

BAB III

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan model *Design and Development* (D&D) atau riset desain dan pengembangan. Richey dan Klein (2007. hlm 1) memaparkan bahwa model ini merupakan “*the systematic study of design, development and evaluation processes with the aim of establishing an empirical basis for the creation of instructional and non-instructional products and tools and new or enhanced models that govern their development.*” Berdasarkan pendapat dari Richey dan Klein (2007) didapat kesimpulan bahwa model D&D merupakan sebuah studi yang terstruktur mengenai proses desain, pengembangan, dan evaluasi dengan tujuan untuk membangun dasar empiris dalam pembuatan produk dan alat, baik yang bersifat instruksional maupun non-instruksional, serta menciptakan atau menyempurnakan model-model baru. Peffers, dkk (dalam Ellis & Levy, 2010, hlm. 111) menyatakan bahwa model D&D terdiri dari enam tahapan, yang merupakan pengembangan lebih lanjut dari model sebelumnya yang telah dieksplorasi oleh Nunamaker dkk. dan Hevner dkk. Tahapan-tahapan dalam model D&D menurut Peffers dkk. adalah sebagai berikut “*1) Identify the problem; 2) Describe the objectives; 3) Design and develop the artifact; 4) Test the artifact; 5) Evaluate testing results; and 6) Communicate the testing results.*” Tujuan dari penelitian ini yaitu membuat suatu alat yang dapat mengeluarkan produk sesuai yang tertera pada halaman *IoT platform*. Penelitian ini dilakukan pada perancangan sistem, baik pada perancangan perangkat keras (*hardware*) maupun perancangan perangkat lunak (*software*) dari alat ini.

3.1 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian diperlihatkan pada Gambar 3.1. Langkah awal yang dilakukan adalah melakukan identifikasi masalah terhadap alat *vending machine* yang sudah ada terlebih dahulu, langkah kedua mendeskripsikan tujuan dari penelitian ini, langkah ketiga melakukan desain dan pengembangan dari alat dan sistem *vending machine* dengan bantuan *software IDE* Arduino, Alpine JS dan API Midtrans, apabila dalam perancangan alat sudah berfungsi dengan baik, selanjutnya penulis mulai melakukan pengujian, langkah kelima adalah evaluasi

dari alat yang telah dirancang, langkah terakhir mengkomunikasikan hasil ujicoba. Berikut merupakan prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian

3.1.1 Identifikasi Masalah

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi, serta meningkatnya aksesibilitas internet, telah mengubah cara transaksi jual beli di Indonesia, meningkatkan minat terhadap *vending machine* untuk efisiensi dan kemudahan transaksi. Namun, *vending machine* konvensional yang banyak digunakan masih memiliki keterbatasan, seperti kurangnya inovasi dan dominasi sistem pembayaran tunai yang sudah tidak sesuai dengan preferensi mayoritas konsumen yang lebih memilih opsi pembayaran tanpa uang tunai. Peneliti juga kemudian melakukan studi literatur dan lapangan mengenai penelitian yang berhubungan

dengan prototipe *vending machine*, *payment gateway* dan pengembangan dari produk yang dibuat pada penelitian ini.

3.1.2 Mendeskripsikan Tujuan

Untuk meringankan atau mengangkat permasalahan dari penelitian ini peneliti mengembangkan prototipe *vending machine* makanan ringan berbasis IoT dengan metode pembayaran digital yang dapat memfasilitasi transaksi elektronik dan memberikan solusi yang lebih sesuai dengan kebutuhan pasar saat ini.

3.1.3 Desain dan Pengembangan Alat

Desain dan pengembangan prototipe *vending machine* makanan ringan berbasis IoT dengan metode pembayaran digital ini mencakup beberapa komponen utama. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32 dengan modul *WiFi* untuk konektivitas internet. Sensor *infrared* dengan tipe E18-D80NK digunakan untuk mendeteksi pengeluaran produk, sementara motor JGB37-520 12V_{DC} 12RPM berfungsi sebagai penggerak untuk mengeluarkan makanan ringan. Ditambah juga dengan motor driver L298N sebagai jembatan atau penggerak dari motor DC. Sistem ini juga terintegrasi dengan *payment gateway* untuk pembayaran digital menggunakan layar LCD dan keypad sebagai *interface* untuk interaksi pengguna. *Web server* yaitu *backend server IoT platform* digunakan untuk monitoring, manajemen stok, dan pemesanan produk.

Dalam desain sistem, struktur fisik *vending machine* dirancang dengan dua slot makanan ringan, masing-masing dilengkapi dengan motor untuk pengeluaran produk. Mikrokontroler ESP32, bersama dengan modul motor driver L298N yang dapat mengendalikan motor, sensor, keypad, dan LCD. *Interface* pengguna berupa *IoT platform* akan menampilkan menu pilihan produk dan metode pembayaran, di mana pembayaran dapat dilakukan melalui *payment gateway*.

