

PROTOTIPE VENDING MACHINE PENGISIAN AIR MINERAL OTOMATIS DENGAN SISTEM PEMBAYARAN BERBASIS SENSOR SINGLE COIN ACCEPTOR

WILLI SUTANTO^{1,*}, THERESA CITRA CHRISTANTI¹, NANDANG GUNAWAN TUNGGAL WARAS¹

¹Program Studi D-III Metrologi dan Instrumentasi, Akademi Metrologi dan Instrumentasi, Kementerian Perdagangan Republik Indonesia
Jl. Raya Bandung-Sumedang km.25, Tanjungsari 45362, Sumedang, Jawa Barat

*Corresponding author
Email: willi.sutanto@akmet.ac.id

Diserahkan: 02/09/2024
Diterima: 24/01/2025
Dipublikasikan: 06/02/2025

Abstrak. *Vending machine* pengisian air mineral otomatis dapat memudahkan manusia untuk mendapatkan air mineral di tempat umum, seperti tempat perbelanjaan dan institusi pendidikan. *Vending machine* ini dapat meminimalisir penggunaan botol plastik karena konsumen dapat menggunakan *tumbler* pribadi dalam pengisian air mineral. Prototipe ini dirancang sebagai suatu sistem pengisian air mineral otomatis untuk volume 300 ml, 600 ml dan 900 ml dengan pembayaran berbasis sensor *single coin acceptor* yang di *supply* menggunakan catu daya 12 V. Sensor *single coin acceptor* memberikan sinyal ke Arduino Uno untuk mendeteksi jenis uang koin, jika uang koin yang dimasukkan sesuai maka Arduino akan memberi perintah ke *relay* untuk mengaktifkan pompa. Pompa akan menghisap air dari galon melalui selang melewati *water flow* sensor untuk dideteksi volumenya. Jika volume air telah sesuai dengan permintaan konsumen, maka *water flow* sensor akan memberi sinyal ke Arduino untuk memerintahkan *relay* menonaktifkan pompa. Pengujian prototipe yang dilakukan berupa uji fungsionalitas, linearitas *water flow* sensor, akurasi prototipe, penyortiran jenis uang koin dan pembatasan jumlah uang koin. Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe dapat mengeluarkan air mineral sesuai jumlah uang koin yang dimasukkan, dapat menolak koin yang tidak sesuai, memiliki linearitas sensor yang baik dengan R^2 sebesar 0,99 dan penakaran volume air mineral yang akurat dengan nilai eror sebesar 0,02% atau akurasi sebesar 99,98%.

Kata kunci: Air Mineral, *Single Coin Acceptor*, *Vending Machine*

Abstract. *Automatic mineral water filling vending machine* can make it easier for people to get mineral water in public places, such as shopping places and educational institutions. This vending machine can minimize the use of plastic bottles because consumers can use personal tumblers to fill mineral water. This prototype is designed as an automatic mineral water filling system for volumes of 300 ml, 600 ml, and 900 ml with payment based on a single coin acceptor sensor supplied using a 12 V power supply. The single coin acceptor sensor provides a signal to the Arduino Uno to detect the coin type. If the coins inserted are correct, the Arduino will give a command to the relay to activate the pump. The pump will suck water from the gallon through a hose passing through the water flow sensor to detect the volume. If the water volume meets consumer demand, the water flow sensor will give a signal to Arduino to order the relay to deactivate the pump. Prototype testing is carried out in the form of functionality tests, water flow sensor linearity, prototype accuracy, sorting coin types and limiting the coins. The test results

show that the prototype can dispense mineral water according to the number of coins inserted, can reject coins that do not match, has good sensor linearity with an R^2 of 0.99 and accurate mineral water volume measurements with an error value of 0.02% or accuracy of 99.98%.

