

SKRIPSI

**ALAT TAPPING KARTU E-MONEY OTOMATIS**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh:

**Mohamad Taufik Izza**

NIM. 2015344030

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
POLITEKNIK NEGERI BALI  
2024**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pada era digital saat ini, sistem pembayaran elektronik semakin diminati oleh masyarakat. Hal ini dikarenakan sistem pembayaran elektronik memiliki berbagai keunggulan, seperti kepraktisan, efisiensi, dan keamanan.

Salah satu sistem pembayaran elektronik yang banyak digunakan adalah sistem pembayaran berbasis kartu pintar (*smart card*). Sistem pembayaran ini menggunakan *smart card* sebagai media untuk menyimpan data transaksi. *smart card* dapat digunakan untuk berbagai macam transaksi, seperti pembayaran transportasi, pembayaran belanja, dan pembayaran lainnya.

Dalam sistem pembayaran berbasis *smart card*, terdapat komponen yang berperan penting dalam proses transaksi, yaitu *onboard validator*. *Onboard validator* adalah perangkat yang berfungsi untuk membaca data kartu pintar dan memverifikasi data tersebut.

Untuk memastikan bahwa *onboard validator* dapat berfungsi dengan baik, perlu dilakukan proses *setres test*. Proses *setres test* adalah proses untuk menguji kemampuan *onboard validator* dalam berbagai kondisi, termasuk kondisi yang tidak normal.

Proses *setres test* biasanya dilakukan secara manual oleh teknisi. Proses ini membutuhkan waktu dan tenaga yang cukup banyak. Selain itu, proses ini juga rentan terhadap kesalahan manusia.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka diperlukan “Alat *Tapping* kartu *E-money* otomatis”. “Alat *Tapping* kartu *E-money* otomatis” adalah alat yang dapat menggantikan proses *setres test manual*. Alat ini dapat melakukan proses *setres test* secara otomatis dan dapat mengefisiensikan waktu dalam proses *setres test*.

### **1.2 Perumusan Masalah**

Setelah dilakukan pengamatan secara visual dan berdasarkan keterangan keterangan terkait gagalnya perangkat ini beroperasi, maka pengembangan “Alat

*Tapping* Kartu *E-money* Otomatis” ini dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah pembuatan “Alat *Tapping* Kartu *E-money* Otomatis”?
2. Bagaimanakah pembuatan *software* “Alat *Tapping* Kartu *E-money* Otomatis” mencakup penyimpanan data *testing* di *microSD*? Bagaimanakah unjuk kerja dari “Alat *Tapping* Kartu *E-money* Otomatis”?

### **1.3 Batasan Masalah**

Beberapa batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penulis akan fokus pada pembuatan ulang alat bantu test *TOB (Tap On Bus) validator* bernama “Alat *Tapping* Kartu *E-money* Otomatis” agar dapat berfungsi membantu melakukan proses tapping kartu e-money secara otomatis.
2. Pembuatan “Alat *Tapping* Kartu *E-money* Otomatis” akan dilakukan di lingkungan Politeknik Negeri Bali

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menciptakan ulang alat bantu uji *TOB Validator* agar pengujian *TOB* dapat dilakukan secara lebih otomatis sehingga dapat bekerja secara lebih efisiensi dan akurat.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Pengembangan alat bantu uji *TOB Validator* ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Membantu proses pengujian *TOB* menjadi lebih efisien dalam penggunaan waktu dan sumber daya, sehingga dapat menghemat biaya perusahaan.
2. Mengurangi tugas pengujian pada proses tapping empat kartu *e-money* secara bergantian dengan merubah proses *tapping* dilakukan oleh perangkat. Sehingga pekerja hanya perlu melakukan pergantian *TOB* yang akan diuji secara bergantian.
3. Meningkatkan akurasi hasil pengujian dengan mengurangi kesalahan manusia, misalnya kelelahan fisik atau kondisi lain yang menyebabkan pengujian *TOB* tidak dilakukan sesuai standar yang ditetapkan.
4. Dapat mendorong pengembangan lebih lanjut dalam proses pengujian *TOB validator* melalui pengenalan fitur baru yang mampu memberikan identifikasi

berupa catatan terhadap masalah kemampuan baca *TOB* terhadap jenis kartu *e-money* tertentu. Sehingga dapat memudahkan penguji untuk melakukan pengecekan dan perbaikan yang diperlukan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Sebelumnya**

Sebelum adanya alat ini, pengujian transaksi *device TOB* dilakukan secara manual dengan tenaga manusia. Sehingga pada saat pengujian ribuan kali, waktu pengujian makin lama hingga berhari – hari. Untuk mempersingkat waktu pengujian, maka dibuatkan Alat uji tapping yang bernama “Alat *Tapping* kartu *E-money* otomatis”. “Alat *Tapping* kartu *E-money* otomatis” sebenarnya mengambil ide dari perangkat serupa yang sudah pernah dibuat tahun 2019, namun saat ini perangkat tersebut dalam keadaan tidak dapat beroperasi karena banyaknya komponen yang rusak dan tidak tersedianya *script* program untuk digunakan pada mikrokontroler yang digunakan. Setelah dilakukan pengamatan secara *visual* dan berdasarkan keterangan keterangan terkait gagalnya perangkat ini beroperasi, maka pengembangan “Alat *Tapping* kartu *E-money* otomatis” ini dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut :

1. Komponen komponen yang perlu dilakukan penggantian serta spesifikasi yang dibutuhkan untuk mengatasi kerusakan komponen yang pernah terjadi adalah :
  - a. Modul Mikrokontroler mengalami kerusakan pada beberapa *pin* serta tidak tersedianya *script* program untuk menjalankan perangkat
  - b. Modul *Motor Stepper* mengalami korsleting sehingga menyebabkan *motor* meledak
2. *Script* program yang harus dibangun ulang untuk dapat mengoperasikan perangkat ini adalah *script* dengan bahasa program *C++* untuk ditanam di mikrokontroler *Arduino Mega*.
3. Perlunya pembuatan *Printed Circuit Board (PCB)* untuk merangkai seluruh komponen elektronika yang dibutuhkan oleh perangkat ini.

##### **2.1.1 Data Perangkat Yang Ada**

Data perangkat yang ada pada “Alat *Tapping* kartu *E-money* otomatis” sebagai berikut:

1. **Modul *Motor Driver L298N***

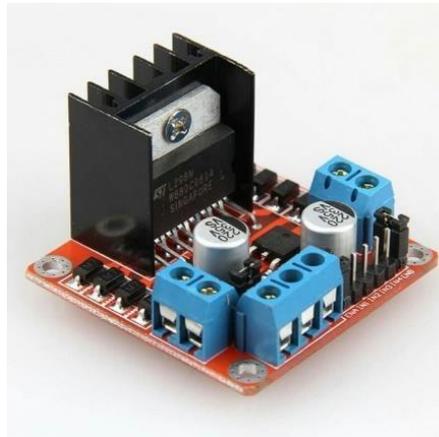
*Driver motor L298N* merupakan *modul driver motor DC* yang paling banyak digunakan atau dipakai di dunia elektronika yang difungsikan untuk mengontrol kecepatan serta arah perputaran *motor DC*.

*IC L298* merupakan sebuah *IC* tipe *H-bridge* yang mampu mengendalikan beban – beban induktif seperti *relay*, *solenoid*, *motor DC* dan *motor stepper*. Pada *IC L298* terdiri dari Transistor – Transistor Logik (TTL) dengan gerbang *NAND* yang berfungsi untuk memudahkan dalam menentukan arah putaran suatu *motor DC* maupun *motor stepper*.

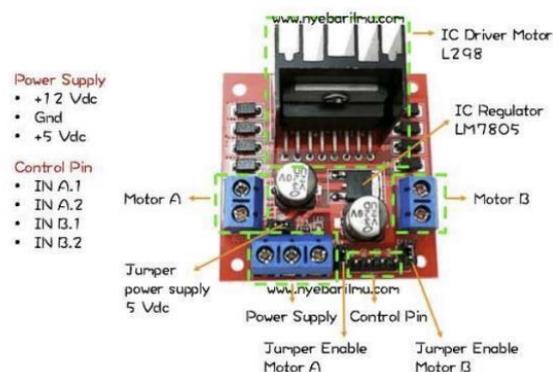
Untuk dipasaran sudah terdapat modul *driver motor* menggunakan *IC L298N* ini, sehingga lebih praktis dalam penggunaannya karena *pin In/Out* nya sudah tersusun dengan rapi dan mudah digunakan. Kelebihan akan *modul driver motor L298N* ini yaitu dalam hal kepresisian dalam mengontrol motor sehingga motor lebih mudah untuk dikontrol.

