

BAB III

METODE PENELITIAN

Dalam pengerjaan rancang bangun alat penjual jenang ayas berbasis mikrokontroler STM 32 F3 menggunakan beberapa metode, yaitu:

1. Studi Literatur.
2. Perancangan Sistem
3. Pengujian Alat
4. Pengambilan Data dan Analisa Data

3.1. Studi Literatur

Dalam perancangan dan pembuatan alat rancang bangun alat penjual jenang ayas berbasis mikrokontroler STM 32 F3 ini dibutuhkan sumber-sumber referensi sebagai bahan acuan dan beberapa pertimbangan. Sumber referensi didapatkan dari sumber langsung dan tak langsung. Sumber langsung didapat dari hasil diskusi atau konsultasi dengan dosen, sedangkan sumber tak langsung didapat dari tulisan laporan penelitian-penelitian yang dilakukan sebelumnya, buku, internet serta referensi-referensi lain yang berkaitan dengan perancangan dan pembuatan alat.

3.2. Perancangan Sistem

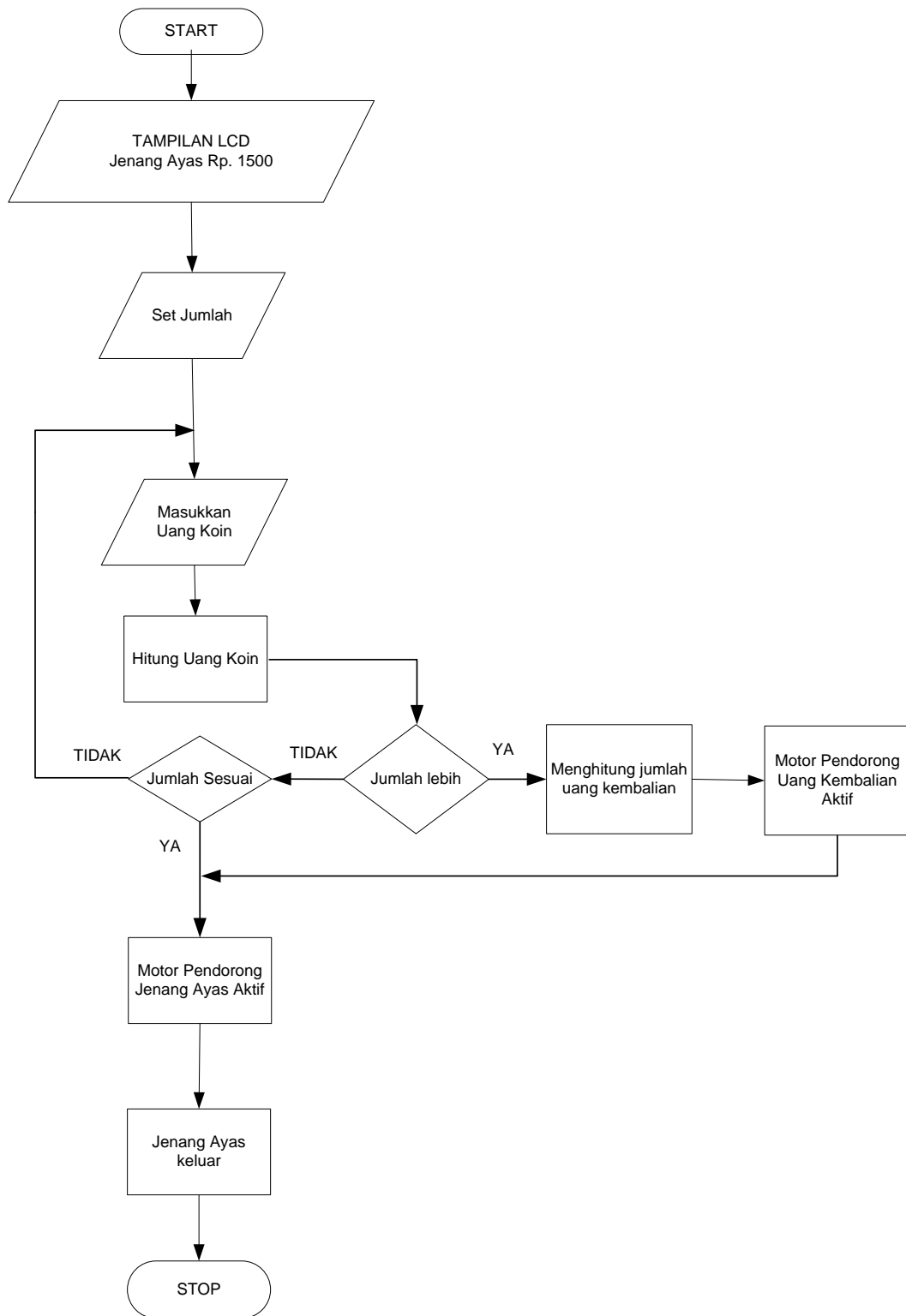
Perancangan sistem rancang bangun alat penjual jenang ayas berbasis mikrokontroler STM 32 F3 dibagi menjadi 2 bagian yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras terdiri dari modul *STM32F3 Discovery*, sensor koin, driver motor, LCD (*Liquid Crystal Display*), dan juga beberapa perangkat penunjang elektronika. Sedangkan

perangkat lunak menggunakan aplikasi Coocox CoIDE, yang berfungsi sebagai aplikasi programing dari STM32F3 Discovery.

