafik.



Gambar 7. LCD 20x2 I2C

Modul I2C ialah sebuah modul yang berfungsi untuk menghemat penggunaan pin pada LCD dan keypad 4x4. Penggunaan LCD 20x4 pada tugas akhir ini ialah berguna untuk memberikan informasi pada input keypad dan jumlah pembayaran yang di input ke sistem pembayarannya.

2.8. Keypad 4x4

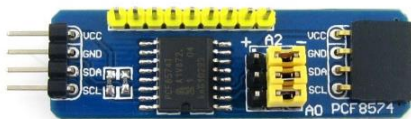
Keypad selalu berfungsi untuk sarana menginput data ke mikrokontroler. *Keypad* merupakan perangkat yang memerlukan interaksi manusia untuk menginput data ke dalam perangkat elektronik [16].



Gambar 8. Keypad 4x4

2.9. PCF8574

Modul I2C PCF8574 ialah komponen yang memungkinkan ekspansi input/output digital pada platform mikrokontroler dengan menggunakan protokol I2C dan sebagai komponen untuk menghemat jumlah pin dari *keypad* 4x4 dan LCD 20x4 [17].



Gambar 9. PCF8574

2.10. Stepdown DC – DC

Stepdown DC-DC berfungsi sebagai perangkat yang mampu menurunkan tegangan DC menjadi rendah [18].



Gambar 10. Stepdown DC-DC

2.11. Relay

Relay ialah sebuah perangkat yang memiliki koil untuk menggerakkan saklarnya menjadi

menyambungkan aliran atau menutup aliran listriknya [19].



Gambar 11. Relay

2.12. Power Supply

Power Supply merupakan sebuah alat untuk mengkonversi tegangan arus bolak balik (AC) menjadi tegangan arus searah (DC) [20]. Penggunaan lainnya dipakai menurunkan tegangan arus bolak balik yang sebesar 220VAC menjadi tegangan yang sesuai dengan keperluan alat elektroniknya.



Gambar 12. Power Supply 12VDC

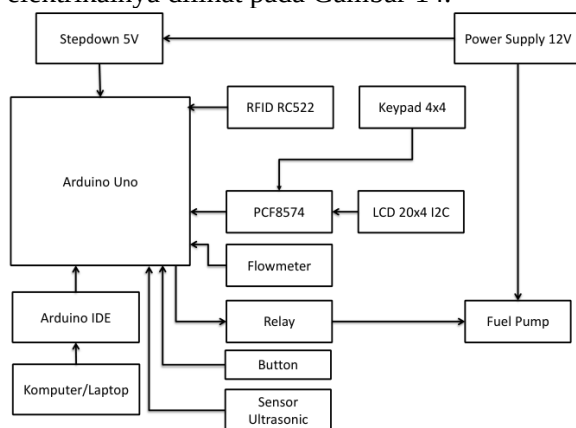
3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini ialah menggunakan beberapa metode penelitian yang berupa perancangan elektrik, perancangan *flowchart* dan perancangan *hardware*. Dengan adanya perancangan elektrik maka dijelaskan bagaimana prinsip kerjanya melalui perancangan *flowchart* dan dirancang menjadi nyata melalui perancangan *hardware*.

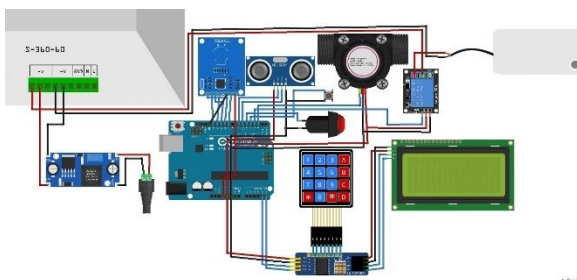
3.1 Perancangan Elektrikal

Pada awal merancang elektrik harus terdapat blok diagram dan rangkaian elektrikalnya sebelum membuat alatnya. Perancangan ini menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler pengendali pada rangkaian [21]. Selain itu, komponen yang digunakan sebagai input ke Arduino, ialah RFID sebagai alat untuk membaca dan menulis ke kartu RFID [22], *Stepdown* DC-DC sebagai komponen untuk menurunkan tegangan DC sesuai keinginan atau suatu komponen yang memerlukan tegangan rendah [18], Modul I2C

