

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Pada penelitian Nurdianto Utomo dkk, menciptakan teknologi baru dalam transaksi pembelian beras menggunakan E-Money berbasis website. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengumpulan data melalui penelitian lapangan, penelitian perpustakaan, dan penelitian laboratorium. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan metode penulisan pengembangan sistem secara waterfall. Kesimpulan utama dari penelitian ini adalah bahwa teknologi ini mempermudah transaksi pembelian beras menjadi lebih efektif, terutama dalam pembayaran, dan membantu dalam pembukuan yang lebih terstruktur dan efisien. Cara kerja alat ini adalah dengan memanfaatkan RFID tag sebagai input yang digunakan sebagai identitas dan media transaksi pada sistem. Untuk mendapatkan kartu E-Money, perlu mendaftar langsung di Toko.[5] Pada penelitian ini masih menggunakan satu metode pembayaran.

Pada penelitian Reffina Ramadhini, membuat aplikasi penjualan beras berbasis web agar dapat digunakan sebagai media bantu bagi pelanggan untuk melakukan pembelian secara online dan juga membantu dalam menyusun laporan penjualan secara otomatis dan cepat.[6] Pada penelitian ini membuat aplikasi penjualan beras.

Pada penelitian Diana Rahmawati dkk, membuat rancang bangun mesin penjual beras. Dengan adanya alat ini diharapkan dapat membantu masyarakat dalam proses jual beli beras. Keunggulan dari alat ini yaitu konsumen dapat membeli beras dengan satuan rupiah dengan cara menginputkan nilai rupiah dengan keypad. [7]

Pada penelitian Abdul Latief Arda dkk, Penelitian ini bertujuan untuk memudahkan penyaluran beras bansos yang sesuai dengan kriteria masyarakat kurang mampu, praktis dan otomatis. Pemanfaatan sistem RFID ini masyarakat yang membutuhkan Bansos dapat mengambilnya secara mandiri hanya dengan membawa E-KTP yang telah didaftarkan oleh RT setempat tanpa harus mengantri dan berdesakan. Guna memaksimalkan alat ini, maka dibuat aplikasi yang dapat diakses melalui smartphone untuk admin melakukan penginputan data penerima sekaligus memantau ketersediaan stok beras. Penelitian di Kabupaten Sinjai yang saat ini masih melakukan penyaluran beras dengan metode manual sehingga pembagian beras bansos tidak tepat pada sasaran penerima yang berkriteria masyarakat kurang mampu.[8] Pada penelitian ini membuat alat pembagian beras menggunakan sistem RFID.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan mesin penjual beras otomatis berbasis mikrokontroler ESP32 sebagai solusi dari sistem penjualan beras yang masih banyak dilakukan secara manual di toko dan pasar tradisional. Mesin ini dilengkapi dengan keypad sebagai antarmuka input untuk memilih metode pembelian serta mendukung dua jenis

pembayaran, yaitu kartu RFID untuk transaksi non-tunai dan uang tunai kertas yang dideteksi menggunakan sensor warna. Pengembangan alat ini diharapkan dapat mempermudah proses transaksi pembelian beras, sehingga lebih praktis, efisien, dan dapat diakses secara mandiri oleh masyarakat maupun pelaku UMKM di sektor pangan.

## **2.2 Landasan Teori**

*Vending machine* beras adalah alat otomatis yang digunakan untuk menjual beras tanpa memerlukan penjaga atau kasir. Mesin ini dirancang agar pengguna dapat membeli beras dengan mudah hanya melalui beberapa langkah. Mesin ini dilengkapi dengan sistem pengendali mikrokontroler, keypad, serta metode pembayaran kartu RFID dan uang tunai. Kehadiran vending machine beras sangat membantu terutama bagi masyarakat, karena dapat mempermudah proses transaksi dan mendukung penjualan beras secara modern.