Dalam proses rancang bangun alat penjual jenang ayas berbasis mikrokontroller STM 32 F3 didesain untuk melakukan transaksi pembelian jenang ayas secara otomatis dimana uang koin digunakan sebagai alat pembelian.

Cara kerja alat penjual jenang ayas ini dimulai dengan menentukan jumlah jenang ayas yang akan dibeli. Setelah jumlah jenang ayas ditentukan selanjutnya akan tampil di layar LCD jumlah nominal harga yang harus dibayarkan, apabila harga tidak sesuai maka dapat di cancel dengan menekan tombol cancel pada keypad namun apabila nominal harga sudah sesuai maka dapat dilanjutkan dengan menekan tombol OK. Setelah tombol OK di tekan maka akan muncul perintah untuk memasukkan uang koin sebagai uang pembayaran dan diakhiri dengan menekan tombol OK. Jika uang koin yang dimasukkan kurang dari harga yang telah ditentukan, maka akan muncul perintah untuk memasukkan uang koin kembali. Jika uang koin yang dimasukkan sesuai dengan harga yang telah ditentukan maka actuator jenang ayas akan bekerja untuk mengeluarkan jenang ayas sesuai permintaan. Jika uang koin yang dimasukkan melebihi harga yang ditentukan maka actuator uang kembalian dan actuator jenang ayas akan aktif mengeluarkan uang kembalian dan jenang ayas.

Keseluruhan proses tersebut dapat dilihat pada gambar flowchart 3.1. dibawah ini:



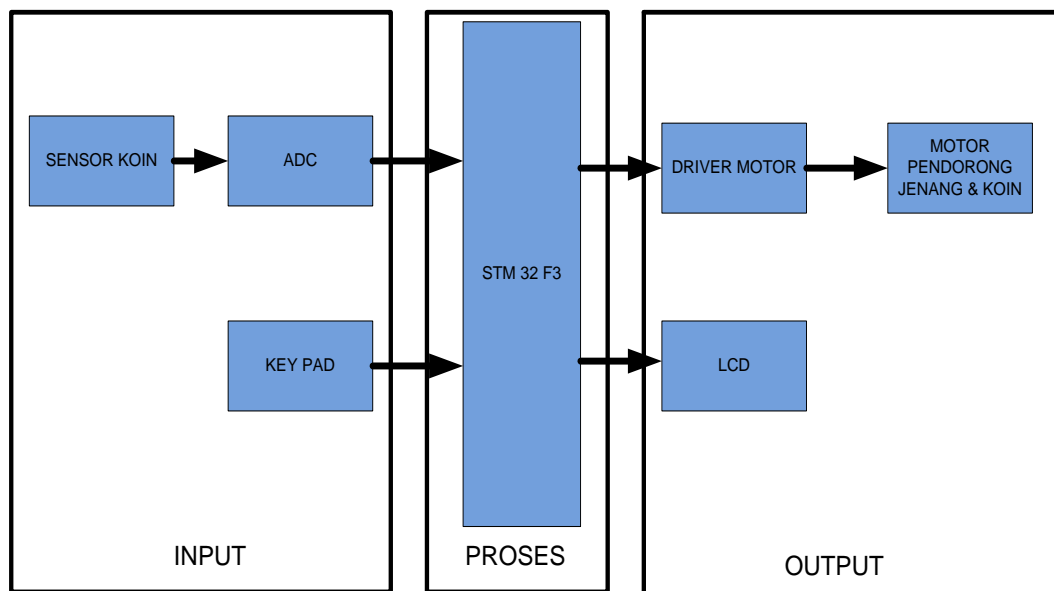
Gambar 3.1 Flowchart rancang bangun alat penjual jenang ayas berbasis mikrokontroler STM 32 F3

Perancangan Alat penjual jenang ayas berbasis mikrokontroller STM 32

F3 secara garis besar terdiri dari dua perangkat utama yaitu:

1. Perangkat keras (*hardware*), yaitu berupa rangkaian mikrokontroler STM32F3, driver motor dan sensor koin.
2. Perangkat lunak (*software*), yaitu alur program yang dibuat untuk menjalankan system sensor dan perhitungan.

Gambaran secara umum cara kerja rancang bangun alat penjual jenang ayas berbasis mikrokontroller STM 32 F3 ini adalah penjualan jenang secara otomatis menggunakan uang koin dan mengeluarkan jenang ayas sesuai dengan permintaan dan program yang telah dibuat. Gambar 3.2 menunjukkan diagram blok sistem secara umum atau keseluruhan dari otomatisasi kerja rancang bangun alat penjual jenang ayas berbasis mikrokontroller STM 32 F3.



Gambar 3.2. Diagram Block perancangan alat penjual jenang ayas

Berdasarkan diagram diatas, penjelasan masing – masing komponen ialah sebagai berikut:

Pada Bagian Input

➤ **Sensor koin**

Sensor koin digunakan untuk mendeteksi uang koin dengan cara mengambil data dari warna dan diameter uang koin yang melewati photodiode sebagai receiver sehingga bisa membedakan antara uang Rp. 500 putih, Rp. 500 kuning dan Rp. 1000 putih.

➤ **ADC**

ADC digunakan sebagai pengubah sinyal analog yang berasal dari photodiode untuk selanjutnya diubah menjadi sinyal digital agar bisa diproses oleh STM 32. ADC juga digunakan sebagai set point yang dihasilkan dari warna koin.

