

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian Maudy Sri Karni dkk, yang dilakukan dengan survey untuk mengetahui secara nyata kondisi permasalahan terkini di perum bulog kantor cabang Makassar. Bentuk survey yaitu observasi pengumpulan data yang dilakukan melalui suatu pengamatan, dengan disertai pencatatan-pencatatan terhadap keadaan atau perilaku objek sasaran yang berada di lapangan yang berada di kantor cabang bulog Makassar. Hasil dari pengumpulan data tersebut adalah membuat alat penjualan komoditas pangan otomatis dengan pembayaran kartu RFID. Alat yang dihasilkan dapat mengukur berat beras dengan sensor *load cell* dan pembayaran menggunakan kartu RFID[2]. Pada penelitian ini alat masih menggunakan satu jenis metode pembayaran.

Pada penelitian Muhammad Kevan Azzriel Rashyad dkk, yang membuat alat ATM beras untuk bantuan secara gratis. Alat ini menggunakan Arduino uno dan kartu RFID serta memiliki sensor *load cell* untuk mengatur keluaran berat beras. Percobaan yang dilakukan menggunakan 2 macam beras membuktikan bahwa bentuk beras tidak mempengaruhi hasil keluaran dan volume beras tidak mempengaruhi pula keluaran dari sistem. Kesalahan maksimal pada sistem adalah 0,04kg dari target. Dimana error tersebut salah satunya adalah kecepatan motor servo dalam menggerakkan katup[3]. Pada alat ini masih menggunakan mikrokontroler Arduino uno.

Pada penelitian Muhammad Naim dkk, membuat alat penimbang beras digital dengan memasukkan berat dan harga berbasis arduino nano. Alat ini hanya mengetahui keluaran berat beras, dalam pengujian dilakukan dengan memberikan beberapa input berat dan input harga pada alat penimbang beras[1]. Pada alat ini menggunakan arduino nano dan tidak menggunakan metode pembayaran apapun.

Pada penelitian Ricky Gidion dkk, dengan judul mesin penjual beras otomatis berbasis RFID dengan antarmuka *website* didapatkan hasil kerja alat Pengujian pertama menggunakan sensor ultrasonik pada tabung A didapatkan nilai *error* sebesar 0,7% sedangkan pengujian kedua pada tabung B didapatkan nilai *error* sebesar 1,4%. Pengujian sensor *load cell* menggunakan tabung A dan B dan timbangan digital sebagai alat ukur pembanding didapat nilai *error* sebesar 0,3%[4].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Rashya Aliriya Rizqi, alat ini menggunakan arduino mega2560 dan sistem penggerak katup tabung menggunakan motor servo akan bergerak membuka ketika mendapatkan trigger dari *push button*. Lalu, motor servo akan bergerak menutup katup tabung saat *load cell* mendeteksi berat beras sudah mencapai *set point*[5].

Pada penelitian yang dilakukan penulis yaitu membuat alat penjualan beras otomatis berbasis *mikrokontroler* ESP32 ini memiliki kelebihan dan kemudahan transaksi karena mendukung metode pembayaran menggunakan uang tunai dan RFID, dilengkapi sensor *load cell* untuk mengukur berat beras secara akurat, LCD I2C untuk menampilkan informasi secara jelas,

serta keypad 4x4 sebagai antarmuka input pengguna selain itu, fitur data *logger* memungkinkan penjual memantau riwayat transaksi dan stok secara teratur dan efisien. Yang diharapkan dapat membantu masyarakat khususnya UMKM di bidang pangan.

2.2 Landasan Teori

Sistem penjualan beras otomatis adalah sistem yang dirancang untuk melakukan transaksi penjualan tanpa perlu operator manusia. sistem ini memudahkan konsumen untuk membeli beras secara mandiri. Pada dasarnya cara kerja alat penjualan beras otomatis ini yaitu memproses masukan pengguna kartu RFID dan uang tunai kertas lalu menimbang beras sesuai permintaan dan mengeluarkan produk setelah pembayaran dilakukan.

2.2.1 Antarmuka (*Interface*)

Interface dalam konteks ilmu komputer merujuk pada batas bersama di mana dua atau lebih komponen sistem komputer saling bertukar informasi. Komponen ini bisa berupa perangkat keras, perangkat lunak, atau kombinasi keduanya. Antarmuka ini menentukan bagaimana komponen tersebut berinteraksi, termasuk format data dan protokol komunikasi yang digunakan[6].

