

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* DISPENSER UNTUK INOVASI BISNIS MINUMAN ES TEH BERBASIS TELEGRAM

Annisa Anggraini¹, Muhammad Farsha Ferial², Rina Anugrahwaty³

Teknik Telekomunikasi^{1,2,3}, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

annisaanggraini@students.polmed.ac.id¹, muhammadfarshaferial@students.polmed.ac.id²,
rinaa.key@gmail.com³

ABSTRAK

Industri minuman, khususnya bisnis es teh, menghadapi tantangan dalam meningkatkan efisiensi dan pengalaman pelanggan. Salah satu inovasi yang diusulkan adalah penggunaan teknologi *Internet of Things (IoT)* untuk mengotomatisasi proses penyajian dan pembayaran. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan *prototype* dispenser es teh yang memanfaatkan pembayaran berbasis *Radio Frequency Identification (RFID)* dan diintegrasikan dengan aplikasi *Telegram* untuk pemantauan dan kontrol jarak jauh. Metodologi penelitian mencakup perancangan perangkat keras dengan *Mikrokontroler ESP32*, penggunaan *sensor proximity* untuk mendeteksi keberadaan gelas, serta eksperimen untuk menguji kinerja sistem pembayaran *RFID*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *prototype* dispenser ini berfungsi dengan baik dalam lingkungan uji, mampu mendeteksi transaksi *RFID* dalam jarak 0-3 cm, dan secara *real-time* mengirimkan status operasional ke aplikasi *Telegram*. Teknologi ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi operasional bisnis minuman, mengurangi waktu tunggu pelanggan, dan mempercepat adaptasi terhadap teknologi modern dalam sektor UMKM.

Kata Kunci : IoT, RFID, Dispenser Minuman, Telegram, Sensor Proximity

PENDAHULUAN

Industri minuman, khususnya es teh, tengah mengalami transformasi signifikan menuju inovasi dan otomatisasi untuk memenuhi kebutuhan dan preferensi konsumen yang terus berkembang. Metode penyajian tradisional yang sering kali mengandalkan proses manual dianggap kurang efisien dan praktis, terutama di era teknologi yang semakin dominan dalam membentuk pengalaman konsumen.

Untuk menghadapi tantangan ini dan mengeksplorasi peluang inovasi dalam bisnis es teh, konsep layanan mandiri (*self-service*) yang didukung oleh teknologi *Internet of Things (IoT)* muncul sebagai solusi yang menarik. *IoT* memungkinkan pelaku usaha untuk meningkatkan efisiensi operasional, memperkuat interaksi dengan pelanggan, serta memberikan pengalaman yang lebih personal dan modern.

Dispenser adalah alat yang berfungsi untuk menyimpan air minum dan menggantikan peran peralatan rumah tangga seperti teko, ceret, atau termos. Sebagai pengembangan dari alat penyimpanan air tradisional (Ariyanto, n.d.), dispenser memiliki beberapa keunggulan, termasuk kapasitas penyimpanan air yang besar, sehingga mampu memenuhi kebutuhan air harian dengan lebih baik (Kurnia & Chusyairi, n.d.). Dispenser juga menawarkan kemudahan dalam mengakses air minum, meningkatkan efisiensi dan kenyamanan dalam memenuhi kebutuhan cairan tubuh. Selain itu, dispenser mampu menjaga suhu air tetap stabil, baik panas maupun dingin, dan dilengkapi dengan fitur tambahan seperti pengatur suhu serta perlindungan keamanan, yang semakin mempermudah dan menambah kenyamanan penggunaan. Dengan berbagai keunggulan tersebut, dispenser menjadi perangkat yang sangat bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari.

Di sisi pembayaran, metode tradisional yang menggunakan uang tunai atau kartu kredit/debit mulai ditinggalkan seiring dengan adopsi teknologi *Radio-Frequency Identification (RFID)*. *RFID* memungkinkan transaksi yang lebih cepat dan efisien hanya dengan mendekatkan *tag RFID* ke pembaca di titik penjualan. Hal ini tidak hanya mempercepat transaksi, tetapi juga mengurangi waktu tunggu pelanggan, meningkatkan efisiensi pelayanan dan kenyamanan.