Sumber: Xu-cai, S. (2009).

a)



b)



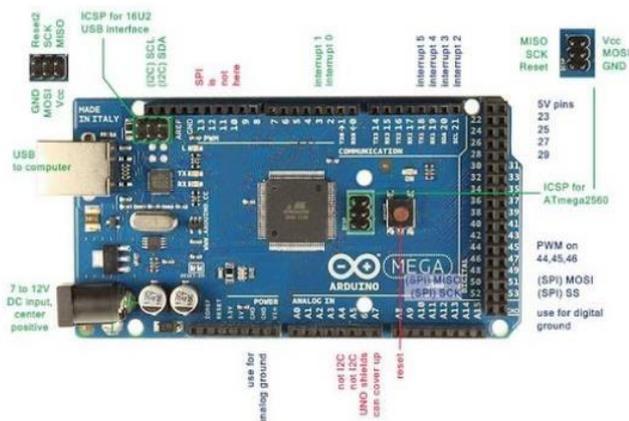
**Gambar 2.1 a)** Modul Driver Motor L298N, **(b)** Pinout driver motor L298  
Sumber: Xu-cai, S. (2009).

## 2. Arduino Mega 2560

*Arduino Mega 2560* merupakan papan sirkuit dengan *chip* mikrokontroler *Atmega2560* dan memiliki jumlah *pin* paling banyak diantara semua jenis *Arduino* lainnya yang merupakan versi perbaikan dari *Arduino Mega* sebelumnya yang menggunakan *chip* mikrokontroler *Atmega16U2*. Selain itu, versi yang sekarang sudah tidak lagi menggunakan *chip Future Technology Devices International (FTDI)* untuk fungsi *USB to serial converter* seperti versi sebelumnya.

*Arduino Mega* digunakan untuk membuat *project* yang kapasitas ruang dalam tempat rangkaiannya besar. Kapasitas memori yang lebih besar dibandingkan *Arduino* jenis lain membuat *Arduino Mega* cocok untuk *project* yang menggunakan banyak modul sekaligus. Penggunaan *Arduino Mega* adalah karena :

- Untuk proyek yang menggunakan lebih dari satu modul *serial*, seperti modul *GSM* dan *GPS* secara bersamaan.
- Dapat mengendalikan banyak komponen dalam satu rangkaian.
- Membutuhkan kapasitas memori *Arduino* yang besar



**Gambar 2.2** Arduino Mega 2560  
Sumber: Arduino

**Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino Mega 2560**

<b>Jenis Mikrokontroler</b>	<b>Atmega2560</b>
Tegangan Operasional	5 Volt
Tegangan Rekomendasi	7-12 Volt
Batas Tegangan	6-20 Volt
Pin Input/Output Digital	54
Pin PWM	15
Pin Input Analog	16
Arus Untuk Pin Digital	40 mA
Arus Untuk Pin 3,3 V	50 mA
Memori Flash	256 KB (8 KB untuk <i>bootloader</i> )
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz
Panjang	10,1 cm
Lebar	5,3 cm
Berat	37 gram

Permasalahan utama yang terjadi pada *Arduino Mega* di dalam perangkat ini adalah ada beberapa *pinout* yang rusak dan tidak tersedianya *script* yang dipakai untuk mengoperasikan modul *stepper* dan komponen – komponen lainnya.

Sumber: *Arduino*

### 3. PCB

*PCB* adalah sebuah papan yang digunakan untuk menghubungkan dan mendukung komponen elektronik secara fisik melalui jalur – jalur konduktif, *pad*, dan fitur lainnya yang dilaminasi pada substrat non-konduktif. *PCB* merupakan bagian integral dari hampir semua perangkat elektronik *modern*, mulai dari perangkat sederhana hingga sistem kompleks.

Pada perangkat yang telah dibuat, tidak disediakan papan sirkuit untuk menempatkan semua komponen elektronika di dalam casing sehingga tampak tidak beraturan. Untuk pembangunan ulang maka perlu dibuatkan

papan sirkuit sehingga mempermudah topologi atau denah dari komponen – komponen yang akan dipasang.

Sumber: IPC (*Association Connecting Electronics Industries*), NEMA (*National Electrical Manufacturers Association*)

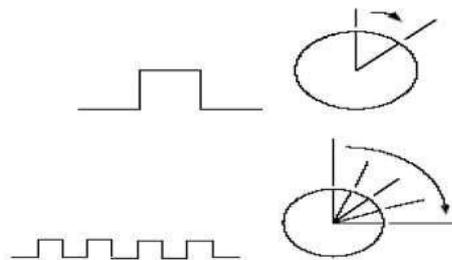
#### 4. *Motor Stepper*

*Motor stepper* adalah *motor* listrik yang dikendalikan dengan pulsa – pulsa *digital*, bukan dengan memberikan tegangan yang terus – menerus. Deretan pulsa diterjemahkan menjadi putaran *shaft*, dimana setiap putaran membutuhkan jumlah pulsa yang ditentukan. Satu pulsa menghasilkan satu kenaikan putaran atau *step*, yang merupakan bagian dari satu putaran penuh. Oleh karena itu, perhitungan jumlah pulsa dapat diterapkan untuk mendapatkan jumlah putaran yang diinginkan. Perhitungan pulsa secara otomatis menunjukkan besarnya putaran yang telah dilakukan, tanpa memerlukan informasi balik (*feedback*).

Sumber: NEMA (National Electrical Manufacturers Association)



(a)



(b)

**Gambar 2.3** (a) *Motor Stepper*, (b) *Jumlah Pulsa mewakili Jumlah Putaran*  
Sumber: NEMA (National Electrical Manufacturers Association)

Ketepatan kontrol gerak *motor stepper* sangat dipengaruhi oleh jumlah *step* tiap putaran, semakin banyak jumlah *step* akan semakin tepat gerak yang dihasilkan. Untuk ketepatan yang lebih tinggi, beberapa *driver motor stepper* membagi *step* normal menjadi setengah *step* (*half step*) atau mikro *step*.

Bagian-bagian dari *motor stepper* yaitu tersusun atas *rotor*, *stator*, *bearing*, *casing* dan sumbu. Sumbu merupakan pegangan dari *rotor* dimana sumbu merupakan bagian tengah dari *rotor*, sehingga ketika *rotor* berputar sumbu ikut berputar. *Stator* memiliki dua bagian yaitu pelat inti dan lilitan. Plat inti dari *motor stepper* ini biasanya menyatu dengan *casing*. *Casing motor stepper* terbuat dari aluminium dan ini berfungsi sebagai dudukan bearing dan *stator* pemegangnya adalah boud sebanyak empat buah. Di dalam *motor stepper* memiliki dua buah *bearing* yaitu *bearing* bagian atas dan *bearing* bagian bawah.



**Gambar 2. 4** *Bearing dalam Motor Stepper*

Sumber: NEMA (National Electrical Manufacturers Association)

Permasalahan utama yang terjadi pada *motor stepper* di dalam perangkat ini adalah dalam kondisi terbakar yang kemungkinan disebabkan oleh konsleting yang terjadi pada Modul *Motor Driver*.

Sumber: NEMA (National Electrical Manufacturers Association)

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Alat *Tapping* Kartu *E-money* Otomatis

Alat *tapping* kartu *e-money* otomatis merupakan alat bantu uji *TOB Validator* dengan membuat otomatisasi proses *tapping* empat kartu *e-money* secara berurutan. Jika proses *tapping* kartu sudah dilakukan oleh alat ini secara otomatis maka penguji *TOB* hanya fokus pada kondisi *TOB-TOB* yang akan diuji untuk ditempatkan di perangkat ini secara bergantian. Dengan cara ini maka proses pengujian *TOB* dapat lebih simpel atau praktis sehingga menjadi lebih efisiensi dan lebih akurat karena penguji hanya fokus pada *TOB* yang akan diuji.

Prinsip kerja dari alat ini ialah *device TOB* diletakkan dibawah baling – baling yang merupakan wadah dari kartu *e-money* dan *motor* akan menggerakkan baling – baling berputar 90° bertahap. Alat ini difungsikan untuk menggerakkan kartu *e-money* sebagai media transaksi pada *device TOB*.

Sumber: Aino Indonesia | Mobility Payment Solution

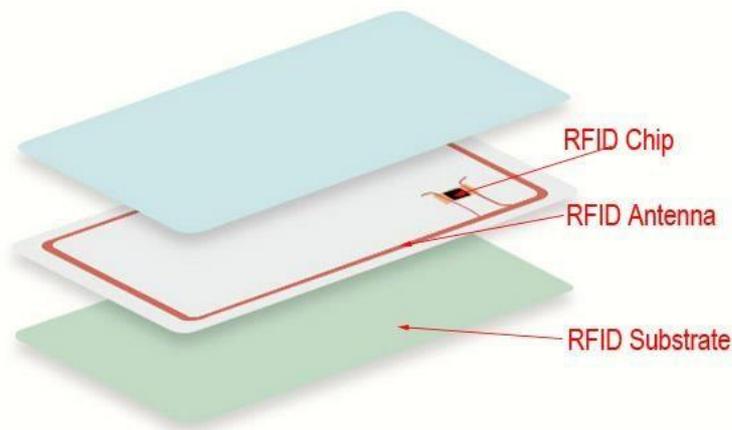
### 2.2.2 Pengertian *E-money*

Kartu *e-money* merupakan instrumen pembayaran berupa kartu uang elektronik yang memanfaatkan teknologi *Radio Frequency Identification (RFID)* untuk operasional transaksinya. *RFID* digunakan untuk pelacakan, identifikasi, dan kontrol akses. Kartu tersebut mengintegrasikan *microchip RFID* yang menyimpan semua data yang diperlukan untuk aplikasi tertentu.