### **2.2.1 Mikrokontroler ESP32**

Mikrokontroler ESP32 merupakan mikrokontroler SoC (System on Chip) terpadu dengan dilengkapi WiFi , Bluetooth, dan berbagai peripheral. ESP32 adalah chip yang cukup lengkap, terdapat prosesor, penyimpanan dan akses pada GPIO (General Purpose Input Output). ESP32 bisa digunakan untuk rangkaian pengganti pada Arduino, ESP32 memiliki kemampuan untuk mendukung terkoneksi ke WI-FI secara langsung.[9]



Gambar 2. 1 Mikrokontroler Esp32

Pada proyek *vending machine* beras ini, ESP32 memiliki peran utama sebagai pengendali sistem yang terintegrasi dengan berbagai komponen, seperti keypad, pembaca kartu RFID, sensor warna untuk mendeteksi uang kertas, dan motor yang mengatur keluaran beras. Seluruh alur kerja, mulai dari menerima input pengguna, memproses metode pembayaran, hingga mengaktifkan mekanisme pengeluaran beras, diatur secara otomatis melalui pemrograman mikrokontroler ini. Dengan dukungan fitur multitasking dan banyaknya pin I/O yang tersedia, ESP32 sangat ideal digunakan pada sistem otomatis yang mengharuskan beberapa sensor dan aktuator bekerja secara bersamaan dan sinkron.

## 2.2.2 Liquid Crystal Display I2C

Liquid Crystal Display atau biasa disingkat LCD adalah suatu perangkat elektronika yang berfungsi sebagai tampilan (*display*) yang menggunakan kristal cair (*liquid crystal*) untuk menghasilkan gambar atau tulisan yang terlihat.[10] Jenis LCD yang akan digunakan dalam

penelitian ini adalah LCD 20x4 (menampilkan 4 baris masing-masing 20 karakter).

I2C (*Inter-Integrated Circuit*) adalah sebuah protokol komunikasi serial sinkron yang dirancang untuk memungkinkan pertukaran data antara satu atau lebih perangkat master dan satu atau lebih perangkat menggunakan hanya dua jalur data utama, yaitu:

1. SDA (*Serial Data Line*) – jalur untuk pertukaran data Fungsi: Mengirim dan menerima data antara mikrokontroler (seperti Arduino, ESP32, STM32, dsb.) dan modul LCD.
2. SCL (*Serial Clock Line*) – jalur untuk sinyal clock Fungsi: Mengatur kecepatan atau sinkronisasi pengiriman data antara perangkat. Mikrokontroler menghasilkan sinyal clock ini untuk mengatur timing dari komunikasi.



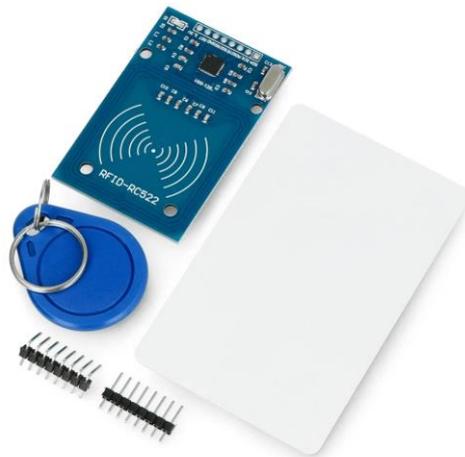
Gambar 2. 2 Liquid Crystal Display I2C

Pada proyek *vendinge mechine* beras ini, LCD I2C berperan dalam menampilkan informasi penting secara langsung kepada pengguna. Informasi yang disajikan meliputi opsi jumlah beras yang

akan dibeli, pemberitahuan status transaksi seperti "Saldo tidak mencukupi" atau "Pembayaran berhasil". Tampilan ini membantu pengguna memahami proses pembelian dengan lebih mudah dan mandiri.

### 2.2.3 Kartu RFID RC522

RFID *reader* adalah koneksi antara perangkat lunak aplikasi dan antenna yang menerima gelombang radio ke tag RFID. Gelombang radio yang ditransmisikan oleh antenna muncul ke daerah tersebut. Akibatnya, data dapat bergerak secara *wireless* ke tag RFID yang dekat dengan antenna. Modul Reader RFID MIFARE RC522 adalah modul berbasis Philips MFRC522 yang umum digunakan untuk membaca dan menulis data pada kartu atau tag RFID dengan frekuensi 13.56 MHz, terutama yang berbasis teknologi *Mifare*.



