

Prototipe Mesin Penjual Air Mineral Otomatis berbasis Arduino Mega 2560 dan RFID-RC522

JONI WELMAN SIMATUPANG, BAYU PRASETYO, MIA GALINA, ANTONIUS SUHARTOMO

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, President University, Indonesia
e-mail: joniwsmtmp@president.ac.id

Received 7 Februari 2022 | *Revised* 11 Maret 2022 | *Accepted* 14 Maret 2022

ABSTRAK

Meningkatnya jumlah sampah botol plastik sekarang ini telah membawa banyak masalah kesehatan dan lingkungan hidup. Masalah tersebut dapat dikurangi jika seseorang mau membawa botol minum (tumbler) sendiri. Namun, dibutuhkan mesin penjual air mineral untuk mengisi ulang tumbler. Paper ini menjelaskan disain dan implementasi prototipe mesin penjual air mineral otomatis, praktis, dan ekonomis berbasis Arduino Mega 2560 dan RFID-RC522. Pengujian terhadap prototipe ini dilakukan dalam tiga tahap: (1) pengujian jarak baca antara kartu RFID dengan RFID reader, (2) pengujian pada kondisi ideal, dan (3) pengujian pada kondisi tidak ideal. Dari pengujian pertama disimpulkan bahwa RFID-RC522 dapat melakukan pembacaan optimal pada jarak 35 mm. Dari hasil pengujian kedua diperoleh nilai akurasi (keakuratan) pada saat pengisian air sebesar 82%. Sedangkan hasil pengujian ketiga menyatakan bahwa prototipe dapat membaca kemungkinan yang terjadi pada kondisi tidak ideal. Kelemahan dari prototipe ini adalah belum terintegrasi dengan sistem pembayaran uang elektronik (e-money).

Kata kunci: *Arduino Mega 2560, Mikrokontroler, RFID-RC522, Sampah Plastik.*

ABSTRACT

The increasing amount of plastic bottle waste today has brought many health and environmental problems. These problem can be minimized when someone brings their own drinking bottle water. But, vending machine-like was needed to refill the tumbler. This paper explains a design implementation of prototype that can provide an automatic, practical, and economical mineral water filling based on Arduino Mega 2560 and RFID-RC522. Testing on this prototype was carried out in three stages: (1) testing of the reading distance between the RFID card and the RFID reader, (2) testing under ideal conditions, and (3) testing under non-ideal conditions. From the first test summarized that the RFID-RC522 can perform optimal readings at a distance of 35 mm. From the second test obtained the accuracy of the prototype when filling water by 82%. And the third test shows that the prototype could read the possibilities occurred in non-ideal conditions. The drawback of this prototype is not yet integrated with e-money payment system.

Keywords: *Arduino Mega 2560, Microcontroller, RFID-RC522, Plastic Waste.*

1. PENDAHULUAN

Tubuh manusia terdiri dari air, pada hakikatnya air merupakan kebutuhan utama bagi manusia, semakin bertumbuh dewasa kebutuhan air pada manusia akan berbeda-beda, seperti pada bayi sebanyak 80%, orang dewasa sebanyak 60% dan pada usia di atas 65 tahun atau usia lanjut sebanyak 50% (**Kurnia, dkk, 2020**). Karena itu, kapan pun dan di mana pun manusia harus selalu minum air, karena air merupakan nutrisi penting bagi kesehatan manusia yang dapat digunakan sebagai pelarut, katalis, pelumas, pengatur suhu tubuh, dan penyedia mineral dan elektrolit (**Briawan, dkk, 2011**).

Sayangnya, meski begitu, air minum tidak selalu tersedia di mana-mana, tetapi butuh waktu lama untuk dapat diminum (**Kurnia, dkk, 2020**). Beberapa orang yang sudah peduli akan bahaya efek penggunaan botol plastik sekali pakai biasanya akan membawa *tumbler* pada saat bepergian namun, rata-rata botol yang dibawa biasanya hanya berukuran 700mL yang artinya hanya memenuhi sekitar 35% dari total kebutuhan air dalam tubuh (**Kusumawardani & Larasati, 2020**). Karena sangat jarang ditemukan stasiun pengisian air minum di tempat-tempat umum, ketika air yang dibawa dalam *tumbler* sudah habis maka akan kebingungan untuk mengisi ulang kembali. Hal ini mendorong orang untuk membeli air minum yang menggunakan kemasan botol plastik sekali pakai.

Botol plastik sekali pakai membutuhkan waktu 500 hingga 1.000 tahun untuk terurai (**Krisyanti, dkk, 2020**). Di tanah, botol plastik bisa menghalangi air dan sinar matahari tidak terserap yang dapat mempengaruhi kesuburan tanah serta menyebabkan banjir. Di lautan, bisa terpapar sinar ultraviolet matahari dan selanjutnya terjadi foto degradasi yang dapat memecah plastik menjadi potongan yang sangat kecil. Akhirnya, zat beracun dari potongan plastik masuk ke dalam rantai makanan dan bahkan mungkin manusia berada di bagian atas rantai makanan memperoleh efek akumulasi dari zat plastik beracun tersebut. Kemudian, komponen plastik dari botol-botol yang tersebar di udara bisa berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan. Misalnya, jika membakar plastik yang mengandung halogen *polyvinyl chloride (PVC)* akan menghasilkan dioksin (**Yehova, dkk, 2018**). Dari ketiga faktor di atas, sudah sangat jelas apabila penggunaan botol plastik tidak dikurangi, maka masalah pencemaran lingkungan akan semakin besar.

Penulis berpendapat bahwa agar bisa mengurangi penggunaan botol plastik sekali pakai, perlu dirancang sebuah alat yang dapat menyediakan kebutuhan air minum yang praktis, otomatis serta ekonomis. Dengan adanya alat tersebut akan memberikan kemudahan untuk mengisi ulang *tumbler* serta mendorong orang untuk membawa *tumbler* sendiri sehingga mengurangi penggunaan botol plastik sekali pakai. Untuk mengakses mesin penjual otomatis ini tidak diperlukan lagi uang tunai, melainkan diakses menggunakan sebuah kartu *RFID* yang didekatkan ke *RFID reader* yang terhubung dengan *Arduino* sebagai mikrokontroler. Sesuai dengan pengetahuan penulis, sebelumnya terdapat beberapa prototipe sejenis dan relevan (**Hidayati & Nor, 2017**), (**Singgeta, dkk, 2019**), (**Raga, dkk, 2019**), namun prototipe ini telah dirancang dan didesain lebih baik secara fungsionalitas. Perbandingan penelitian sejenis dan relevan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1. Dari hasil perbandingan dengan penelitian sejenis dan relevan yang sudah pernah dilakukan sebelumnya, penulis melakukan inovasi perancangan prototipe dengan desain yang lebih baik secara fungsionalitas. Pada prototipe yang dirancang saat ini, prototipe memiliki fleksibilitas dalam jumlah pengisian ulang kartu maupun pembelian air, artinya bahwa pengguna bebas memasukkan berapa saja nominal pengisian ulang kartu atau pun nominal pengisian air tanpa adanya batasan seperti pada penelitian-penelitian sebelumnya.

