

PERANCANGAN PROTOTYPE CELENGAN UANG KERTAS ELEKTRONIK BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO

Alkadius^{1*)}, Hari Anna Lastya¹

¹Prodi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh, Indonesia

**Penulis korespondensi, E-mail: alkadius62@gmail.com*

Abstrak

Perkembangan teknologi mendorong terciptanya alat yang efektif dan efisien untuk membantu manusia dalam menyelesaikan pekerjaan dan permasalahan dengan cepat, termasuk dalam pengelolaan uang. Aktivitas menabung menjadi cara penting dalam mengelola keuangan. Namun, pengguna sering terkendala ketika tidak memiliki tempat untuk menyimpan uang yang berisiko tercecer atau hilang dan uang dengan jumlah yang banyak berisiko terjadinya kesalahan dalam perhitungan uang. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji prototype celengan uang kertas elektronik berbasis mikrokontroler Arduino yang dapat mempermudah pengguna menyimpan uang dengan aman dan menghitung uang dalam jumlah banyak. Alat ini memanfaatkan sensor warna TCS3200 untuk mendeteksi nominal uang yang dimasukkan, serta solenoid door lock untuk keamanan celengan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor warna TCS3200 mampu menunjukkan akurasi yang hampir sempurna sekitar 85% hingga 100% untuk nominal Rp1.000 sampai Rp100.000. Untuk sistem keamanan celengan menggunakan kode PIN sudah berfungsi dengan baik, yang dimana Solenoid Door Lock hanya akan terbuka ketika PIN dimasukkan dengan benar. Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil menciptakan sebuah Solusi inovatif yang dapat mempersingkat waktu menghitung, meminimalisir kesalahan perhitungan dan meningkatkan keamanan pada celengan.

Kata kunci: Arduino, Menabung, Celengan, Sensor Warna TCS3200, Solenoid Door Lock

Abstract

Technological advancements drive the creation of effective, efficient tools that help humans complete tasks and solve problem quickly, including in money management. Saving is an important way to manage finances. However, users are often constrained when they don't have a secure place to store money, which risks scattering or loss, and large amounts of money, which risks scattering or loss, and large amount of money risk calculation errors. This research aims to design and test a prototype of an electronic banknote saving box based on an Arduino microcontroller to make it easier for users to store money safely and count large amounts. The device uses a TCS3200 color sensor to detect the denomination of inserted banknoted and Solenoid Door Lock for the savings box's security. The research results show that TCS3200 color sensor achieves near-perfect accuracy of 85% to 100% for denominations from Rp1.000 to Rp100.000, for the saving box's security system, a pin code worked well, and the Solenoid Door Lock will only open when the PIN is correct. Overall, this research successfully created an innovative solution that can shorten counting time, minimize calculations errors, and enhance the security savings box.

Keywords: Arduino, Savings, Saving Box, TCS3200 Color Sensor, Solenoid Door Lock

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang terdapat saat ini sebagai jawaban suatu masalah-masalah yang ada dimasyarakat guna untuk membantu kehidupan sehari-hari agar lebih efektif dan efisien [1]. Pada era sekarang ini, banyak alat yang diciptakan untuk membantu manusia dalam menyelesaikan pekerjaan dan permasalahan dengan cepat,

termasuk dalam pengelolaan keuangan [2]. Menabung berarti menyisahkan Sebagian dari uang dimiliki untuk disimpan. Menabung merupakan salah satu cara untuk mengelola keuangan. Salah satu cara yang paling mudah untuk menabung adalah menyimpan uang dengan celengan yang ada dirumah, karena dapat dilakukan setiap waktu [3]. Penyimpanan uang mempunyai berbagai macam jenis, jenis yang banyak digunakan masyarakat umum merupakan celengan tradisional. Celengan pada masa tradisional

ditemukan terbuat dari bahan-bahan yang dapat ditemukan di alam, diantaranya dari bahan bambu, kayu, serta ada juga yang terbuat dari tempurung kelapa [4]. Namun, seiring dengan perkembangan zaman, efektivitas dan keamanan untuk menabung menggunakan celengan tradisional mulai dipertanyakan.

Walaupun menabung menggunakan celengan manual merupakan metode tradisional yang populer banyak orang, celengan manual masih kurang dalam fleksibilitas dan keamanan. Diantaranya, Celengan manual bersifat desktritif, yaitu memaksa pengguna untuk membongkar celengan jika ingin mengetahui jumlah uang yang disimpan atau ketika target celengan sudah tercapai, sehingga penyimpanan uang tidak bisa digunakan lagi. Selain itu, faktor keamanan menjadi kekurangan dari celengan manual, yang dimana tabungan akan rentan terhadap pencurian oleh pihak asing. Oleh karena itu, diperlukan solusi untuk membuat sebuah celengan yang menawarkan fleksibilitas menabung dengan keamanan yang terjaga.

Berdasarkan masalah tersebut, penulis melakukan penelitian tentang perancangan *prototype* celengan uang kertas elektronik berbasis mikrokontroler arduino yang diharapkan dapat mempermudah dalam menghitung dan mempersingkat waktu menghitung uang sekaligus tempat penyimpanan uang agar tetap aman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil rancangan dan mengetahui hasil pengujian pada *prototype* celengan uang kertas elektronik berbasis mikrokontroler Arduino.