Lebih dari itu, teknologi *RFID* juga membuka peluang untuk program promosi dan loyalitas yang lebih personal. Informasi dari *tag RFID* memungkinkan bisnis memahami preferensi dan kebiasaan pelanggan, sehingga promosi dapat disesuaikan dengan kebutuhan mereka. Misalnya, pelanggan yang sering membeli minuman tertentu dapat diberikan penawaran khusus atau diskon. Program loyalitas juga dapat diotomatisasi dan diadaptasi secara *real-time* berdasarkan data pelanggan yang terkumpul, memberikan pengalaman yang lebih personal dan relevan.

Secara keseluruhan, penerapan *RFID* dalam industri minuman es teh merupakan langkah maju dalam meningkatkan pengalaman pelanggan, memperkuat efisiensi operasional, dan membangun hubungan yang lebih erat antara bisnis dan konsumen. Dengan mengurangi hambatan dalam proses pembayaran serta meningkatkan interaksi yang lebih personal, bisnis dapat mendorong kepuasan dan loyalitas jangka panjang.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan *prototype* sistem layanan mandiri berbasis *IoT* untuk penyediaan es teh. Menggunakan teknologi terkini seperti *Mikrokontroler ESP32*, konektivitas *cloud*, dan antarmuka pengguna yang intuitif, *prototype* ini menunjukkan potensi *IoT* dalam merevolusi penyajian dan konsumsi es teh. *Mikrokontroler ESP32* akan digunakan untuk mengontrol berbagai sensor dan aktuator dalam mesin layanan mandiri, sementara konektivitas *cloud* memungkinkan pengumpulan dan analisis data secara *real-time*, serta pemantauan dan pengelolaan perangkat dari jarak jauh. Antarmuka yang mudah digunakan akan memastikan pelanggan dapat mengoperasikan mesin dengan mudah dan menyesuaikan minuman sesuai preferensi mereka.

Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan kenyamanan dalam penyajian es teh, tetapi juga memperlihatkan bagaimana teknologi *IoT* dapat membawa perubahan signifikan dalam industri minuman melalui otomatisasi dan personalisasi.

TINJAUAN PUSTAKA

Dispenser sebagai Perangkat Penyimpanan Air Minum

Dispenser air merupakan perangkat yang berfungsi menggantikan alat-alat konvensional seperti teko, ceret, dan termos. Pengembangan dispenser modern memungkinkan penyimpanan air dalam jumlah besar dengan kemampuan untuk menjaga suhu air tetap stabil, baik panas maupun dingin. Hal ini memudahkan akses air minum, yang secara signifikan meningkatkan kenyamanan pengguna dalam memenuhi kebutuhan cairan sehari-hari (Ariyanto, n.d.; Kurnia & Chusyairi, n.d.). Keunggulan dispenser ini menjadikannya sangat relevan dalam otomatisasi penyajian minuman es teh yang efisien.

Teknologi *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) adalah konsep di mana perangkat dapat saling terhubung dan bertukar data melalui jaringan tanpa interaksi manusia langsung. Teknologi ini memungkinkan otomatisasi dan kontrol perangkat dari jarak jauh, menjadikannya sangat cocok untuk diterapkan pada dispenser minuman. *IoT* tidak hanya memudahkan pemantauan operasional secara *real-time*, tetapi juga meningkatkan efisiensi bisnis, terutama dalam sektor penyediaan minuman seperti es teh (Yanti et al., n.d.). Penggunaan *Mikrokontroler ESP32* sebagai sistem kendali utama yang terintegrasi dengan teknologi *IoT* adalah salah satu inovasi yang dapat diterapkan untuk otomatisasi sistem.

Teknologi *Radio-Frequency Identification (RFID)*

RFID adalah teknologi identifikasi nirkontak yang memungkinkan transfer data dengan cepat melalui gelombang radio. Dalam konteks bisnis minuman, *RFID* digunakan sebagai solusi pembayaran otomatis yang lebih efisien dibandingkan metode konvensional seperti uang tunai atau kartu kredit/debit. *RFID* memungkinkan pelanggan untuk melakukan pembayaran hanya dengan mendekatkan tag *RFID* ke pembaca, sehingga mempercepat transaksi dan meningkatkan kenyamanan pelanggan (Putra et al., n.d.; Syafii et al., 2018). Teknologi ini juga membuka peluang untuk personalisasi promosi dan program loyalitas, yang dapat meningkatkan keterlibatan pelanggan.