Keywords: Mineral Water, Single Coin Acceptor, Vending Machine

1. Pendahuluan

Air merupakan sumber daya yang sangat penting bagi manusia karena setidaknya 75% tubuh manusia terdiri atas cairan (air) dan 25% lainnya adalah padatan [1]. Faktor tersebut menyebabkan air menjadi hal terpenting dibandingkan nutrisi lainnya di dalam tubuh manusia. Setiap individu membutuhkan asupan air yang berbeda tergantung dari kegiatan fisik, usia, berat badan, pola makan dan iklim (suhu) [2]. Indeks masa tubuh memiliki hubungan positif dengan asupan air minum dan total asupan airnya [3]. Air yang masuk ke tubuh manusia, setiap harinya akan dikeluarkan kembali melalui proses berkeringat, bernafas, berkemih dan pergerakan usus sehingga jika asupan air yang masuk ke tubuh manusia tidak sesuai kebutuhan akan mengakibatkan dehidrasi [4]. Dehidrasi merupakan ketidakseimbangan cairan di dalam tubuh manusia yang diakibatkan adanya kekurangan cairan yang kemudian akan memiliki efek atau dampak fisiologis untuk tubuh sehingga manusia perlu mencegah terjadinya dehidrasi dengan mencukupi kebutuhan asupan air bagi tubuh [5]. Orang dewasa memerlukan asupan air minimal sebanyak 1,9 liter saat beraktivitas di lingkungan dengan suhu yang tidak terlalu panas dan minimal 2,9 liter saat beraktivitas pada lingkungan dengan suhu yang panas setiap harinya [6]. Data tersebut membuktikan bahwa manusia sangat membutuhkan asupan air yang cukup untuk kesehatannya kapanpun dan dimanapun.

Kebutuhan akan jumlah air yang banyak, seringkali tidak tercukupi jika manusia hanya membawa 1 *tumbler* yang biasanya hanya berukuran 600 - 900 ml sehingga jika air dalam *tumbler* tersebut habis maka akan mendorong manusia untuk membeli air mineral dalam kemasan botol plastik. Botol plastik sekali pakai memerlukan waktu 450 tahun untuk terurai sehingga sangat berpotensi untuk merusak lingkungan [7]. Hal tersebut terjadi karena sampah plastik tidak dapat mengalami pembusukan secara alami sehingga akan terus tertumpuk di dalam tanah tanpa adanya proses penguraian oleh bakteri dekomposer [8].

Melihat permasalahan tersebut, perlu dibuat suatu alat yang dirancang untuk transaksi jual beli pengisian air mineral secara otomatis yang disebut *vending machine*. *Vending machine* merupakan suatu alat berbentuk seperti lemari kaca yang memiliki fungsi untuk menjual makanan atau minuman ringan secara otomatis tanpa memerlukan interaksi langsung antara penjual dan konsumen [9]. Transaksi pembayaran pada *vending machine* dilakukan dengan cara memasukkan sejumlah uang koin atau uang kertas ke dalam mesin sehingga produk yang dijual akan keluar secara otomatis, namun dewasa ini sistem pembayaran pada *vending machine* dapat menggunakan *barcode* maupun kartu debit.

Topik mengenai pengisian air mineral otomatis sebelumnya sudah pernah diteliti oleh beberapa orang. Penelitian pertama berjudul "Rancang Bangun *Smart Dispenser* menggunakan RFID berbasis Arduino Uno" [10]. Penelitian tersebut menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler, RFID RC522 sebagai kartu pengguna pengaktif sistem untuk melakukan pengambilan air minum, sensor aliran air FS300A G3/4" sebagai penghitung aliran air dan LCD 16x2 sebagai penampil jumlah takaran air. Sistem kerja prototipe ini adalah dengan cara menempelkan kartu RFID maka air minum akan otomatis

keluar sebanyak 200 ml. Dalam penelitian tersebut, prototipe hanya dirancang untuk mendaftarkan jumlah konsumsi air mineral yang telah diambil oleh mahasiswa sehingga asupan air yang masuk ke tubuh tercatat secara otomatis, namun tidak dirancang sebagai prototipe untuk transaksi jual beli sehingga volume yang ditawarkan juga terbatas. Selanjutnya terdapat penelitian berjudul “Prototipe Mesin Pengisian Air Mineral Otomatis berbasis Arduino Mega 2560 dan RFID-RC522” [11]. Penelitian tersebut menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai mikrokontroler, *keypad* sebagai media input data untuk pemilihan menu, kartu RFID sebagai media pembayaran, *relay* sebagai aktuator, pompa DC untuk memompa air minum, *buzzer* sebagai indikator suara yang akan bekerja ketika RFID *reader* berhasil mendeteksi kartu dan sensor aliran air yang digunakan untuk mengukur volume air yang dikeluarkan oleh pompa. Pada prototipe ini, media pembayaran yang digunakan adalah kartu RFID. Untuk membeli air, konsumen perlu menekan *keypad* untuk menentukan volume air mineral yang akan dibeli. Jika saldo kartu RFID cukup maka *relay* akan mengaktifkan pompa untuk memompa air melewati sensor aliran air. Jika sensor aliran air telah menghitung volume air sesuai dengan jumlah yang diminta maka *relay* akan menonaktifkan pompa. Dalam penelitian tersebut, prototipe yang dibuat menyediakan pilihan volume air mineral yang tidak terbatas sesuai dengan keinginan konsumen. Jika ide dari kedua penelitian tersebut diimplementasikan, untuk dapat melakukan transaksi di pengisian air otomatis, pembeli harus membeli, mendaftarkan dan mengisi saldo kartu RFID yang akan digunakan sebagai metode pembayaran kepada kasir yang berada tidak jauh dari mesin pengisian air tersebut. Artinya, keberadaan kasir merupakan bagian tak terpisahkan dari mesin pengisi air agar konsumen dapat membeli air di mesin tersebut. Dengan kata lain, mesin pengisian air tersebut masih memerlukan operator untuk dapat digunakan.