PCF8574 ialah komponen yang memungkinkan ekspansi *input/output* digital pada *platform* mikrokontroler dengan menggunakan protokol I2C dan sebagai komponen untuk menghemat jumlah pin dari *keypad* 4x4 dan LCD 20x4[17], *Flowmeter* sebagai alat untuk mengukur perubahan pada suatu cairan yang dilewatinya. Keluaran dari sensor tersebut akan diubah menjadi besaran listrik yang bisa disebut dengan transduser[2], *Push button* adalah suatu perangkat yang berfungsi untuk menyambung atau memutuskan aliran listrik dengan cara ditekan[23], Sensor ultrasonik yaitu sensor jarak yang memanfaatkan gelombang bunyi *ultrasonic* untuk mendeteksi objek di depannya[14]. Dan *relay* sebagai output dari Arduino uno yang berfungsi sebagai *switch* untuk *fuel pump*. Pada Gambar 13 bisa dilihat bentuk blok diagramnya, sedangkan rangkaian elektrikalnya dilihat pada Gambar 14.



Gambar 13. Blok Diagram Rancangan Elektrikal

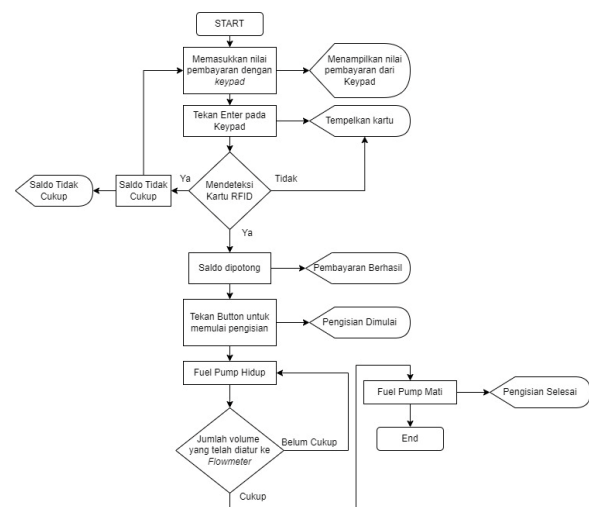


Gambar 14. Skematik Rancangan Elektrikal

3.2 Perancangan Flowchart

Flowchart ialah diagram yang akan menjelaskan bagaimana alur proses dari suatu program untuk diterapkan ke alat[24]. *Flowchart* berfungsi sebagai acuan dan mempermudah membuat program. Hal ini alasan bahwa *flowchart* sangat penting

dirancang agar mudah dipahami bagaimana proses berjalannya alat



Gambar 15. Rancangan Flowchart

Prinsip kerja alat prototipe ini ialah: Ketika dihidupkan alat pengisiannya, pada layar LCD akan menampilkan jumlah uang yang ditekan pada keypad. Ketika jumlah pembayaran sudah ditentukan maka ditekan enter pada keypad, maka LCD akan menampilkan tulisan “Tempelkan Kartu”, ketika kartunya ditempelkan maka RFID akan mendeteksi apakah saldo yang ada didalam kartu mencukupi atau tidak. Jika tidak, tampilan LCD akan kembali ke awal lagi, jika Saldo mencukupi maka LCD akan menampilkan “Pembayaran Berhasil” dan saldo didalam kartu tersebut akan dipotong sesuai nilai yang telah diisi tadi pada awal pembayaran. Ketika pembayaran berhasil, maka akan menampilkan “Tekan tombol start untuk memulai pengisian” yang bertujuan memberikan informasi ke konsumen untuk menekan button pada nozzle, supaya pengisiannya dimulai. Setelah button ditekan, maka pengisian dimulai dan *Fuel Pump* akan hidup, *Fuel Pump* akan hidup sampai jumlah volume yang telah di input ke *flowmeter* mencukupi atau tidak, jika jumlah volume sudah mencukupi, maka *Fuel Pump* tersebut akan otomatis mati dan LCD akan menampilkan “Pengisian Selesai” yang berarti pengisian bahan bakar sudah selesai dan kembali ke menu utama lagi. Jika tangki sudah penuh, tetapi volume liter bahan bakar belum mencapai jumlah liter yang diinput, bisa untuk memberhentikan pengisiannya dengan menekan tombol stop pada *nozzle* dan menekan tombol pengembalian saldo untuk

mengembalikan saldo yang tersisa ketika pengisian bahan bakar.