Sensor proximity dan Sistem Deteksi

Penggunaan *sensor proximity* dalam dispenser minuman sangat penting untuk mendeteksi keberadaan objek, seperti gelas, yang menjadi syarat utama operasi dispenser. Sensor ini berfungsi memastikan dispenser hanya beroperasi jika gelas tersedia, sehingga menghindari kesalahan dalam proses penyajian. Selain itu, *sensor proximity* meningkatkan efisiensi operasional dan keamanan penggunaan (Sirait, n.d.). Penerapan sensor ini pada *prototype* dispenser es teh berbasis *IoT* bertujuan untuk mendukung otomatisasi yang lebih cerdas dan responsif terhadap kebutuhan pengguna.

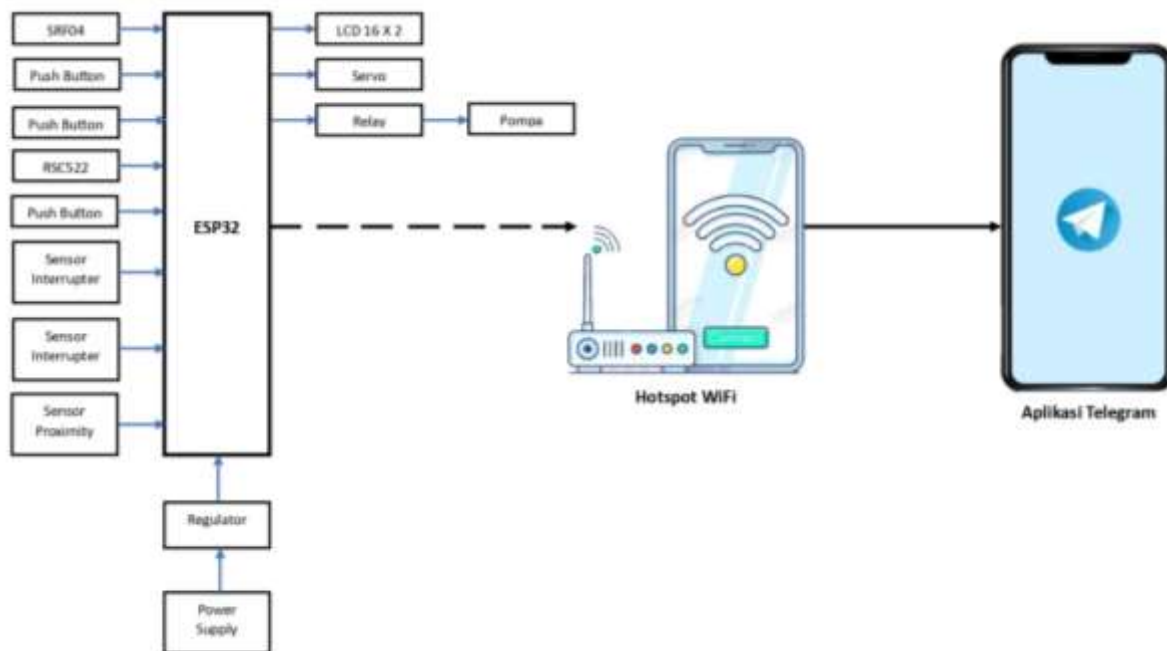
Prototype dan Pengembangan Sistem Otomatisasi

Pengembangan *prototype* merupakan salah satu metode yang efektif dalam menguji konsep otomatisasi. Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Amroni & Fatimah, n.d.), disebutkan bahwa proses iteratif dalam pengembangan *prototype* memungkinkan penyesuaian dan penyempurnaan sistem berdasarkan umpan balik pengguna dan hasil pengujian awal. Ini relevan dengan penelitian ini, di mana *prototype* dispenser *IoT* akan diuji secara bertahap untuk memastikan fungsi optimal sebelum diterapkan secara luas.