Pengembangan perangkat lunak untuk mikrokontroler mencakup program yang mengendalikan motor berdasarkan *input* dari keypad dan sensor. Integrasi dengan modul IoT memungkinkan pengiriman data stok dan aktivitas dari penggunaan *devices* sensor ke server yang akan ditampilkan pada *IoT platform* yang dibuat. *Backend server* bertugas menerima data dari *vending machine*, dengan *database* untuk menyimpan data stok, transaksi, pemilik dan data aktivitas dari penggunaan sensor. *Frontend* menyediakan tampilan untuk monitor stok,

dashboard dan juga data *devices* dari sensor yang digunakan. Integrasi *payment gateway* memastikan transaksi pembayaran elektronik dapat berjalan lancar dan validasi pembayaran digital dapat dilakukan dengan efektif.

3.1.4 Ujicoba Alat

Peni Kurniawati (dalam Wicaksono, 2021, hlm. 48) menyebutkan bahwa “*black box testing* atau sering disebut dengan pengujian fungsional adalah metode pengujian perangkat lunak tanpa mengetahui struktur internal kode atau program”. Dapat disimpulkan bahwa *black box testing* hanya menguji tampilan depan dari *IoT platform*.

Penelitian ini akan menggunakan metode *black box testing* untuk menguji aplikasi *IoT platform* yang telah dibuat. Dengan metode ini, penelitian akan memeriksa apakah semua fitur dan fungsi aplikasi *IoT platform* bekerja sesuai dengan yang diharapkan dan memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan. Pendekatan ini memastikan bahwa aplikasi *IoT platform* memberikan kinerja yang diinginkan dan dapat diandalkan oleh pengguna.

Pengujian perangkat keras dilakukan dengan eksperimen yang mencakup beberapa aspek kritis. Pertama, sensor diuji untuk memastikan akurasi dalam mendeteksi produk. Selanjutnya, durasi operasi motor diuji untuk memastikan produk dapat dijatuhkan dengan tepat dan konsisten. Untuk sistem IoT, pengujian melibatkan pengukuran waktu kecepatan pengiriman data dari *web server* ke *payment gateway*. Selain itu, durasi pengiriman data dari *vending machine* ke *database* juga diuji untuk memastikan efisiensi sistem. Pengujian keseluruhan melibatkan pengukuran durasi layanan dari awal proses pemesanan produk hingga produk benar-benar keluar, guna memastikan pengalaman pembeli yang lancar dan cepat.

3.1.5 Evaluasi Hasil Ujicoba

Evaluasi dilaksanakan berdasarkan data yang didapat dari pengujian untuk kemudian dilakukan analisis sehingga dapat didapat kesimpulan mengenai produk yang dikembangkan, apakah telah sesuai dengan tujuan penelitian atau tidak.

3.1.6 Mengkomunikasikan Hasil Ujicoba

Hasil dari analisis data kemudian disimpulkan untuk selanjutnya dilaporkan sebagai laporan tertulis skripsi dan dikomunikasikan dalam sidang skripsi

dihadapan dosen pembimbing. Proses komunikasi hasil analisis data ini memuat berbagai informasi mengenai proses dari desain dan pengembangan alat, keterkaitan antara penelitian yang dilakukan dengan penelitian-penelitian sebelumnya, peluang seperti apa yang dapat ditindak lanjuti dari penelitian yang dilaksanakan, serta bagaimana kesesuaian antara hasil analisis data dengan tujuan dari penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya. Setelah itu peneliti melakukan penarikan kesimpulan dari prinsip kerja sistem yang ditulis.

3.2 Spesifikasi Perancangan Alat

Spesifikasi perancangan alat merupakan suatu acuan dalam pembuatan program dan perakitan dari komponen-komponen yang dibutuhkan. Hal tersebut menjadi acuan sistem yang akan dibuat, sehingga alat yang telah dirakit dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan. Spesifikasi yang diinginkan adalah sebuah mikrokontroler yang dapat terhubung dengan internet, pin yang digunakan untuk *input* berjumlah 4 sedangkan untuk *output* berjumlah 2, kemudian sebuah aktuator yang dapat menggerakkan sebuah kawat pendorong dengan putaran satu arah, kemudian dilengkapi sebuah sensor yang dapat mendeteksi benda dengan cepat, terakhir adalah sebuah *interface* untuk pengguna, oleh karena itu komponen yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

1. Mikrokontroler sebagai penghubung semua komponen;
2. Sensor untuk deteksi benda;
3. Aktuator sebagai penggerak kawat pendorong;
4. *User Interface*, yakni LCD dan Keypad;
5. Jalur Produk sebagai wadah produk;