Informasi ditransmisikan melalui gelombang radio dan diambil oleh pembaca *RFID*. Pembaca kemudian akan memecahkan kode data dan mengirimkannya ke perangkat lunak terintegrasi untuk analisis dan presentasi. Seluruh prosesnya cepat dan andal, hanya perlu beberapa detik.

Kartu *e-money* yang digunakan untuk transaksi pada bis ada jenis Kartu *RFID* Pasif yang tidak memiliki sumber daya internal. Mereka mengandalkan energi elektromagnetik yang dilepaskan & ditransmisikan oleh pembaca *RFID*. Dengan demikian, *tag* ini tidak berfungsi sampai memperkenalkan pembaca *RFID*.

Sumber: Gopay | Kupas Tuntas Penggunaan E-money di Indonesia, The World Bank | Fare Collection Systems - Smart-card validators - SSATP



**Gambar 2. 5** *Komponen Kartu E-money*  
Sumber: WXR

Keterangan :

1. *Chip RFID*

*chip* komputer kecil yang disematkan di kartu, berisi informasi tentang identitas dan *detail* akun. Ukurannya sangat kecil seukuran sebutir beras, tetapi sangat canggih dan dapat menampung ribuan *bytes data*. *Chip* itu sendiri tidak mengandung sumber energi apa pun, sehingga membutuhkan catu daya untuk beroperasi.

2. Antena

Ini adalah kumparan logam kecil tertanam dalam kartu yang menerima dan mengirimkan gelombang radio. Ini adalah komponen penting yang memungkinkan *chip* berkomunikasi dengan *Reader*.

Setelah menerima sinyal radio dari pembaca, itu mengubah informasi ini menjadi tenaga listrik. Ini memungkinkan *chip* untuk beroperasi dan memproses data.

3. Substrat

Ini adalah bagian dari kartu yang Anda lihat dan sentuh secara fisik. Ini menyatukan *chip* dan antena dan memberikan dukungan struktural. Substrat biasanya terbuat dari plastik, meskipun beberapa kartu *RFID* premium menggunakan *PVC*, *PET*, *ABS*, kayu, dan bahan kokoh lainnya untuk menambah daya tahan.

Pemilihan media yang keras diperlukan untuk jaminan umur panjang, misalnya, kartu *Epoxy RFID* umumnya digunakan di lingkungan industri

karena dapat menahan suhu ekstrim, bahan kimia, dan bahaya lingkungan lainnya.

Kartu *e-money* merupakan produk dari bank umum yang telah mendapat rekomendasi dari BI (*Bank Indonesia*). Saat ini, produk *e-money* yang sudah memperoleh izin dan dapat digunakan untuk transaksi:

1. *Bank DKI – JakCard*
2. *BCA (Bank Central Asia) – Flazz*
3. *Bank Mandiri – Mandiri e-Money*
4. *Bank Mega – Mega Cash*
5. *BNI (Bank Negara Indonesia) – TapCash*
6. *Bank National Nobu – Nobu e-Money*
7. *BRI (Bank Rakyat Indonesia) – Brizzi*
8. *Telkomsel (Telekomunikasi Selular) – Tap-izy*
9. *PT Kereta Commuter Indonesia (KRL) – KMT*
10. *PT Mass Rapid Transit (MRT) – MTT*

Dari sepuluh daftar *e-money* di atas, ada yang dapat digunakan untuk banyak keperluan, beberapa di antaranya hanya bisa untuk satu keperluan saja.

Sumber: Gopay



**Gambar 2. 6** Kartu *e-money*

Sumber: Snappy

Dalam sistem ini, uang disimpan dalam suatu perangkat seperti *chip* atau *server*. Sebelum dapat melakukan transaksi dengan *e-money*, pengguna diwajibkan untuk mendepositkan sejumlah dana kepada penyedia layanan. Minimal *top-up* (isi ulang) sebesar Rp.20.000,- dan maksimum bisa mencapai Rp.20.000.000,- tergantung *Bank* penerbit kartu *e-money* tersebut.

### 2.2.3 Fungsi *E-money*

Perkembangan pesat ini menunjukkan bahwa *e-money* adalah metode pembayaran potensial bagi pertumbuhan bisnis di Indonesia. Bagaimana tidak? Sekarang ini banyak konsumen yang lebih memilih melakukan transaksi *cashless* dibandingkan dengan tunai mengingat beberapa keuntungan yaitu hemat waktu transaksi, tidak perlu uang kembalian karena pembayaran sesuai dengan nominal yang ditransaksikan serta tidak perlu bawa uang *cash* tapi cukup dengan satu kartu *e-money* sudah dapat untuk melakukan banyak transaksi seperti :

1. Untuk Belanja

*E-money* telah menjadi alternatif pembayaran populer di berbagai toko ritel, baik fisik maupun *online*.

2. Biaya Transportasi Umum

*E-money* kini telah diintegrasikan dalam sistem pembayaran di berbagai moda transportasi umum, seperti bus, kereta, dan *LRT (Light Rail Transit)*.

3. Biaya Perjalanan dengan Tol

Pembayaran tol telah mengalami transformasi berkat integrasi *e-money*.

### 2.2.4 Kelebihan dan Kekurangan *E-money*

Sebagai metode pembayaran digital, *e-money* tentu memiliki kelebihan dan kekurangannya sendiri. Berikut adalah lima kelebihan dan dua kekurangan dari *e-money*:

#### Kelebihan

1. Hemat Waktu Transaksi

Melunasi transaksi dengan *e-money* sering kali lebih cepat dibandingkan dengan metode pembayaran konvensional. Soalnya kamu tidak perlu mencari-cari uang pas atau menunggu kembalian dari kasir. Ini tentunya sangat berguna saat berbelanja di tempat yang laris dan ramai, seperti pusat perbelanjaan atau stasiun kereta.

2. Tidak Perlu Membawa Uang Tunai

*E-money* menghilangkan kewajiban untuk membawa banyak uang tunai. Hal ini tidak hanya mengurangi risiko kehilangan uang, tapi juga mengurangi risiko menjadi korban pencopetan. Bahkan, hal ini pun dapat menjadi *advantage*

tersendiri bagi para pelaku usaha. Sebab, tidak perlu menyiapkan uang tunai dalam jumlah banyak bagi pembeli.

### 3. Cocok Untuk Berbagai Jenis Transaksi

Banyak penyedia *e-money* menawarkan promosi dan diskon eksklusif untuk penggunaannya. Hal ini membuat metode pembayaran elektronik ini menjadi pilihan menarik untuk berbagai jenis transaksi, mulai dari belanja di toko hingga pembayaran tagihan (misalnya listrik, PDAM, BPJS Ketenagakerjaan dan Kesehatan, serta banyak lagi lainnya).

### 4. Tidak Perlu Menghitung Kembalian

Dengan pembayaran otomatis yang akurat, konsumen tidak perlu khawatir menerima kembalian yang kurang. Selain itu, kesalahan penghitungan dalam bertransaksi juga bisa diminimalkan sehingga dapat memaksimalkan pemasukan bisnis. Terakhir, tindak kejahatan dapat diredakan karena toko tidak menyediakan stok uang tunai dalam jumlah besar.

### 5. Praktis dan Hemat Tempat di Tas

Kartu *e-money* atau aplikasi *mobile wallet* tidak memerlukan ruang penyimpanan yang besar, menjadikannya alternatif yang efisien dibandingkan dengan membawa dompet penuh uang tunai.

## Kekurangan

### 1. Kartu hilang, saldo juga hilang

Salah satu kelemahan utama *e-money* adalah risiko kehilangan kartu atau perangkat penyimpan. Saat kartu sudah hilang, saldo yang tersimpan di dalamnya pun akan ikut lenyap. Meski begitu, beberapa penyedia *e-money* sudah menawarkan perlindungan, tapi proses pemulihan tetap akan memakan waktu.

### 2. Risiko kejahatan siber

Meskipun *e-money* dilengkapi dengan berbagai fitur keamanan, mereka *hacker* adalah beberapa risiko yang mungkin dihadapi pengguna. Maka, penting bagi pengguna untuk selalu menjaga informasi pribadi dan berhati-hati dengan transaksi yang mencurigakan.

Sumber: Gopay | Kupas Tuntas Penggunaan E-money di Indonesia

### 2.2.5 Contoh E-money di Indonesia

Seiring kemajuan zaman yang semakin cepat, sekarang sudah ada banyak *e-money* yang bisa ditemukan di Indonesia. Beberapa di antaranya bisa dilihat pada penjelasan berikut :

1. *BRIZZI*

Produk *e-money* dari Bank Rakyat Indonesia (BRI) punya fungsi yang tidak jauh berbeda dengan beberapa contoh sebelumnya. *BRIZZI* dapat digunakan untuk berbagai transaksi keuangan, seperti belanja, membayar tagihan, dan pembelian tiket transportasi.

Kartu ini juga punya limit transaksi yang cukup besar sampai Rp1 juta dan nominal *top-up* relatif rendah, mulai dari Rp20 ribu. Dengan batas minimal isi ulang tersebut, pengguna bisa melakukan pengisian hingga Rp20 juta dalam satu bulan.