Tabel 1. Perbandingan Penelitian Sejenis dan Relevan.

Parameter	Referensi 1 (Hidayati & Nor, 2017)	Referensi 2 (Singgeta, Dkk, 2019)	Referensi 3 (Raga, Dkk, 2019)	Penelitian Saat Ini (2020-2021)
<i>Microcontroller</i>	- <i>Arduino Uno</i>	- <i>Arduino Mega 2560</i>	- <i>Arduino Mega 2560</i>	- <i>Arduino Mega 2560</i>
<i>Software</i>	- <i>Arduino IDE</i>	- <i>Arduino IDE</i>	- <i>Arduino IDE</i> - <i>Microsoft Access dan Visual Studio</i>	- <i>Arduino IDE</i>
<i>Modules</i>	- <i>RFID-RC522</i> - <i>Relay</i> - <i>Buzzer</i>	- <i>RFID-RC522</i> - <i>Relay</i>	- <i>RFID-RC522</i>	- <i>RFID-RC522</i> - <i>Relay</i> - <i>Buzzer</i>
<i>Interface</i>	- <i>LCD 20x4</i>	- <i>LCD 16x2</i> - <i>Push Botton</i>	- <i>LCD 20x4</i> - <i>Push Botton</i>	- <i>LCD 20x4</i> - <i>Matrix Keypad</i>
<i>Sensor</i>	- <i>Flow Meter Sensor</i>	-	- <i>LDR</i>	- <i>Flow Meter Sensor</i>
<i>Executor</i>	- <i>Solenoid Valve</i>	- <i>DC Pump</i>	- <i>DC Pump</i>	- <i>DC Pump</i>
Aplikasi	- Kendali Distribusi Air	- Air Mineral	- Minuman Kopi	- Air Mineral
Bentuk Prototipe	- Perpipaan	- Dispenser Air	- <i>Vending Machine</i>	- <i>Vending Machine</i>
Perintah Pengisian & Pembelian	- Ditentukan Sendiri Oleh User (Pengguna)	- Ditentukan Sistem	- Ditentukan Sistem	- Ditentukan Sendiri Oleh User (Pengguna)

1.1 *Arduino Mega 2560*

Arduino Mega 2560 merupakan papan *microcontroller* berbasis *Arduino Mega 2560* yang mempunyai 54 pin digital *input* atau *output*, 15 pin diantaranya digunakan untuk *output PWM*, 16 pin untuk *input* analog serta 4 pin untuk *UART (port serial hardware)*, 16 MHz kristal osilator, koneksi *USB, jack. power, header ICSP*, dan tombol *reset* (Frianto, dkk, 2016). Pin-pin tersebut digunakan sebagai pendukung kinerja *microcontroller*. Untuk mengaktifkannya cukup dengan cara menghubungkan kabel *USB* ke komputer atau *power adaptor AC-DC* atau menggunakan baterai (Aryani, dkk, 2019).

Arduino Mega 2560 memiliki banyak koneksi pin sehingga memudahkan pengguna untuk mengatur efektifitas dari pin-pin itu sendiri (Baihaqi & Simatupang, 2018). Selain itu, *Arduino Mega 2560* juga kompatibel dengan sebagian besar *shield* yang telah dirancang untuk *Arduino Duemiliumove* atau *Arduino Diecimilia*. *Arduino Mega 2560* adalah versi terbaru yang menggantikan versi sebelumnya yaitu *Arduino Mega* (Taqwa, dkk, 2019).

1.2 *RFID-RC522*

Radio Frequency Identification atau *RFID* merupakan suatu alat yang mengidentifikasi objek yang menggunakan gelombang radio, proses identifikasi dilakukan oleh *RFID reader* dan *RFID transponder (RFID tag)* (Syafii, dkk, 2018). Tidak ada *RFID tag* yang memiliki angka identifikasi (*ID number*) yang sama karena tiap-tiap *RFID* memiliki *ID number* yang uni (Setiawan & Kurniawan, 2015).

Secara umum terdiri dari 3 bagian sistem *RFID* yaitu (Turesna & Sari, 2019):

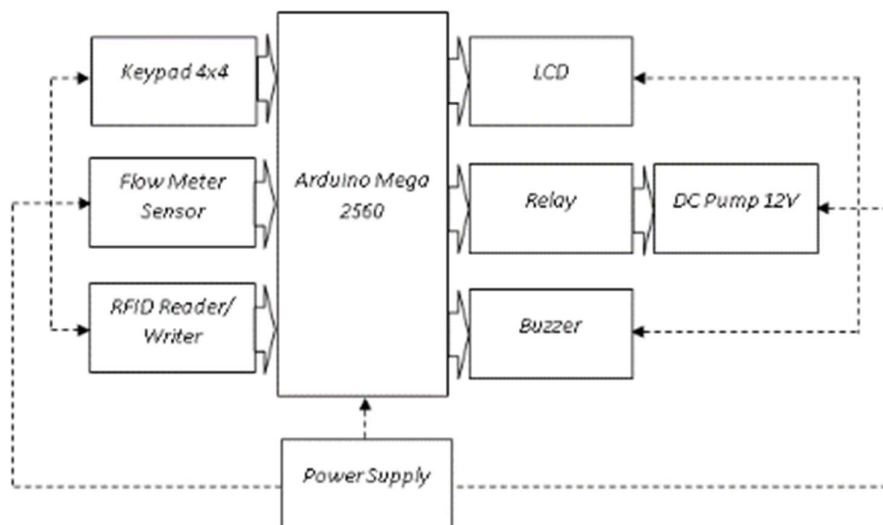
1. *RFID tag*, *RFID tag* dapat berupa stiker plastik atau kertas dengan berbagai ukuran. Terdapat *chip* di dalam setiap *tag* yang dapat menyimpan *ID number* dan sejumlah informasi tertentu.

2. ANTENA, Antena berfungsi sebagai transmisi sinyal frekuensi radio antara *RFID reader* dengan *RFID tag*. Karena berfungsi sebagai *transmitter-receiver*, pada setiap *RFID tag* dan *RFID reader* mempunyai antena *internal* sendiri-sendiri.
3. *FID reader*, *RFID reader* berfungsi sebagai pembaca *ID number* beserta informasi lainnya yang tersimpan di dalam *RFID tag*, agar dapat terbaca *RFID reader* dengan *RFID tag* harus kompatibel.