Adapun bahan yang digunakan dalam pembuatan jalur produk dan wadah dari prototipe *vending machine* adalah sebagai berikut:

1. Pipa Tembaga 3/16 dengan panjang 2 m
2. Besi U dengan panjang 30 cm
3. Kawat dengan panjang 4 m
4. Pipa PVC 1 ½ Inch sepanjang 30 cm
5. Dov PVC 1 ½ Inch
6. *Shaft Coupler*

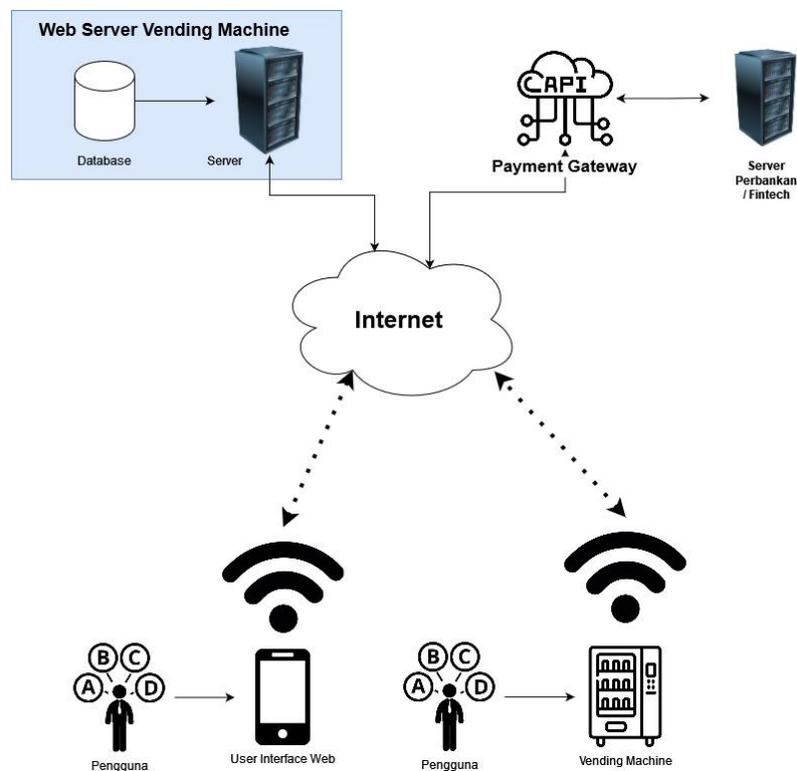
3.3 Rancangan Sistem

Rancangan sistem ini bertujuan untuk memberikan gambaran bagaimana sistem atau proses yang akan dirancang, diimplementasikan, dan evaluasi dari penelitian ini. Peneliti merancang sistem *vending machine* yang terhubung dengan *payment gateway*. Sistem tersebut terbagi menjadi 2 sistem yaitu pada *vending machine* dan *web application*.

- 1) Sistem *vending machine*, yaitu *vending machine* dapat melakukan pengeluaran produk, menerima *input* data dari tombol dan menampilkan *output* data pada LCD.
- 2) Sistem *web application*, yaitu pada bagian perangkat lunak pembeli dapat melakukan pemesanan dan pembayaran pada produk yang dipilih serta bagi pemilik dapat melakukan pemantauan pada *vending machine*.

3.3.1 Diagram Arsitektur

Diagram arsitektur merupakan rancangan gambar dari variabel yang digunakan proses penggunaan *vending machine*. Rancangan gambar dapat dilihat pada Gambar 3.2.