Beberapa penelitian terdahulu yang relevan diantaranya, Resta Andani Wijanarko, dengan judul “Rancang Bangun Alat pendeteksi Nominal Uang Kertas Bagi Penyandang Tunanetra Berbasis Arduino Uno” Tahun 2022. Penelitian ini berfokus untuk membuat alat yang mampu mendeteksi nominal uang kertas bagi penyandang tunanetra dengan menggunakan sensor warna TCS3200 dan speaker sebagai pemberitahuan nominal dari uang tersebut [5]. Kemudian Muhammad Arif Efendi dengan judul “Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Nominal Uang Kertas Rupiah Berbasis Arduino” Tahun 2023. Penelitian ini berfokus untuk merancang sebuah sistem pendeteksi nominal uang dengan output LCD sebagai menampilkan hasil pendeteksi nominal uang dan Speaker sebagai pemutar suara nominal uang [6]. Kemudian Rafli Dharmawan dengan judul “Rancang Bangun Penghitung Dan Penyortir Uang Koin Berbasis Internet Of Things Menggunakan Sensor Load Cell” Tahun 2022. Penelitian ini berfokus untuk merancang sistem menyeleksi sekaligus menghitung uang koin dengan sensor load cell dan teknologi *Internet Of Things* sebagai monitoring real time dari perhitungan jumlah pada uang koin [7]. Kemudian Nabila Adinda Dwi Putri dengan judul “Implementasi Sistem Celengan Elektronik Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor Berbasis Arduino MEGA 2560” tahun 2024. Penelitian ini berfokus untuk merancang sistem celengan elektronik

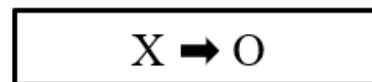
yang dapat mendeteksi nominal uang memakai metode K-NN , menerapkan target tabungan dan kode pin [8]. Kemudian, Ananda Kunanti dengan judul “Celengan Uang Koin Berbasis Arduino. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung dan menyortir uang koin dalam jumlah yang banyak menggunakan sensor TCRT5000 untuk mendeteksi diameter koin untuk menentukan pecahannya [9]. Terakhir, Muhammad Bahrul Ulum dengan judul “Bangun Sistem Celengan Pintar Pengendali Jaringan Listrik Berbasis Mikrokontroler” Tahun 2025. Penelitian ini bertujuan untuk mendorong pengguna untuk menabung secara konsisten dengan mengonversi jumlah uang yang ditabung menjadi arus listrik menggunakan sensor warna TCS 34725 untuk mendeteksi nominal uang dan sensor PZEM-004T untuk mengukur tegangan, arus, dan daya listrik [10]. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu yang relevan adalah penelitian ini menambahkan sistem solenoid untuk keamanan celengan dan menambahkan beberapa fungsi menu seperti cek saldo tabungan, ambil uang , dan reset saldo menjadi 0.

2. Metode

2.1. Metode Penelitian

Pada rancangan penelitian ini menggunakan jenis penelitian *pre-experimental*. *Pre-experimental* yaitu metode penelitian yang belum merupakan eksperimen sungguh-sungguh, karena masih terdapat variabel luar yang ikut berpengaruh terhadap bentuknya variabel dependen [11]. Sehingga hasil eksperimen yang berupa variabel dependen tersebut bukan semata-mata dipengaruhi oleh variabel independen, karena tidak adanya variabel kontrol dan sampel tidak terpilih secara random [12].

Model penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah model *One-shot Case Study* [13]. Model ini dipilih karena fokus utama pada penelitian ini adalah merancang dan menguji fungsionalitas sistem dari *prototype* celengan uang kertas elektronik. Dalam model ini, peneliti akan menerapkan perlakuan (X), yaitu perancangan *prototype* sistem dan kemudian melakukan pengujian (O) terhadap hasilnya. Tujuannya yaitu untuk memastikan bahwa perancangan tersebut telah berfungsi dengan baik sesuai yang diharapkan [14]. Dalam penelitian eksperimen model ini dapat dilihat pada Gambar 1



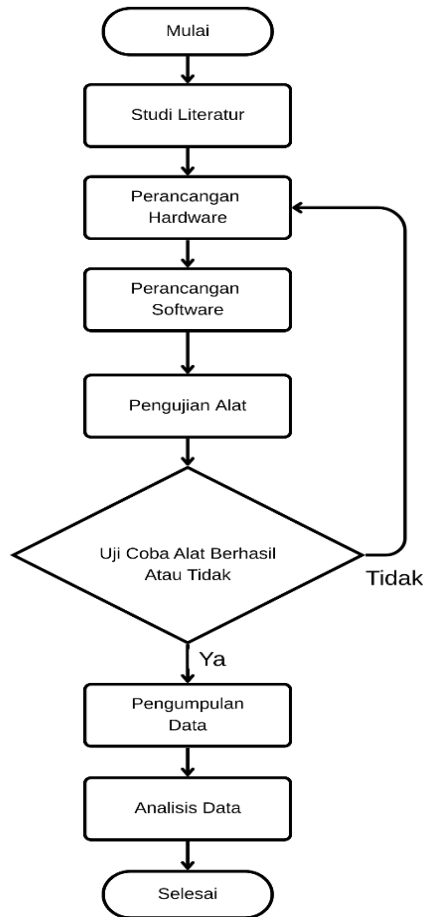
Gambar 1. Desain penelitian *One Shot Case Study*

Keterangan :

X = Treatment berupa perancangan *prototype* celengan uang kertas elektronik.

O = Hasil pengujian sistem dari *prototype* yang sudah dirancang.

Dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yang dirancang agar proses tersebut berjalan dengan lancar. Urutan *flowchart* penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



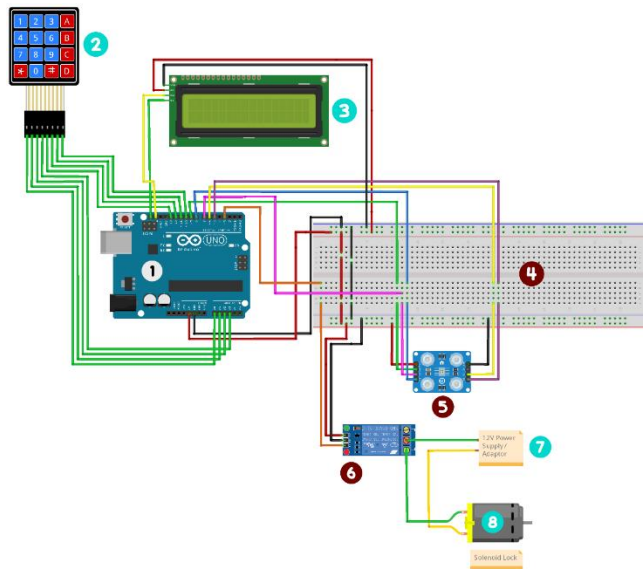
Gambar 2. Flowchart penelitian

2.2. Studi Literatur

Pada tahap studi literatur, peneliti melakukan pengumpulan informasi melalui berbagai sumber bacaan seperti jurnal, buku-buku, dan sumber literatur lainnya yang berkaitan dengan perancangan tersebut.

2.3. Perancangan Hardware

Pada proses perancangan *hardware prototype* celengan uang kertas elektronik berbasis mikrokontroler arduino terlebih dahulu dilakukan dengan pengembangan skematik rangkaian, kemudian menggabungkan seluruh komponen dan sensor seperti pada Gambar 3.



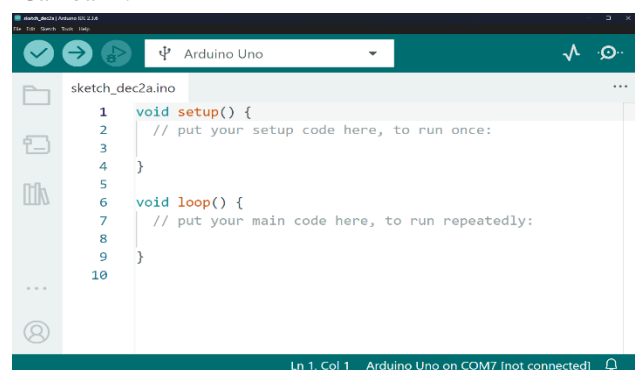
Gambar 3. Skematik rancangan

Keterangan Gambar 3 :

1. Arduino Uno Atmega328P
2. Keypad 4x4
3. LCD 16x2 Dengan Module I2C
4. Papan Breadboard
5. Sensor TCS3200
6. Modul Relay 5v
7. Adaptor 12V
8. Solenoid Door Lock

2.4. Perancangan Software

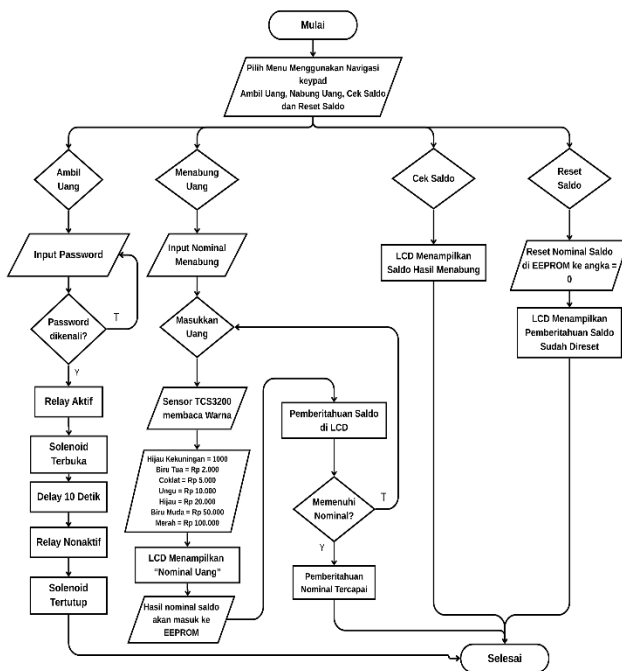
Selanjutnya, pada proses perancangan software, diperlukan perangkat lunak untuk mengembangkan sistem Prototype celengan uang kertas elektronik menggunakan software Arduino IDE. Arduino IDE Memudahkan pada pengaturan Arduino IDE untuk mengimplementasikan berbagai fungsi menggunakan kode pemrograman agar sistem tersebut berjalan dengan lancar. Bahasa pemrograman Java digunakan untuk membuat aplikasi ini, yang juga dilengkapi dengan *library* C/C++ (*wiring*) untuk memudahkan operasi *input/output* [15]. Tampilan pada program perangkat lunak Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Software arduino IDE

2.5. Pengujian Alat

Tahap selanjutnya berupa pengujian dilakukan dari alat yang sudah dirancang untuk mengetahui hasil dari alat yang telah dibuatkan apakah sistem dapat bekerja dengan normal, atau tidak. Untuk mengetahui Langkah-langkah yang digunakan dalam keseluruhan pengoperasian sistem menggunakan diagram atau *flowchart* sebagai Gambaran. Cara kerja dari alat tersebut dapat dilihat pada *flowchart* di Gambar 5.