Pada kasus ini, antarmuka digunakan untuk menghubungkan ESP32 dengan LCD I2C yang bertujuan agar ESP32 dapat mengirimkan dan menerima sinyal yang diberikan oleh LCD I2C, begitu pula sebaliknya.

a. *Liquid Crystal Display I2C*

LCD I2C adalah modul tampilan *Liquid Crystal Display* (LCD) yang menggunakan komunikasi protokol I2C (*Inter-Integrated Circuit*) untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler seperti Arduino

atau ESP32[7]. 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. 1 LCD I2C 20 x 4

b. Modul TCS3200

Modul TCS3200 adalah sensor yang dapat mendeteksi warna dari suatu objek dan mengubahnya menjadi sinyal frekuensi digital yang bisa dibaca oleh *mikrokontroler*. Modul ini memiliki tegangan 5 volt yang didalamnya ada array fotodiode ($8 \times 8 = 64$ total) yang terdiri dari :

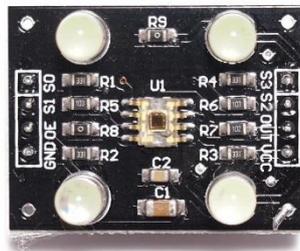
16 filter Merah (*Red*).

16 filter Hijau (*Green*).

16 filter Biru (*Blue*).

16 tanpa filter (*Clear*)[8].

Modul TCS3200 digunakan pada *project* kali ini dapat diterapkan pada sistem pembayaran tunai dalam transaksi membeli beras otomatis berbasis mikrokontroler esp32.

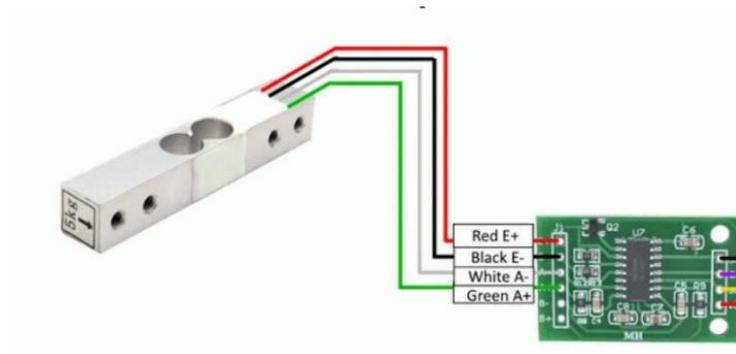


Gambar 2. 2 Sensor TCS3200

c. Modul HX711

Modul HX711 adalah modul ADC (*Analog to Digital Converter*) yang dirancang khusus untuk membaca sinyal dari sensor *load cell*, yaitu sensor pengukur berat atau tekanan[9]. Modul

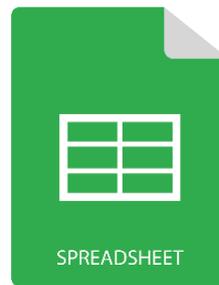
ini memiliki tegangan *input* 2,7 – 5 volt dan menghasilkan sinyal analog sangat kecil (*mikrovolt*) berdasarkan berat yang diterima, Sinyal ini masuk ke pin A+ dan A- kemudian dikonversi ke sinyal digital 24-bit ADC untuk digunakan sebagai timbangan digital dalam mendeteksi berat beras yang dikeluarkan.



Gambar 2. 3 Sensor *Load Cell*

d. *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. 4 *Spreadsheet*

2.2.2 Mikrokontroler ESP32

ESP32 merupakan sebuah *mikrokontroler* berperforma tinggi yang dilengkapi dengan Wi-Fi dan Bluetooth, yang dikembangkan oleh *Espressif Systems*, dan dirancang untuk aplikasi *Internet of Things (IoT)*, otomasi, dan perangkat pintar lainnya. Mikrokontroler ini tergolong dalam kategori *System-on-Chip (SoC)*, artinya di dalam satu chip sudah mencakup prosesor, memori, dan modul komunikasi[10].

Modul ini dilengkapi dengan berbagai antarmuka komunikasi seperti UART, SPI, I2C, PWM, serta kemampuan *input/output* analog dan digital melalui ADC (*Analog to Digital Converter*) dan DAC (*Digital to Analog Converter*).