3.3 Perancangan Hardware

Perancangan *Hardware* untuk bagian rangka menggunakan besi *hollow* 2,5cm x 2,5cm dengan tinggi 75cm dan lebar 40cm. Untuk penyimpanan bahan bakar menggunakan jerigen 30L dan akrilik yang terletak diatas rangka ialah berisikan rangkaian elektrikal yang digunakan untuk penginputan nilai dan penampilan nilainya. Pada Gambar ialah bentuk hasil dari perancangannya.



Gambar 16. Rancangan Hardware

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Flowmeter dan Sensor Ultrasonik

4.1.1 Pengujian Flowmeter

Dilakukannya pengujian pada alat prototipe yang dirancang sudah beroperasi sesuai apa yang direncanakan dan apakah sudah bekerja secara optimal atau terdapat kendala dalam penggunaan alatnya. Dari Pengujian alat, mendapatkan hasil pada Tabel 1 dibawah, yaitu perbandingan atau selisih antara perhitungan volume di alat dan perhitungan volume secara manual.

Table 1 Hasil Pengujian Flowmeter

No	Set	Nilai dari sensor flowmeter			Rata-rata	Selisih	Error	Akurasi
		P1	P2	P3				
1	1.0 L	1.02	1.02	1.01	1.01	0.01	1%	99%

2	1.5 L	1.55	1.53	1.56	1.54	0.04	2.6%	97.4%
3	2.0 L	1.95	1.97	1.97	1.96	0.04	2%	98%
4	2.5 L	2.51	2.55	2.53	2.53	0.03	1.2%	98.8%
5	3.0 L	2.95	2.97	3.01	2.97	0.03	1%	99%
Total Rata - rata						0.03	1.56 %	98.44 %

Rumus perhitungan pada hasil pengujian, menggunakan rumus:

- Rata – rata

$$\Sigma = \frac{P1 + P2 + P3}{3}$$

- Selisih

$$Set - \Sigma$$

- Error

$$\left(\frac{\text{Selisih}}{\text{Set}} \right) \times 100$$

- Akurasi

$$Error - 100$$

Pada Tabel 1 hasil dari pengujian yang dilakukan, untuk pengujian menggunakan sensor flowmeter bekerja dengan baik dan hampir sempurna, dengan mendapatkan nilai selisihnya ialah 0.03, nilai error yang didapatkan ialah 1.56%, dan nilai akurasi untuk semua percobaan ialah 98.44%. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil dari flowmeter menjadi kurang sempurna, ialah adanya tekanan udara dari fuel pump dari sisa pengeluaran awalnya.

4.1.2 Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik dalam penelitian ini berguna untuk mengetahui jumlah sisa volume cairan bahan bakar yang ada didalam penyimpanan. Hasil dari pengujian sensor ultrasonik dapat dilihat pada Tabel 4.2 dibawah, yaitu perbandingan antara perhitungan volume di ultrasonik dan perhitungan volume di flowmeter.

Table 2 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

No	Set	Nilai dari sensor Ultrasonik			Rata-rata	Selisih	Error	Akurasi
		P1	P2	P3				
1	1.0 L	0.8	0.9	0.8	0.83	0.17	17%	83%
2	1.5 L	1.40	1.35	1.45	1.4	0.1	6%	94%
3	2.0 L	1.69	1.78	1.75	1.74	0.26	13%	87%
4	2.5 L	2.3	2.35	2.41	2.35	0.15	6%	94%

5	3.0 L	2.9 0	2.8 7	2.9 4	2.9	0.10	3.3%	96.6%
Total Rata - rata						0.78	9.06 %	90.92 %

Rumus perhitungan pada hasil pengujian, menggunakan rumus:

- Rata – rata

$$\Sigma = \frac{P1 + P2 + P3}{3}$$

- Selisih

$$Set - \Sigma$$

- Error

$$\left(\frac{\text{Selisih}}{\text{Set}} \right) \times 100$$

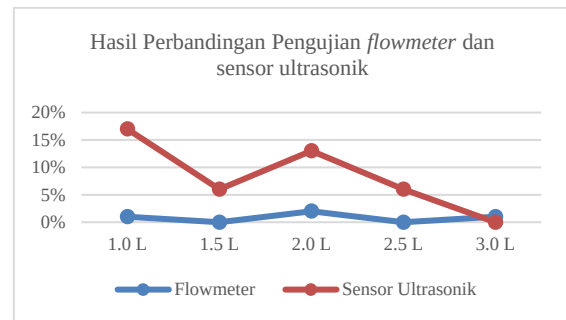
- Akurasi

$$\text{Error} - 100$$

Pada tabel 2 adalah hasil dari pengujian menggunakan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi jumlah volume didalam penyimpanan bahan bakar, dengan mendapatkannilai selisihnya 0.78, nilai error yang didapatkan ialah 9.06% dan nilai akurasi untuk sensor ultrasonik ialah 90.92%. Penyebab kurangnya akurasi sensor ultrasonik ialah bentuk dari penyimpanannya, penyimpanan yang digunakan untuk penelitian ini ialah menggunakan jerigen yang bentuk alas bawahnya tidak rata, dan hal ini mempengaruhi akurasi pemantulan sensor ultrasonik tersebut.

4.1.3 Grafik Hasil Pengujian Flowmeter dan Sensor Ultrasonik

Grafik dari hasil pengujian pada penelitian ini ialah berfungsi untuk membandingkan *margin error* yang dihasilkan oleh *flowmeter* dan sensor ultrasonik. Dilihat dari Gambar 17, bahwa perbandingan *margin error* pada sensor ultrasonik lebih tinggi daripada *flowmeter*. Dikarenakan hal ini terjadi bahwa penyimpanan untuk bahan bakar menggunakan jerigen yang bentuknya tidak rata, maka pantulan dari sensor ultrasonik tidak beraturan atau tidak terlalu akurat.



Gambar 17 Grafik Perbandingan Pengujian Flowmeter dan Sensor Ultrasonik

4.2 Pengujian RFID

Pengujian RFID dalam penelitian ini berfungsi untuk seberapa akurasi RFID untuk menulis dan membaca kartu RFID sebagai pembayaran dalam pengisian bahan bakar. Berikut ada dua pengujian, yaitu:

4.2.1 Pengujian dalam pembayaran

Pembayaran dalam pengujian kali ini ialah memperlihatkan seberapa akurasinya pemotongan saldo didalam kartu RFID dan dikonversi menjadi jumlah liter yang disesuaikan dengan jumlah saldo yang dipotong. Harga bahan bakar perliternya ialah 10.000/liter. Berikut Tabel 3 Hasil dari pengujian dalam pembayarannya.

Table 3 Hasil Pengujian dalam Pembayaran

No	Saldo awal	Jumlah Pembelian	Saldo Terakhir	Jumlah Liter	Status Transaksi	Hasil
1	30.000	10.000	20.000	1.00 L	Berhasil	Valid
2	20.000	15.000	5.000	1.50 L	Berhasil	Valid
3	5.000	20.000	20.000	0	Gagal	Valid

Pada pengujian Tabel 3, didapatkan bahwa transaksi pembayaran pada pengisian bahan bakar bekerja dengan baik dikarenakan jika saldo mencukupi status transaksi akan selalu berhasil, maka sebaliknya jika saldo tidak mencukupi atau diatas saldo dari kartu RFID, maka pembayaran atau transaksi gagal tanpa mengurangi saldo yang ada didalam kartu RFID tersebut.

4.2.2 Pengujian dalam pengembalian saldo

Pengujian pengembalian saldo, digunakan untuk jika tangki pada kendaraan konsumen penuh, lalu pada alat pengisian masih tersisa jumlah liter atau saldo, maka saldo tersebut bisa

dikembalikan pada kartu RFID konsumen lagi. Berikut pada Tabel 4 ialah hasil dari pengujian tersebut.

Table 4 Hasil Pengujian Pengembalian Saldo

N o	Saldo awal	Jumlah Pembelian	Sisa saldo/Liter	Setelah dikembalikan	Status Transaksi	Hasil
1	30.000	10.000	3.912/0.39L	23.912	Berhasil	Valid
2	20.000	15.000	5.293/0.52L	10.293	Berhasil	Valid
3	30.000	25.000	11.294/1.12	16.294	Berhasil	Valid

Pada pengujian pengembalian saldo dinyatakan berhasil dan sesuai dengan nilai setelah saldo dikembalikan kepada kartu RFID. Hal ini memberikan pengalaman yang bagus untuk diterapkan pada pembayaran non tunai (cashless payment) dengan pelayanan mandiri yang bisa disebut self-service. Dikarenakan untuk mengurangi kerugian bagi konsumen dan owner stasiun pengisian bahan bakar.