Gambar 5. Flowchart sistem kerja

Flowchart yang tertera pada gambar 4 menjelaskan sistem kerja dari *prototype* celengan uang kertas elektronik. Masing-masing sistem kerja memiliki beberapa fungsi yang berbeda pada tiap menu sistem celengan, diantaranya:

- A. **Ambil Uang** : Sistem ini berfungsi sebagai mengambil uang Ketika sudah menabung uang dalam jumlah banyak, contoh sistem kerjanya yaitu akan meminta sebuah pin untuk membuka sistem pengunci solenoid pada modul relay. Ketika pin dimasukkan dengan benar, maka sistem relay akan mengaktifkan solenoid selama 10 detik untuk membuka sistem pengunci. Setelah 10 detik, solenoid tersebut akan mengunci Kembali. Tetapi, Ketika pengguna salah memasukkan pin, sistem akan menolak menyalakan sistem solenoid dan pengguna akan meminta memasukkan Kembali pin tersebut.
- B. **Menabung Uang** : Sistem ini berfungsi Ketika ingin menabung uang kedalam celengan, contoh sistem kerjanya adalah Ketika memilih "Menabung" sistem akan meminta pengguna untuk memasukkan jumlah nominal menabung, setelah konfirmasi, sensor

TCS3200 akan mendeteksi uang yang dimasukkan dan membaca warna dari uang kertas yang sudah dikalibrasi sebelumnya. Ketika sensor berhasil mendeteksi, LCD akan menampilkan nominal uang yang sudah masuk kedalam celengan, jumlah nominal uang akan disimpan dalam EEPROM Arduino agar ketika tidak memiliki pasokan daya di Arduino, hasil menabung tidak akan hilang. Apabila target nominal belum tercapai, pengguna harus memasukkan lagi uang tersebut sampai nominalnya tercapai. Ketika target nominal sudah tercapai, akan muncul pemberitahuan bahwa nominal terpenuhi dan sistem Kembali ke menu awal.

- C. **Cek Saldo**: Sistem ini berfungsi untuk mengecek hasil menabung yang sudah dimasukkan dalam celengan tersebut. Contoh sistemnya, ketika memilih menu cek saldo, Arduino akan mengecek data jumlah nominal tabungan dari EEPROM, setelah itu akan muncul saldo hasil menabung pada Layar LCD.
- D. **Reset Saldo** : Sistem ini berfungsi ketika pengguna sudah mengambil uang hasil menabung dan celengan tersebut kosong, saldo yang tertera pada sistem celengan akan kembali ke angka Rp 0. Contoh sistemnya adalah ketika memilih menu "Reset Saldo", Arduino akan mereset data nominal saldo di EEPROM dan saldo tersebut kembali ke angka 0 yang tertera pada layer LCD tersebut.

2.6. Teknik Pengumpulan Data

Pada Langkah ini, peneliti mengumpulkan hasil data yang sudah di uji dari pengujian alat yang nantinya data tersebut akan di analisis ke tahap selanjutnya. data yang diperoleh dari hasil pengujian tersebut melihat secara keseluruhan sistem kerja yang telah dirancang apakah bekerja dengan baik atau tidak. Peneliti menggunakan metode observasi untuk mencatat data yang diperoleh secara langsung selama memantau proses sistem celengan uang tersebut.

Data hasil pengujian pada *prototype* celengan uang kertas elektronik diantaranya :

- A. **Pengujian deteksi nominal uang** : Pada pengujian ini, yaitu memasukkan uang dengan nominal Rp1.000, Rp2.000, Rp5.000, Rp10.000, Rp20.000, Rp50.000, dan Rp100.000 untuk melihat apakah sensor TCS3200 tersebut dapat mengenali warna dari nominal uang atau tidak, sekaligus memperlihatkan saldo sebelum dan sesudah deteksi nominal uang.
- B. **Pengujian menabung dengan target jumlah nominal bervariasi**: pada pengujian ini, mencoba menabung dengan target jumlah nominal yang berbeda, yaitu Rp9.000, Rp15.000, Rp26.000, Rp35.000, Rp41.000, Rp65.000, dan Rp120.000. Sekaligus memperlihatkan saldo sebelum dan sesudah yang tertera di Layar LCD.

- C. Pengujian sistem pengunci : Pada pengujian ini dilakukan dengan memasukkan pin dengan benar dan pin yang salah, untuk melihat hasil dari sistem pengunci pada relay tersebut apakah bekerja dengan baik atau tidak untuk solenoid door lock.
- D. Pengujian keakuratan deteksi uang : pada pengujian ini yaitu memasukkan uang dengan nominal masing-masing secara beruluh untuk melihat apakah dalam 20 kali percobaan sensor TCS3200 tersebut dapat mendeteksi uang dengan benar dan akurat, atau tidak.