2. DISAIN SPESIFIKASI PROTOTIPE

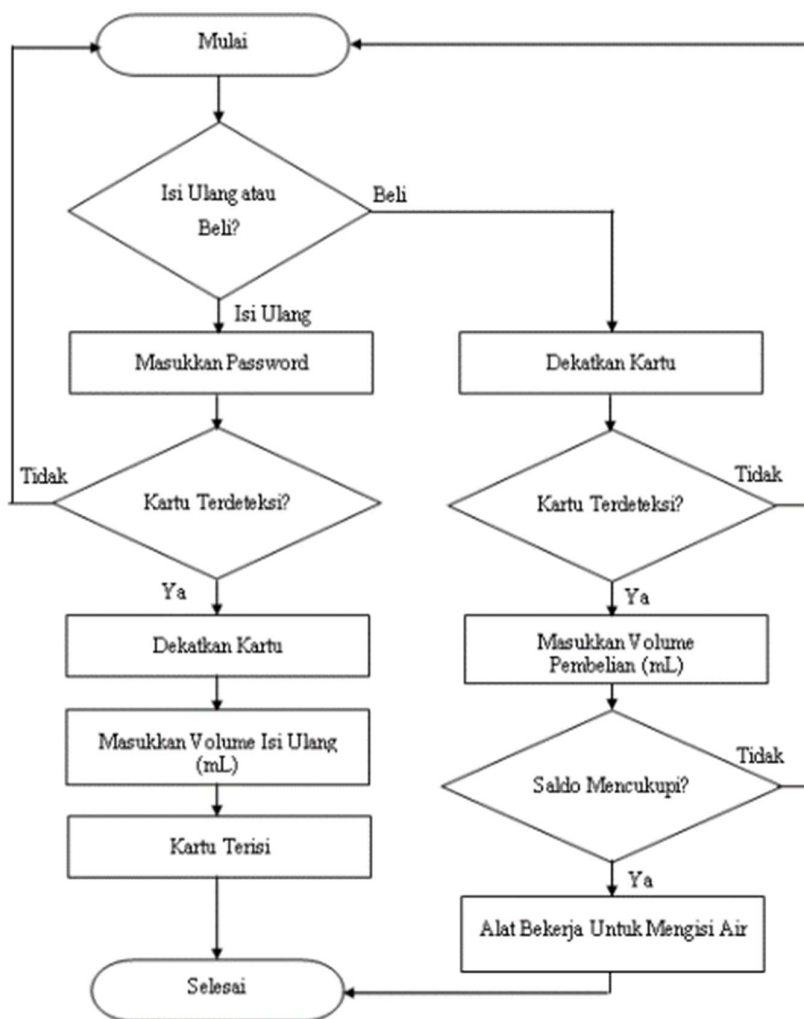
2.1 Desain Sistem Secara Keseluruhan

Implementasi proyek akan diterangkan dalam bentuk diagram blok disertai oleh diagram alir dari seluruh sistem. Selanjutnya, komponen-komponen yang digunakan, desain pada perangkat keras dan implementasi perangkat lunak. Implementasi perangkat lunak tersusun dari pemrograman kontrol utama untuk rangkaian, yang ditulis oleh *Arduino IDE (Integrated Development Environment)*. Diagram blok proses keseluruhan terlihat pada Gambar 1.

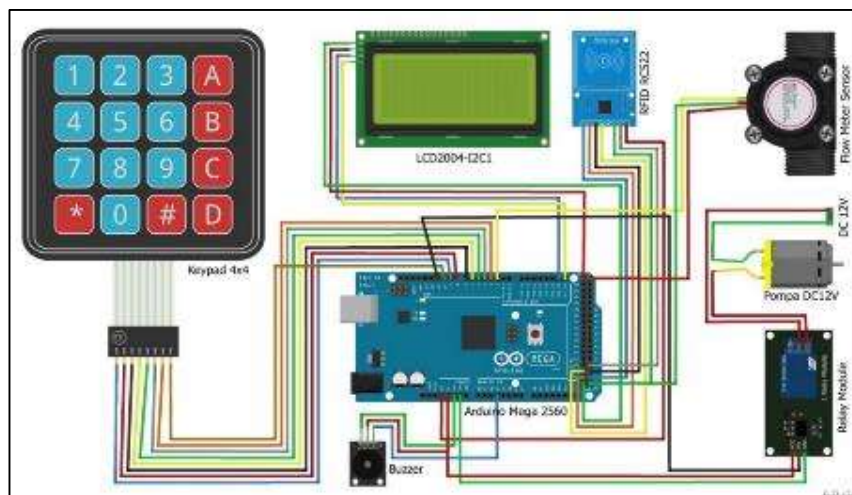


Gambar 1. Diagram Blok Prototipe.

Keseluruhan sistem dihubungkan melalui *Arduino Mega 2560*. *Arduino Mega 2560* sebagai sistem pemroses & pengendali utama. *Keypad* digunakan untuk input data perintah berupa pilih menu, nominal isi ulang kartu & pembelian serta kode *password*. *RFID* digunakan untuk melakukan transaksi isi ulang kartu ataupun pembelian. Perintah data yang sudah dimasukkan melalui *keypad* dan *RFID* akan ditampilkan pada *LCD*. *Relay* sebagai aktuator yang akan mengontrol langsung Pompa DC. *Buzzer* sebagai indikator suara yang bekerja ketika *RFID Reader* berhasil mendeteksi kartu. Terakhir, *Flow Meter Sensor* digunakan untuk mengukur volume air yang dikeluarkan oleh pompa dan akan memutus komunikasi ke *relay* ketika jumlah volume air yang terisi sudah sesuai dengan yang diperintahkan. Gambar 2. menunjukkan diagram alir mekanisme prototipe.



Gambar 2. Diagram Alir Mekanisme (Cara Kerja) Prototipe.

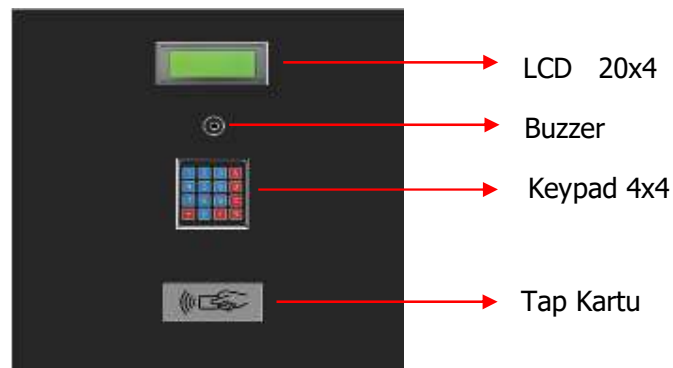


Gambar 3. Wiring Diagram Prototipe.