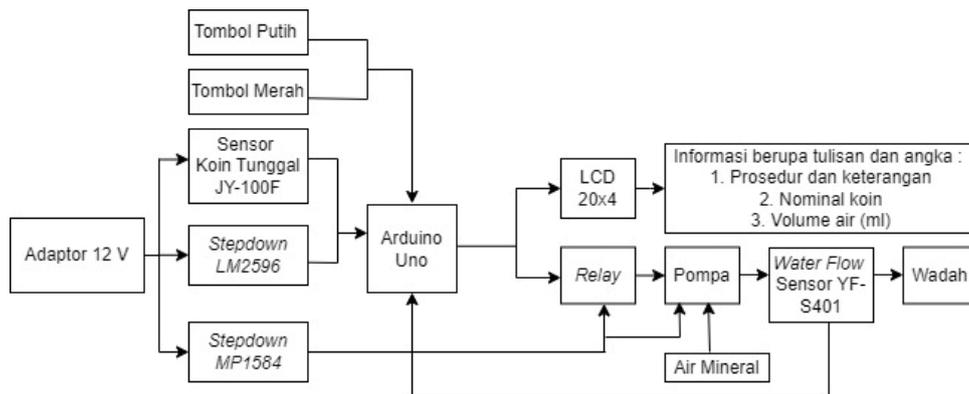
Berbeda dengan penelitian-penelitian di atas, penelitian ini akan membuat prototipe berupa mesin penjual air mineral otomatis atau *vending machine* air mineral dengan menggunakan alat pembayaran yang digunakan secara nasional berupa uang koin. Penggunaan uang koin sebagai alat pembayaran bertujuan untuk memudahkan pengguna dari berbagai golongan masyarakat sehingga tidak perlu mengeluarkan biaya lagi untuk membeli kartu RFID dan tidak diperlukan kasir sebagai operator penjual dan pengisi saldo kartu RFID. Selain itu, penggunaan RFID pada akhirnya dapat berkontribusi juga pada permasalahan sampah plastik, karena sebagian besar kartu RFID memiliki tanggal kedaluwarsa dan setelah tanggal tersebut lewat, kartu-kartu ini biasanya akan dipotong lalu dibuang. Sebaliknya, uang dalam bentuk fisik sampai kapanpun akan menjadi alat transaksi jual beli yang tidak boleh dirusak dan masa berlakunya cukup lama karena terikat dalam Undang Undang No.7 Tahun 2011 pasal 25(1) yang mengatur tentang larangan merusak, memotong, menghancurkan, dan/atau mengubah Rupiah [12]. Prototipe ini dapat ditempatkan di area lokasi perbelanjaan dan instansi pendidikan agar pengujung tempat perbelanjaan dan *civitas* akademika di instansi pendidikan tersebut dapat memperoleh air mineral dengan mudah dan cepat. Untuk penerapannya, pembeli diarahkan untuk membawa *tumbler* atau botol minum sendiri untuk menampung air mineral yang akan dibeli agar dapat mengurangi jumlah penggunaan botol plastik sekali pakai. Prototipe ini akan dibuat dengan menggunakan sensor akseptor koin tunggal *JY-100F* sebagai sistem pembayarannya dan akan bekerja selayaknya manusia sebagai penjual yang akan melayani konsumennya dengan mengeluarkan air mineral untuk pilihan volume 300, 600 atau 900 ml melalui selang sejumlah uang koin yang dimasukkan. Pembatasan pilihan nominal volume air mineral dilakukan karena beberapa alasan, yang pertama pemilihan volume 300 ml didasarkan pada volume air mineral gelas dipasaran,

dimana volumenya hanya 220 ml sehingga prototipe ini menawarkan volume yang lebih besar sehingga kebutuhan asupan air bagi tubuh manusia dapat cepat terpenuhi, sedangkan volume 600 dan 900 ml disesuaikan dengan ukuran *tumbler* pada umumnya. Pemilihan volume yang bervariasi juga dapat lebih mempermudah konsumen untuk memilihnya sesuai kebutuhan.