2.7. Teknik Analisis Data

Pada Langkah ini, penguji melakukan analisis dari data yang sudah dikumpulkan dari hasil pengujian menggunakan metode yang sudah disediakan untuk mendapatkan hasil dari alat *prototype* tersebut. Data yang akan digunakan dalam tahap analisis data merupakan data hasil pengujian keakuratan pendeteksi uang dalam 20 kali percobaan, hasil tersebut akan muncul berupa persentase keakuratan dari jumlah percobaan nominal masing-masing. Persentase tersebut diperlukan tabel kriteria keberhasilan untuk menilai tingkat keberhasilan dari pendeteksi uang. Berikut merupakan tabel kriteria persentase keberhasilan pengujian keakuratan pendeteksi uang kertas yang ditunjuk pada Tabel 1

| No | Persentase | Tingkat Keberhasilan |
|----|------------|----------------------|
| 1 | 0% - 20% | Sangat Buruk |
| 2 | 21% - 40% | Buruk |
| 3 | 41% - 60% | Cukup |
| 4 | 61% - 80% | Baik |
| 5 | 81% - 100% | Sangat Baik |

Jumlah hasil objek uang kertas yang berhasil terdeteksi oleh sensor akan dibagi dengan jumlah total pengujian yaitu 20 kali pengujian, yang kemudian akan dikali 100 untuk menunjukkan hasil nilai persentase keberhasilan dari sensor TCS3200. Dibawah ini merupakan persamaan untuk menghitung nilai persentase keberhasilan sensor dalam mendeteksi objek uang kertas :

$$\text{Persentase Keberhasilan\%} = \left(\frac{\text{Objek Terdeteksi}}{\text{Jumlah Pengujian}} \right) \times 100 \dots (1)$$

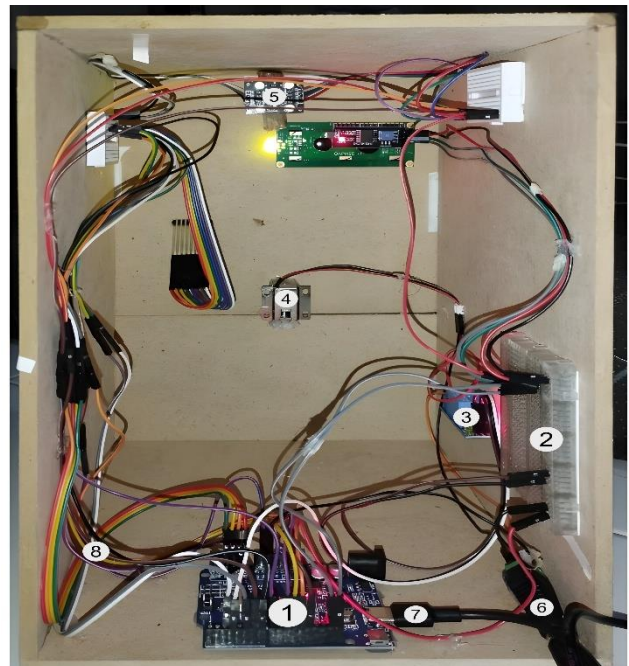
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

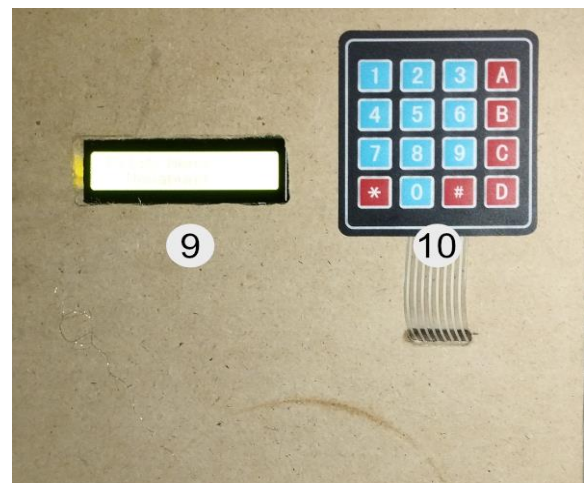
3.1.1. Hasil Perancangan Alat

Semua alat dan bahan yang sudah disiapkan , akan dilakukan perancangan mengikuti skematik yang telah dibuat sebelumnya pada gambar 2. Adapun hasil akhir dari perancangan *prototype* celengan uang kertas elektronik

yang telah selesai dibangun seperti pada Gambar 6 dan 7 dibawah ini.



Gambar 6. Hasil perancangan bagian dalam



Gambar 7. Hasil perancangan bagian luar

Keterangan Gambar 6 dan 7 :

1. Arduino Uno Atmega328P
2. Breadboard
3. Relay 5V
4. Solenoid Door Lock
5. Sensor TCS3200
6. Adaptor 12V
7. Port USB
8. Kabel Jumper
9. LCD 16x2 Module I2C
10. Keypad 4x4

3.1.2. Pengujian Pendeteksi Nominal Uang Pada Sensor TCS3200

Pada pengujian kali ini yaitu mendeteksi sebuah nominal uang yang berbeda dan memperoleh data frekuensi warna yang akan dibaca oleh sensor warna TCS3200 dan nominal terdeteksi tertera pada layer LCD tersebut. Untuk mengetahui apakah sensor TCS3200 yang telah dirangkai dapat bekerja sesuai yang diinginkan. Hasil pengujian nominal uang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian pendeteksi nominal uang pada sensor TCS3200

| Nominal Uang | Frekuensi Warna | | | Nominal Terdeteksi |
|--------------|-----------------|----|----|------------------------|
| | R | G | B | |
| Rp1.000 | 38 | 42 | 46 | Nominal Masuk Rp10000 |
| Rp2.000 | 41 | 42 | 38 | Nominal Masuk Rp2000 |
| Rp5.000 | 38 | 50 | 52 | Nominal Masuk Rp5000 |
| Rp10.000 | 41 | 45 | 43 | Nominal Masuk Rp10000 |
| Rp20.000 | 25 | 26 | 26 | Nominal Masuk Rp20000 |
| Rp50.000 | 33 | 31 | 27 | Nominal Masuk Rp50000 |
| Rp100.000 | 20 | 25 | 21 | Nominal Masuk Rp100000 |

Hasil dari pengujian pendeteksi nominal uang Rp1.000, Rp2.000, Rp5.000, Rp10.000, Rp20.000, Rp50.000, dan Rp100.000 menunjukkan nilai frekuensi warna yang bervariasi dari setiap uang kertas, diantaranya frekuensi warna (*Red*), hijau (*Green*) dan biru (*Blue*). Nominal yang ditampilkan pada LCD berupa nominal yang masuk ke dalam celengan dan terdeteksi oleh sensor warna yang sudah deprogram sebelumnya, menunjukkan bahwa sistem pendeteksi nominal yang sudah sesuai yang direncanakan.