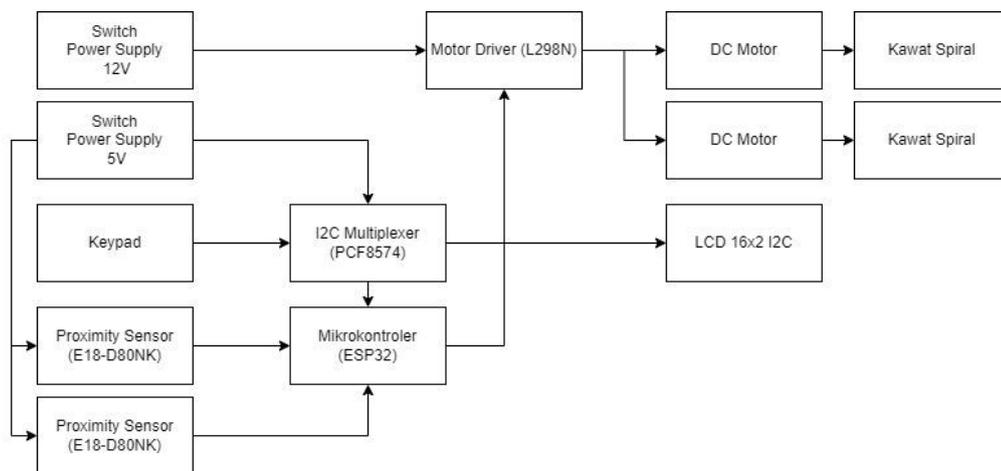


Gambar 3.2 Diagram Arsitektur Sistem

Perangkat yang dimiliki pengguna harus mampu terkoneksi dengan jaringan yang sama serta akses internet agar dapat mengakses *IoT platform* yang akan dibuat. Perangkat *vending machine* juga terhubung dengan jaringan yang sama sehingga kedua perangkat dapat berkomunikasi dengan server lokal yaitu *database* dan *API payment gateway* yaitu Midtrans.

3.3.2 Diagram Blok

Diagram blok merupakan gambaran dari relasi antar komponen yang ada pada suatu sistem *vending machine*. Mikrokontroler ESP32 memberikan sinyal pada motor driver L298N yang akan membuka gerbang arus listrik dari *switch power supply* 12V pada motor DC sehingga dapat menggerakkan kawat spiral. Keypad dan LCD terhubung dengan *I2C Multiplexer* yaitu PCF8574 yang merupakan serial komunikasi I2C yang diparalelkan terhubung dengan ESP32. Sensor *infrared* E18-D80NK terhubung juga dengan ESP32. Komponen-komponen seperti PCF8574, sensor E18-D80NK, LCD, L298N, ESP32 dihubungkan dengan *power supply* 5V seperti yang terlihat pada Gambar 3.3.