➤ **Keypad**

Keypad digunakan untuk menentukan jumlah jenang ayas yang akan dibeli dan memberikan instruksi kepada STM 32 F3 agar menjalankan perintah sesuai dengan pemesanan.

Pada Bagian Proses

➤ **STM 32 F3**

STM 32 F3 di gunakan sebagai media kontroller input (meliputi Sensor koin, keypad,) dan kontroller output (Driver motor central lock dan LCD). Pemilihan STM 32 F3 ini karena mempunyai cukup banyak port untuk mengontrol system secara keseluruhan. Selain itu STM 32 F3 juga

memiliki clock yang lebih tinggi dan resolusi range ADC yang lebih besar dibandingkan dengan mikrokontroller AVR

Pada Bagian Output

➤ Driver Motor

Driver motor digunakan sebagai control motor central lock yang memanfaatkan relay sebagai pengganti saklar agar kinerja motor central lock dapat bekerja sesuai instruksi.

➤ Display LCD

Display LCD menggunakan LCD 16 x 2 agar dapat menampilkan petunjuk atau instruksi untuk mengoperasikan alat penjual jenang ayas dan juga menampilkan jumlah harga jenang ayas yang harus dibayar.

➤ Motor

Motor yang digunakan adalah jenis motor central lock. Motor central lock berfungsi sebagai pendorong jenang ayas dan pendorong uang koin sebagai kembalian. Apabila motor pada posisi retrack maka jenang ayas tidak akan terdorong keluar, tetapi apabila motor posisi extrack maka motor central lock akan mendorong jenang ayas

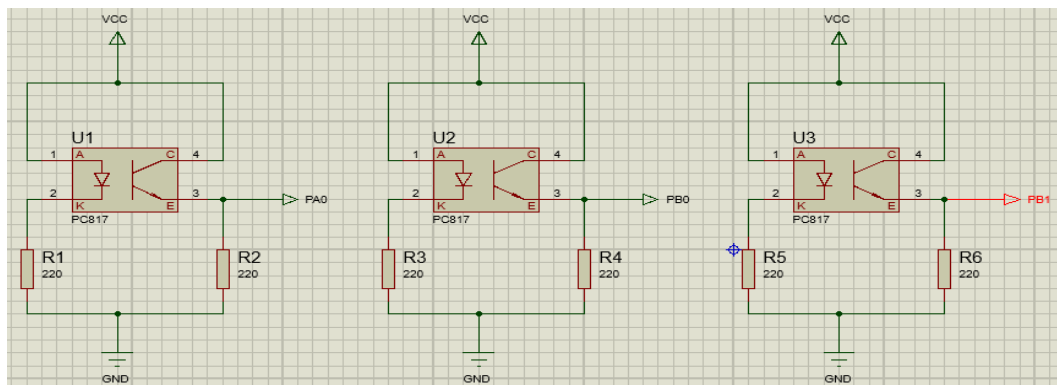
3.2.1 Perancangan Elektronik

Perancangan elektronik terdiri dari beberapa rangkaian, diantaranya sensor koin, display LCD dan driver motor. Pada perencanaan rangkaian – rangkaian tersebut menggunakan software Proteus untuk menggambar skematik dan simulasi. Sedangkan untuk perancangan program menggunakan software CoIDE.

3.2.1.1 Rangkaian Sensor Koin

Pada rangkaian sensor koin terdapat 5 sensor menggunakan LED dan photodiode yang dipasang di sepanjang lubang tempat masuknya uang koin. Sedangkan menurut fungsinya sensor ini dibagi menjadi 2, yaitu sensor warna (sensor 1) dan sensor diameter (sensor 2-5). Sensor diameter hanya mengukur diameter koin yang digunakan saja. Sedangkan sensor warna digunakan untuk membedakan warna kuning (Rp 500) dan putih (Rp 1000) pada koin.[1]

Pada rangkaian sensor koin menggunakan resistor sebesar 33 K Ω sebagai tahanan photodiode yang diletakkan dibawah photodiode dan led yang bertujuan memudahkan proses coding karena output yang dihasilkan ketika dimasukkan uang koin akan berupa logika high atau “1” namun ketika tidak ada uang koin bernilai logika rendah atau “0”. Selain itu nilai ADC yang dihasilkan juga cenderung kecil sehingga tegangan yang dihasilkan pun tidak terlalu besar. Namun jika resistor diletakkan diatas photodiode dan led juga tidak bermasalah karena hanya akan merubah nilai logika dan ADC saja. Untuk rangkaian sensor koin dengan STM 32 F3 dapat dilihat pada gambar 3.3.