3.1.3. Pengujian Menabung Uang Dengan Nominal Berbeda

Pada pengujian selanjutnya yaitu menabung uang menggunakan nominal yang kita inginkan, diantaranya nominal Rp9.000, Rp15.000, Rp26.000, Rp35.000, Rp41.000, Rp65.000 dan Rp120.000. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah hasil saldo awal sebelum menabung akan bertambah sesuai dengan jumlah

nominal yang masuk atau tidak. Hasil pengujian jumlah menabung uang yang diperoleh pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian pendeteksi nominal uang pada sensor TCS3200





| Nominal Menabung | Saldo Awal | Saldo Hasil Akhir |
|------------------|---------------------------|----------------------|
| Rp9.000 | Saldo Saat ini: Rp 0 | Total Saldo Rp9000 |
| Rp15.000 | Saldo Saat ini: Rp 9000 | Total Saldo Rp24000 |
| Rp26.000 | Saldo Saat ini: Rp 24000 | Total Saldo Rp50000 |
| Rp35.000 | Saldo Saat ini: Rp 50000 | Total Saldo Rp85000 |
| Rp41.000 | Saldo Saat ini: Rp 85000 | Total Saldo Rp126000 |
| Rp65.000 | Saldo Saat ini: Rp 126000 | Total Saldo Rp191000 |
| Rp120.000 | Saldo Saat ini: Rp 191000 | Total Saldo Rp311000 |

Hasil dari pengujian menabung uang dengan nominal berbeda, menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan normal. Saldo akhir yang tertera pada layer LCD merupakan hasil penambahan dari nominal menabung yang diinput dan tidak ditemukan adanya kesalahan dalam penjumlahan pada proses penambahan saldo.

3.1.4. Pengujian Sistem Keamanan Celengan

Pada pengujian selanjutnya yaitu pengujian sistem keamanan pada celengan, berfokus pada mekanisme dari Solenoid Door Lock yang bisa diakses menggunakan input PIN (*Personal Identification Number*). Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa sistem keamanan dari Solenoid Door Lock sudah bekerja dengan baik atau belum. Hasil dari pengujian yang diperoleh pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian sistem keamanan celengan

| Perintah | Status Tertera | Kondisi Solenoid |
|-----------------|---|---|
| Input pin benar |  |  |
| Input pin salah |  |  |

Hasil dari pengujian sistem keamanan celengan menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan normal. Cara kerja dari sistem tersebut yaitu ketika memasukkan kode PIN yang telah terdaftar di Arduino dan kode tersebut benar, Arduino akan memberikan perintah ke relay untuk menyalakan Solenoid Door Lock, sehingga pengunci berhasil terbuka. Sebaliknya, ketika memasukkan kode PIN yang salah, sistem akan menolak untuk menyalakan relay dan Solenoid Door Lock tetap berada dalam kondisi terkunci.

3.1.5. Pengujian Keakuratan Pendeteksi Uang Kertas

Pada pengujian selanjutnya yaitu pengujian keakuratan pendeteksi uang kertas dari sensor TCS3200. Pengujian ini dilakukan untuk melihat keakuratan dalam mendeteksi masing-masing dari nominal uang apakah sensor tersebut sudah akurat dalam mendeteksi atau tidak. Hasil pengujian keakuratan pendeteksi uang kertas yang diperoleh pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian keakuratan pendeteksi uang kertas

| Nominal Uang | Jumlah Pengujian | Hasil Pengujian | | Persentase (%) |
|--------------|------------------|-----------------|------------------|----------------|
| | | Deteksi | Tidak Terdeteksi | |
| Rp1.000 | 20 | 17 | 3 | 85% |
| Rp2.000 | 20 | 18 | 2 | 90% |
| Rp5.000 | 20 | 20 | 0 | 100% |
| Rp10.000 | 20 | 20 | 0 | 100% |
| Rp20.000 | 20 | 18 | 2 | 90% |
| Rp50.000 | 20 | 19 | 1 | 95% |
| Rp100.000 | 20 | 20 | 0 | 100% |

Hasil dari pengujian pada tabel diatas menunjukkan bahwa sensor TCS3200 bisa mendeteksi uang kertas dengan lumayan akurat. Pada uang nominal Rp5.000, Rp10.000, dan Rp50.000 memiliki akurasi yang sangat bagus di angka 100%. Untuk nominal Rp1.000 memiliki akurasi di angka 85% yang hanya 17 kali pengujian berhasil terdeteksi, nominal Rp2.000 dan Rp20.000 memiliki akurasi di angka 90% berjumlah 18 kali pengujian berhasil terdeteksi. Terakhir dengan nominal Rp50.000 memiliki akurasi hampir sempurna di angka 95% dengan 19 kali pengujian berhasil terdeteksi. Dari masing-masing nominal tersebut mempunyai angka persentase keberhasilan yang berbeda-beda, dikarenakan faktor dari kondisi uang yang sudah lusuh atau masih dalam kondisi baru.