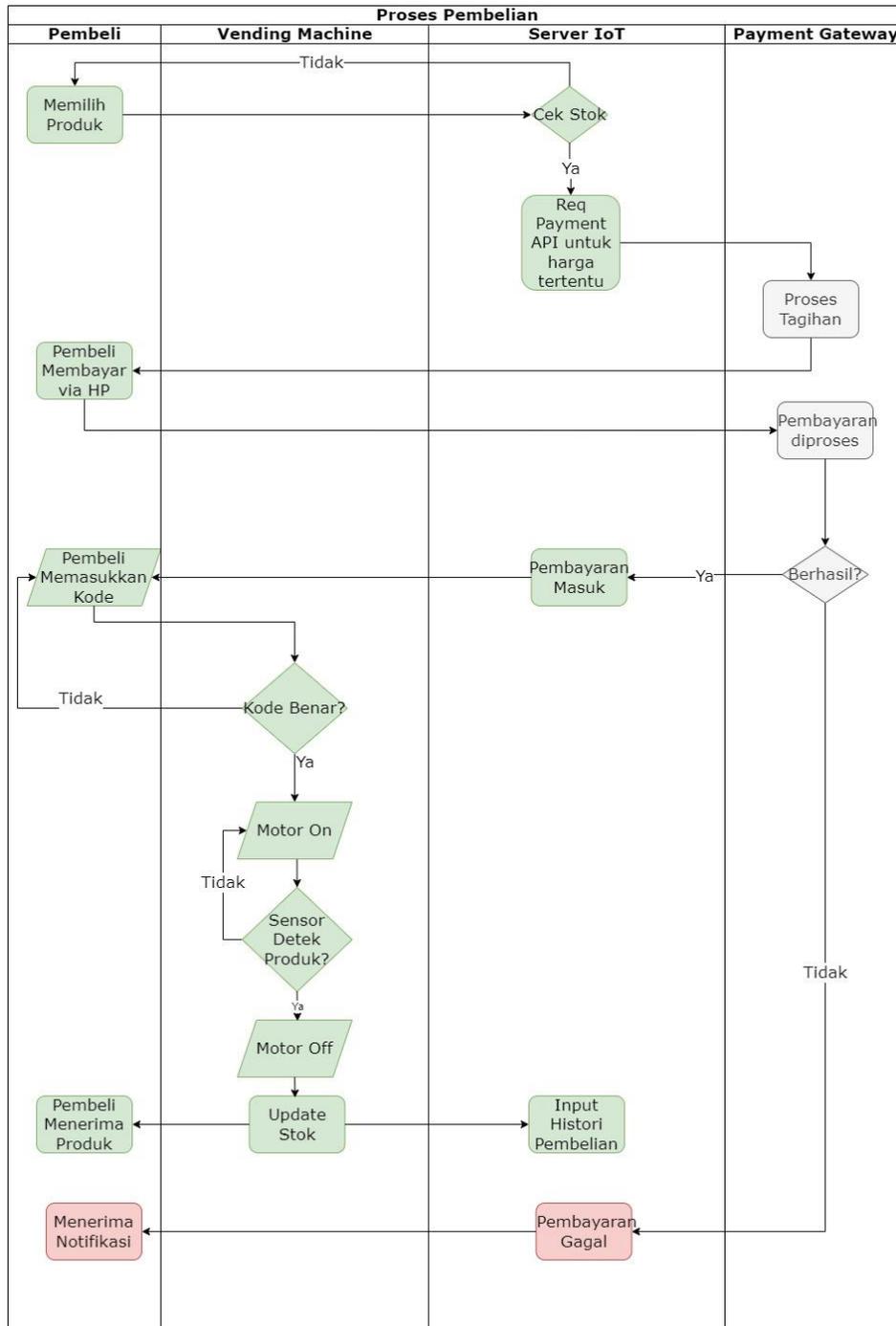


Gambar 3.3 Diagram Blok *Vending Machine*

3.3.3 Diagram Alir Sistem yang Dibangun

Diagram alir merupakan rancangan gambar dari langkah yang dilalui selama proses penggunaan *vending machine* berlangsung. Gambaran secara detail dari proses pemesanan produk oleh pembeli hingga produk keluar dan dapat diterima oleh pembeli dapat terlihat secara garis besar. Terdapat empat entitas penting yang menjadi acuan untuk proses pengiriman data yang ada, entitas tersebut terdiri dari pembeli atau *IoT platform* yang disediakan untuk pembeli, kedua adalah *vending machine* yaitu mesin yang digunakan untuk mengeluarkan produk yang

dihadirkan pada mesin itu, selain itu *vending machine* terhubung dengan internet, ketiga adalah *backend server* yang melakukan komunikasi menggunakan API dengan *payment gateway* yang digunakan yaitu Midtrans, terakhir terdapat *payment gateway* Midtrans yang berfungsi sebagai validasi transaksi digital yang terhubung dengan server lainnya. Hubungan dari keempat bagian sistem ditunjukkan dalam gambar. Rancangan gambar dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Diagram Alir Sistem *Vending Machine* yang Dibangun

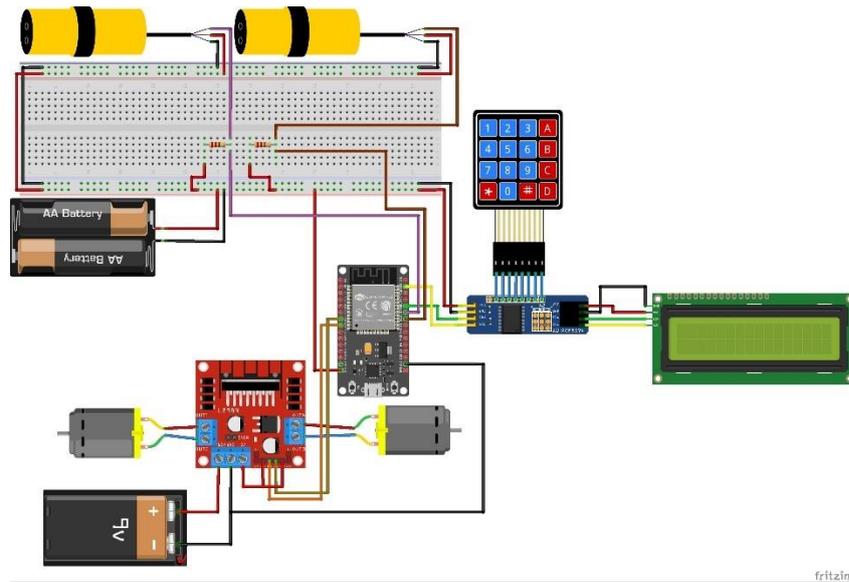
Pembeli melakukan pemesanan melalui situs *IoT platform* yang terhubung dengan server, kemudian membayar melalui simulator yang disediakan oleh platform Midtrans dengan memasukkan *virtual account* atau link QRIS. Setelah pembayaran berhasil, data akan dikirim ke server lokal, yaitu *database*. Selanjutnya, pembeli memasukkan 10 digit order id pada keypad *vending machine*. Jika benar, motor akan bergerak mengeluarkan produk dan berhenti ketika produk sudah keluar. Pemilik *vending machine* dapat memantau stok dari situs *IoT platform*.

3.4 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan akan dihubungkan yaitu ESP32, keypad, LCD 16x2, *I2C Multiplexer* PCF8574, sensor *infrared* dengan tipe E18-D80NK dan motor DC dengan tipe JGB37-520 yang digerakkan oleh motor driver L298N. Perangkat lunak yang digunakan untuk mendesain *wiring* adalah Fritzing, sedangkan untuk skematik dan PCB, perangkat lunak yang digunakan adalah Altium. Platform yang digunakan untuk menggambar desain 3D dari jalur produk prototipe *vending machine* beserta wadah keseluruhan adalah TinkerCAD.