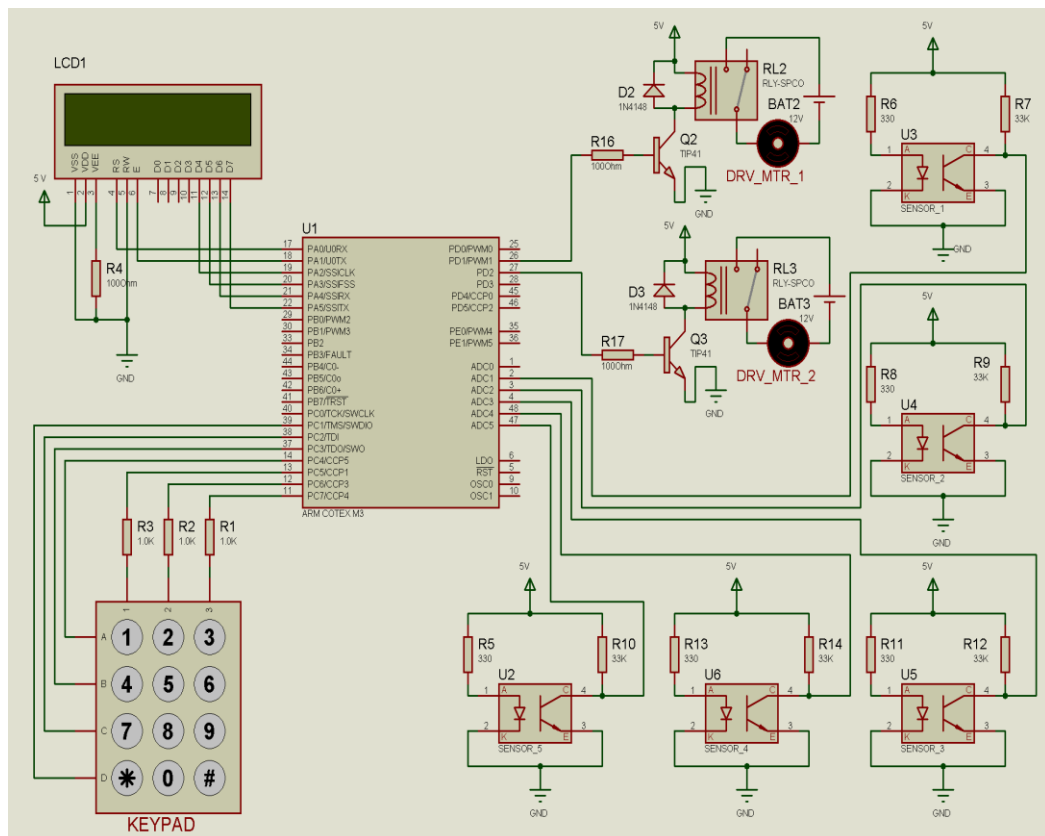


Gambar 3.3 Rangkaian Sensor Koin

Untuk menentukan nilai ADC sensor agar mampu membedakan warna uang koin ialah berdasarkan percobaan yang dilakukan dengan memasukkan uang koin sebanyak 10x lalu menghitung nilai rata – rata ADC.

3.2.1.2 Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler

Pada alat penjual jenag ayas otomatis dengan sistem uang koin sebagai alat transaksi dan menggunakan STM 32 F3 sebagai rangkaian controller utama yang bertugas untuk pengolahan data dan mengontrol semua komponen pendukung lainnya. Rangkaian controller STM 32 F3 dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar 3.4 Rancang bangun controller menggunakan STM 32 F3

Rangkaian ini terdiri dari beberapa komponen dengan data sebagai

berikut :

- nilai C1 = 100 nF untuk Reset
- nilai C7 = 20 pF untuk XTAL 2
- nilai C9 = 20 pF untuk XTAL 1

pada nilai C2 dan C3 menggunakan kapasitor 20 pF karena rekomendasi dari data sheet

Kristal = 8 MHz

- Resistor R1 = 100K untuk mereset

Resistor diatas untuk membatasi arus yang masuk pada pin reset. Sehingga dapat diketahui nilai arus yang akan masuk ke MCU

$$\begin{aligned} I(\text{mcu}) &= \frac{V_{cc}}{R} & (1) \\ &= \frac{5V}{100000\Omega} \\ &= 0,00005A \\ &= 0.05 \text{ mA} \end{aligned}$$

$$T = R \times C \quad (2)$$

$$T = 100000 \times 0,0000001$$

$$T = 0,01 \text{ s} = 10 \text{ ms}$$

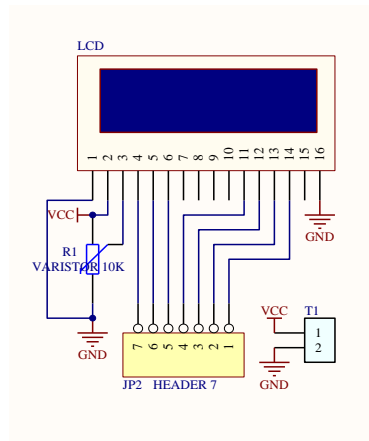
Dari perhitungan diatas diketahui dengan menggunakan nilai kapasitor 100 nF maka waktu yang dibutuhkan MCU untuk mengeksekusi pin reset sebesar 10 ms

Kristal yang digunakan mempunyai nilai sebesar 8,000000 Mhz (8Mhz) karena dengan nilai tersebut maka kesalahan pengiriman data secara serial bernilai 0% seperti yang tertera pada datasheet. 2 buah kapasitor 20 pF digunakan untuk menstabilkan frekuensi dan pelengkap rangkaian resonator (pembangkit clock) yang dirangkai dengan kristal menggunakan nilai yang telah dianjurkan sesuai datasheet.

Pada perancangan rangkaian controller STM 32 F3 untuk Port A digunakan sebagai jalur display LCD sebanyak 6 pin sedangkan port B digunakan sebagai ADC sebanyak 5 pin. Selanjutnya untuk port C digunakan sebagai jalur keypad sebanyak 8 pin dan port D dimanfaatkan untuk jalur rangkaian driver motor central lock sebanyak 2 pin.