METODE PENELITIAN

Block Diagram

Berikut ini adalah block diagram yang mengilustrasikan komponen-komponen yang berfungsi sebagai input, proses, dan output dalam sistem dispenser otomatis. Gambar 1 menunjukkan semua komponen yang terlibat dalam sistem dispenser tersebut.



Gambar 1. Block Diagram Dispenser

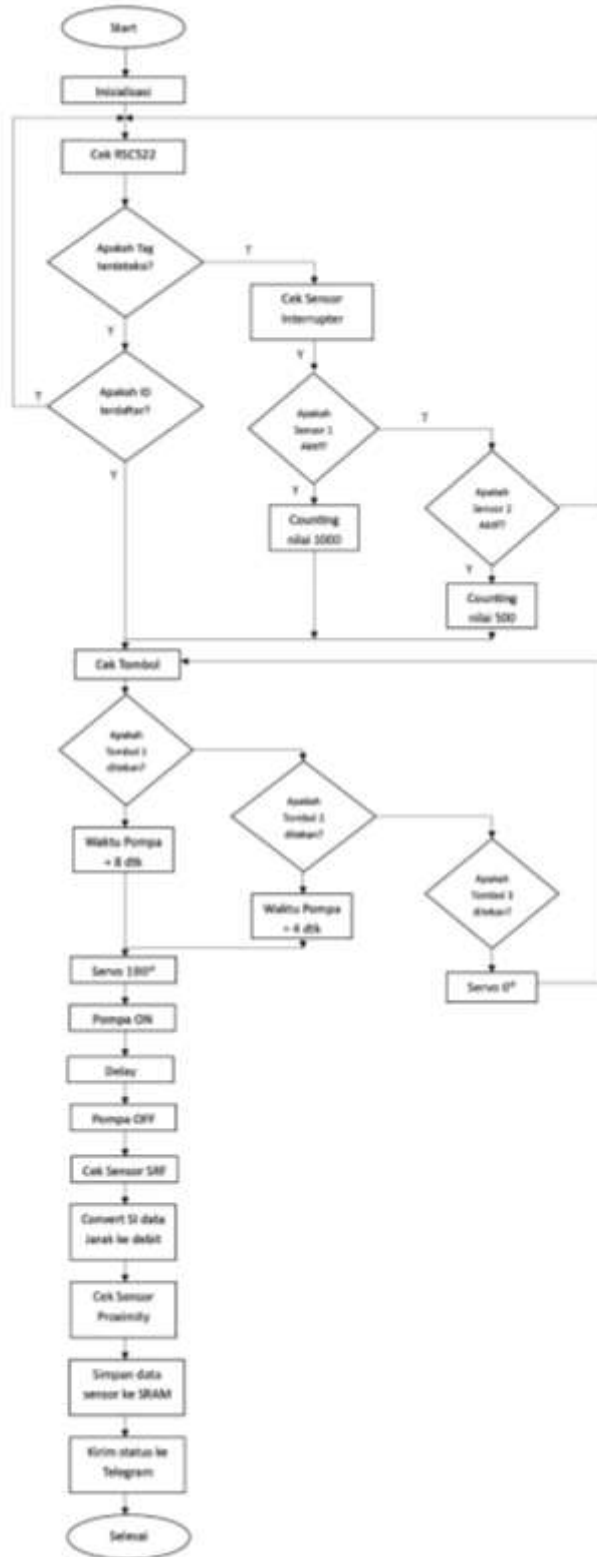
Block diagram prototype dispenser es teh berbasis *IoT* memperlihatkan keterhubungan dan fungsi tiap komponen. *Mikrokontroler ESP32* berperan sebagai pusat kendali yang mengatur komunikasi antara sensor, aktuator, dan modul. *Sensor ultrasonik SRF04* mendeteksi keberadaan gelas, memastikan dispenser hanya beroperasi jika gelas tersedia, sementara *sensor proximity* meningkatkan keamanan dan efisiensi. Pengguna memilih ukuran minuman melalui push button, dan *ESP32* mengaktifkan motor servo dan pompa untuk mengatur aliran minuman.