5. KESIMPULAN

Cashless payment ialah solusi untuk mengatasi permasalahan yang ditemui sehari – hari pada stasiun pengisian bahan bakar dengan penerapan self service yang menjadi inovasi yang harus diterapkan distasiun pengisian bahan bakar. Pengisian bahan bakar yang dilakukan secara self service merupakan upaya untuk meningkatkan digitalisasi yang sangat bagus jika diterapkan secara keberlanjutan. Dengan menggunakan sistem pada penelitian ini dapat memberikan lebih banyak penjualan daripada pengisian bahan bakar dengan petugas. Hal ini sangat efisien dikarenakan dapat meningkatkan profit pada stasiun pengisian bahan bakar dan memberikan landasan untuk mengembangkan alat ini lebih lanjut dalam modernisasi stasiun pengisian bahan bakar, dengan berfokus pada peningkatan akurasi pengukuran dan optimalisasi pembayaran non-tunai (cashless payment).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Irfan Fadlila, M. Iqbal, and M. Dahlan, "Rancang Bangun Pengisian Bahan Bakar Menggunakan Sensor Waterflow Dan Monitoring Penjualan Berbasis Arduino Dan DELPHI," *Jurnal ELKON*, vol. 3, no. 1, pp. 30–38, Jul. 2023.
- [2] Suhadi, Ramdani, and T. Yolanda Rahmad, "Rancang Bangun Alat Ukur Pengisi Bahan Bakar Minyak (BBM) Berbasis Arduino Uno Menggunakan Liquid Crystal Display (LCD)," *Jurnal Gerbang*, vol. 9, no. 1, pp. 61–68, Feb. 2019.
- [3] M. L. Meuter, A. L. Ostrom, Roundtree R.I, and M. J. Bitner, "Self-service technology: Understanding customer satisfaction with technology-based service encounter," *J Mark*, vol. 64, pp. 50–64, 2000.
- [4] M. N. Febrianza and T. Ariadi, "Penerapan Self-Service Berbasis Internet of Things (IOT) dalam Mewujudkan Digitalisasi Penjualan BBM yang Efisien," *Jurnal Pendidikan Tambusai*, vol. 8, no. 3, pp. 40211–40216, 2024.
- [5] S. Erdiyanti and R. Adriadi, "Analisis Kualitas Pelayanan Program Self Service Kendaraan Roda Dua pada SPBU Rawa Makmur Kota Bengkulu," *Journal of Social Politics and Public Administration*, vol. 1, no. 1, pp. 85–93, Apr. 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.62159/petahana.xxxx.xxxx>
- [6] Yoseph Halim, Sandy Kosasi, Tony Wijaya, and Susanti M. Kuway, "Self-Service Technology Berbasis Android Menggunakan RestFul Web Service Pada Bisnis Restoran," *Journal of Applied Computer Science and Technology*, vol. 2, no. 2, pp. 73–82, Dec. 2021, doi: 10.52158/jacost.v2i2.174.
- [7] B. S. Wicaksono, "Pengaruh Self-service Technology Terhadap Kepercayaan, Kepuasan Nasabah, Dan Loyalitas Nasabah (Survei Pada Nasabah PT. Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk. Kantor Cabang Malang Kawi Kanwil Malang)," *Jurnal Administrasi Bisnis S1 Universitas Brawijaya*, vol. 25, no. 2, 2015.
- [8] I. L. Pratama and T. S. W. Effendi, "Penerapan Self-Service Berbasis E-Card Payment Dalam Mewujudkan Digitalisasi Penjualan BBM di SPBU yang Sustainable, Efisien, dan Profitabilitas," *INOBI: Jurnal Inovasi Bisnis dan Manajemen Indonesia*, vol. 6, no. 2, pp. 281–289, Apr. 2023, doi: 10.31842/jurnalinobis.v6i2.275.
- [9] J. W. Leksono, Humaidillah K. W, E. Indahwati, N. Yanuansa, and I. Ummah, *HUMADILAH-Buku Modul Arduino Uno*.