3.2.1.3 Rangkaian Display

Display menggunakan LCD display module M1632 yang terdiri dari dua bagian. Pertama merupakan panel LCD sebagai media penampil informasi dalam bentuk karakter dua baris dan masing – masing baris menampung 16 karakter. Bagian kedua merupakan sebuah system yang dibentuk dengan mikrocontroller yang ditempel dibalik panel LCD, berfungsi mengatur tampilan LCD. Dengan demikian pemakaian LCD ini menjadi sederhana, system lainnya cukup mengirim kode – kode ASCII dari informasi yang ditampilkan. Karena kemudahan yang diberikan inilah maka dipilih komponen display ini. Rangkaian LCD dengan mikrocontroller dapat dilihat pada gambar 3.4 sebagai berikut :



Gambar 3.5 Rangkaian Display

Display karakter pada LCD diatur oleh pin EN (Enable), RS (Register Select) dan RW (Read/Write). Pada aplikasi ini, pin RW selalu diberi logika low “0” (GND) karena kita hanya melakukan operasi write saja. Rancangan LCD terletak pada port B yang berfungsi sebagai output dengan pengaturan pin D4= Porta.2, D5= Porta.3, D6= Porta.4, D7= Porta.5, E= Porta.1, Rs= Porta.0. Pada rangkaian terdapat komponen pendukung yaitu sebuah diode bernilai 1A untuk mengurangi tegangan pada backlight yang mendekati 4,1 V dan sebuah trimpot 10K yang berfungsi untuk mengatur kecerahan karakter pada LCD.

3.2.1.4 Rangkaian Driver Motor

Rangkaian driver motor digunakan untuk mengontrol kinerja motor central lock sebagai pendorong. Pada rangkaian ini terdapat 2 output karena motor yang akan digunakan sebanyak 2 buah. Pada rangkaian driver motor membutuhkan transistor, relay dan resistor. Relay yang digunakan yaitu relay 5V type HRS4H-S dan transistor type C9013 N-channel. Pemilihan transistor type C9013 karena transistor ini banyak terdapat di pasaran dan transistor ini memiliki karakteristik

yang sesuai dengan kebutuhan alat. Pada rangkaian driver terdapat diode 4148 yang dipasang pada motor dan relay yang berfungsi sebagai proteksi arus balik. Berdasarkan pengukuran transistor memerlukan arus I_b sebesar 0,3 mA yang diperoleh dari rumus :

$$I_b = \frac{I_c}{h_{fe}} \quad (3)$$

$$I_b = \frac{30 \text{ mA}}{100} = 0,3 \text{ mA}$$

Pada rumus diatas I_c mempunyai nilai 30 mA yang di diperoleh dari pengukuran. Saat kondisi saturasi, maka transistor seperti sebuah saklar yg tertutup (on) sehingga arus dapat mengalir dari kolektor menuju emitor.

Transistor yang digunakan pada driver motor sebanyak 2 unit karena transistor kedua berfungsi sebagai saklar yang dapat mengaktifkan relay sedangkan transistor pertama berfungsi untuk mengatasi apabila terjadi drop tegangan dan juga sebagai saklar untuk mengaktifkan transistor kedua.

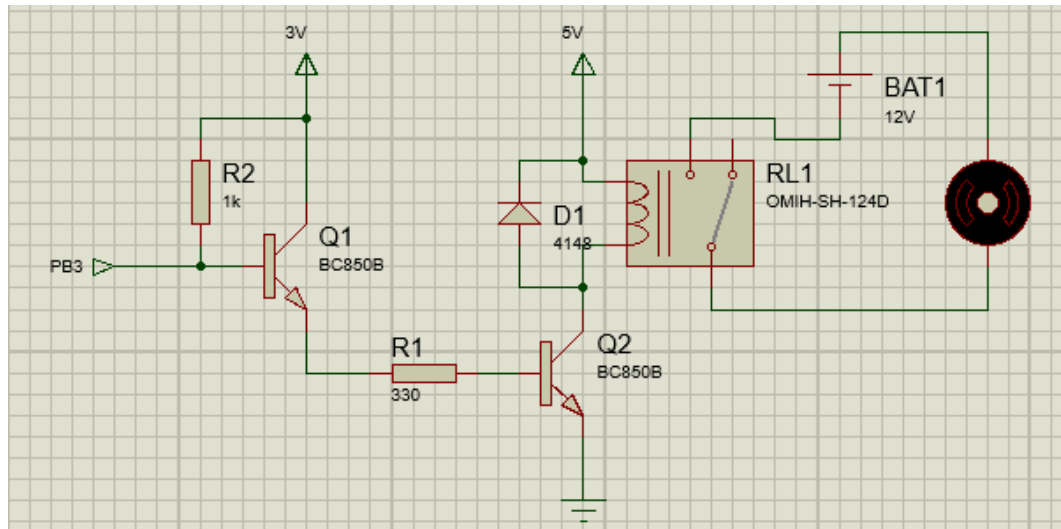
Setelah diketahui arus yang melewati basis maka dapat diketahui nilai R yang terpasang pada kaki basis yaitu sebagai berikut :

$$V_{BE} = 0,8 \text{ (data sheet)}$$

$$R_b = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_b} \quad (4)$$

$$R_b = \frac{3 - 0,8}{0,3 \text{ mA}} = \frac{2,2}{0,3 \text{ mA}} = 7,3 \text{ K}\Omega \text{ (minimal)}$$

Berdasarkan perhitungan diatas relay 5V type HRS4H-S dapat digunakan pada rangkaian driver untuk mengaktifkan motor pendorong jenang ayas.