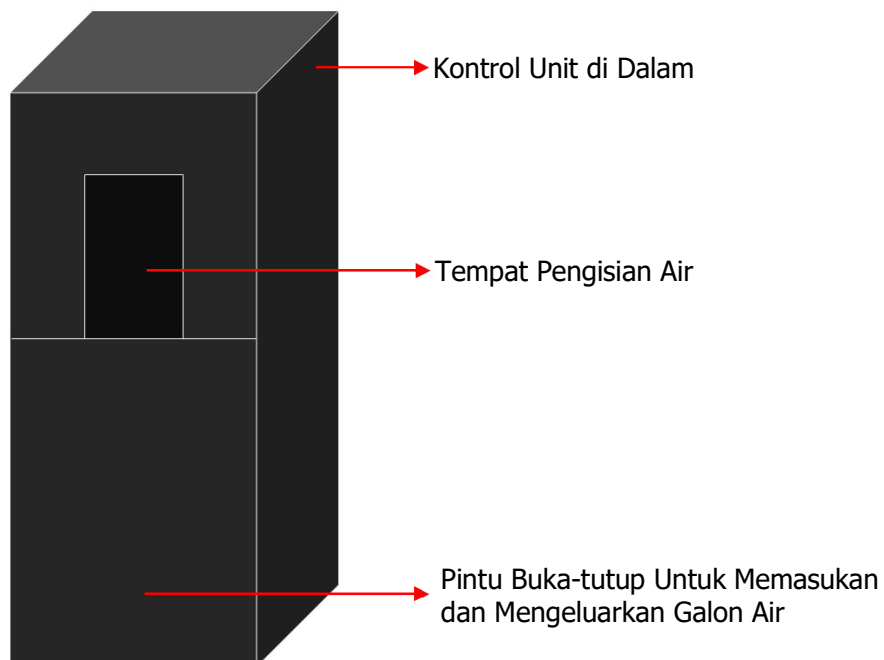
Dari *wiring diagram* (Gambar 3 di atas), kita dapat melihat *keypad*, *flow meter sensor*, *RFID-RC522* dan *relay* terhubung dengan pin *input* atau *pin output* digital pada *Arduino*. *Buzzer* terhubung pada pin *input* analog. *LCD* dihubungkan pada pin *SDA* dan *SCL*. Pompa terhubung dengan *power DC 12V* serta dikontrol oleh *relay*. Semua *VCC* dan *GND* untuk mengaktifkan komponen disediakan oleh *5V*, *3.3V*, dan *GND* dari *Arduino*.

2.2 Desain Perangkat Keras

Prototipe ini terdiri dari kerangka yang terbuat dari plat metal, ditutup menggunakan *clear PVC* dan *finishing* luar menggunakan *scotchlite*. Ukuran alat ini 45 x 45 x 100 cm (PxLxT). Pada bagian atas terdapat beberapa komponen seperti, *LCD 20x4*, *Buzzer*, *Keypad 4x4* dan *Tap Kartu*. Dibagian depan terdapat tempat untuk menaruh *tumbler* yang akan diisi air dan di bagian bawahnya terdapat pintu buka-tutup untuk memasukkan dan mengeluarkan galon air. Kontrol unit dan komponen lainnya seperti, *Power Supply*, *Arduino Mega 2560*, *Relay*, *Flow Meter Sensor*, dan Pompa DC berada dibagian dalam alat ini. Desain alat terlihat pada Gambar 4 (tampak atas) dan Gambar 5 (tampak keseluruhan).



Gambar 4. Desain Perangkat Keras Tampak Atas.



Gambar 5. Desain Perangkat Keras Tampak Keseluruhan.

2.3 Desain Perangkat Lunak

Prototipe ini menggunakan *software Arduino IDE*, seperti ditunjukkan pada Gambar 6. *Software Arduino IDE* pada perancangan prototipe digunakan untuk memprogram *Arduino Mega 2560*. Fungsi yang dimasukkan pada program *Arduino* ini yaitu *MFRC522.h* dan *SPI.h*. *MFRC522* adalah *library* yang digunakan untuk *RFID-RC522* sedangkan *SPI.h* adalah input *SPI* pin digital yang terhubung dengan *SDA* dan *reset* pada *RFID (Kadir, 2014)*. Karena program coding *Arduino* yang panjang, supaya sederhana maka Penulis tidak menampilkannya di sini.



Gambar 6. Desain Perangkat Lunak menggunakan Arduino IDE.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Jarak Baca *RFID*

Pada pengujian ini dilakukan pengukuran jarak baca antara *RFID Card* dengan *RFID Reader* untuk mendapatkan jarak yang optimal pada pembacaan *RFID*. Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan *RFID Card* tepat di atas *RFID Reader* dengan posisi sejajar. *RFID Card* didekatkan secara perlahan menuju *RFID Reader* pada jarak tertentu menggunakan *measurement tape* sebagai alat pengukuran jarak. Dari beberapa referensi studi yang menggunakan *RFID*, pengujian jarak ini selalu dilakukan. Jarak baca yang optimal akan mempengaruhi proses selanjutnya, artinya ketika *tapping* kartu berada di luar jarak yang direkomendasikan maka alat tidak dapat bekerja. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 2.

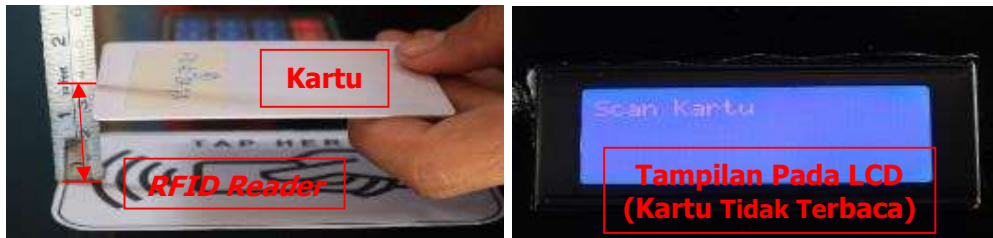
Tabel 2. Pengujian Jarak Baca *RFID-RC522*.

Kartu/ Kode	Jarak Baca (mm)	Terbaca (Ya/ Tidak)
Kartu 1 D3 D3 DF 24	10	Ya Terbaca
	15	Ya Terbaca
	20	Ya Terbaca
	25	Ya Terbaca
	30	Ya Terbaca
	35	Ya Terbaca
Kartu 2 90 02 13 7B	40	Tidak Terbaca
	10	Ya Terbaca
	15	Ya Terbaca
	20	Ya Terbaca
	25	Ya Terbaca
	30	Ya Terbaca
Kartu 3 80 69 8E 9C	35	Ya Terbaca
	40	Tidak Terbaca
	10	Ya Terbaca
	15	Ya Terbaca
	20	Ya Terbaca
	25	Ya Terbaca
Kartu 4 F0 4C 04 7A	30	Ya Terbaca
	35	Tidak Terbaca
	40	Tidak Terbaca
	10	Ya Terbaca
	15	Ya Terbaca
	20	Ya Terbaca
Kartu 5 C0 05 27 7B	25	Ya Terbaca
	30	Ya Terbaca
	35	Ya Terbaca
	40	Tidak Terbaca
	10	Ya Terbaca
	15	Ya Terbaca

Seperti yang ditampilkan pada Tabel 2 pengujian dilakukan pada jarak 10mm hingga 40mm. Selisih jarak pada pengambilan data yaitu 5mm dengan menggunakan 5 buah Kartu *RFID* yang berbeda. Dari 5 kartu (*user*) yang digunakan mewakili *database* jika nantinya digunakan dalam skala besar. Kartu *RFID* 1 dapat terbaca oleh *RFID Reader* pada jarak 10, 15, 20, 25 dan 35mm. Kartu *RFID* 2, 3, dan 5 memiliki hasil yang sama dengan Kartu *RFID* 1. Sedangkan Kartu *RFID* 4 hanya dapat terbaca pada jarak 10, 15, 20, 25 dan 30mm saja. Dari data yang didapatkan pada tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa *RFID* dengan tipe RC522 dapat melakukan pembacaan optimal pada jarak 35mm yang artinya terdapat selisih 15mm dari *data sheet RFID-RC522*. Pada *data sheet RFID-RC522* menerangkan bahwa jarak operasi *RFID* hingga 50mm tergantung pada ukuran antena dan penyetelan (**Hendra, dkk, 2017**). Terlihat pada Gambar 7 (Kartu 1) dan Gambar 8 (Kartu 4) sebagai hasil saat pengujian.