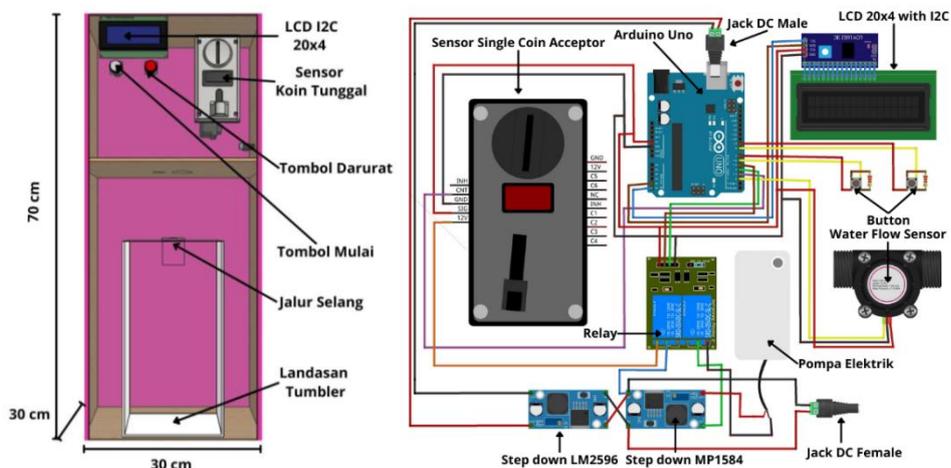
2. Metode Penelitian

2.1 Tahap Pembuatan Prototipe

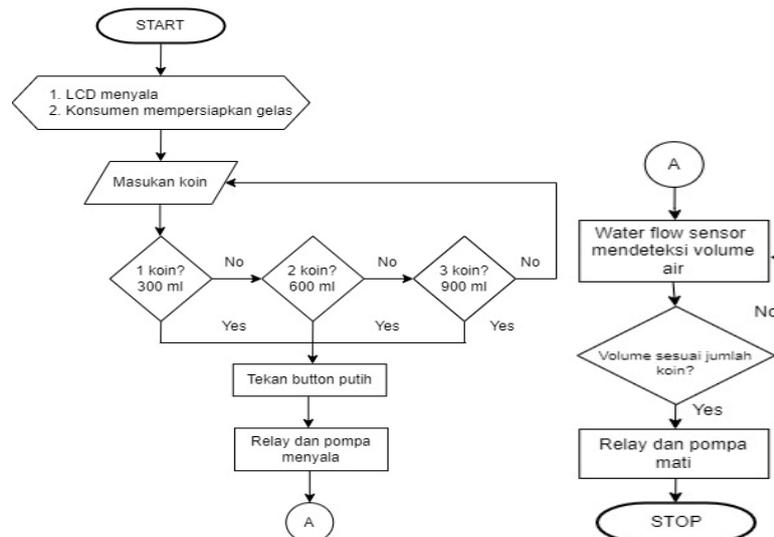
Prototipe yang dibuat pada penelitian ini mengikut prinsip kerja yang ditunjukkan oleh diagram blok pada Gambar 1. Prototipe ini disupply dengan catu daya sebesar 12 Volt untuk memberikan tegangan pada komponen-komponen lainnya di prototipe, sensor *single coin acceptor* yang digunakan untuk menerima dan menyortir uang koin yang dimasukkan oleh konsumen serta *water flow sensor* sebagai pendeteksi nilai volume air mineral yang mengalir. Segala sinyal yang didapatkan oleh sensor *single coin acceptor* dan *water flow sensor* tersebut akan dikirim ke Arduino Uno sebagai mikrokontroler untuk diproses. Hasil pemrosesan tersebut akan ditampilkan pada *Liquid Crystal Display* (LCD) berupa tulisan dan angka yang mewakili nominal uang koin, volume air dan informasi lainnya, memicu *relay* untuk mengaktifkan atau menonaktifkan pompa, dan pompa elektrik untuk menghisap air dari galon.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem



Gambar 2. (a) Desain Prototipe (b) Skema Rangkaian Komponen Prototipe



Gambar 3. Diagram Alir Sistem

Blok diagram yang ditunjukkan oleh Gambar 1 direalisasikan dalam bentuk desain prototipe (Gambar 2(a)) dan skema rangkaian komponen prototipe (Gambar 2(b)). Gambaran desain dan skema rangkaian tersebut akan diimplementasikan dalam pembuatan prototipe yang dirancang sebagai suatu sistem penjual air mineral otomatis dengan alur kerja seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3. Volume air yang ditawarkan oleh prototipe akan dibatasi untuk 3 volume saja, yaitu 300 ml, 600 ml dan 900 ml. Harga yang ditawarkan oleh prototipe akan diatur Rp.1.000 untuk per 300 ml sehingga harga jual air mineral yaitu Rp.1.000 untuk 300 ml atau setara dengan 1 uang koin, Rp. 2.000 untuk 600 ml atau setara dengan 2 uang koin dan Rp.3.000 untuk 900 ml atau setara dengan 3 uang koin. Jika uang koin yang dimasukkan oleh konsumen ke sensor *single coin acceptor* telah sesuai dengan uang koin referensi, maka uang koin tersebut akan diterima dan konsumen dapat menekan tombol berwarna putih (tombol mulai). Selanjutnya, mikrokontroler Arduino Uno akan memberikan perintah ke *relay* untuk menghidupkan pompa dan mengalirkan air mineral melewati *water flow* sensor yang akan mendeteksi banyaknya volume air. Jika volume air yang melewati *water flow* sensor telah sesuai dengan nominal volume yang dipilih oleh konsumen, maka sensor akan memberikan sinyal ke mikrokontroler untuk memerintahkan *relay* menonaktifkan pompa dan transaksi jual beli pun telah selesai dilakukan.

2.2 Pengujian Prototipe

Pengujian prototipe meliputi; uji fungsionalitas, uji linearitas *Water Flow* sensor, uji akurasi prototipe, uji penyortiran jenis uang koin dan uji pembatasan jumlah uang koin. Pengujian fungsionalitas bertujuan untuk mengetahui kemampuan dari setiap komponen penyusun prototipe. Indikator keberhasilan dari pengujian ini ialah dimana sensor *single coin acceptor* dapat mendeteksi apakah uang koin yang dimasukkan oleh konsumen telah sesuai dengan uang koin referensi atau tidak, *water flow* sensor dapat menghitung volume air dengan baik, Arduino Uno dapat memproses seluruh sinyal yang diberikan oleh komponen input guna memberikan perintah ke komponen output yaitu *relay* untuk mengaktifkan dan menonaktifkan pompa, pompa untuk menghisap air dari galon serta

LCD untuk menampilkan berbagai macam output berupa tulisan dan angka yang mewakili nominal uang koin, volume air dan informasi lainnya.

Pengujian linearitas sensor bertujuan untuk mengetahui apakah sensor mampu memenuhi penunjukkan volume yang linier dengan penunjukkan volume standar atau tidak secara signifikan. Indikator keberhasilan dari pengujian ini adalah kemampuan *water flow* sensor untuk mendeteksi volume yang ditawarkan sebelumnya. Kemudian, penunjukkan tersebut dibandingkan dengan gelas ukur. Pengujian *water flow* sensor dilakukan dengan cara menguji volume 100 ml, 200 ml, 300 ml, 400 ml, 500 ml, 600 ml, 700 ml, 800 ml, 900 ml dan 1000 ml sebanyak 3 kali pengulangan naik dan turun yang volumenya dapat dipilih dengan menekan tombol merah pada prototipe, setelah volume terpilih maka dapat menekan tombol putih untuk mulai melakukan pengujian.

Pengujian akurasi bertujuan untuk mengetahui nilai kesalahan dari prototipe dengan cara membandingkan nilai volume standar dengan nilai volume uji sehingga dapat diketahui persentase keakurasiannya. Pengujian akurasi dilakukan sesuai dengan cara kerja prototipe yaitu masukkan 1, 2 atau 3 uang koin Rp.1.000 pada sensor *single coin acceptor* sesuai dengan volume yang diinginkan, yaitu Rp.1.000 per 300 ml. Volume air yang dipilih oleh konsumen berdasarkan jumlah uang koin yang dimasukkan ke sensor akan dibandingkan dengan volume air yang dikeluarkan oleh prototipe dengan menggunakan gelas ukur sebagai standar. Pengujian akurasi prototipe dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan naik dan turun pada setiap volume.

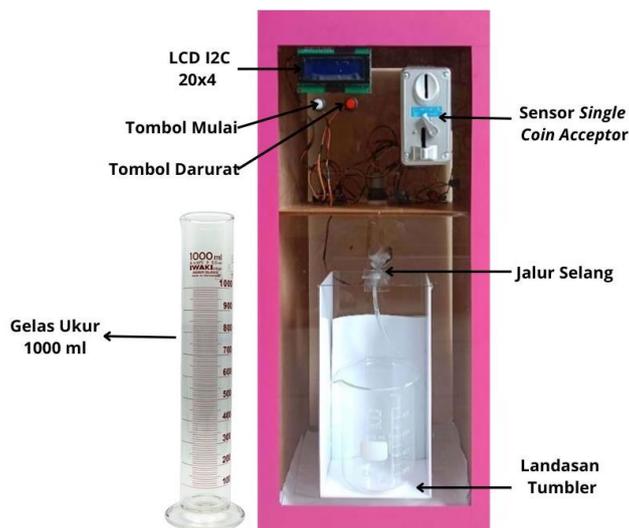
Pengujian penyortiran jenis uang koin bertujuan untuk mengetahui kinerja sensor koin dalam menyortir jenis uang koin yang dimasukkan oleh konsumen apakah sesuai dengan uang koin referensi atau tidak. Sistem kerja prototipe hanya dibatasi untuk uang koin Rp.1.000 sebagai uang koin referensi sehingga ketika uang koin lain dimasukkan ke dalam sensor maka uang koin tersebut seharusnya tertahan dan harus dikeluarkan oleh konsumen.