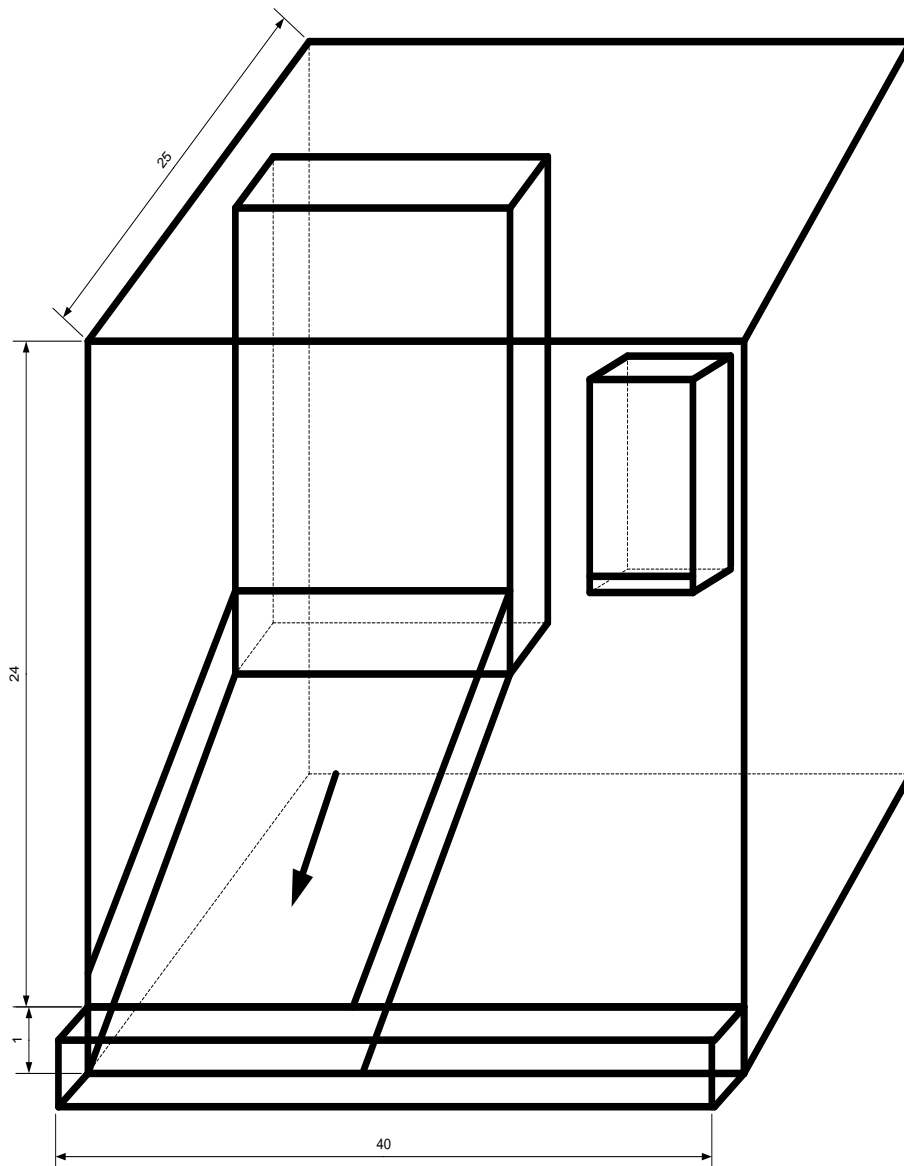
Gambar 3.6 Rangkaian Driver Motor

3.2.2 Perancangan mekanik

Perancangan alat penjual ayas ini di desain dengan seefektif dan seminimalis mungkin agar dapat diletakkan di tempat umum sesuai dengan fungsi dari vending mechine. Oleh karena itu dalam pembuatan alat penjual jenang ayas menggunakan bahan akrilik karena akrilik merupakan bahan yang cukup ringan dan cukup mudah dalam proses pengerjaan.selain itu akrilik juga bersifat bening sehingga mempermudah pembeli atau pemilik barang untuk melihat jumlah stock jenang ayas yang terdapat di dalam mesin.

Di dalam alat penjual jenang ayas terdapat 2 box yaitu box untuk uang kembalian dan box untuk jenang ayas. Dibagian bawah alat penjual jenang ayas diberikan tahanan agar jenang ayas yang didorong oleh potir tidak langsung

terjun bebas. Pada bagian depan alat penjual jenang ayas juga diberikan lubang agar dapat dipasang LCD 16 x 2 sebagai penampil instruksi cara menjalankan mesin.