Gambar 7. Hasil Pengujian Jarak Baca Pada Kartu 1, (a) Pengujian Pada Jarak 35mm; (b) Tampilan Pada LCD (Kartu Terbaca).

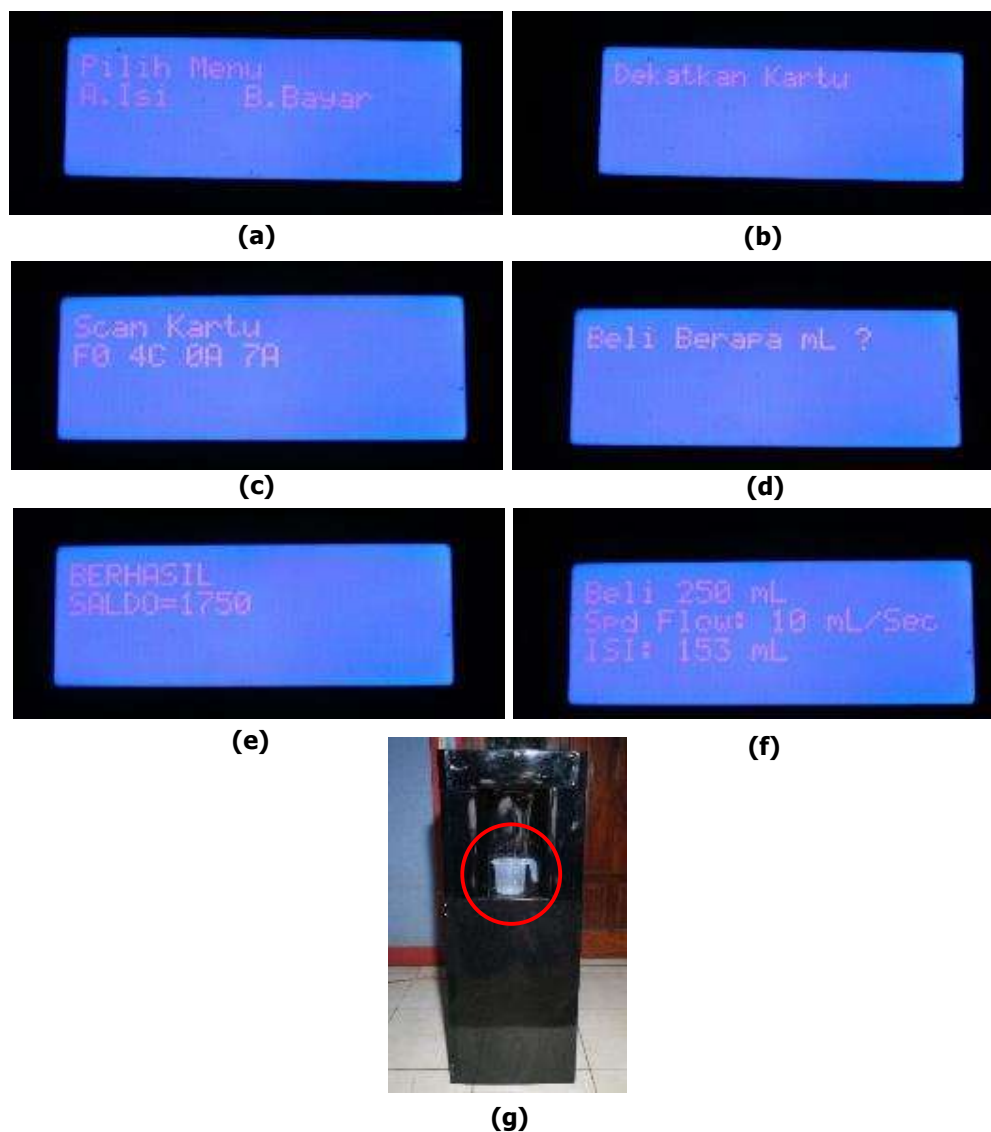


Gambar 8. Hasil Pengujian Jarak Baca Pada Kartu 4, (a) Pengujian Pada Jarak 35mm; (b) Tampilan Pada LCD (Kartu Tidak Terbaca).

3.2 Pengujian Prototipe Secara Keseluruhan

3.2.1 Pengujian Pada Kondisi Ideal

Pada pengujian ini dilakukan dengan cara memasukkan perintah pengisian air pada volume (mL) tertentu. Pengujian dimulai dengan cara memilih "B. Bayar" pada tampilan menu di *LCD* (gambar a). Selanjutnya pada *LCD* akan menampilkan perintah "Dekatkan Kartu". Setelah kartu didekatkan dan terdeteksi (gambar b), maka *LCD* akan menampilkan "Scan Kartu" beserta kode kartu sebagai contoh "F0 4C 0A 7A" (gambar c). Setelah proses deteksi kartu selesai, *LCD* menampilkan "Beli Berapa mL ?" (gambar d), *input* volume pembelian air (mL) yang diinginkan dan *LCD* akan menampilkan sisa saldo yang ada pada kartu sesuai dengan jumlah pengurangan pada saat pembelian (gambar e). Selanjutnya mesin akan bekerja untuk mengisi air dengan tampilan *LCD* pada (gambar f). Wadah yang digunakan untuk menampung pengisian air menggunakan gelas takar ukuran 500 mL (gambar g) untuk memudahkan proses pengukuran volume air yang dikeluarkan oleh mesin. Gambar pengujian prototipe terlihat pada Gambar 9.



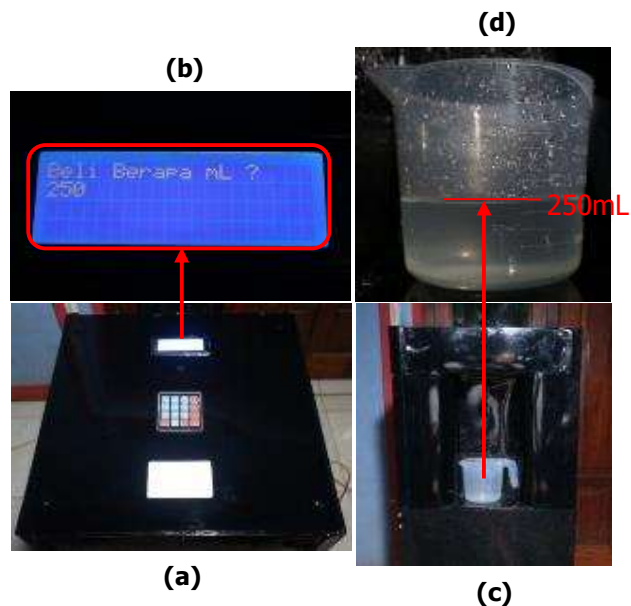
Gambar 9. Pengujian Pada Kondisi Ideal, (a) Pilihan Menu; (b) *Tapping* Kartu; (c) Pendeteksian Kartu; (d) Perintah Pembelian (mL); (e) Sisa Saldo Pada Kartu; (f) Tampilan Pada Saat Pengisian Air Berlangsung; (g) Wadah Penampung Air.