Gambar 2. 3 RFID RC522

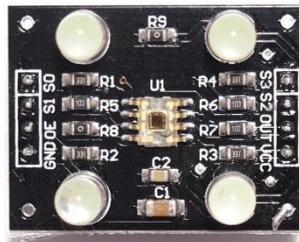
Pada proyek *vending machine* beras ini, modul RFID dimanfaatkan sebagai metode pembayaran digital yang praktis dan modern. Pengguna cukup mendekatkan kartu RFID ke alat pembaca, lalu sistem akan secara otomatis membaca data kartu dan memeriksa ketersediaan saldo. Jika saldo memadai, proses pembelian akan dilanjutkan dan mesin akan mengeluarkan beras sesuai jumlah yang dipilih. Penggunaan teknologi RFID ini mempercepat proses transaksi, meminimalkan penggunaan uang tunai, serta meningkatkan keamanan dan keakuratan pencatatan.

Tabel 2. 1 Spesifikasi RFID RC522

Dimensi 40 x 50 mm
<i>Chipset MFRC522 Contactless Reader/Writer IC</i>
Frekuensi 13,56 MHz
Jarak pembacaan kartu < 50mm
Protokol akses SPI ( <i>Serial Peripheral Interface</i> ) @ 10 Mbp
Kecepatan transmisi RF 424 kbps (dua arah/ <i>bi-directional</i> ) / 848 kbps ( <i>unidirectional</i> )
Mendukung kartu <i>MIFARE</i> jenis <i>Classic S50/S70</i> , <i>Ultralight</i> , dan <i>DESFire</i>
<i>Framing &amp; Error Detection (parity+CRC) dengan 64 byte internal I/O buffer</i>
Catu Daya 3,3 Volt

### 2.2.4 Sensor TCS3200

Sensor warna TCS3200 adalah sensor yang terprogram terdiri dari 64 buah photodiode sebagai pendeteksi intensitas cahaya pada warna objek serta filter frekuensi sebagai transduser yang berfungsi untuk mengubah arus menjadi frekuensi. Sensor memiliki lensa fokus yang berguna untuk mempertajam pendeteksian photodiode terhadap intensitas cahaya dengan jarak 2 mm dari lensa IC. Sensor warna TCS3200 membaca 4 mode warna yaitu merah, hijau, biru dan clear melalui 64 buah photodiode yang terbagi menjadi 4 bagian photodiode yaitu 16 photodiode untuk warna merah, 16 photodiode untuk warna hijau, 16 photodiode untuk warna biru dan 16 untuk photodiode untuk pembacaan warna clear.[11]



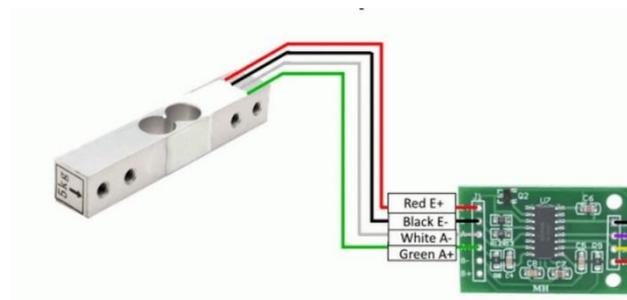
Gambar 2. 4 Modul TCS3200

Dalam proyek *vending machine* beras ini, sensor TCS3200 digunakan pada sistem pembayaran tunai dalam transaksi membeli beras otomatis berbasis mikrokontroler esp32.

### 2.2.5 Load cell dan Modul HX711

Load cell adalah komponen utama pada sistem timbangan digital yang merupakan alat elektromekanik dimana gaya bekerja berdasarkan prinsip perubahan bentuk bahan yang diakibatkan adanya tegangan mekanis yang bekerja dan mengubah gaya mekanik menjadi sinyal Listrik.

Modul HX711 adalah suatu komponen pengubah sinyal analog ke digital sebesar 24 bit yang dirancang sebagai sensor timbangan digital. Modul HX711 berfungsi sebagai modul yang mengkonversi perubahan resistansi dan mengkonversikannya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada. Modul HX711 menjalankan komunikasi dengan mikrokontroler.[12]



Gambar 2. 5 Load cell dan Modul HX711

Pada proyek *vending machine* beras ini, *load cell* berfungsi sebagai sensor untuk mengukur berat beras yang dikeluarkan dari mesin. Sensor ini mampu mendeteksi perubahan beban dan mengonversinya menjadi sinyal listrik yang kemudian diproses oleh mikrokontroler melalui modul seperti HX711. Dengan memanfaatkan

*load cell*, sistem dapat menakar beras secara tepat sesuai dengan jumlah yang dipilih pengguna, baik dalam gram maupun kilogram. Kehadiran sensor ini juga membantu memastikan takaran yang konsisten, mengurangi kesalahan pengeluaran, serta meningkatkan keakuratan dan kepercayaan pengguna terhadap mesin.