Ket : - satuan ukuran centimeter
-mika akrilik putih bening 3mm & 5mm

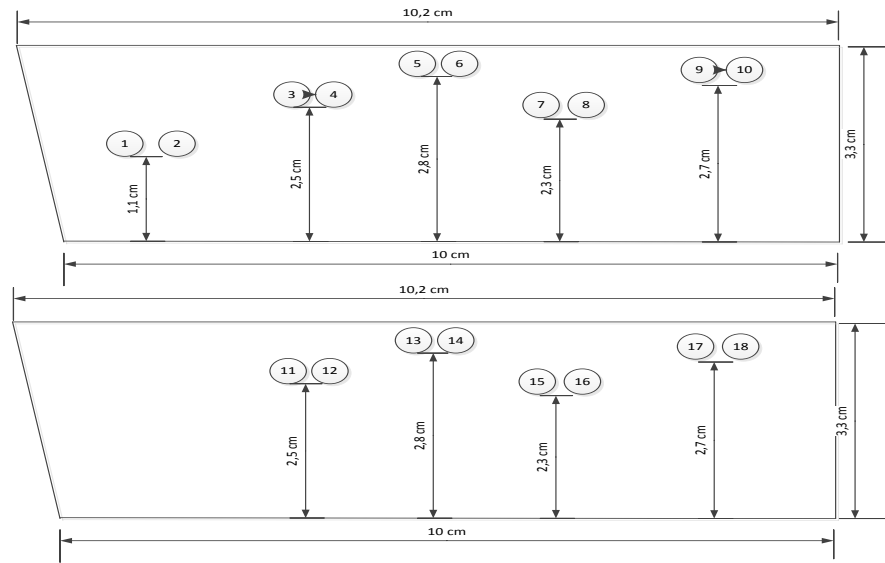
Gambar 3.7 perancangan alat penjual jenang ayas

3.2.2.1 Perancangan Mekanik Sensor Koin

Pada sensor koin terdapat sensor warna dan sensor diameter untuk mendeteksi koin. Untuk sensor warna diawal atau paling ujung yang difungsikan untuk mendeteksi warna terlebih dahulu sebelum mendeteksi diameter koin. Untuk LED pada sensor warna menggunakan LED warna hijau, karena warna hijau paling akurat daripada warna yang lain. Sensor warna diletakkan pada bagian yang paling depan. Ini ditujukan supaya pada saat mendeteksi warna koin lebih akurat.

Untuk sensor diameter diletakkan pada bagian yang menurun, ini bertujuan agar pada saat koin menggelinding dapat terdeteksi oleh sensor diameter koin. Untuk jarak antara sensor koin satu dengan sensor koin yang lain bebas, asalkan tidak terlalu jauh dan tidak terlalu dekat. Untuk penempatan sensor diameter disesuaikan dengan diameter masing – masing koin. Transmitter pada sensor diameter menggunakan LED warna merah (11 – 18) karena harganya yang terjangkau.

Untuk lubang memasukkan koin dibuat sebesar diameter koin yang paling besar yaitu Rp. 500 (putih), agar koin yang berdiameter lebih besar dari uang Rp. 500 (putih) tidak bisa masuk. Untuk semua receiver pada sensor koin menggunakan photodiode (2 – 10) karena data yang dihasilkan lebih akurat dan banyak ditemui di pasaran serta harganya lebih terjangkau. Bentuk sensor koin dirancang seperti gambar 3.8. Ini bertujuan agar tidak bisa dimasuki penggaris atau sejenis alat yang lain.



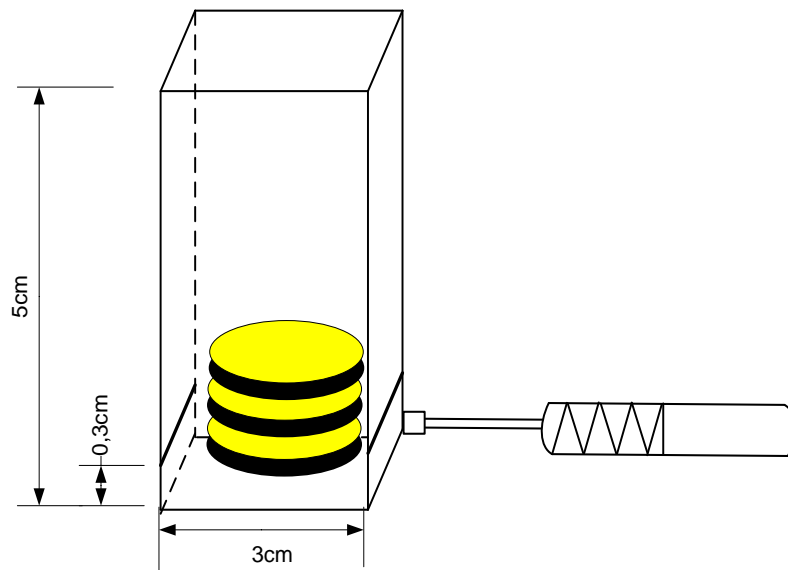
Keterangan

- 1 = Led hijau sebagai transmitter
- 2 = Photodiode sebagai receiver untuk mendeteksi warna
- 3 & 4 = Photodiode sebagai sensor uang 500 kuning dan 1000 sulver
- 5 & 6 = Photodiode sebagai sensor uang 500 silver
- 7 & 8 = Photodiode sebagai sensor uang 500 kuning dan 1000 silver
- 9 & 10 = Photodiode sebagai sensor uang 500 silver
- 11-18 = LED sebagai pemancar sensor

Gambar 3.8 Perancangan Sensor Koin

3.2.2.2 Perancangan Mekanik Box Uang kembalian

Pada box uang kembalian terbuat dari akrilik bening setebal 2 mm karena tidak memiliki beban yang terlalu berat. Pada box uang koin berbentuk kubus dengan ukuran yang hampir sama dengan uang Rp.500 (putih) agar uang dapat tersusun secara rapi dan dapat didorong oleh motor dari belakang. Di bagian dasar diberi lubang setinggi 2mm sesuai tebal uang Rp.500. Uang kembalian menggunakan uang koin Rp.500 putih karena kembalian yang akan diberikan adalah kelipan 500 dan juga uang Rp.500 memiliki dimensi ketebalan yang cukup untuk di dorong dari belakang. Gambar box uang koin dapat dilihat seperti gambar berikut :