- Tebuireng, Jawa Timur: Universitas Hasyim Asy'ari, 2019.
- [10] Kamal, Firdayanti, U. M. Tyas, A. A. Buckhari, and Pattasang, "IMPLEMENTASI APLIKASI ARDUINO IDE PADA MATA KULIAH SISTEM DIGITAL," *TEKNOS*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, Apr. 2023.
- [11] R. Alief, Darjat, and Sudjadi, "PEMANFAATAN TEKNOLOGI RFID MELALUI KARTU IDENTITAS DOSEN PADA PROTOTIPE SISTEM RUANG KELAS CERDAS," *TRANSMISI*, vol. 16, no. 2, pp. 62–68, 2014.
- [12] R. F. Sihotang, "RANCANG BANGUN SISTEM PENGISIAN AIR GALON OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR PROXIMITY DAN FLOWMETER BERBASIS ARDUINO UNO," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 3S1, Oct. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3S1.5115.
- [13] F. Sirait, F. Supegina, and I. Septian Herwiansya, "PENINGKATAN EFISIENSI SISTEM PENDISTRIBUSIAN AIR DENGAN MENGGUNAKAN IoT (Internet of Things)," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 8, no. 3, pp. 234–239, Sep. 2017.
- [14] T. N. Arifin, G. Febriyani Pratiwi, and A. Janrafsasih, "Sensor Ultrasonik Sebagai Sensor Jarak," *Jurnal Tera*, vol. 2, no. 2, pp. 55–62, Sep. 2022, [Online]. Available: <http://jurnal.undira.ac.id/index.php/jurnaltera/>
- [15] O.: Samuel Beta and S. Astuti, "MODUL TIMBANGAN BENDA DIGITAL DILENGKAPI LED RGB DAN DFPLAYER MINI," *ORBITH*, vol. 15, no. 3, pp. 160–166, Nov. 2019.
- [16] A. Putrantro, "SISTEM KEAMANAN PINTU GERBANG BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51 MELALUI ANTAR MUKA PORT SERIAL," Surakarta, 2010.
- [17] M. Nurdiansyah, E. C. Sinurat, M. Bakri, I. Ahmad, and A. B. Prasetyo, "Sistem Kendali Rotasi Matahari Pada Panel Surya Berbasis Arduino UNO," *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, vol. 1, no. 2, pp. 40–45, 2020.
- [18] R. Hamdani, H. Puspita, and D. R. Wildan, "Pembuatan Sistem Pengamanan Kendaraan Bermotor Berbasis Radio Frequency Identification (RFID)," *INDEPT*, vol. 8, no. 2, Sep. 2019.
- [19] G. R. Nugraha, I. K. Wiryajati, I. K. Wiryajati, I. B. F. Citarsa, and I. B. F. Citarsa, "SISTEM KONTROL OTOMATIS SUHU DAN KELEMBABAN CHILLER BOX DENGAN TERMOELEKTRIK," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 3S1, Oct. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3S1.5152.
- [20] Sudarmaji, "WORK SYSTEM ANALYSIS OF POWER SUPPLY IN OPTIMIZING ELECTRICITY ON PERSONAL COMPUTER," *Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro*, vol. 6, no. 2, pp. 168–177, 2017, Accessed: Oct. 17, 2024. [Online]. Available: <http://ojs.ummometro.ac.id/index.php/turbo>
- [21] M. Syahroni, A. Setyawan, S. K. Risandriya, E. M. Lubis, and I. Aryeni, "Pengendalian Suhu Terhadap Proses Penetasan Telur Ayam Dengan Kendali Logika Fuzzy Menggunakan IoT Sebagai Monitoring," *Journal of Applied Electrical Engineering*, vol. 8, no. 1, pp. 51–57, Jun. 2024, doi: 10.30871/jaee.v8i1.6071.
- [22] M. Latief, "Sistem Identifikasi Menggunakan Radio Frequency Identification (RFID)," *Saintek*, vol. 5, no. 1, pp. 1–6, Nov. 2013.
- [23] S. Sutono and A. Nursoparisa, "Perancangan Sistem Kendali Automatisasi Control Debit Air pada Pengisian Galon Menggunakan Modul Arduino," *Media Jurnal Informatika*, vol. 11, no. 1, p. 33, Mar. 2020.
- [24] Kus Indrani Listyoningrum, Danise Yunaini Fenida, and Nurhasan Hamidi, "Inovasi Berkelanjutan dalam Bisnis: Manfaatkan Flowchart untuk Mengoptimalkan Nilai Limbah Perusahaan," *Jurnal Informasi Pengabdian Masyarakat*, vol. 1, no. 4, pp. 100–112, Nov. 2023, doi: 10.47861/jipm-nalanda.v1i4.552.