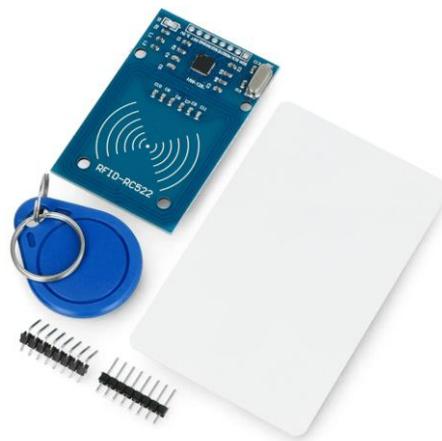


Gambar 2. 5 *PinOut ESP32*

2.2.3 Kartu RFID RC522

RFID *reader* adalah koneksi antara perangkat lunak aplikasi dan antena yang menerima gelombang radio ke tag RFID. Gelombang radio yang ditransmisikan oleh antena muncul ke daerah tersebut. Akibatnya, data dapat bergerak secara *wireless* ke tag RFID yang dekat dengan antena.

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. 6 RFID *card reader* RC522

Dapat dilihat pada table 2.1 spesifikasi RFID RC522 adalah menggunakan *fully integrated 13.56MHz non-contact communication card chip* untuk melakukan pembacaan dan penulisan. MFRC522 *support* dengan semua varian *MIFARE mini, MIFARE 1K, MIFARE 4K, MIFARE Ultracalight, MIFARE DESFire EV1 and MIFARE Plus RF identification*

protocols Konfigurasi pin modul RFID *Reader/Writer MIFARE RC522* [11].

Tabel 2. 1 Spesifikasi RFID RC522

Dimensi 40 x 50 mm dan catu daya 3,3 volt
Chipset MFRC522 Contactless Reader/Writer IC
Frekuensi 13,56 MHz
Jarak pembacaan kartu <50mm
Protokol akses SPI (Serial Peripheral Interface) 10 Mbp
Kecepatan Transmisi RF 42 kbps (dua arah/bi-direction) / 848 kbps (unidirectional)
Mendukung kartu Mifare jenis classic S50/S70 ultralight dan Desfire
Framing dan error detection (parity+crc) dengan 64 byte internal i/o
Konsumsi arus 13-26 mA pada saat operasi baca/tulis <80µA saat modus siaga
Suhu operasional -20°C s.d. + 80°C

2.2.4 Motor Servo SG90

Motor servo adalah motor DC yang memiliki *gearbox set* dan rangkaian kontrol. Motor servo dapat dikontrol sesuai dengan arah sudut yang ditentukan.

Motor servo juga memiliki dua jenis yaitu Motor servo 180° dan Motor servo 360° , hal ini juga berpengaruh pada perputaran arah motor, dapat bergerak searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam[6].



Gambar 2. 7 Motor Servo

SG90 dikendalikan menggunakan sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*). Durasi pulsa menentukan posisi sudut poros servo:

0,5 ms → sekitar 0° , **1,5 ms** → sekitar 90° , **2,5 ms** → sekitar 180° .
PWM ini dikirim setiap **20 ms** (frekuensi 50 Hz), dan bisa dihasilkan oleh mikrokontroler.

2.2.5 Keypad 4x4

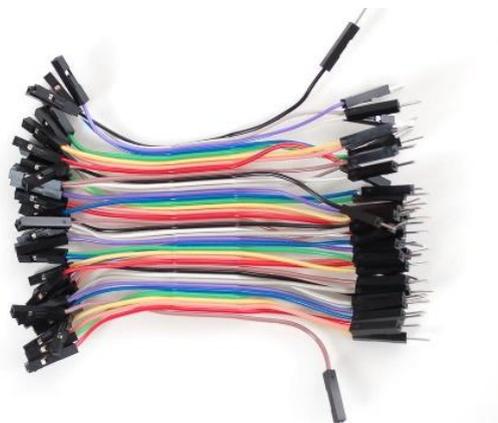
Keypad 4x4 adalah sebuah *input device* berbentuk matriks tombol dengan 4 baris dan 4 kolom, total 16 tombol (berisi angka 0 – 9, simbol seperti *, #, dan huruf A–D)[12].



Gambar 2. 8 Keypad 4x4

2.2.6 Kabel *Jumper*

Kabel *jumper* adalah kabel kecil dengan konektor di ujungnya yang digunakan untuk menghubungkan komponen elektronik, terutama di *breadboard*, modul, dan *mikrokontroler*. Kabel *jumper* umumnya memiliki konektor dan pin pada masing-masing ujungnya. Konektor laki-laki disebut *male connector*, dan konektor perempuan disebut *female connector*[13].