3.1.6. Analisis Data

Selanjutnya, melakukan analisis data dari hasil pengujian keakuratan pendeteksi uang kertas pada tabel 5 diatas. Jumlah hasil objek uang kertas yang berhasil terdeteksi oleh sensor akan dibagi dengan jumlah 20 kali pengujian, kemudian dikalikan 100 untuk menunjukkan hasil akhir persentase keberhasilan dari sensor TCS3200. Berikut hasil dari persamaan untuk menghitung nilai persentase keberhasilan dari masing-masing nominal uang :

$$\text{Nominal Rp1.000} \mid \left(\frac{17}{20} \right) \times 100 = 85\% \dots (2)$$

$$\text{Nominal Rp2.000} \mid \left(\frac{18}{20} \right) \times 100 = 90\% \dots (3)$$

$$\text{Nominal Rp5.000} \mid \left(\frac{20}{20} \right) \times 100 = 100\% \dots (4)$$

$$\text{Nominal Rp10.000} \mid \left(\frac{20}{20} \right) \times 100 = 100\% \dots (5)$$

$$\text{Nominal Rp20.000} \mid \left(\frac{18}{20} \right) \times 100 = 90\% \dots (6)$$

$$\text{Nominal Rp50.000} \mid \left(\frac{19}{20} \right) \times 100 = 95\% \dots (7)$$

$$\text{Nominal Rp100.000} \mid \left(\frac{20}{20} \right) \times 100 = 100\% \dots (8)$$

Dari hasil analisis ini menunjukkan bahwa, keakuratan pada sistem pendeteksi di celengan tersebut sudah hampir akurat dan cukup baik dalam mendeteksi uang dengan kondisi uang lusuh, maupun kondisi bagus.

3.2. Pembahasan

Penelitian ini berhasil merancang *prototype* celengan uang kertas berbasis mikrokontroler Arduino. Alat ini terdiri dari beberapa komponen utama, diantaranya sensor warna TCS3200, Solenoid Door Lock, Relay 5v, Keypad 4x4, LCD 16x2, dan Adaptor yang terhubung dengan mikrokontroler. Mikrokontroler bertanggung jawab pada proses data dari sensor warna TCS3200 dan menampilkan hasil deteksi uang pada LCD. Solenoid Door Lock sebagai keamanan celengan dengan menggunakan sistem PIN agar bisa mengakses celengan tersebut, dan untuk

menghidupkan celengan dibutuhkan relay 5v dan adaptor 12v agar bisa berfungsi. Keypad 4x4 sebagai pengoperasian fitur-fitur yang tersedia di *prototype* celengan, diantaranya fitur menabung, mengecek saldo tabungan, mengambil uang dan mereset saldo.

Perbedaan pada penelitian terdahulu dari perancangan dan pengujian *prototype* celengan uang kertas berbasis mikrokontroler Arduino ini yaitu pada alat ini terdapat penambahan fungsi selain dari menabung uang, melainkan mengambil uang, mengecek saldo tabungan, dan mereset saldo ketika ingin menabung uang dengan target baru. Hal ini memudahkan pengguna dalam fleksibilitas menabung uang kertas pada celengan tersebut. Celengan ini juga memiliki sistem keamanan menggunakan Solenoid Door Lock yang hanya bisa dibuka ketika pengguna menginput pin dengan benar. Dengan adanya alat ini, pengguna bisa menabung dengan fleksibel, karena hasil pendeteksi warna uang akan langsung ditampilkan pada LCD, sehingga memudahkan mereka untuk menabung tanpa harus menghitung jumlah tabungan yang sudah masuk di celengan dan sistem keamanan celengan untuk mengurangi terjadinya ada orang asing mengambil uang tanpa kita ketahui.

Namun, penelitian ini memiliki beberapa kekurangan, yaitu keakuratan data sangat bergantung pada sensor warna yang digunakan, jika sensor mengalami kalibrasi yang tidak tepat, hasil yang didapatkan menjadi tidak akurat seperti tidak sesuai dengan nominal. Selanjutnya, untuk sistem keamanan masih menggunakan PIN yang harus didaftarkan ketika merancang kode program pada *prototype* celengan uang kertas. Agar alat tersebut berfungsi dengan baik, dilakukan kalibrasi ulang agar hasil data dari sensor warna TCS3200 menjadi lebih akurat, dan penambahan jenis keamanan seperti menggunakan RFID, sensor *fingerprint* agar celengan uang lebih aman dalam jangka waktu lebih lama.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada perancangan dan pengujian *prototype* celengan uang kertas elektronik berbasis mikrokontroler Arduino sebagai berikut:

- A. Penelitian ini berhasil merancang *prototype* celengan uang kertas elektronik berbasis mikrokontroler Arduino. Alat ini menggunakan komponen seperti sensor warna TCS3200, Solenoid Door Lock, Relay 5V, Keypad 4x4, LCD 16x2, dan Adaptor 12v yang terhubung ke mikrokontroler Arduino. Alat ini telah memberikan data yang akurat, membantu dalam mendeteksi warna uang dan keamanan agar celengan tersebut tetap aman dari orang asing yang ingin mengambil uang.
- B. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor warna TCS3200 mampu mendeteksi berbagai warna uang kertas dari nominal Rp1.000 hingga Rp100.000 dengan tingkat akurasi hampir sempurna. Nominal Rp5.000, Rp10.000, dan Rp100.000 memiliki akurasi yang sangat bagus di angka 100%. Nominal lainnya seperti Rp1.000 menunjukkan akurasi 85%, Rp2.000 dan Rp20.000 di angka 90%, dan Rp50.000 di angka 95%, perbedaan akurasi disebabkan oleh kondisi fisik uang kertas seperti kondisi lusuh atau baru. Selanjutnya fungsi penambahan saldo pada celengan bekerja dengan normal dan akurat. Nominal uang yang sudah diinput pada celengan secara otomatis akan ditambahkan ke saldo ketika berhasil mendeteksi dari masing-masing nominal uang dan tidak ada kesalahan dari proses penambahan saldo. Terakhir, pengujian sistem keamanan celengan menggunakan kode PIN berfungsi dengan baik. Mekanisme Solenoid Door Lock hanya akan terbuka ketika memasukkan pin sesuai dengan yang sudah terdaftar di sistem Arduino.

Sistem celengan tersebut masih memiliki beberapa kekurangan, oleh karena itu ada beberapa hal yang perlu dikembangkan agar menjadi lebih bagus kedepannya, diantaranya :

- A. Penambahan sistem GPS untuk mendeteksi keberadaan celengan ketika celengan tersebut hilang atau dicuri.
- B. Untuk memasukkan uang kertas kedalam celengan masih menggunakan metode manual yaitu dorongan tangan, sehingga pada penelitian kedepannya diharapkan menambahkan sistem otomatis ketika uang dimasukkan ke dalam celengan.
- C. Menambahkan sistem keamanan selain dari PIN, seperti menggunakan sistem RFID, sidik jari dan lainnya guna meningkatkan sistem keamanan dari celengan tersebut.

Referensi

- [1] DI PURBALINGGA, M. I. L. E. N. I. A. L., and DINDA SEFFIAINDIANI SOOLEHAH. "ANALISIS EFEKTIVITAS PENGGUNA TRANSAKSI TARIK TUNAI TANPA KARTU ATM (CARDLESS) PADA NASABAH BSI GENERASI." *Universitas Islam Negeri Prof.K.H.Saifuddin Zuhri Purwokerto*, 2-3, 2024
- [2] Basiyani, A. A., Veronika, S. S., Setiawan, I. S. I., Hutagalung, J. J. A., Sos, S., & Lubis, D. D. S. "PENGEMBANGAN MODEL AKUNTANSI DIGITAL BERBASIS TEKNOLOGI TERINTEGRASI UNTUK PENGELOLAAN KEUANGAN YANG EFISIEN DI ERA EKONOMI DIGITAL." *Jurnal Akutansi, Manajemen dan Ilmu Ekonomi (Jasmien)*, vol. 5, no.03, pp. 533-542, 2025
- [3] Murtani, A. "Sosialisasi gerakan menabung". *Sindimas*, 1(1), 279-283, 2019.
- [4] Febriani, E. F. "Perancangan Informasi Celengan dari Masa ke Masa Melalui Buku dengan Ilustrasi." *Universitas Komputer Indonesia*, 2, 2019.
- [5] Wijanarko, Resta Andani. "RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI NOMINAL UANG KERTAS BAGI PENYANDANG TUNANETRA BERBASIS ARDUINO UNO". Diploma thesis, Universitas Diponegoro, 27, 2022.
- [6] Efendi, M. A. "SISTEM PENDETEKSI KEASLIAN UANG RUPIAH UNTUK TUNANETRA DAN PEDAGANG KECIL BERBASIS ARDUINO". *Jurnal Elektro Kontrol (ELKON)*, 3(2), 55-64, 2023.
- [7] Dharmawan, R., Nugraha, S., & Rusfa, R. "RANCANG BANGUN PENGHITUNG dan PENYORTIR UANG KOIN BERBASIS INTERNET of THINGS MENGGUNAKAN SENSOR LOAD CELL." (Doctoral dissertation, Universitas Maritim Raja Ali Haji), 2022.
- [8] Putri, N. A. D., Nirmala, I., & Rismawan, T. Implementasi Sistem Celengan Elektronik Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor Berbasis Arduino MEGA 2560. *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika)*, 10(2), 258-265, 2024.
- [9] Kunanti, Ananda, Yuni Setialoka, and Eko Sulistyio. "Celengan Uang Koin Berbasis Arduino". *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan*. vol 4, pp. 33-288, 2024
- [10] ULUM, M. B., Ayuni, S. D., & Falah, A. H. (2025). Bangun Sistem Celengan Pintar Pengendali Jaringan Listrik Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 13(1), 2025.
- [11] Al-Faida, Nur. "Metodologi Penelitian Gizi". *Penerbit NEM*, 52,2023
- [12] Kusuma, Yanti Yandri. "Bab 16 penelitian eksperimen." *Teori & Konsep Pedagogik, Universitas Pahlawan*, 278, 2021
- [13] Ahmad, Muslimin. "Efektivitas Model Pembelajaran Case Studi Terhadap Kognitif Siswa Pada Materi Asean." *JURNAL INOVASI MEDIA PEMBELAJARAN*, 1(1), 7-13, 2023
- [14] Sugiyono, *Metode penelitian kuantitatif dan R&D*, (Bandung: Alfabeta), 74, 2010
- [15] Haniva, F. "Perancangan Alat Pengering dan Monitoring Belimbing Wuluh Berbasis Mikrokontroler Dan IOT." *UIN Ar-Raniry Banda Aceh*, 48, 2023