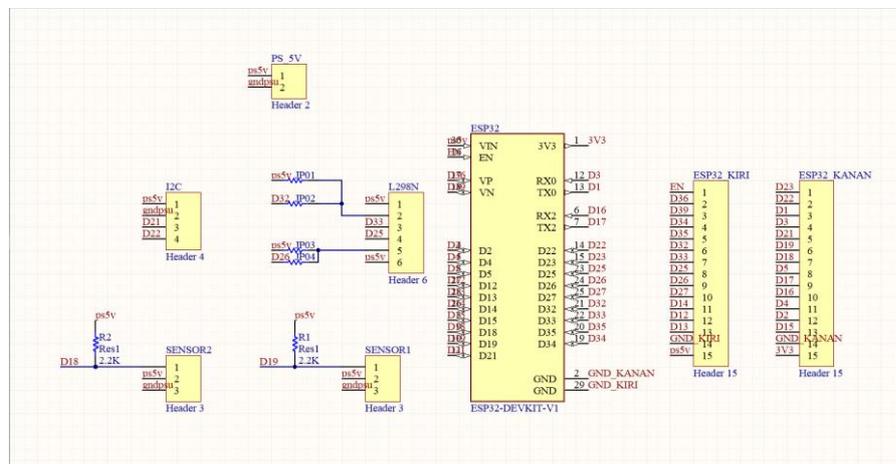
3.4.1 *Wiring*, Skematik dan PCB

Komponen utama, yaitu ESP32, diberi tegangan dari *power supply* eksternal sebesar $5V_{DC}$ melalui pin VIN agar ESP32 dapat menyala saat power dihubungkan. Dua komponen sensor dihubungkan dengan $+5V_{DC}$ dan GND dari *power supply*. Setiap *output* sinyal dari sensor menggunakan *pull-up* resistor sebesar $2.2K\Omega$ yang dihubungkan dengan pin D19 dan D18 pada ESP32. Modul *driver motor* L298N menerima tegangan sebesar $5V_{DC}$ pada pin ENA dan pin ENB dari modul, sementara pin IN2 dan IN3 terhubung dengan pin D25 dan D33 pada ESP32. Gambar dari *wiring* dapat dilihat pada Gambar 3.5.

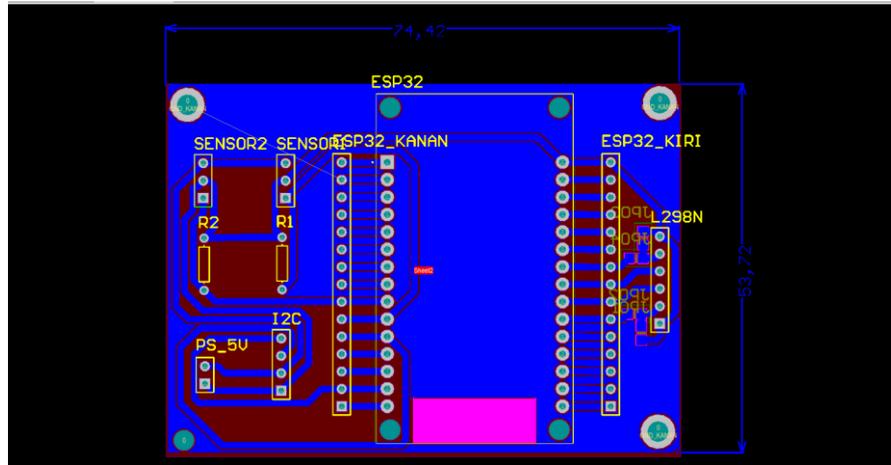


Gambar 3.5 Wiring Diagram Vending Machine

Pin IN1 dan IN4 dapat terhubung dengan $5V_{DC}$ ataupun dengan D32 dan D26 bilamana arah motor akan digunakan bolak-balik. Terakhir, modul I2C dihubungkan dengan $5V_{DC}$ dari *power supply*, dan pin SDA serta SCL dihubungkan dengan pin D21 dan D22 pada ESP32 seperti Gambar 3.6 dan Gambar 3.7.