2. *Flazz*

*Flazz* merupakan *e-money* dalam bentuk kartu yang dikeluarkan oleh BCA. Kartu ini sudah dibekali *chip* dari *Radio Frequency Identification (RFID)* sehingga lebih aman. Pengguna kartu *Flazz* BCA juga bisa menggunakannya di berbagai merchant, termasuk untuk membayar sarana transportasi umum tanah air.

3. Mandiri *E-Money*

Bank Mandiri mengeluarkannya dengan nama serupa, yakni *e-Money*. *Electronic money* dari Bank Mandiri ini bisa dipakai untuk bertransaksi di berbagai tempat, bahkan untuk pembayaran transportasi umum sekalipun.

4. *Tapcash* BNI

Terakhir, ada *Tapcash* BNI yang jadi kartu *e-money* keluaran Bank Negara Indonesia (BNI). *Tapcash* BNI menyediakan kemudahan transaksi di berbagai tempat, termasuk stasiun kereta, bus, dan toko-toko retail lainnya. Dua keunggulan dari kartu ini adalah limitnya yang mencapai Rp1 juta dan nominal isi ulang mulai dari Rp20 ribu saja.

Sumber: Gopay

### 2.2.6 Pengertian Device Tap On Bus Validator

*Device Tap On Bus Validator* adalah alat yang digunakan untuk memvalidasi pembayaran tiket bis. Alat ini memungkinkan penumpang untuk mengetuk atau men-*tap* kartu pembayaran mereka pada alat tersebut untuk membayar tarif perjalanan mereka. Dalam sistem "*tap-on, tap-off*", *validator* pada pintu masuk mencatat tahap atau zona naik. *Validator* pada pintu keluar menghitung tarif dan mengurangnya dari nilai yang tersimpan. Sebagai opsi, *validator* pada pintu masuk dapat mengurangi tarif maksimum yang berlaku dan *validator* di pintu keluar mengembalikan nilai perjalanan yang tidak digunakan. Selain itu, *validator* ini juga dapat mendukung berbagai format tiket transportasi termasuk kartu *bank* kontakless (*cEMV*), *barcode*, dan kartu pintar (*NFC*).

Sumber: Bank Indonesia, *EMVCo*



**Gambar 2. 7** Device Tap On Bus Validator

Sumber: Trans SARBAGITA

### 2.2.7 Komunikasi Data antara TOB Validator dengan E-money

Komunikasi data antara *Tap On Bus Validator* dengan *e-money* merupakan proses pertukaran informasi elektronik yang terjadi ketika pengguna menggunakan kartu atau token *e-money* untuk membayar transportasi umum, seperti bis. Biasanya, pada saat pengguna menempelkan kartu atau token *e-money* mereka ke alat validasi (*validator*) di dalam bis, ada serangkaian proses komunikasi data yang terjadi antara *validator* tersebut dengan sistem *e-money* untuk melakukan otorisasi dan pemrosesan transaksi.

Proses komunikasi data ini dapat melibatkan beberapa langkah, termasuk:

1. Identifikasi Kartu: *Validator* membaca informasi yang tersimpan di kartu *e-money*, seperti nomor kartu, saldo, dan informasi lainnya yang diperlukan untuk melakukan transaksi.
2. Pengiriman Data: Data yang dibaca oleh *validator* kemudian dikirim ke sistem *e-money* melalui jalur komunikasi tertentu. Hal ini biasanya dilakukan secara nirkabel, menggunakan teknologi seperti *Near Field Communication (NFC)* atau lainnya, tergantung pada jenis kartu *e-money* dan infrastruktur yang digunakan.
3. Verifikasi dan Otorisasi: Sistem *e-money* menerima data yang dikirim oleh *validator*, kemudian melakukan verifikasi terhadap informasi tersebut. Hal ini mencakup pengecekan apakah kartu *valid*, apakah saldo mencukupi, dan apakah transaksi tersebut dapat diotorisasi.
4. Konfirmasi Transaksi: Setelah proses verifikasi dan otorisasi selesai, sistem *e-money* mengirimkan konfirmasi ke *validator* untuk menunjukkan bahwa transaksi telah berhasil. Ini biasanya ditandai dengan lampu hijau atau pesan yang muncul di layar *validator*.

Sumber: *Bank Indonesia, ISO/IEC 14443, EMVCo*

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Rancangan Sistem (*Software / Hardware*)**

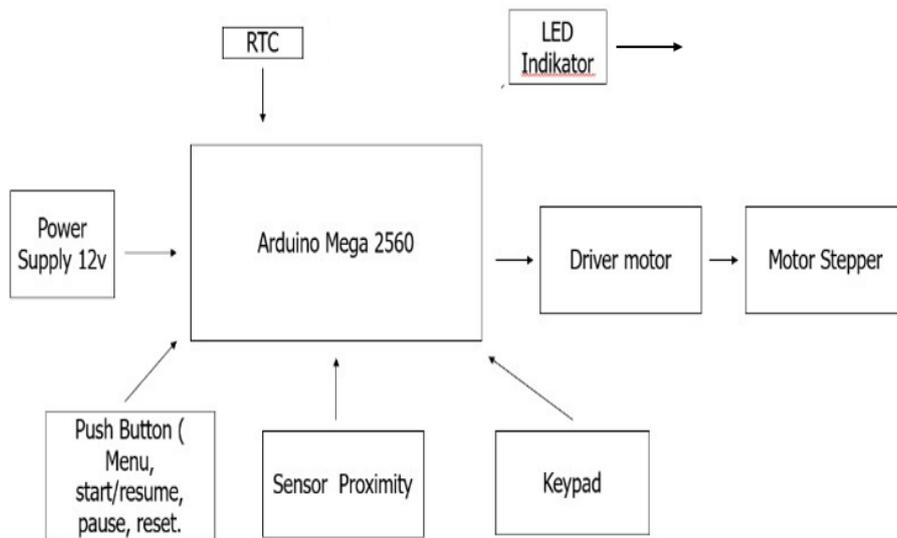
Berdasarkan kebutuhan – kebutuhan yang telah didefinisikan pada tahap sebelumnya, pada tahap ini dibuat rancangan modul perangkat keras dan perangkat lunak yang membangun sistem pengujian transaksi kartu *e-money* dengan *device TOB Validator*. Rancangan perangkat keras dibuat dengan menggunakan perangkat lunak *SolidWorks 2016*.

##### **3.1.1 Prinsip Kerja Alat *Tapping* Kartu *E-money* Otomatis**

Prinsip kerja dari alat ini ialah *device Tap On Bus (TOB)* diletakkan dibawah baling – baling yang merupakan wadah dari kartu *e-money* dan *motor* akan menggerakkan baling – baling berputar 90° bertahap. Ada 2 pilihan menu, mode *manual* dan mode otomatis. Ketika pilih mode *manual*, menekan tombol warna hijau untuk langkah berikutnya, yang berarti motor akan berputar searah jarum jam. Jika tombol biru ditekan untuk mundur, motor akan berputar berlawanan arah jarum jam. Ketika pilih mode otomatis, pengguna diminta untuk memasukkan jumlah *tapping*, jumlah kecepatan putaran motor, dan jumlah *delay*. Setelah itu, alat akan berfungsi sesuai *input* dan layar *LCD* akan menampilkan jumlah inputan yang terhitung dan berhenti. Selanjutnya, pengguna akan diminta untuk memasukkan kode pengguna dan data pengujian akan disimpan ke dalam *microSD*. Alat ini difungsikan untuk menggerakkan kartu *e-money* sebagai media transaksi pada *device Tap On Bus (TOB)*

##### **3.1.2 Blok Diagram *Hardware***

Blok diagram *hardware* adalah representasi grafis dari komponen – komponen utama dalam sebuah sistem perangkat keras (*hardware*) dan bagaimana komponen – komponen tersebut saling berinteraksi. Berikut blok diagram *hardware* dari alat *Tapping* Kartu *E-money* Otomatis di bawah ini :



**Gambar 3.1** Blok Diagram Blok Hardware Alat Tapping kartu E-money Otomatis

Mikrokontroler yang digunakan adalah *Arduino Mega 2560*. *Arduino Mega 2560* adalah otak dari sistem. Ini bertanggung jawab untuk memproses *data* dan mengontrol sistem. Sistem ini memiliki beberapa komponen utama, yaitu:

**Input:**

1. *Push button*: Ada empat tombol tekan yang digunakan untuk mengontrol sistem. Tombol-tombol ini diberi label "*Menu*", "*Start/Resume*", "*Pause*", dan "*Reset*".
2. *Sensor proximity*: Sensor ini digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek di dekat sistem.
3. *Keypad*: Digunakan untuk memasukkan perintah, pilih *mode* dan *input* angka sesuai perintah yang ada di lcd.
4. *RTC (Real Time Clock)*: Memberikan informasi waktu yang akurat kepada *Arduino*.