Pengujian dilakukan sebanyak 50 kali, pengujian pertama sampai dengan ke-10 pada volume 250mL, pengujian ke-11 sampai dengan ke-20 pada volume 300mL, pengujian ke-21 sampai dengan ke-30 pada volume 350mL, pengujian ke-31 sampai dengan ke-40 pada volume 400mL dan pengujian ke-41 sampai dengan ke-50 pada volume 450mL. Pada Tabel 3. Menunjukkan hasil pengujian.

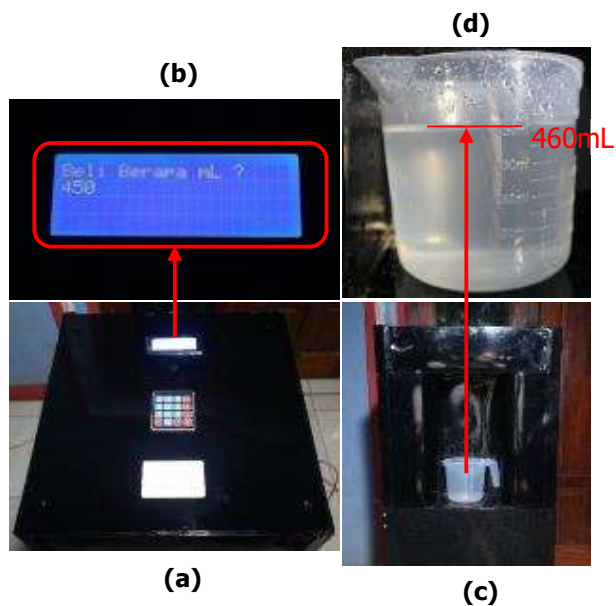
Tabel 3. Pengujian Pengisian Air Pada Volume Tertentu.

Pengujian ke	Perintah	Aktual	Pengujian ke	Perintah	Aktual	Pengujian ke	Perintah	Aktual	Pengujian ke	Perintah	Aktual	Pengujian ke	Perintah	Aktual
	(mL)			(mL)			(mL)			(mL)			(mL)	
1	250	250	11	300	300	21	350	350	31	400	400	41	450	440
2	250	250	12	300	300	22	350	350	32	400	400	42	450	440
3	250	250	13	300	300	23	350	350	33	400	400	43	450	450
4	250	250	14	300	300	24	350	350	34	400	390	44	450	450
5	250	250	15	300	300	25	350	350	35	400	400	45	450	450
6	250	250	16	300	300	26	350	350	36	400	390	46	450	450
7	250	250	17	300	300	27	350	350	37	400	390	47	450	450
8	250	250	18	300	300	28	350	350	38	400	400	48	450	440
9	250	250	19	300	300	29	350	350	39	400	400	49	450	450
10	250	250	20	300	315	30	350	350	40	400	380	50	450	460

Seperti data yang ditampilkan pada Tabel 3, terdapat 41 percobaan yang sesuai dengan perintah pengisian dan 9 percobaan yang tidak sesuai, Dua diantaranya volume pengisian lebih besar dari pada perintah (percobaan ke-20 dan ke-50), tujuh diantaranya volume pengisian lebih kecil dari pada perintah (percobaan ke-34, 36-37, 40-42 dan 48). Dari hasil percobaan tersebut dapat disimpulkan bahwa keakuratan pengisian pada prototipe ini yaitu sebesar 82% sedangkan kesalahannya sebesar 18%. Pengisian pada volume kecil antara 250mL sampai dengan 350mL memiliki akurasi yang cukup baik sedangkan pada pengisian volume besar antara 400mL ke atas memiliki akurasi yang kurang baik, hal tersebut disebabkan oleh tekanan pada pompa yang berubah-ubah yang mengakibatkan pengukuran volume air dan tekanan pada *flow meter sensor* tidak berjalan sempurna. Selain itu, faktor keakuratan pengisian pada prototipe ini juga disebabkan oleh proses pergantian isi ulang galon air dan pada proses menghidupkan dan mematikan kembali alat. Dibutuhkan pompa air dengan tekanan stabil agar mendapatkan keakuratan pengisian yang maksimal. Terlihat pada Gambar 10 (Hasil Pengujian ke-1) dan Gambar 11 (Hasil Pengujian ke-50).



Gambar 10. Hasil Pengujian ke-1 Pada Volume Pengisian Air 250mL, (a) Tampak Atas; (b) Memasukkan Jumlah Pembelian; (c) Tampak Depan; (d) Detail Gelas Takar.

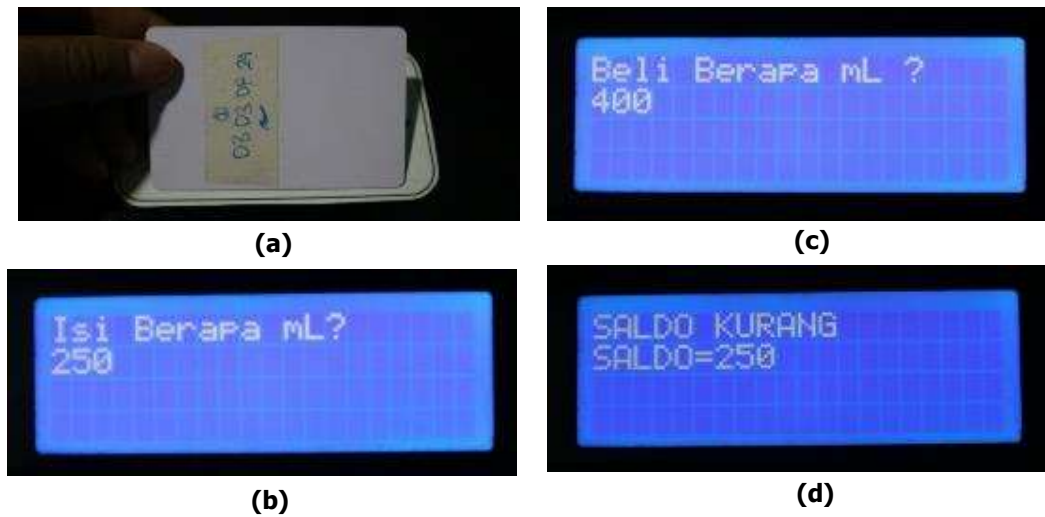


Gambar 11. Hasil Pengujian ke-50 Pada Volume Pengisian Air 450mL, (a) Tampak Atas; (b) Memasukkan Jumlah Pembelian; (c) Tampak Depan; (d) Detail Gelas Takar.