Transaksi dilakukan menggunakan *RFID*, di mana pelanggan cukup mendekatkan kartu *RFID* ke pembaca (*RCS522*) untuk pembayaran otomatis. Informasi seperti saldo dan status pesanan ditampilkan di layar *LCD 16x2*. *Relay* mengontrol aliran listrik ke motor dan pompa, sementara *power*

supply memastikan seluruh sistem berfungsi dengan baik. Dispenser terhubung ke aplikasi *Telegram* melalui *WiFi*, memungkinkan pemantauan *real-time* terhadap status operasional dan stok gelas

Flowchart

Perancangan perangkat lunak dimulai dengan membuat diagram alir (*flowchart*). Proses ini dilakukan menggunakan *Arduino IDE* dan *Mikrokontroler ESP32*, yang memberikan perintah agar perangkat berfungsi dengan baik. Diagram alir dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Dispenser

Start, kemudian proses inialisasi *ESP32*, pengecekan modul *RFID (RSC522)*, apakah *Tag* terdeteksi?, jika Ya maka lanjut pada pengecekan selanjutnya, apakah *ID* terdeteksi?, jika Ya maka tombol (*button*) aktif, apakah tombol 1 di tekan?, jika Ya maka servo bergerak ke posisi 180^0 sehingga katup terbuka dan pompa *ON* sehingga air akan dikeluarkan, jika sudah selesai pompa kembali *OFF*, sensor *SRF* mendeteksi jarak ketinggian air yang tersisa pada wadah dalam Satuan Internasional (SI) pada jarak dan mengubahnya ke dalam debit, pengecekan *sensor proximity* pada gelas teh, semua data sensor di simpan ke *SRAM* dan status di kirim ke *Telegram*.

Jika bukan tombol 1 di tekan, maka apakah tombol 2 di tekan?, jika Ya maka servo bergerak ke posisi 180^0 sehingga katup terbuka dan pompa *ON* sehingga air akan dikeluarkan, jika sudah selesai pompa kembali *OFF*, sensor *SRF* mendeteksi jarak ketinggian air yang tersisa pada wadah dalam Satuan Internasional (SI) pada jarak dan mengubahnya ke dalam debit, pengecekan *sensor proximity* pada gelas teh, semua data sensor di simpan ke *SRAM* dan status di kirim ke *Telegram*.

Jika bukan tombol 2 di tekan, maka apakah tombol 3 di tekan?, jika Ya maka servo bergerak ke posisi 0^0 sehingga katup tetap tertutup.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian RFID (*Radio Frequency Identification*)

Pada rangkaian ini, RFID berfungsi untuk mengidentifikasi dan memverifikasi kartu pembayaran dengan membaca informasi seperti saldo dan data transaksi. Dalam pengujian, dilakukan 10 kali percobaan untuk pembelian senilai Rp 1.000 dan pengecekan saldo kartu. Pengujian ini penting untuk mendeteksi error pada program, seperti saldo yang tidak terbaca atau tidak terupdate dengan benar, misalnya pembayaran Rp 1.000 hanya mengurangi saldo Rp 500. Jika masalah ini terjadi, bisa merugikan pemilik dan pembeli, serta membuat sistem pembayaran non tunai pada dispenser *IoT* dianggap tidak layak untuk bisnis.

Tabel 1. Pengujian Cek Saldo dan Pembayaran

No	Percobaan	Cek Saldo	Pembayaran	Baca Kartu
1	Percobaan-1	Rp 10.000	Berhasil	√
2	Percobaan-2	Rp 9.000	Berhasil	√
3	Percobaan-3	Rp 8.000	Berhasil	√
4	Percobaan-4	Rp 7.000	Berhasil	√
5	Percobaan-5	Rp 6.000	Berhasil	√
6	Percobaan-6	Rp 5.000	Berhasil	√
7	Percobaan-7	Rp 4.000	Berhasil	√
8	Percobaan-8	Rp 3.000	Berhasil	√
9	Percobaan-9	Rp 2.000	Berhasil	√
10	Percobaan-10	Rp 1.000	Berhasil	√
11	Percobaan-11	Maaf Saldo Anda Kurang	Tidak Berhasil	√