**Output:**

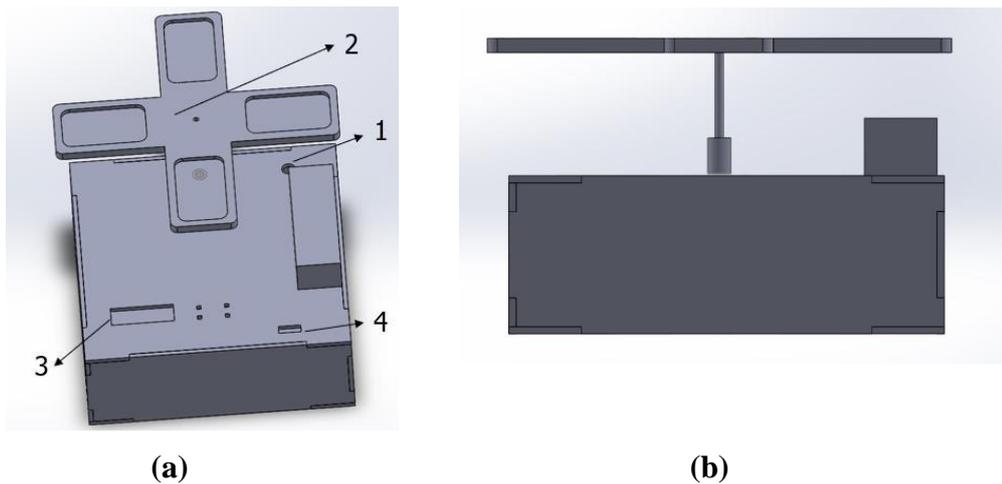
1. *LCD 16 x 2*: Digunakan untuk menampilkan informasi kepada pengguna.
2. *LED*: Digunakan untuk menunjukkan status sistem.
3. *Motor stepper*: Motor ini digunakan untuk menggerakkan objek.

Komponen lainnya:

1. *Arduino Mega 2560*: Mikrokontroler ini adalah otak dari sistem. Ini bertanggung jawab untuk memproses data dan mengontrol sistem.
2. *Driver motor*: ini digunakan untuk mengontrol motor stepper.
3. *Power supply*: ini menyediakan daya untuk sistem.

### 3.1.3 Desain Mekanik Alat *Tapping* Kartu *E-money* Otomatis

Desain mekanik dari alat *Tapping* kartu *E-Money* otomatis dapat dijelaskan dari gambar di bawah ini :



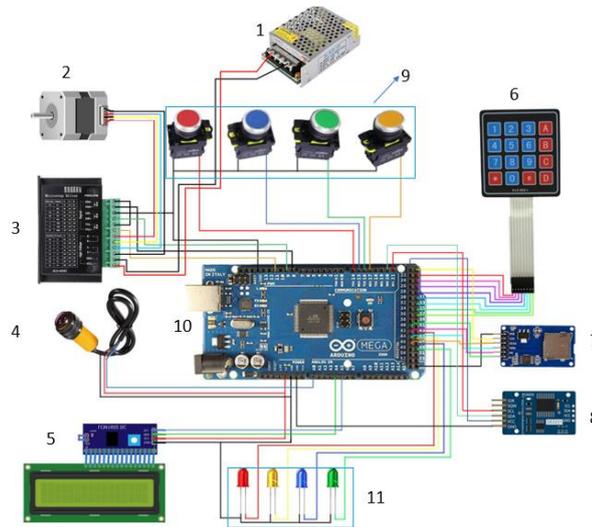
**Gambar 3.2** Alat *Tapping* Kartu *E-money* Otomatis (a) *Tampak Atas*, (b) *Tampak Depan*

Keterangan Gambar (a):

1. Tempat *Sensor Proximity*
2. Tempat Kartu *e-money*
3. Tempat *LCD*
4. Tempat *Keypad*

### 3.1.4 *Wiring Diagram*

*Wiring diagram* adalah representasi grafis dari hubungan listrik antara berbagai komponen dalam suatu sistem atau rangkaian. Diagram ini menunjukkan bagaimana kabel dan perangkat terhubung satu sama lain dan menyediakan panduan visual untuk instalasi, perawatan, dan pemecahan masalah listrik. *Wiring diagram* dapat dilihat dari gambar di bawah ini :



**Gambar 3.3** Wiring Diagram Alat Tapping Kartu E-money Otomatis

Keterangan:

1. *Power Supply 12V 5A*
2. *Motor Stepper Nema 17*
3. *Motor Driver TB6600*
4. *Sensor Proximity*
5. *LCD I2c 16x2*
6. *Keypad*
7. *Modul MicroSD*
8. *Modul RTC*
9. *Push Button*
10. *Arduino Mega 2560*
11. *LED*

### 3.1.5 Alat dan Bahan

Dalam perancangan alat akan menggunakan beberapa komponen *hardware* dan *software*, berikut merupakan beberapa komponen *hardware* dan *software* yang akan digunakan

#### 1. *Hardware*

**Tabel 3.1** Hardware

No	Nama Komponen	Spesifikasi	Volume
1	<i>Arduino Mega 2560</i>	Mikrokontroler	1
2	<i>LCD 16x2</i>	<i>LCD 16x2 I2c</i>	1

3	<i>RTC DS1307</i>	<i>RTC DS1307</i>	1
4	Modul <i>Motor Driver TB6600</i>	Modul <i>Motor Driver TB6600</i>	1
5	<i>Power Supply 12v 5A</i>	<i>Power Supply 12v 5A</i>	1
6	<i>Motor Stepper</i>	<i>Stepper Bipolar</i>	1
7	<i>Sensor Proximity</i>	<i>Sensor Proximity</i>	1
8	<i>Keypad</i>	<i>Keypad</i>	1
9	<i>Push Button</i>	<i>Push Button</i>	4
10	<i>LED</i>	<i>LED Indikator</i>	4

## 2. Software

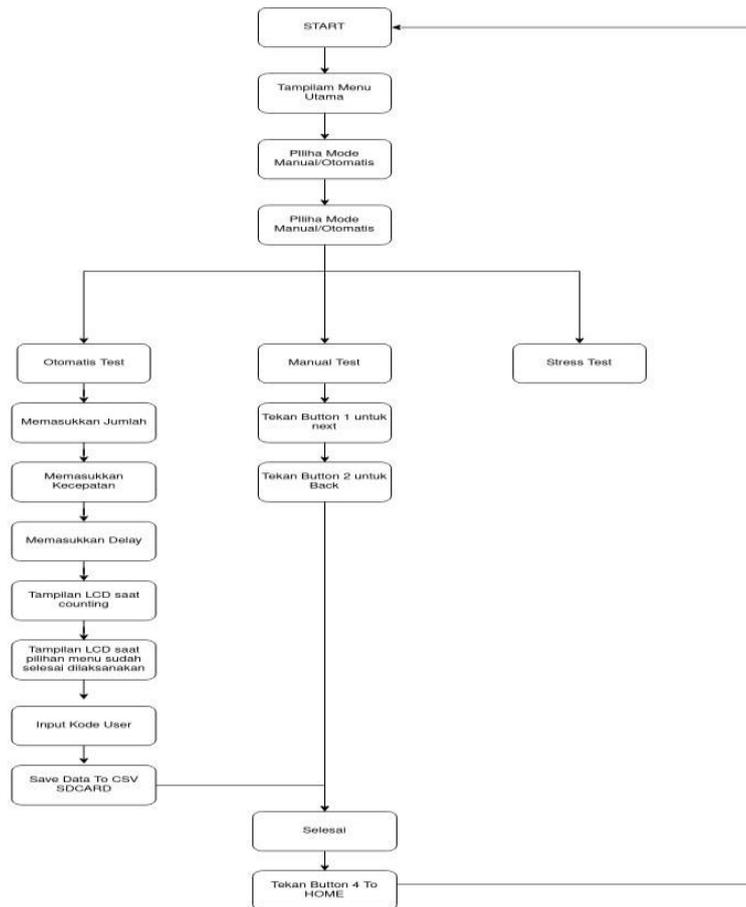
**Tabel 3.2 Software**

No	Nama Software	Keterangan
1.	<i>Arduino IDE</i>	Program Mikrokontroler
2.	<i>Solid Work 2016</i>	Aplikasi buat desain alat
3.	<i>Proteus 8 Professional</i>	Aplikasi buat layout PCB

### 3.1.6 Flowchart Alat Tapping Kartu E-money Otomatis

*Flowchart* ini menggambarkan bagaimana alat *tapping* kartu *e-money* otomatis bekerja mulai dari pemilihan *mode*, cara menjalankan alatnya dan menampilkan pesan selesai. Jika ada masalah seperti kartu tidak *valid* atau saldo tidak mencukupi, *device TOB* akan memberi tahu pengguna dan kembali siap.

*Flowchart* ini membantu dalam memahami alur proses kerja alat dan memudahkan dalam pengujian *stress test*.



**Gambar 3.4** Flowchart Alat Tapping Kartu E-money Otomatis

### 3.1.7 Sistem Kerja

1. Pada saat alat dihidupkan, layar *LCD* akan menampilkan pilihan *mode manual* dan otomatis sesuai keinginan pengguna.
2. Dalam *mode* otomatis, jika pengguna memilihnya, pengguna diminta untuk memasukkan jumlah *tapping*, jumlah kecepatan putaran *motor*, dan jumlah *delay*. Setelah itu, alat akan berfungsi sesuai *input* dan layar *LCD* akan menampilkan jumlah *input* yang terhitung dan berhenti. Selanjutnya, pengguna akan diminta untuk memasukkan kode pengguna dan data pengujian akan disimpan ke dalam *microSD*.
3. Dalam *mode manual*, jika pengguna memilihnya, pengguna cukup menekan tombol warna hijau untuk langkah berikutnya, yang berarti *motor* akan berputar searah jarum jam. Jika tombol biru ditekan untuk mundur, motor akan berputar berlawanan arah jarum jam.