Pengujian pembatasan jumlah uang koin bertujuan untuk mengetahui kinerja sensor koin dalam membatasi jumlah uang koin yang dimasukkan oleh konsumen. Sistem kerja prototipe hanya dibatasi untuk 3 uang koin saja sehingga jika konsumen memasukkan lebih dari 3 uang koin maka uang koin ke 4 dan selanjutnya akan ditolak oleh sensor.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Desain Prototipe

Hasil desain *enclosure vending machine* pengisian air mineral otomatis dengan sistem pembayaran berbasis sensor *single coin acceptor* pada Gambar 4 terdiri atas 2 bagian, yaitu bagian bawah dan atas. Pada bagian bawah belakang merupakan tempat meletakkan galon air mineral dan bagian bawah depan merupakan tempat meletakkan *tumbler* konsumen. Bagian atas prototipe dikhususkan untuk komponen perangkat keras (komponen elektronika) penyusun prototipe.



Gambar 4. Prototipe Desain Enclosure Vending Machine

3.2 Pengujian Fungsionalitas

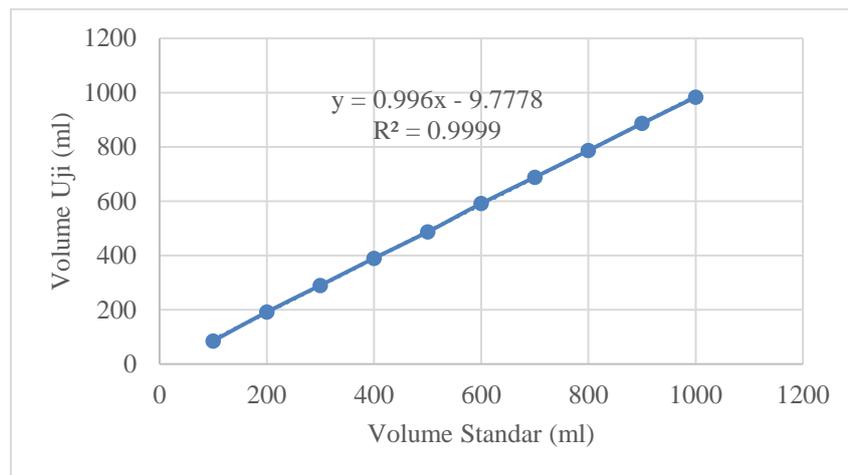
Berdasarkan hasil pengujian fungsionalitas, prototipe telah berfungsi dengan baik. Hal tersebut ditunjukkan dengan berfungsinya sensor *single coin acceptor* yang dapat mendeteksi uang koin yang dimasukkan oleh konsumen sesuai dengan uang koin referensi, *water flow* sensor yang dapat menghitung volume air yang mendekati nilai volume standar, *relay* yang dapat mengaktifkan dan menonaktifkan pompa, pompa yang dapat menghisap air dari galon serta LCD yang dapat menampilkan berbagai macam output berupa tulisan dan angka yang mewakili nominal uang koin, volume air dan informasi lainnya.

3.3 Pengujian Linearitas Water Flow Sensor

Hasil data pengujian dapat dilihat pada Tabel 1 dan ditunjukkan dalam grafik linearitas di Gambar 5. Data hasil pengujian menunjukkan bahwa *water flow* sensor dapat bekerja dengan baik pada masing-masing titik volume yang ditandai oleh rendahnya nilai *error* serta tingginya tingkat keakurasian sensor sebesar 99,9%.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Linearitas Water Flow Sensor

Standar (ml)	Penunjukkan Rata-Rata (ml)	Error (ml)	Error (%)	Akurasi (%)
100	85,0	-15,0	0,150	99,8
200	191,2	-8,8	0,044	99,9
300	290,0	-10,0	0,033	99,9
400	390,0	-10,0	0,025	99,9
500	486,7	-13,3	0,026	99,9
600	591,2	-8,8	0,015	99,9
700	688,3	-11,7	0,017	99,9
800	786,7	-13,3	0,016	99,9
900	886,7	-13,3	0,015	99,9
1000	983,3	-16,7	0,017	99,9