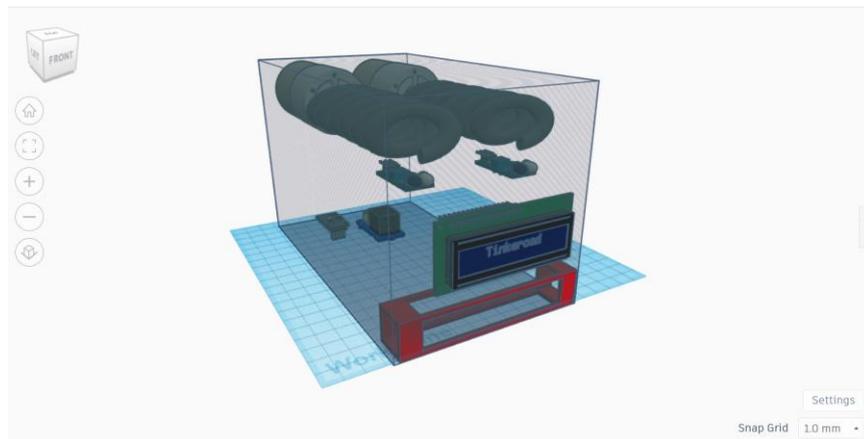
Gambar 3.6 Desain Skematik Rangkaian Vending Machine



Gambar 3.7 Desain Rangkaian PCB *Vending Machine*

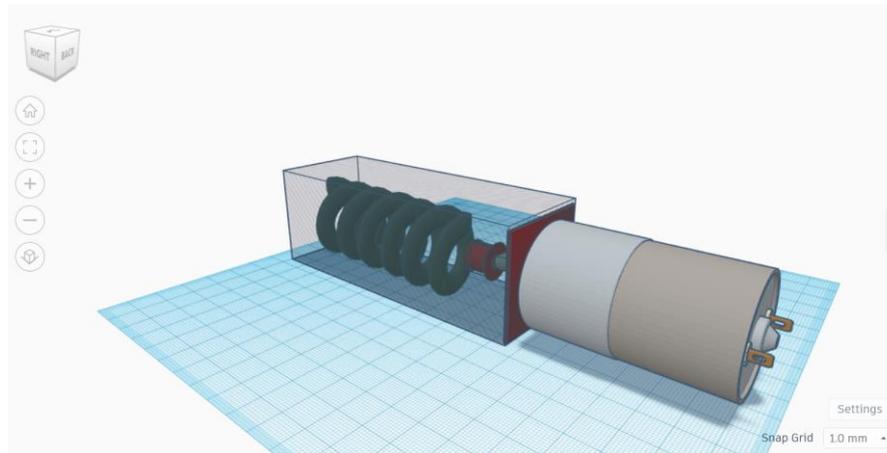
3.4.2 Desain 3D

Perancangan mekanik dari jalur produk, spiral dan *box* dari *vending machine* dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Desain 3D Prototipe *Vending Machine* dengan Dua Buah Jalur Produk

Tempat produk pada *vending machine* terdapat 2 buah, pada setiap jalur produk di bawahnya terdapat sensor *infrared* yang mengarah ke depan, pada bagian depan *vending machine* terdapat LCD dan lubang pada bagian bawahnya untuk tempat mengambil produk, pada bagian belakang *vending machine* terdapat komponen-komponen dan kabel dari *vending machine*. Ukuran *box* memiliki panjang 55 cm, lebar 38 cm dan tinggi 34 cm.



Gambar 3.9 Ilustrasi Desain 3D Jalur Produk *Vending Machine* dengan Aktuator Motor DC

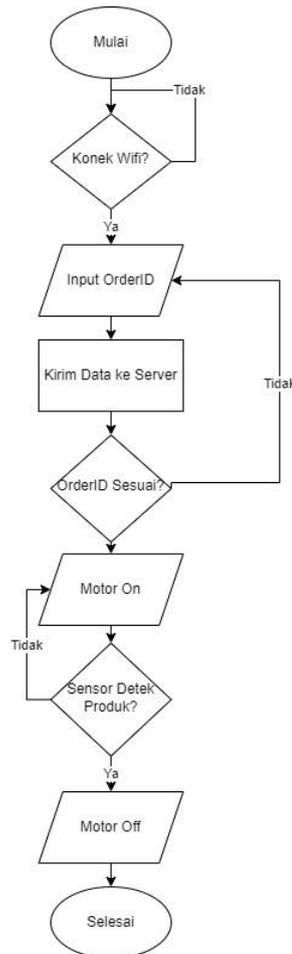
Jalur produk memiliki panjang 30 cm, lebar 5 cm dan tinggi 7 cm dibuat dari bahan pipa paralon. Di dalamnya terdapat spiral dengan diameter 4 cm, spiral dibuat dari bahan kawat. Pada ujung spiral bagian dalam dihubungkan dengan motor DC menggunakan *couple shaft* sehingga spiral dapat berputar seperti Gambar 3.9.

3.5 Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Dalam pengembangan sistem ini, perancangan perangkat lunak menjadi salah satu tahap penting yang melibatkan dua bagian utama: pemrograman pada mikrokontroler dan pemrograman pada *backend server* dan *user interface* pada *IoT platform*. Kedua bagian ini saling berinteraksi untuk memastikan sistem berjalan dengan lancar dan sesuai dengan fungsinya.