### 3.1.8 Perangkat Lunak (Software)

Perangkat lunak atau *software* adalah perangkat yang akan digunakan untuk membuat suatu program pada sistem ini, di mana sistem ini menggunakan *Arduino IDE* untuk *script* “alat *Tapping* Kartu *E-money* Otomatis”.

#### 1. *Arduino IDE*

*Arduino* dikatakan sebagai sebuah platform dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Maksud dari platform bahwa *Arduino* bukan hanya sebagai alat pengembang, tetapi ia adalah kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment (IDE)* yang canggih. *IDE* adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, *meng-compile* menjadi kode biner dan *meng-upload* ke dalam memori *microcontroller*. *Software Arduino* dapat di-*install* di beberapa *Operating system* diantaranya: *Windows, Mac OS, dan Linux*.



**Gambar 3.5** *Arduino IDE*  
Sumber: *Arduino*

#### 2. *SolidWorks*

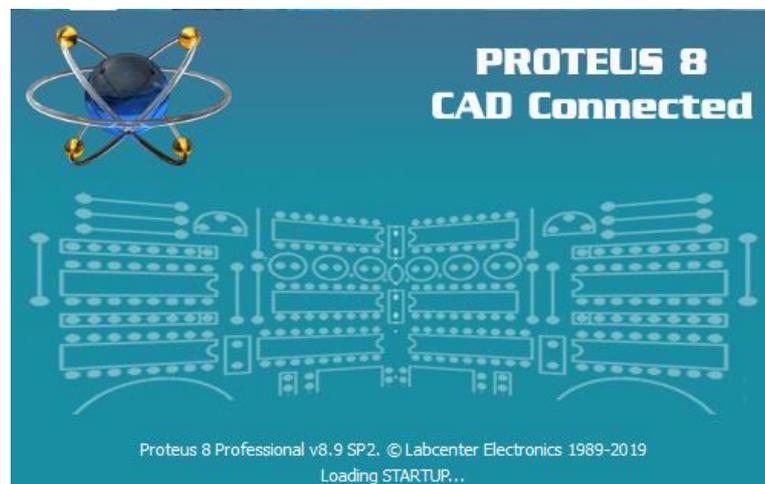
*SolidWorks* adalah perangkat lunak *Computer-Aided Design (CAD)* yang digunakan untuk membuat model 3D dan desain teknik. Dikembangkan oleh *Dassault Systèmes*, *SolidWorks* memungkinkan pengguna untuk merancang, mensimulasikan, dan mengelola produk dalam berbagai industri seperti otomotif, *aerospace*, dan manufaktur. Aplikasi ini terkenal karena antarmuka pengguna yang intuitif dan kemampuan untuk mengintegrasikan proses desain dari konsep hingga produksi.



**Gambar 3. 6 SolidWorks**  
Sumber: Dassault Systèmes SolidWorks

5. *Proteus 8 Professional*

*Proteus 8 Professional* adalah perangkat lunak untuk desain elektronik yang menggabungkan simulasi sirkuit, desain *PCB (Printed Circuit Board)*, dan pemrograman mikrokontroler. Dikembangkan oleh *Labcenter Electronics*, aplikasi ini populer di kalangan insinyur elektronik dan hobi karena kemampuannya untuk mensimulasikan rangkaian elektronik dalam waktu nyata, termasuk mikrokontroler seperti *Arduino* dan *PIC*. *Proteus 8 Professional* memudahkan pengguna untuk merancang, menguji, dan memverifikasi desain elektronik sebelum diproduksi.



**Gambar 3. 7 Proteus 8 Proffesional**  
Sumber: *Labcenter Electronics*

### 3.1.9 Langkah-Langkah Pembuatan Alat

1. Pembuatan layout *PCB*
2. Mengubah komponen-komponen yang dibutuhkan:
  - a. *Arduino Mega 2560*
  - b. Modul *motor driver TB6600*
  - c. *Motor stepper*
  - d. *LCD 16x2*
  - e. *Power supply 12v 5A*
  - f. Modul *microSD*
  - g. Modul *RTC*
  - h. *LED*
  - i. *Keypad*
  - j. *Push button*
  - k. *Sensor proximity*
3. Penyusunan ulang *script*
4. Membuat sketsa *body* dan baling – baling sebagai tempat kartu *e-money*

### 3.2 Analisa Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian, modul *motor driver L298N* konslet disebabkan karena tidak menahan beban arus listrik pada saat pengujian ribuan transaksi kartu *e-money* dengan *device TOB validator*. Di dalam alat tersebut terdapat *fan* sebagai kipas untuk menjaga suhu modul *L298N* agar tidak terjadi *overheat* dan *step down buck converter* sebagai mengubah tegangan masukan yang lebih tinggi menjadi tegangan keluaran yang lebih rendah. Ketika selesai *testing*, *user* akan diperintahkan untuk *input* kode *user* untuk menyimpan data *testing* ke dalam *microSD*.

### 3.3 Hasil yang Diharapkan

1. Dapat membuat alat berupa “Alat *Tapping* Kartu *E-money* Otomatis”
2. Keberhasilan kinerja sistem dan alat dapat memudahkan pengujian kartu *e-money* dengan *device Tap On Bus Validator*

*User* dapat mudah melihat data hasil *testing* melalui *microSD*

## BAB IV HASIL DAN ANALISA

### 4.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian pengujian alat dari sistem ini dibagi menjadi beberapa pengujian yaitu :

#### 4.1.1 Bentuk Fisik dan Sistem Kerja

Mekanisme kerja dari sistem alat Tapping Kartu *E-money* Otomatis, adalah sebagai alat bantu untuk uji transaksi *device TOB* sebelum didistribusikan kepada konsumen.

Bentuk fisik dari “Alat *Tapping* Kartu *E-money* Otomatis” ini berbentuk kotak dengan panjang 6 cm dan lebar 14,5 cm, alat ini bisa mengurangi waktu uji transaksi.

Ketika perangkat dinyalakan, *user* akan memilih beberapa mode, diantaranya mode otomatis dan manual. Ketika pilih mode otomatis, *user* akan *input* jumlah *tapping*, jumlah kecepatan dan jumlah *delay*. Motor akan berputar sesuai *input* dan lcd akan menampilkan jumlah gerakan. Setelah selesai, *user* akan diminta untuk input kode user dan data *testing* akan tersimpan ke dalam *microSD*. Ketika pilih mode manual, *user* tinggal tekan tombol maju dan tombol mundur.



*Gambar 4. 1* Alat Tapping Kartu *E-money* Otomatis

## 4.1.2 Hasil Data Pengujian

### 1. Pengujian Kinerja *Prototype*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana sistem kerja pada alat. Sistem kerja pada alat yaitu untuk

#### a. Koding 1

Pada kodingan ini yang pertama adalah memasukan library dari komponen yang digunakan. Memasukan library bertujuan untuk menginstall code komponen pada program dan juga menjelaskan tentang pin-pin yang digunakan untuk komponen.

```
1 #include <Keypad.h>
2 #include <AccelStepper.h>
3 #define dirPin 9 // pin yang terhubung ke DIR+ motor driver
4 #define stepPin 11 // pin yang terhubung ke PUL+ motor driver
5 #define enablePin 8
6 #define motorInterfaceType 1
7 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
8 #include <RTCLib.h>
9 #include "SdFat.h"
10 #include "Wire.h"
11
12 #define fwd -51
```

Gambar 4. 2 Koding 1

#### b. Koding 2

Pada kodingan ini menjelaskan tentang menghubungkan pin komponen lainnya untuk menggerakkan alat.

```
//Keypad
const uint8_t ROWS = 4;
const uint8_t COLS = 4;
char keys[ROWS][COLS] = {
  { '1', '2', '3', 'A' },
  { '4', '5', '6', 'B' },
  { '7', '8', '9', 'C' },
  { '*', '0', '#', 'D' }
};

uint8_t colPins[COLS] = { 31, 33, 35, 37 }; // Pins connected to C1, C2, C3, C4
uint8_t rowPins[ROWS] = { 23, 25, 27, 29 }; // Pins connected to R1, R2, R3, R4

Keypad keypad = Keypad(makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS);
AccelStepper stepper = AccelStepper(motorInterfaceType, stepPin, dirPin);

// Push Button
const int Pb_hijau = 16; // Hijau
const int Pb_biru = 17; // Biru
const int Pb_kuning = 15; // Kuning
const int Pb_merah = 14; // Merah

// Lain-lain
String inputString = "";
int ledCount = 0;

bool isPaused = false;

String kodeUser = "";
int jumlahTapping = 0;

// LED
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
// RTC
RTC_Millis rtc;
RTC_DS1307 rtc;

// Lampu
const int biru = 47;
const int sumber = 45;
const int ijo = 49;
const int merah = 48;

// Proximity
const int sensorPin = A0; // Pin yang digunakan untuk output sensor proximity

// SD Card
const uint8_t SD_CS_PIN = 48;
const uint8_t SPI_MOSI_PIN = 46;
const uint8_t SPI_MISO_PIN = 44;
const uint8_t SPI_SCK_PIN = 42;
SPI_SlaveSelect(SPI_MISO_PIN, SPI_MOSI_PIN, SPI_SCK_PIN) softSpi;
SDpicConfig sdConfig(SD_CS_PIN, SPI_MISO_PIN, SPI_SCK_PIN(0), &softSpi);
SDfat sd;
File file;
```