Pengujian Jarak Sensor RFID

Pada *prototype* dispenser *IoT* untuk sistem pembayaran minuman es teh menggunakan metode non tunai dengan kartu yang telah terdaftar, terdapat tiga kartu yang disediakan untuk pengujian. Dua kartu (Kartu A dan Kartu B) sudah terdaftar dalam sistem, sedangkan satu kartu (Kartu C) belum terdaftar. Pengujian *RFID* ini dilakukan untuk mengevaluasi jarak efektif pembacaan *RFID* reader terhadap setiap kartu. Adapun hasil pengujian terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor RFID

ID Kartu	Kartu A		Kartu B			Kartu C		
	Jarak (cm)	Status	ID Kartu	Jarak (cm)	Status	ID Kartu	Jarak (cm)	Status
2018925443	0	Terbaca	2511655933	0	Terbaca	-	0	Tidak Terbaca
2018925443	1	Terbaca	2511655933	1	Terbaca	-	1	Tidak Terbaca
2018925443	2	Terbaca	2511655933	2	Terbaca	-	2	Tidak Terbaca

2018925443	3	Terbaca	2511655933	3	Terbaca	-	3	Tidak Terbaca
-	4	Tidak Terbaca	-	4	Tidak Terbaca	-	4	Tidak Terbaca
-	5	Tidak Terbaca	-	5	Tidak Terbaca	-	5	Tidak Terbaca

Pengujian Delay Komponen dan Delay pada Percobaan

Pengujian *delay* setiap komponen dan *delay* pada percobaan bertujuan untuk mengevaluasi waktu respons dan kinerja keseluruhan dari sistem dispenser *IoT*. *Delay* pada program biasanya digunakan untuk menunda atau mengatur waktu antaraksi antara berbagai komponen seperti sensor, aktuator, dan modul komunikasi. Ini penting untuk memastikan bahwa setiap langkah dalam proses dispensing dan transaksi pembayaran berjalan dengan lancar dan tanpa hambatan.

Tabel 3. Pengujian Delay Setiap Komponen

No	Komponen	Delay Med (ms)	Delay Max (ms)
1	ESP32	500	500
2	SRF04	2	10
3	LCD 16x2	100	100
4	Relay	4000	8000
5	Servo	1000	2000

Pada pengujian secara keseluruhan pada alat Dispenser *IoT* didapat hasil *delay* seperti pada Tabel 4. *Delay* pada Percobaan.

Tabel 4. Delay pada Percobaan

No	Percobaan	Delay (Max)	Ukuran (mL)	Delay (Med)	Ukuran (mL)
1	Percobaan-1	8,53 detik	260	4,12 detik	130
2	Percobaan-2	8,31 detik	260	4,46 detik	130
3	Percobaan-3	8,28 detik	260	4,33 detik	130
4	Percobaan-4	8,62 detik	260	4,51 detik	130
5	Percobaan-5	8,17 detik	260	4,32 detik	130
6	Percobaan-6	8,22 detik	260	4,17 detik	130
7	Percobaan-7	8,47 detik	260	4,13 detik	130
8	Percobaan-8	8,15 detik	260	4,34 detik	130
9	Percobaan-9	8,51 detik	260	4,27 detik	130
10	Percobaan-10	8,33 detik	260	4,31 detik	130

Pengujian Delay Keseluruhan Proses

Pengujian *delay* keseluruhan alat, dari pembacaan kartu *RFID* yang muncul di *LCD* "Silahkan Tempel ID Card Anda" hingga proses pengisian gelas dan notifikasi di Telegram, dilakukan untuk mengukur waktu tunggu pembeli dalam mendapatkan minuman.

a. Pengujian pada Pembelian Maksimum

Tabel 5. Pengujian pada Pembelian Maksimum

No	Percobaan	Waktu Delay yang Dicatat (detik)
1	Percobaan-1	13,20 detik
2	Percobaan-2	14,12 detik
3	Percobaan-3	12,33 detik
4	Percobaan-4	13,36 detik
5	Percobaan-5	11,57 detik
6	Percobaan-6	14,11 detik
7	Percobaan-7	15,25 detik
8	Percobaan-8	11,23 detik
9	Percobaan-9	13,12 detik
10	Percobaan-10	12,56 detik

b. Pengujian pada Pembelian Medium

Tabel 6. Pengujian pada Pembelian Medium

No	Percobaan	Waktu Delay yang Dicatat (detik)
1	Percobaan-1	8,45 detik
2	Percobaan-2	9,12 detik
3	Percobaan-3	10,02 detik
4	Percobaan-4	8,22 detik
5	Percobaan-5	7,68 detik
6	Percobaan-6	9,43 detik
7	Percobaan-7	10,14 detik
8	Percobaan-8	8,14 detik
9	Percobaan-9	9,18 detik
10	Percobaan-10	7,23 detik