### 2.2.6 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem umpan balik tertutup dimana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol.[13]



Gambar 2. 6 Motor Servo SG-90 dan mg995

Dalam proyek *vending machine* beras ini, diterapkan dua motor servo yang masing-masing memiliki peran spesifik. Servo mg995r berfungsi untuk mengatur pintu pengeluaran beras, yang akan terbuka dan tertutup secara presisi berdasarkan jumlah beras yang dipilih oleh pengguna. Sedangkan servo sg90 bertugas mengoperasikan penutup

box uang, yang secara otomatis terbuka ketika sistem mendeteksi uang tunai, kemudian menutup kembali setelah jeda beberapa detik. Penggunaan dua servo ini mendukung sistem kerja mesin yang lebih otomatis, akurat, dan efisien dalam mengatur proses distribusi beras dan pengelolaan pembayaran tunai.

### **2.2.7 Keypad 4x4 PCF8574**

Keypad 4x4 mempunyai 16 push button atau switch yaitu mulai dari SW1-SW16. Masing- masing dari push button SW1- SW16 merepresentasikan angka dan huruf yang ditekan. Misalnya angka 1 direpresentasikan oleh push button SW1, angka 2 push button SW2, angka 3 push button SW3, dan huruf A direpresentasikan oleh push button SW4, dan seterusnya. Keypad 4x4 bisa diartikan juga sebagai keypad 4 baris dan 4 kolom.[14]

Keypad 4x4 dihubungkan melalui modul ekspander I/O PCF8574 guna mengurangi penggunaan pin digital secara langsung. Modul PCF8574 ini bertindak sebagai penghubung antara keypad dan mikrokontroler melalui komunikasi I2C, yang hanya memerlukan dua jalur, yaitu SDA dan SCL. Dengan memanfaatkan PCF8574, seluruh tombol pada keypad tetap dapat diakses tanpa menghabiskan banyak pin ESP32, sehingga sisa pin dapat dialokasikan untuk komponen lainnya seperti LCD, modul RFID, load cell, sensor warna, serta servo.



Gambar 2. 7 keypad 4x4 PCF8574

Dalam proyek *vending machine* beras ini, keypad digunakan sebagai antarmuka utama bagi pengguna untuk memasukkan input atau perintah ke dalam sistem. Melalui keypad, pengguna dapat memilih jumlah beras yang ingin dibeli, memilih metode pembayaran, atau melakukan konfirmasi transaksi. Kehadiran keypad memudahkan pengguna untuk berinteraksi langsung dengan mesin secara praktis tanpa perlu layar sentuh atau perangkat tambahan.

### 2.2.8 Adaptor

Adaptor adalah sebuah rangkaian yang berguna untuk mengubah tegangan AC yang tinggi menjadi DC yang rendah. Adaptor merupakan sebuah alternatif pengganti dari tegangan DC (seperti ;baterai,Aki) karena penggunaan tegangan AC lebih lama dan setiap orang dapat menggunakannya asalkan ada aliran listrik di tempat tersebut.[15]



Gambar 2. 8 Adaptor

Berikut merupakan spesifikasi pada sistem yang digunakan :

Tabel 2. 2 Spesifikasi power supply

Keterangan	Spesifikasi
Tegangan input	220 VAC
Tegangan ouput	12 VDC
Arus Output	1 A

Adaptor berfungsi sebagai sumber daya utama yang memberikan pasokan tegangan dan arus listrik yang stabil untuk menjalankan

seluruh rangkaian pada alat *vending machine*. Penggunaan adaptor memungkinkan alat bekerja secara mandiri tanpa harus terhubung ke komputer atau sumber daya eksternal lainnya. Tegangan yang dihasilkan adaptor menjaga kinerja komponen seperti ESP32, LCD, RFID, load cell, servo, serta sensor lainnya agar tetap optimal. Selain itu, adaptor juga berperan dalam mencegah gangguan daya seperti lonjakan atau penurunan tegangan yang bisa mengganggu sistem atau merusak perangkat. Dengan demikian, adaptor menjadi bagian penting untuk menjaga kestabilan dan keandalan kerja alat secara keseluruhan.