Gambar 4. 3 Koding 2

c. Koding 3

Pada kodingan ini menjelaskan tentang menggerakkan motor stepper

```
void motorRun() {
  digitalWrite(enablePin, LOW);
  stepper.move(50);
  while (stepper.run() != 0) {}
  digitalWrite(enablePin, HIGH);
}
```

Gambar 4. 4 Koding 3

d. Koding 4

Pada program ini berfungsi untuk menunjukkan tampilan pada layar LCD I2C16x2.

```
void captureInputAndUpdateLCD(const char* label, int* variable) {
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.println(label);

  while (true) {
    char key = keypad.getKey();

    if (key >= '0' && key <= '9') {
      Serial.print(key);
      lcd.clear();
      lcd.setCursor(0, 0);
      lcd.print(label);
      lcd.setCursor(0, 1);
      lcd.print(*variable);
      lcd.print(key);
      *variable = *variable * 10 + (key - '0');
    } else if (key == '*') {
      Serial.println("Clearing variable");
      lcd.clear();
      lcd.setCursor(0, 0);
      lcd.print(label);
      lcd.setCursor(0, 1);
      lcd.print("Hapus Berhasil");
      *variable = 0; //
      delay(500); //
    } else if (digitalRead(Pb_hijau) == LOW) {
      Serial.println(" Button Pressed");
      delay(500);
      break;
    }
  }
}

int rotationCount = 0;
int gerakan = 0; // Variabel untuk menghitung gerakan

int jumlahTapping = 0;
captureInputAndUpdateLCD("Jumlah Tapping: ", jumlahTapping);

int jumlahKecepatan = 0;
captureInputAndUpdateLCD("Jumlah Kecepatan:", jumlahKecepatan);

int jumlahDelay = 0;
captureInputAndUpdateLCD("Jumlah Delay: ", jumlahDelay);

lcd.clear();

// Tampilkan Input Kode User
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Kode User: " + kodeUser);
delay(2000);

// Ambil Jumlah Tapping dari input awal sebelum motor bergerak
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print(" TELAH SELESAI ");
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(" PROGRAM ");
delay(2000);

// Display "SELESAI" on the LCD
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(" COUNTING TELAH ");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print(" SELESAI ");
delay(2000);

void loop() {
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print(" Pilih Mode: ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("A:Manual B:Auto");

  char key = keypad.getKey();
```

Gambar 4. 5 Koding 4

e. Koding 5

Pada program ini berfungsi untuk menunjukkan penyimpanan data *real time* dari RTC

```
String getDateime() {
  DateTime now = RTC.now();
  String dateTime = String(now.year()) + "-" + now.month() + "-" + now.day() + " " + now.hour() + ":" + now.minute() + ":" + now.second();
  Serial.println(dateTime);
  return dateTime;
}

String Waktuakhir() {
  DateTime now = RTC.now();
  String dateTime = String(now.year()) + "-" + now.month() + "-" + now.day() + " " + now.hour() + ":" + now.minute() + ":" + now.second();
  Serial.println(dateTime);
  return dateTime;
}
```

**Gambar 4. 6 Koding 5**

## 2. Pengujian Kinerja Modul LCD I2C

Pada pengujian tahap pertama ini dilakukan pengujian terhadap modul LCD I2C yang memiliki ukuran 16x2. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah LCD Berfungsi dengan baik dalam menampilkan kalimat indikator terhadap user yang ingin mengetahui indikator pada proses yang sedang dijalankan.



**Gambar 4. 7 LCD I2C 16x2**

Sumber: Koding Akademi

## 3. Pengujian Arduino Mega 2560

Pengujian ini merupakan tahap yang sangat penting dilakukan sebelum melakukan pengujian berikutnya. Arduino Mega 2560 yang digunakan, diberikan *coding*/program sebagai mikrokontroler untuk bisa menjalankan semua komponen yang ada.

## 4. Pengujian Motor Stepper

Pengujian selanjutnya adalah pengujian motor stepper. Motor stepper yang digunakan, diberikan *coding*/program untuk menggerakkan baling-baling

kartu *e-money* 90° bertahap dan secara otomatis akan langsung menampilkan total gerakan pada LCD.

#### **5. Pengujian *Motor Driver***

Pengujian selanjutnya adalah pengujian motor driver. Motor driver TB6600 yang digunakan, diberikan *coding*/program untuk menggerakkan motor stepper.

#### **6. Pengujian Sensor *Proximity***

Pengujian selanjutnya adalah pengujian sensor proximity. Sensor proximity yang digunakan, diberikan *coding*/program untuk mendeteksi adanya objek dan menghitung putaran pada motor stepper. Hitungan total yang terdeteksi oleh sensor proximity akan ditampilkan di dalam *microSD*.

#### **7. Pengujian RTC**

Pengujian selanjutnya adalah pengujian RTC (*Real Time Clock*). RTC yang digunakan, diberikan *coding*/program untuk menentukan waktu *real time* pada saat data pengujian disimpan ke dalam *microSD*.

#### **8. Pengujian *MicroSD***

Pengujian selanjutnya adalah pengujian *microSD*. *MicroSD* yang digunakan, diberikan *coding*/program untuk menyimpan data pengujian.

### **4.2 Pembahasan**

Dari pengujian alat *tapping* kartu *e-money* otomatis yang telah dilakukan sebelumnya, dapat dilakukan pembahasan berupa:

#### **1. Pengujian Kinerja Arduino Mega 2560**

Kinerja pada Arduino Mega 2560 berjalan dengan baik. Program tersimpan ke dalam Arduino Mega 2560 dan komponen-komponen yang ada berfungsi sesuai dengan program yang diberikan.

#### **2. Pengujian Kinerja *Motor Driver TB6600***

*TB6600* adalah *motor driver stepper* berbasis mikro yang dirancang untuk mengontrol *motor stepper* hingga 4.5A per fase. *Driver* ini mendukung *stepper motor* dengan 2 fase dan 4 fase, dan memiliki fitur pengaturan *microstepping* hingga 1/32 langkah, yang memungkinkan pengendalian *motor*

dengan presisi tinggi. *TB6600* juga memiliki perlindungan terhadap *over – current*, *over – voltage*, dan *over – temperature*, menjadikannya andal untuk aplikasi seperti mesin CNC, printer 3D, dan peralatan otomatisasi industri.

Kinerja pada *motor driver TB6600* berjalan dengan baik dan sudah sesuai dengan program yang diberikan. *Motor driver TB6600* disini mengontrol putaran *motor stepper* dan sesuai dengan program.

### **3. Pengujian Kinerja Motor Stepper**

Kinerja pada *motor Stepper* berjalan dengan baik dan sudah sesuai dengan program yang diberikan. *Motor stepper* berhasil berputar baling-baling 90° secara bertahap.

### **4. Pengujian Kinerja Sensor Proximity**

Kinerja pada sensor *proximity* berjalan dengan baik dan sudah sesuai dengan program yang diberikan. Sensor berhasil mendeteksi gerakan baling-baling dan menghitung berapa kali baling-baling itu berputar.

### **5. Pengujian Kinerja MicroSD**

Kinerja pada *microSD* berjalan dengan baik dan sudah sesuai dengan program yang diberikan. *MicroSD* berhasil menyimpan data ke dalam *microSD* dalam bentuk *excel*.

### **6. Pengujian Kinerja Real Time Clock (RTC)**

Kinerja pada *RTC* berjalan dengan baik dan sudah sesuai dengan program yang diberikan. *RTC* disini berhasil menyimpan data sesuai *real time*.

### **7. Pengujian Kinerja LCD I2C**

Pada hasil yang tampilan yang telah ditampilkan LCD I2C sudah berjalan baik dan sudah sesuai dengan program yang diberikan. LCD I2C di sini menampilkan nilai sesuai *input* dan jika baling-baling berputar, LCD berhasil menampilkan hitungan jumlah putaran.

#### **4.2.1 Simulasi Alat Tapping Kartu E-money Otomatis**

Kartu *e-money* diletakkan di atas baling-baling sebagai wadah kartu. Jarak antara baling-baling kartu *e-money* dengan *device TOB* 15 cm. Ketika alat dihidupkan, LCD akan menampilkan pilihan mode. Ada 2 mode yang tersedia, ada mode otomatis dan mode *manual*.

Ketika pengguna pilih mode otomatis, pengguna akan diperintahkan untuk *input* jumlah *tapping*, jumlah kecepatan dan jumlah *delay*. Setelah itu baling-baling akan berputar sesuai *input*. Setelah semua selesai, pengguna diperintahkan untuk *input* kode *user*. Jika sudah, maka data pengujian akan disimpan ke dalam *microSD*.