Pengujian Sensor Infrared Proximity

Pengujian *sensor infrared proximity* dilakukan untuk memastikan fungsinya dalam mendeteksi gelas. Saat gelas berada di atas sensor, sinar inframerah yang dipancarkan akan dipantulkan atau terhalang, dan sensor mendeteksi perubahan refleksi tersebut sebagai kehadiran objek. Pengujian ini bertujuan memastikan sensor berfungsi dengan baik dalam mendeteksi gelas. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengujian Sensor infrared proximity

No	Percobaan	Jarak Sensor dengan Gelas (cm)	Pengukuran	Keterangan
1	Percobaan-1	10	√	Berhasil
2	Percobaan-2	20	√	Berhasil
3	Percobaan-3	30	√	Berhasil
4	Percobaan-4	40	√	Berhasil
5	Percobaan-5	50	√	Berhasil
6	Percobaan-6	60	√	Berhasil
7	Percobaan-7	70	√	Berhasil
8	Percobaan-8	80	√	Berhasil
9	Percobaan-9	90	-	Tidak Berhasil
10	Percobaan-10	100	-	Tidak Berhasil

Hasil Pengujian dengan Stopwatch

$$\text{Rumus Error (\%)} = \frac{\text{Selisih perbedaan (Detik)}}{\text{Data dari stopwatch (Detik)}} \times 100\% \quad (1)$$

a. Pengujian waktu pada keluaran Maksimum : 8 Detik

Tabel 8. Pengujian Error 8 Detik

No	Percobaan	Data dari Program (Detik)	Data dari Stopwatch (Detik)	Selisih Perbedaan (Detik)	Error (%)
1	Percobaan-1	8	8,53	0,53	$\frac{0,53}{8} \times 100 = 6,63$
2	Percobaan-2	8	8,31	0,31	$\frac{0,31}{8} \times 100 = 3,88$
3	Percobaan-3	8	8,28	0,28	$\frac{0,28}{8} \times 100 = 3,50$
4	Percobaan-4	8	8,62	0,62	$\frac{0,62}{8} \times 100 = 7,75$
5	Percobaan-5	8	8,17	0,17	$\frac{0,17}{8} \times 100 = 2,13$
6	Percobaan-6	8	8,22	0,22	$\frac{0,22}{8} \times 100 = 2,75$
7	Percobaan-7	8	8,47	0,47	$\frac{0,47}{8} \times 100 = 5,88$
8	Percobaan-8	8	8,15	0,15	$\frac{0,15}{8} \times 100 = 1,88$
9	Percobaan-9	8	8,51	0,51	$\frac{0,51}{8} \times 100 = 6,38$

10	Percobaan-10	8	8,33	0,33	$\frac{0,33}{8} \times 100 = 4,13$
----	--------------	---	------	------	------------------------------------

b. Pengujian waktu pada keluaran Medium : 4 Detik

Tabel 9. Pengujian Error 4 Detik

No	Percobaan	Data dari Program (Detik)	Data dari Stopwatch (Detik)	Selisih Perbedaan (Detik)	Error (%)
1	Percobaan-1	4	4,12	0,12	$\frac{0,12}{4} \times 100 = 3$
2	Percobaan-2	4	4,46	0,46	$\frac{0,46}{4} \times 100 = 11,5$
3	Percobaan-3	4	4,33	0,33	$\frac{0,33}{4} \times 100 = 8,25$
4	Percobaan-4	4	4,51	0,51	$\frac{0,51}{4} \times 100 = 12,75$
5	Percobaan-5	4	4,32	0,32	$\frac{0,32}{4} \times 100 = 8$
6	Percobaan-6	4	4,17	0,17	$\frac{0,17}{4} \times 100 = 4,25$
7	Percobaan-7	4	4,13	0,13	$\frac{0,13}{4} \times 100 = 3,25$
8	Percobaan-8	4	4,34	0,34	$\frac{0,34}{4} \times 100 = 8,5$
9	Percobaan-9	4	4,27	0,27	$\frac{0,27}{4} \times 100 = 6,75$
10	Percobaan-10	4	4,31	0,31	$\frac{0,31}{4} \times 100 = 7,75$