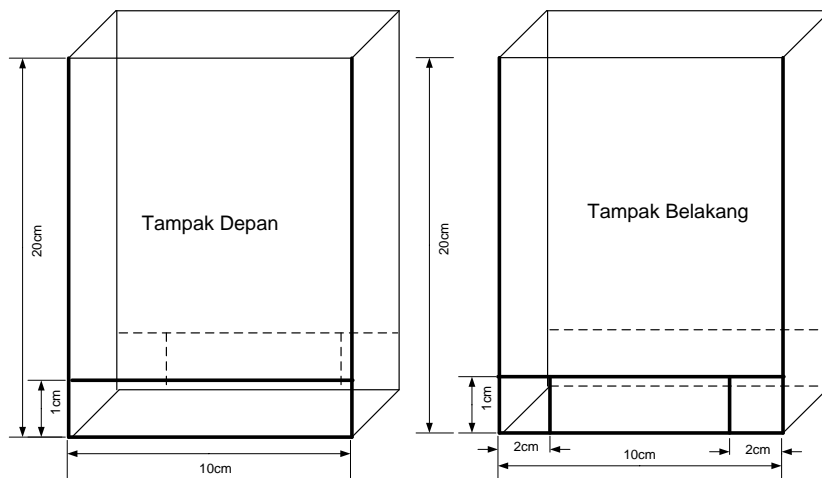


Gambar 3.9 Perancangan box uang kembalian

3.2.2.3 Perancangan Mekanik Box Uang kembalian

Pada box jenang ayas juga dibuat sesuai dengan ukuran kemasan jenang ayas yang dijual di pasaran karena beberapa jenang ayas memiliki ketebalan yang berbeda. Di bagian dasar box jenang ayas diberi lubang pada bagian depan dan belakang setebal jenang ayas agar ketika jenang ayas didorong dari belakang dapat keluar (Gambar 3.10 sebelah kiri). Namun pada sisi bagian belakang (Gambar 3.10 sebelah kanan), lubang yang diberikan tidak selebar sisi bagian depan karena berfungsi sebagai penghalang agar tidak jatuh ke sisi belakang.

Material yang digunakan untuk box jenang ayas berupa akrilik bening setebal 2mm agar memudahkan pengecekan stock jenang ayas apabila sudah menipis. Pada ujung actuator diberi akrilik selebar lubang pada pada sisi belakang box jenang ayas yang bertujuan mampu mendorong jenang ayas secara merata.



Gambar 3.10 Perancangan box jenang ayas

3.3 Pengujian Alat

Setelah penyelesaian alat, tahap selanjutnya adalah percobaan alat penjual jenang ayas berbasis mikrokontroler STM 32 F3 dapat beroperasi sesuai dengan harapan. Tahap pengujian meliputi 2 aspek, yaitu: perangkat lunak dan perangkat keras. Pengujian perangkat keras terdiri dari mikrokontrol STM32F3 Discovery, LCD, keypad, motor dan Sensor koin sebagai perangkat utama. Pengujian perangkat keras ini bertujuan untuk mengetahui apakah perangkat keras tersebut dapat bekerja dengan baik sebelum dikolaborasikan dengan perangkat lunak. Pengujian perangkat lunak sendiri berupa penulisan program (*coding*) pada Coocox CoIDE yang sudah ditulis ke dalam mikrokontrol STM32F3 Discovery, apakah penulisan program sudah sesuai dengan ketentuan/standar dari rancang bangun alat penjual jenang ayas secara otomatis.

Alat penjual jenang ayas berbasis microcontroller STM32F3 Discovery dikatakan berhasil apabila aspek perangkat keras dan perangkat lunak dapat

bekerja dengan baik yaitu sensor koin dapat mendeteksi uang koin yang dimasukkan ke dalam vending machine, jenang ayas yang dikeluarkan sesuai dengan permintaan pembeli dan uang kembalian yang diberikan sesuai dengan perhitungan program yang telah dicoding ke dalam microcontroller STM32F3 Discovery.

3.4 Pengambilan Data dan Analisa Data

Pengambilan data dilakukan dengan cara melakukan beberapa kali transaksi pembelian pada rancang bangun alat penjual jenang ayas berbasis mikrokontroler STM 32 F3 Discovery.

Data yang diambil dalam pengambilan data meliputi:

- Kesesuaian pembacaan sensor koin.
- Kesesuaian jumlah jenang ayas yang dikeluarkan oleh motor.
- Kesesuaian jumlah uang kembalian.

Untuk menentukan nilai ADC, range tegangan dan logic dari sensor koin agar mampu membedakan uang koin Rp.1000 putih, Rp.500 putih dan Rp.500 kuning ialah berdasarkan percobaan yang dilakukan dengan memasukkan uang koin Rp.1000 putih, Rp.500 putih dan Rp.500 kuning masing – masing sebanyak 10 kali dengan berbagai macam kualitas uang koin agar mendapatkan nilai ADC terendah dan tertinggi dari masing – masing uang koin.