**Gambar 4. 8** Pengujian Transaksi Mode Otomatis Menggunakan Alat Tapping Kartu E-money Otomatis

Jika dibandingkan dengan pengujian secara manual, maka akan membuat waktu pengujian transaksi *device TOB* akan lama.



**Gambar 4. 9** Pengujian Transaksi Mode Manual

Ketika pengguna pilih mode manual, pengguna cukup tekan tombol *next* untuk baling-baling berputar searah jarum jam dan jika tekan tombol *back*, baling-baling akan berputar berlawanan arah jarum jam.



*Gambar 4. 10 Pengujian Transaksi dengan Mode Manual Menggunakan Alat Tapping Kartu E-money Otomatis*

#### 4.2.2 Tampilan LCD saat Motor Berputar

Pada saat motor berputar, LCD akan menampilkan jumlah putaran pada alat *prototype* ini



*Gambar 4. 11 Tampilan LCD*

#### 4.2.3 Tampilan Data Tersimpan

Data pengujian akan tersimpan dalam bentuk *file excel* seperti gambar di bawah ini.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Kode User	Waktu Mulai	Waktu Selesai	Kecepatan Motor	Delay	Input Tapping	Jumlah Terdeteksi	Durasi					
2	657	12/6/2023 11:17	12/6/2023 11:21	500	500	120	112	0 Jam 4 Menit 18 Detik					
3	325	12/6/2023 11:25	12/6/2023 11:28	300	950	50	50	0 Jam 2 Menit 13 Detik					
4	50	12/6/2023 12:31	12/6/2023 12:33	250	500	50	44	0 Jam 2 Menit 0 Detik					
5	4512	12/6/2023 12:35	12/6/2023 12:36	500	600	25	25	0 Jam 1 Menit 0 Detik					
6	850	12/6/2023 12:42	12/6/2023 12:43	550	120	20	20	0 Jam 1 Menit 0 Detik					
7	6507	12/6/2023 12:49	12/6/2023 12:50	750	250	35	12	0 Jam 1 Menit 0 Detik					
8	608	12/6/2023 15:19	12/6/2023 15:20	500	600	25	25	0 Jam 1 Menit 0 Detik					
9	259	12/6/2023 15:31	12/6/2023 15:33	1000	1000	35	35	0 Jam 2 Menit 0 Detik					
10	507	12/6/2023 15:33	12/6/2023 15:36	1500	800	75	75	0 Jam 3 Menit 0 Detik					
11	652	12/6/2023 15:43	12/6/2023 15:45	5800	5000	15	15	0 Jam 2 Menit 0 Detik					
12	650	12/6/2023 15:53	12/6/2023 15:54	500	2590	5	5	0 Jam 1 Menit 0 Detik					
13	6525	12/6/2023 15:59	12/6/2023 16:01	2000	500	50	26	0 Jam 2 Menit 0 Detik					
14	20800	12/6/2023 16:09	12/6/2023 16:12	500	500	81	62	0 Jam 3 Menit 0 Detik					
15	6239	12/6/2023 16:14	12/6/2023 16:15	5000	1500	19	19	0 Jam 1 Menit 0 Detik					
16	25908	12/6/2023 16:19	12/6/2023 16:39	500	1000	454	454	0 Jam 20 Menit 11 Detik					
17	205	12/6/2023 16:42	12/6/2023 16:44	500	5000	20	20	0 Jam 2 Menit 16 Detik					
18	125	12/6/2023 16:59	12/6/2023 18:06	500	1000	1500	1500	1 Jam 6 Menit 41 Detik					
19	360	12/6/2023 18:10	12/6/2023 18:14	1000	1000	75	75	0 Jam 3 Menit 22 Detik					
20	9800	12/6/2023 18:20	12/6/2023 18:21	750	1000	35	35	0 Jam 1 Menit 35 Detik					
21	720	12/6/2023 18:22	12/6/2023 18:24	100	1000	50	50	0 Jam 2 Menit 15 Detik					
22	500	12/6/2023 18:26	12/6/2023 18:30	100	1000	100	100	0 Jam 4 Menit 29 Detik					
23	68	12/6/2023 18:32	12/6/2023 18:32	1000	1000	5	5	0 Jam 0 Menit 15 Detik					

Gambar 4. 12 Tampilan Data Tersimpan

### 4.3 Analisa

#### 4.3.1 Pengujian/Analisis Hasil Penelitian

Dalam analisa penelitian akan dibahas tentang pengujian berdasarkan perencanaan alat yang dibuat. Ada pun parameter pengujian yang akan dilakukan yaitu:

Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Alat

No	Jumlah Tapping Menggunakan Alat Tapping Kartu E-money Otomatis	Waktu Pengujian	Jumlah Tapping Secara Manual	Waktu Pengujian
1	1500	1 jam 6 menit 41 detik	1333	1 jam 6 menit 41 detik
2	500	0 jam 22 menit 15 detik	444	0 jam 22 menit 15 detik
3	454	0 jam 20 menit 11 detik	403	0 jam 20 menit 11 detik
4	100	0 jam 4 menit 29 detik	80	0 jam 4 menit 29 detik

Dari tabel data di atas dapat di lihat hasil pengujian kinerja alat *tapping* kartu *e-money* otomatis bahwa kinerja alat tersebut sudah sesuai yang diharapkan. Jika dibandingkan waktu pengujian yang sama menggunakan alat dan tanpa menggunakan alat, maka jumlah pengujian menggunakan alat cukup banyak jika dibandingkan tanpa menggunakan alat. Keberhasilan melakukan pengujian transaksi *device TOB* sebelum *TOB* didistribusikan kepada konsumen.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari pengujian alat *tapping* kartu *e-money* otomatis sudah bekerja sesuai dengan yang di harapkan. Adapun kesimpulan yang di dapat pada pengujian alat *tapping* kartu *e-money* otomatis yaitu:

1. Alat *tapping* kartu *e-money* otomatis yang telah dikembangkan ini berhasil mencapai tujuannya untuk melakukan uji transaksi secara otomatis. Dengan adanya alat ini, pengguna bisa melakukan uji transaksi secara otomatis. Penerapan alat ini berpotensi meningkatkan efisiensi uji transaksi dan memberikan pengalaman yang lebih baik bagi pengguna.
2. Dengan menyimpan data ke microSD, pengguna dapat memantau kinerja alat secara berkala dan melakukan penyesuaian terhadap parameter input serta output untuk meningkatkan keandalan sistem. Pengujian transaksi dalam jumlah ribuan kali menggunakan mode otomatis bisa menghemat waktu jika dibandingkan dengan mode manual.
3. Pengujian yang dilakukan pada “Alat *Tapping* Kartu *E-Money* Otomatis” menunjukkan bahwa alat ini mampu memproses rata-rata 200 transaksi per jam dengan tingkat keberhasilan 98%. Waktu rata-rata untuk sekali transaksi adalah 1,5 detik. Hasil ini menunjukkan peningkatan efisiensi sebesar 30% dibandingkan dengan metode *tapping* manual.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan analisis hasil pengujian alat *tapping* kartu *e-money* otomatis, adapun saran dari penulis untuk pengembangan alat *tapping* kartu *e-money* otomatis ini bahwa:

1. Perlu adanya penelitian selanjutnya dalam mengembangkan alat *tapping* kartu *e-money* otomatis.

Perubahan mekanisme penyimpanan data secara online.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Li, Y., & Kim, K. (2018). Smart transportation ticketing using near field communication (NFC) technology: Lessons learned from Hong Kong's Octopus and South Korea's T-money. *Transport Policy*, 71, 11-21.
- [2] Zhang, Y., & Zhang, Y. (2019). Development and application of public transport e-payment in China: A case study of Hangzhou. *Journal of Transport Geography*, 75, 96-105.
- [3] Sato, Y., & Kato, T. (2016). Towards open architecture for transportation IC card systems in Japan. *Transportation Research Procedia*, 14, 24432450.
- [4] Aino Indonesia | Mobility Payment Solution
- [5] The World Bank | Fare Collection Systems - Smart-card validators - SSATP
- [6] Justride Validator (JRV) – Masabi
- [7] Anand, R., & Madhavan, C. (2000). An Online, Transferable E-Cash Payment System. , 93-103.
- [8] Yin, L., Wang, F., Han, S., Li, Y., Sun, H., Lu, Q., Yang, C., & Wang, Q. (2016). Application of drive circuit based on L298N in direct current motor speed control system. , 10153.
- [9] Xu-cai, S. (2009). The Application of L298N in DC Motor PWM Speed Regulation System. *Journal of Weifang University*.
- [10] Gopay | Kupas Tuntas Penggunaan E-money di Indonesia
- [11] Arduino | Penjelasan tentang Arduino Mega 2560
- [12] Bank Indonesia | Fungsi utama sistem pembayaran
- [13] ISO/IEC 14443
- [14] EMVCo
- [15] WXR Semua yang Perlu Anda Ketahui Tentang Kartu RFID
- [16] TB6600 Datasheet
- [17] IPC (Association Connecting Electronics Industries)
- [18] *Labcenter Electronics*
- [19] Dassault Systèmes SolidWorks
- [20] Toshiba