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian *prototype* dispenser *IoT* menggunakan *RFID*, dapat disimpulkan bahwa saldo pada kartu *RFID* memberikan metode pembayaran yang efisien dan mudah, dengan pembaruan saldo secara real-time setelah transaksi. Keamanan dan akurasi transaksi terjamin karena kartu *RFID* hanya dapat digunakan jika teridentifikasi dalam jarak maksimal 3 cm. *Delay* dalam sistem berfungsi untuk sinkronisasi komponen dan mengurangi kesalahan, meskipun bervariasi tergantung pada faktor jaringan dan kondisi lingkungan. *Sensor infrared proximity* efektif mendeteksi persediaan gelas, memastikan dispenser tidak beroperasi saat gelas habis. Pengambilan data menunjukkan selisih waktu yang kecil antara pengukuran program dan stopwatch, namun terdapat beberapa percobaan dengan error lebih tinggi, yang menunjukkan perlunya peningkatan akurasi dalam pengukuran waktu.

SARAN

Saran yang dapat diberikan melalui penelitian ini adalah:

1. Sistem *RFID* terhubung ke database terpusat untuk menyimpan data saldo pelanggan dengan aman. Setiap kartu *RFID* memiliki ID unik yang terhubung dengan akun pelanggan, dan sistem memverifikasi saldo secara real-time saat digunakan, memastikan transaksi hanya dilakukan jika saldo cukup.
2. Selain saldo *RFID*, pertimbangkan integrasi metode pembayaran lain seperti QR code atau NFC untuk memberikan lebih banyak pilihan kepada pengguna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada seluruh pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

1. Dr. Ir. Idham Kamil, S.T., M.T., sebagai Direktur Politeknik Negeri Medan.
2. Dr. Rini Indahwati, S.E, Ak., M.Si., sebagai Kepala P3M Politeknik Negeri Medan.
3. Agus Edy Rangkuti, S.E., M.Si., selaku Wakil Direktur Wakil Direktur Bidang Akademik Politeknik Negeri Medan.

4. Ferry Fachrizal, S.T., M.Kom., selaku Wadir Wakil Direktur Bidang Perencanaan Keuangan dan Umum Politeknik Negeri Medan.
5. Dr. Ir. Afritha Amelia, S.T., M.T, IPM selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Medan.
6. Ir. Rina Anugrahwaty, M.T. selaku Dosen Pembimbing.

DAFTAR PUSTAKA

- Amroni, S., & Fatimah, S. (n.d.). Rancang Bangun Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web dengan Metode *Prototype* (Studi Kasus: SMK Panca Karya Sentul).
- Ariyanto, F. (n.d.). RANCANG BANGUN DISPENSER DENGAN PENGATURAN SUHU BERBASIS ARDUINO.
- Kurnia, R., & Chusyairi, A. (n.d.). RANCANG BANGUN DISPENSER PENUANGAN AIR MINUM OTOMATIS BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN METODE *PROTOTYPE*. 3(2).
- Putra, A. S., Rahayu, M. S., & Jayadi, S. (n.d.). Scan *RFID* Untuk Pembuka Pintu Otomatis Berbasis Arduino.
- Sirait, B. B. (n.d.). Rancang Bangun Penegang Baji Tutup Meriam 57mm/S-60 Berbasis Arduino Uno Dan Sensor.
- 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. <https://doi.org/10.29103/jee.v7i2.1058>.
- Yanti, N., Jusmi, F., & Manrulu, R. H. (n.d.). Rancang Bangun Smart Home Menggunakan Internet of Things Berbasis Mikrokontroler Nodemcu Esp8266.