3.2.2 Pengujian Pada Kondisi Tidak Ideal

3.2.2.1 Nominal Isi Kartu Lebih Kecil daripada Nominal Beli Air

Pada pengujian ini dilakukan isi ulang kartu dengan nominal lebih kecil daripada nominal beli air. Dilakukan dua kali pengujian yaitu pada kartu 1 dan kartu 2. Proses pengujian dilakukan dua tahapan, yang pertama isi ulang kartu dan kedua beli air. Terlihat pada Gambar 12. (kartu 1) dan Gambar 13. (kartu 2) saat proses pengujian dilakukan.



Gambar 12. Pengujian Pada Kondisi Tidak Ideal Kartu 1, (a) *Tapping* Kartu 1; (b) Isi kartu dengan Nominal 250mL; (c) Beli dengan Nominal 400mL; (d) Peringatan Saldo Kurang.



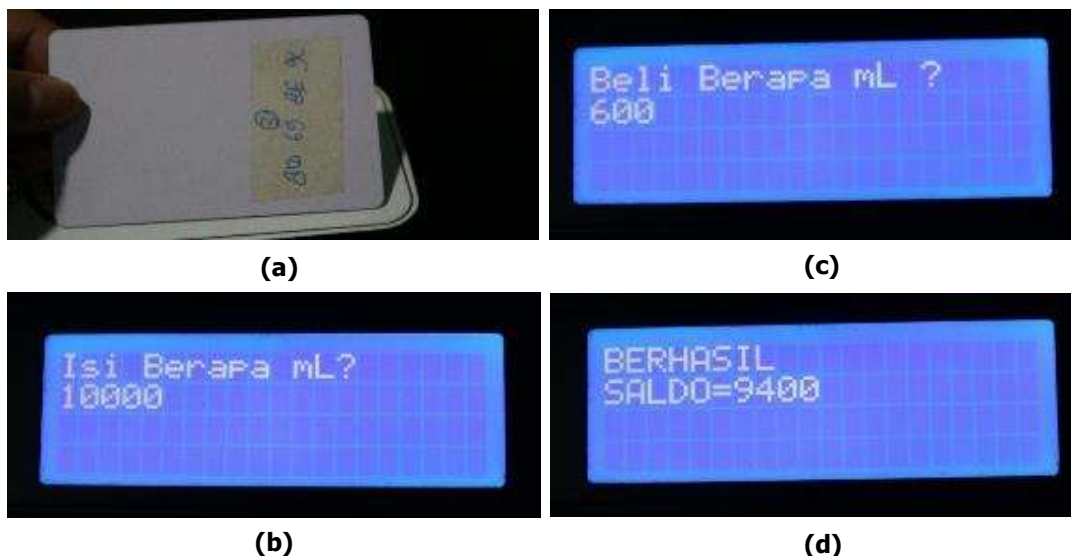
Gambar 13. Pengujian Pada Kondisi Tidak Ideal Kartu 2, (a) *Tapping* Kartu 2; (b) Isi kartu dengan Nominal 300mL; (c) Beli dengan Nominal 500mL; (d) Peringatan Saldo Kurang.

Seperti yang terlihat pada Gambar 12, (gambar a) menunjukkan proses *tapping* menggunakan kartu 1, kartu 1 diisi sebanyak 250mL (gambar b), setelah kartu terisi selanjutnya dilakukan pembelian sebanyak 400mL (gambar c), karena nominal pengisian kartu lebih kecil daripada pembelian air maka keluar peringatan saldo kurang (gambar d) dan alat tidak dapat memproses perintah pengisian. Sedangkan pada Gambar 13., (gambar b) menunjukkan pengisian kartu 2 sebanyak 300mL, setelah kartu tersisa selanjutnya dilakukan pembelian sebanyak 500mL (gambar c), dan keluar peringatan saldo kurang (gambar d) karena nominal pengisian kartu lebih kecil daripada pembelian air.

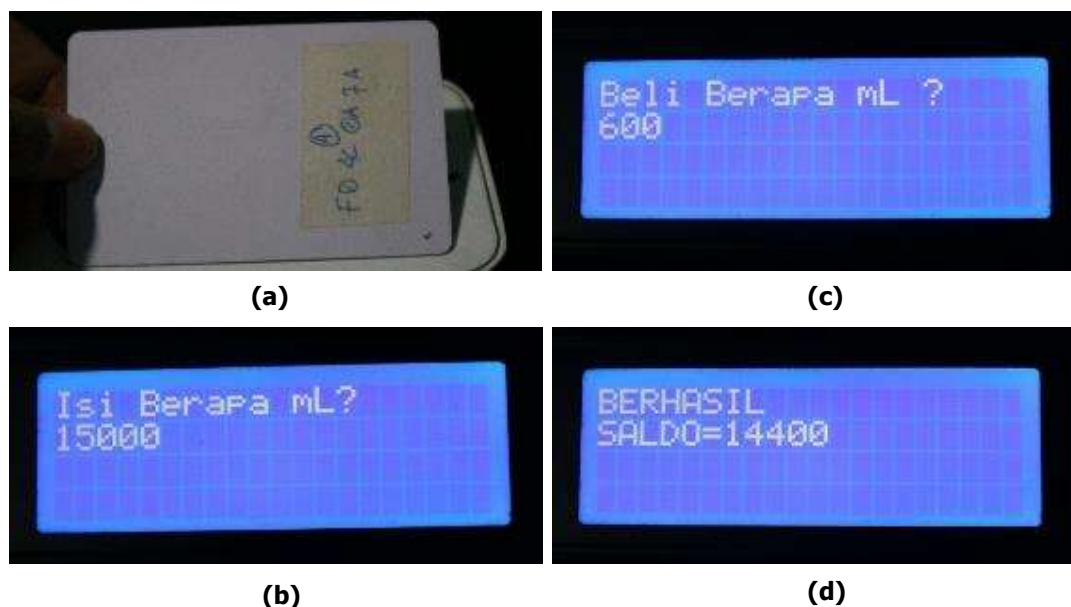
Dari dua percobaan tersebut dapat disimpulkan bahwa prototipe ini dapat membaca kemungkinan yang terjadi pada kondisi tidak ideal ketika nominal isi kartu lebih kecil daripada nominal pembelian air.

3.2.2.2 Nominal Isi Kartu Lebih Besar daripada Nominal Beli Air

Pada pengujian ini dilakukan isi ulang kartu dengan nominal lebih besar daripada nominal beli air. Pengujian dilakukan sebanyak dua kali yaitu pada kartu 3 dan kartu 4. Sama seperti pada pengujian sebelumnya (2.2.2.1) proses pengujian dilakukan dua tahapan, yang pertama isi ulang kartu dan kedua beli air. Terlihat pada Gambar 14. (kartu 3) dan Gambar 15. (kartu 4) saat proses pengujian dilakukan.