3.5.1 Pemrograman pada Mikrokontroler

Bahasa pemrograman untuk memprogram mikrokontroler menggunakan bahasa C++. Untuk membuat program dan mengunggah program ke dalam mikrokontroler ESP32 dibutuhkan sebuah *software* yaitu Arduino IDE (*Integrated Development Environment*). Diagram alir pemrograman mikrokontroler ditunjukkan pada Gambar 3.10.



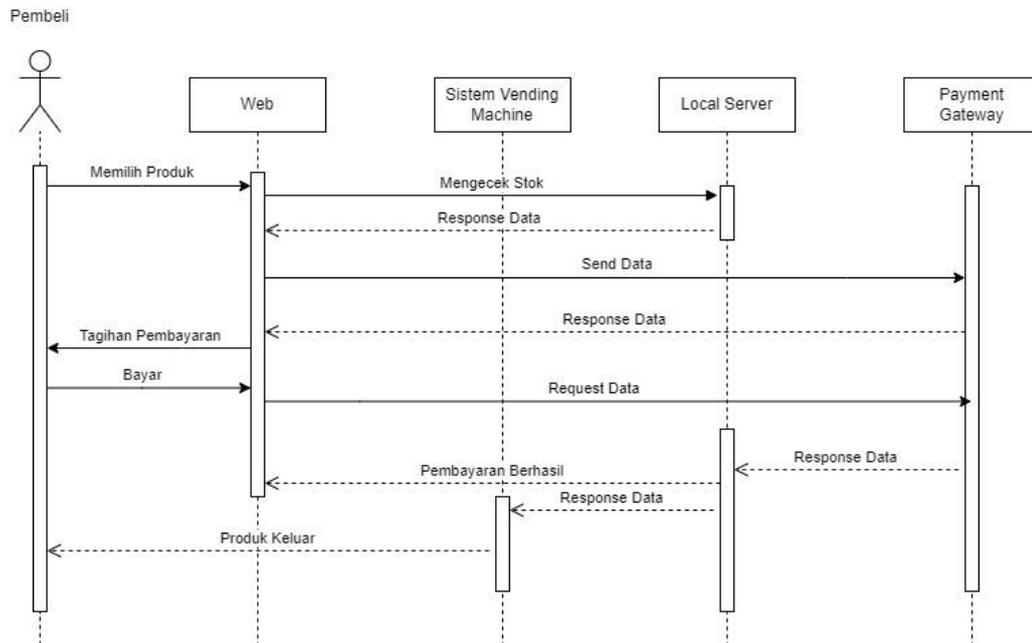
Gambar 3.10 Diagram Alir Pemrograman *Firmware* pada Mikrokontroler dari *Vending Machine*

Sebelum program memasuki bagian inti, terdapat inisialisasi *library*, konfigurasi pin *input* dan *output*, serta inisialisasi protokol komunikasi I2C. Langkah awal dari program setelah berjalan adalah menghubungkan ke *WiFi* yang telah diinisialisasi. Jika terhubung, program siap menerima *input* order id melalui keypad. Setelah menekan tombol enter (#), data order id akan dicocokkan dengan data yang ada di *database*. Jika order id yang dimasukkan sesuai dengan yang ada di *database*, *output* motor akan berjalan. Setelah itu, sensor akan mendeteksi produk yang jatuh sehingga motor berhenti.

3.5.2 Pemrograman *Backend Server* dan *User Interface* pada *IoT Platform*.

Bahasa pemrograman dalam memprogram *IoT platform* menggunakan bahasa php, html, css dan javascript yang dilengkapi oleh Alpine JS. Alpine JS adalah *framework frontend* untuk menambahkan interaktivitas ke halaman *IoT platform*

di sisi pembeli. Diagram sekuensial pada *backend server* dan *user interface* ditunjukkan pada Gambar 3.10.



Gambar 3.11 Diagram Sekuensial Pemrograman *Backend Server* dan *User Interface* dari *Vending Machine*

Pembeli melakukan pemesanan melalui *IoT platform*. Stok akan dicek terlebih dahulu saat pemesanan dilakukan. Apabila stok tersedia, pembeli dapat melanjutkan pemesanan produk. Selanjutnya, konfirmasi data akan dikirimkan ke Midtrans. Midtrans kemudian akan memberikan balasan berupa tagihan pembayaran yang dapat dibayar oleh pembeli melalui *IoT platform* simulasi yang disediakan oleh platform Midtrans. Metode pembayarannya dapat dilakukan dengan QRIS ataupun *virtual account*. Setelah pembayaran berhasil, data yang telah dicek oleh Midtrans akan masuk ke server dan notifikasi akan dikirimkan ke *IoT platform* memberitahu bahwa pembayaran telah berhasil.