Gambar 5. Grafik Linearitas Pengujian *Water Flow Sensor*

Tabel 1 menunjukkan bahwa sensor memiliki akurasi yang baik pada setiap titik pengujian dari 100 ml–1000 ml. Hal ini ditandai dengan *error* pada setiap titik berada dibawah 0,2% atau akurasi sebesar 99,9%. Namun demikian, *error* terbesar berada pada volume 100 ml sebesar 0,150% dan *error* terkecil berada pada volume 600 dan 900 ml sebesar 0,015%.

Gambar 5 menunjukkan bahwa antara variabel terikat (volume uji) dan variabel bebas (volume standar) memiliki hubungan yang linier yang ditandai dengan persamaan $y = 0,996x - 9,7778$ dan nilai koefisien determinasi (R^2) adalah 0,99. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin besar titik volume yang ditentukan maka akan semakin besar juga volume air yang dikeluarkan oleh prototipe.

3.4 Pengujian Akurasi Prototipe

Pengujian akurasi bertujuan untuk mengetahui nilai kesalahan dari prototipe dengan cara membandingkan nilai volume standar dengan nilai volume uji sehingga dapat diketahui persentase keakurasiannya. Pada pengujian ini, prototipe diuji dengan menggunakan gelas ukur kapasitas 1000 ml sebagai standar. Pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan naik dan turun pada volume standar 300 ml, 600 ml dan 900 ml.

Hasil data pengujian dapat dilihat pada Tabel 2 yang menunjukkan bahwa prototipe dapat bekerja dengan baik pada masing-masing titik volume. Hal ini ditandai oleh rendahnya nilai *error* serta tingginya tingkat keakurasian prototipe sebesar 99,9%.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Akurasi Prototipe

Standar (ml)	Penunjukkan Rata-Rata (ml)	<i>Error</i> (ml)	<i>Error</i> (%)	Akurasi (%)
300	303,3	3,3	0,011	99,9%
600	605,0	5,0	0,008	99,9%
900	903,3	3,3	0,003	99,9%

Tabel 2 menunjukkan bahwa prototipe memiliki akurasi yang baik pada setiap titik pengujian dari 300 ml – 900 ml pada kelipatan 300 ml. Hal ini ditandai dengan *error* pada setiap titik berada di bawah 0,02% atau akurasi sebesar 99,9%.

3.5 Pengujian Penyortiran Jenis Uang Koin

Pengujian penyortiran jenis uang koin bertujuan untuk mengetahui kinerja sensor koin dalam menyortir jenis uang koin yang dimasukkan oleh konsumen apakah sesuai dengan uang koin referensi atau tidak. Pada pengujian ini, digunakan 2 jenis uang koin untuk diuji yaitu uang koin Rp.500 silver dan Rp.1.000, sedangkan uang koin yang dijadikan referensi adalah uang koin Rp.1.000. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali pengulangan.

Tabel 3 menunjukkan bahwa sensor koin tunggal dapat menyortir jenis uang koin sesuai dengan uang koin referensi. Berdasarkan hasil pengujian dalam 10 kali pengulangan, uang koin Rp.500 ditolak secara keseluruhan, sedangkan uang koin Rp.1000 seluruhnya diterima.

Tabel 3. Pengujian Penyortiran Jenis Uang Koin

Pengujian ke-	Uang Koin	
	Rp.500	Rp.1.000
1	x	✓
2	x	✓
3	x	✓
4	x	✓
5	x	✓
6	x	✓
7	x	✓
8	x	✓
9	x	✓
10	x	✓

Keterangan : ✓ = Diterima; x = Ditolak

3.6 Pengujian Pembatasan Jumlah Uang Koin

Hasil pengujian pembatasan jumlah uang koin di cantumkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Pembatasan Jumlah Uang Koin

Pengujian ke-	Koin ke-1	Koin ke-2	Koin ke-3	Koin ke-4	Koin ke-5	Koin ke-6	Koin ke-7	Koin ke-8	Koin ke-9	Koin ke-10
1	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x
2	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x
3	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x
4	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x
5	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x
6	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x
7	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x
8	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x
9	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x
10	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x

Keterangan : ✓ = Diterima; x = Ditolak

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja sensor koin tunggal dalam membatasi jumlah uang koin yang dimasukkan oleh konsumen. Prototipe ini dibatasi hanya untuk menerima 3 uang koin saja karena volume yang disediakan hanya 3 yaitu 300 ml, 600 ml dan 900 ml. Pengujian pembatasan uang koin dilakukan sebanyak 10 kali pengulangan.