Gambar 14. Pengujian Pada Kondisi Tidak Ideal Kartu 3, (a) *Tapping* Kartu 3; (b) Isi kartu dengan Nominal 10000mL; (c) Beli dengan Nominal 600mL; (d) Menunjukkan Sisa Saldo.



Gambar 15. Pengujian Pada Kondisi Tidak Ideal kartu 4, (a) *Tapping* Kartu 4; (b) Isi kartu dengan Nominal 15000mL; (c) Beli dengan Nominal 600mL; (d) Menunjukkan Sisa Saldo.

Seperti yang ditampilkan di atas, Gambar 14 (a) menunjukkan proses *tapping* menggunakan kartu 3, lalu kartu 3 diisi sebanyak 10000mL (gambar b). Setelah kartu terisi selanjutnya dilakukan pembelian sebanyak 600mL (gambar c). Dan karena nominal pengisian kartu lebih besar daripada pembelian air maka tampilan *LCD* menunjukkan sisa saldo yang ada pada kartu yaitu sebanyak 9400mL (gambar d), dan kemudian alat memproses perintah pengisian sesuai nominal yang dimasukkan. Sedangkan Gambar 15 (a) menunjukkan proses *tapping* menggunakan kartu 4, lalu kartu 4 diisi sebanyak 15000mL (gambar b). Setelah kartu terisi selanjutnya dilakukan pembelian sebanyak 600mL (gambar c) dan tampilan *LCD* menunjukkan sisa saldo yang ada pada kartu yaitu sebanyak 14400 (gambar d). Kemudian alat memproses perintah pengisian sesuai nominal yang dimasukkan. Dari dua percobaan tersebut dapat disimpulkan bahwa prototipe ini dapat membaca kemungkinan yang terjadi pada kondisi tidak ideal ketika nominal isi kartu lebih besar daripada nominal pembelian air.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, ada tiga kesimpulan penting. Pertama, *RFID* dengan tipe *RC522* dapat melakukan pembacaan optimal pada jarak 35mm. Kedua, *output* yang dihasilkan berupa air dari prototipe ini cukup akurat yaitu 82%, hanya saja diperlukan pompa DC dengan tekanan stabil agar sensor bekerja dengan baik. Ketiga, prototipe ini dapat membaca kemungkinan yang terjadi pada kondisi tidak ideal ketika nominal isi kartu lebih kecil maupun lebih besar daripada nominal pembelian air. Terkait saran di masa mendatang, riset ini dapat dikembangkan dengan mengintegrasikan sistem pembayaran uang elektronik (*e-money*).

DAFTAR RUJUKAN

- Aryani, D., Dewanto, I. J., & Alfiantoro. (2019). Prototype Alat Pengantar Makanan Berbasis Arduino Mega. *Jurnal Pengkajian Dan Penerapan Teknik Informatika*, 12(2), 242–250.
- Baihaqi, M. Y., & Simatupang, J. W. (2018). Aplikasi Metode Kontrol Bluetooth Pada Robot Humanoid Berbasis Arduino Mega 2560. *Seminar Nasional Energi & Teknologi*, (pp. 49–56).
- Briawan, D., Sedayu, T. R., & Ekayanti, I. (2011). Kebiasaan Minum dan Asupan Cairan Remaja di Perkotaan. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 8(1), 36–41.
- Frianto, H. T., Anwar, Salman, A., Hasman, J., Lubis, R., Nasruddin, Murtopo, & Gunawan. (2016). Absenbsi Mahasiswa Menggunakan Sensor RFID dan Mikrokontroler Arduino Atmega 2560 Untuk Perhitungan Kompensasi Kehadiran dan Penilaian. *Jurnal Riset Komputer*, 3(1), 113–116.
- Hendra, S., Ngemba, H. R., & Mulyono, B. (2017). Perancangan Prototype Teknologi RFID dan Keypad 4x4 Untuk Keamanan Ganda Pada Pintu Rumah. *Konferensi Nasional Sistem & Informatika*, (pp. 640–646).
- Hidayati, Q., & Nor, F. (2017). Sistem Kendali Distribusi Air Bersih Berbasis Radio Frequency Identification (RFID) Menggunakan Arduino. *Jurnal Teknik Elektro ITP*, 6(1), 99–106.
- Kadir, A. (2014). *Buku Pintar Pemrograman Arduino*. Yogyakarta: MediaKom Indonesia.

- Krisyanti, VOS, I., & Priliantini, A. (2020). Pengaruh Kampanye #PantangPlastik terhadap Sikap Ramah Lingkungan (Survei pada Pengikut Instagram @GreenpeaceID). *Jurnal Komunikasi, Media Dan Informatika*, 9(1), 40–51.
- Kurnia, D., Alfatiyah, R., Subarman, K., Mualif, M., & Dahniar, T. (2020). Pembinaan Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Untuk Media Pembelajaran IPA Interaktif. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 22–29.
- Kusumawardani, S., & Larasati, A. (2020). Analisis Konsumsi Air Putih Terhadap Konsentrasi Siswa. *Jurnal Ilmiah PGSD*, 4(2), 91–95.
- Raga, J. R. S., Limpraptono, F. Y., & Komang, S. I. (2019). Rancang Bangun Alat Penjual Minuman Kopi Otomatis Menggunakan RFID (Radio Frekuensi Identification) Berbasis Arduino. *Seminar Hasil Elektro S1 IT N Malang*, (pp. 2–9).
- Setiawan, E. B., & Kurniawan, B. (2015). Perancangan Sistem Absensi Kehadiran Perkuliahan dengan Menggunakan Radio Frequency Identification (RFID). *Jurnal CoreIT*, 1(2), 44–49.
- Singgeta, R. L., Manembu, P. D. K., & Sangkay, R. G. (2019). Implementasi Teknologi RFID Pada Dispenser Air Minum. *Jurnal Elektro*, 12(1), 23–32.
- Syafii, R. M., Ikhwanus, M., & Jannah, M. (2018). Desain Dan Implementasi Sistem Keamanan Locker Menggunakan E-KTP Berbasis Arduino Pro Mini. *Jurnal Energi Elektrik*, 7(2), 24–30.
- Taqwa, A., Adewasti, & Hesti, E. (2019). Rancang Bangun Sistem Keamanan Kunci Loker Mahasiswa di Politeknik Negeri Sriwijaya Menggunakan Fingerprint dan Password Berbasis Arduino Mega 2560 Dengan SIM900A. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komputer Politeknik Sekayu*, 9(2), 39–45.
- Turesna, G., & Sari, W. P. (2019). Proteksi Sistem Keamanan Kendaraan Mobil Menggunakan RFID Berbasis MCU ATMEGA 328. *Jurnal TIARSIE*, 16(2), 65–72.
- Yehova, G. G., Mishbah, K., Rahmatullah, L. M. A., Utomo, L., Fadilah, M., Krishna, R. A., & Putra, R. A. (2018). *Indonesia Darurat Sampah Botol Plastik*. Retrived from <https://www.kompasiana.com/temanhidup/5c056d72ab12ae31756b1359/indonesia-darurat-sampah-botol-plastik?page=all>