### 2.2.9 PVC Foam Board

Material ini berbentuk lembaran padat dengan ciri fisik utama kedua permukaannya yang keras namun halus dan licin berwarna putih susu. Bagian tengah yang seperti foam berfungsi untuk membuatnya lebih ringan dibanding lembaran bahan lainnya. Tersedia dengan ukuran ketebalan mulai dari 1 mm s/d 20 mm, dimensi panjang dan lebar seukuran tripleks.[16]



Gambar 2. 9 PVC Foam Board

Pada alat penjualan beras otomatis ini menggunakan PVC *foam*

*board* dengan ketebalan 5 mm dan 10 mm.

### 2.2.10 Besi Siku Lubang

Besi siku lubang adalah batang besi berbentuk L (sudut 90°) yang memiliki lubang-lubang sepanjang batangnya, dan sering digunakan sebagai rangka atau struktur pendukung dalam berbagai project.



Gambar 2. 10 Besi Siku

Dalam penggunaan besi lubang ini pada alat penjualan beras sebagai rangka utama untuk menopang wadah beras dan panel kontrol dengan ketebalan 1,4 mm.

### 2.2.11 Junction Box

*Junction Box* adalah kotak pelindung yang digunakan untuk menyambungkan atau menghubungkan berbagai kabel atau kabel listrik dalam sistem kelistrikan atau elektronika. Fungsi utamanya adalah untuk melindungi sambungan kabel dari debu, air, dan gangguan luar lainnya, serta untuk mengorganisir sambungan kabledengan aman dan rapi.



Gambar 2. 11 Junction Box

Selain meningkatkan keamanan sistem, *junction box* juga mempermudah proses pemeliharaan dan perbaikan karena semua koneksi terkonsentrasi di satu tempat. Dengan demikian, *junction box* menjadi komponen penting dalam mencegah korsleting serta memastikan sistem bekerja secara stabil dan tertata.

#### **2.2.12 Data Logger**

Data logger pada sistem penjualan beras otomatis adalah sebuah modul atau fitur yang berfungsi untuk mencatat dan menyimpan data penting secara otomatis, seperti jumlah transaksi, waktu transaksi, identitas pengguna dari kartu RFID dan jumlah beras yang dikeluarkan, serta metode pembayaran yang digunakan. Kemudian sistem pencatatan otomatis yang menyimpan data transaksi dalam format spreadsheet dapat dianalisis oleh penjual guna memantau transaksi penjualan beras otomatis berbasis esp 32.



Gambar 2. 12 *Spreadsheet*

### **2.2.13 Step Down**

*Step down* adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan proses menurunkan tegangan listrik dari tegangan yang lebih tinggi ke tegangan yang lebih rendah, seperti pada trafo step-down. Trafo step-down memiliki lilitan primer yang lebih banyak daripada lilitan sekunder. Contoh lainnya adalah pada alat adaptor untuk mengubah tegangan bolak-balik (AC) menjadi tegangan searah (DC). Ciri lain trafo step-down adalah tegangan listrik pada lilitan primer lebih besar dibandingkan tegangan pada lilitan sekunder, serta kuat arus primernya lebih besar dibandingkan kuat arus sekunder.[17]



Gambar 2. 13 *Step Down*

*Step down* digunakan dalam *vending machine* beras untuk menurunkan tegangan dari sumber utama, seperti adaptor 12V, menjadi tegangan yang lebih rendah seperti 5V atau 3.3V sesuai kebutuhan masing-masing komponen. Komponen seperti servo motor, sensor warna, dan modul RFID memerlukan tegangan 5V agar dapat berfungsi dengan optimal, sementara mikrokontroler ESP32 dapat diberi daya melalui pin VIN dengan 5V namun logikanya tetap menggunakan 3.3V. Dengan adanya modul step down, distribusi daya ke seluruh sistem menjadi lebih aman dan stabil, mencegah kerusakan akibat tegangan berlebih, mengurangi panas, serta meningkatkan efisiensi dan keawetan perangkat dalam jangka panjang.