Tabel 4 menunjukkan bahwa sensor koin tunggal mampu membatasi jumlah uang koin yang masuk sebanyak 3 uang koin. Berdasarkan hasil pengujian, uang koin ke-4 hingga ke-10 pada 10 kali pengujian seluruhnya ditolak. Hal ini membuktikan bahwa sensor koin tunggal telah bekerja dengan baik dalam melakukan tugasnya untuk membatasi jumlah uang koin yang masuk.

4. Simpulan

Prototipe *vending machine* pengisian air mineral otomatis dengan sistem pembayaran berbasis sensor *single coin acceptor* telah dapat direalisasikan dan berfungsi dengan baik. Penunjukkan volume uji 100 ml - 1000 ml memiliki hubungan yang linier terhadap penunjukkan volume pada gelas ukur sebagai standar dan sistem kerja prototipe ini menunjukkan hasil yang baik ditandai dengan minimnya nilai *error* yaitu 0,02% serta tingginya persentase keakurasian sebesar 99,9%. Adanya prototipe ini akan memberikan kebermanfaatan bagi manusia dan lingkungan, dimana kebutuhan manusia akan asupan air untuk tubuhnya akan tetap bisa terpenuhi dimanapun dan kapanpun tanpa perlu menyumbangkan botol plastik yang sulit terurai kepada lingkungan alam karena dapat mengisi air secara langsung kedalam *tumbler* yang dibawa pribadi.

Ucapan Terima Kasih

Dalam proses penelitian, penulis menyadari penuh bahwa tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, penelitian ini sulit untuk dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada Kementerian Perdagangan Republik Indonesia dan Akademi Metrologi dan Instrumentasi yang telah memberikan fasilitas pendukung penelitian.

Daftar Pustaka

1. R. Salim and T. Taslim. (2021). Edukasi Manfaat Air Mineral Pada Tubuh Bagi Anak Sekolah Dasar Secara Online. *J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 27, no. 2, pp. 126–135,
2. S. Kusumawardani and A. Larasati. (2020). Analisis Konsumsi Air Putih Terhadap Konsentrasi. *J. Holistika*, vol. 4, no. 2, p. 91.
3. N. A. Sari and T. S. Nindya. (2018). Hubungan Asupan Cairan, Status Gizi Dengan Status Hidrasi Pada Pekerja Di Bengkel Divisi General Engineering Pt Pal Indonesia. *Media Gizi Indones.*, vol. 12, no. 1, p. 47.
4. F. Falah. (2023). Alat Timbang Berat Badan dengan Tampilan Kebutuhan Cairan Harian Bagi Tubuh.” Perpustakaan UWHS.
5. F. Kurniawati, L. Sitoayu, V. Melani, R. Nuzrina, and Y. Wahyuni. (2021). Hubungan pengetahuan, konsumsi cairan dan status gizi dengan status hidrasi pada kurir ekspedisi relationship between knowledge, fluid intake and nutritional status with hydration status of expedition couriers. *J. Ris. Gizi*, vol. 9, no. 1, pp. 46–52.
6. Tarwaka. (2014). Keselamatan dan Kesehatan Kerja “Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja,” *J. Higeia*, vol. 1, no. 2, pp. 108–118.
7. I. G. N. A. D. Mayunatha and I. G. L. D. Ngurah. (2018). Efektivitas Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah Dalam Upaya Pencegahan Penggunaan Sampah Plastik,” *Kertha Desa*, vol. 10, no. 11, pp. 1181–1192.
8. Y. Dewi and T. Raharjo. (2029). Aspek Hukum Bahaya Plastik Terhadap Kesehatan dan Lingkungan Serta Solusinya,” *Kosmik Huk.*, vol. 19, no. 1.
9. A. S. Maulana. (2020). Implementasi Finite State Automata (FSA) dengan Simulasi Vending Machine pada Aplikasi Android. *J. Edukasi Elektro*, vol. 3, no. 2, pp. 110–120.

10. A. P. Putra. (2019). Rancang Bangun Smart Dispenser menggunakan RFID berbasis Arduino Uno. *J. UIKA*.
11. J. W. Simatupang. (2022). Prototipe Mesin Penjual Air Mineral Otomatis berbasis Arduino Mega 2560 dan RFID-RC522,” *J. Itenas*, vol. 10, no. 2, p. 484.
12. B. P. Keuangan. (2011). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2011 Tentang Mata Uang,” *Negara Republik Indones.*, pp. 138–155.