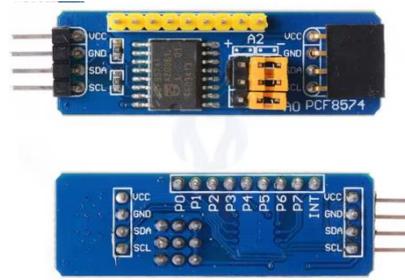
Gambar 2. 9 Kabel *Jumper*

2.2.7 PCF8574

PCF8574 merupakan sebuah *Integrated Circuit* (IC) yang berfungsi sebagai ekspander *input/output* (I/O) berbasis protokol *Inter-Integrated Circuit* (I²C). IC ini memungkinkan sistem *mikrokontroler* untuk memperluas jumlah pin digital tanpa harus menambah pin fisik pada perangkat utama. Dengan hanya menggunakan dua jalur komunikasi (SDA dan SCL), PCF8574 menyediakan delapan jalur I/O digital (P0–P7) yang dapat dikonfigurasi sebagai *input* atau *output* secara *individual*.

Dalam konteks sistem tertanam (*embedded systems*), PCF8574 sering digunakan untuk mendukung keterbatasan jumlah pin pada *mikrokontroler*, seperti Arduino, ESP32, dan STM32. Komponen ini sangat berguna dalam aplikasi yang memerlukan banyak input (seperti tombol atau sensor digital) atau output (seperti LED atau relay), tanpa mengorbankan fleksibilitas desain *hardware*.

Secara teknis, PCF8574 memiliki kemampuan *open-drain output*, serta mendukung pengaturan alamat I2C hingga 8 perangkat secara paralel dengan konfigurasi pin alamat A0–A2. Tegangan kerja IC ini berkisar antara 2,5V hingga 6V, sehingga kompatibel dengan berbagai *platform mikrokontroler* [14]



Gambar 2. 10 PCF8574

2.2.8 PVC Foam Board

PVC *board* adalah sebuah produk material yang dihasilkan melalui pemrosesan dengan menggunakan mesin ekstruder melalui proses *foam*. Selain itu, dalam proses produksinya tidak melibatkan bahan-bahan kimia beracun seperti asbestos, formalin, kadmium, dan timbal. Hal ini mengarah produk PVC *board* tidak memberikan dampak negatif untuk kesehatan. Keduanya untuk produsen yang melakukan proses produksi maupun konsumen yang menggunakan bahan ini saat melakukan pemasangan[15].

Pada alat penjualan beras otomatis ini menggunakan PVC *foam board* dengan ketebalan 5 mm dan 10 mm.



Gambar 2. 11 PVC foam board

2.2.9 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*.

Dalam penggunaan besi lubang ini pada alat penjualan beras sebagai rangka utama untuk menopang wadah beras dan panel kontrol dengan ketebalan 1,4 mm dan diameter ukuran 3,5 x 3,5 mm.



Gambar 2. 12 Besi siku lubang

2.2.10 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 kabel dengan aman dan rapi. Pada penelitian ini digunakan sebagai pelindung komponen *mikrokontroler* dan sensor lainnya dalam satu *junction box* dengan ukuran 220 x 150 x 75 mm.



Gambar 2. 13 *Junction Box*

2.2.11 Servo MG996 R

MG996R adalah sebuah servo motor digital ukuran standar yang banyak digunakan dalam proyek-proyek robotika, otomasi, dan sistem kendali berbasis *mikrokontroler* seperti Arduino atau ESP32. Servo ini dikenal karena torsi tingginya, yaitu sekitar 9,4 kg·cm pada tegangan 4,8 V dan dapat meningkat hingga 11 kg·cm pada 6 V, menjadikannya sangat cocok untuk menggerakkan komponen mekanik seperti lengan robot, sistem pembuka pintu, atau kendali kemudi kendaraan robot. Salah satu keunggulan utama MG996R adalah penggunaan gear berbahan logam, yang memberikan ketahanan lebih tinggi dan umur pakai lebih lama dibanding servo dengan gear plastik.

MG996R menggunakan sinyal PWM standar dengan frekuensi 50 Hz, yang memungkinkannya dikendalikan dengan mudah menggunakan library Servo pada Arduino. Rentang gerak servo ini berada antara 0 hingga 180 derajat, dan pada beberapa versi bahkan

dapat dimodifikasi untuk rotasi penuh (360 derajat). Kecepatan responsnya juga cukup baik, yaitu sekitar 0,15–0,19 detik untuk pergerakan 60 derajat tergantung pada tegangan suplai. Servo ini memiliki dimensi sekitar $40,7 \times 19,7 \times 42,9$ mm dan berat sekitar 55 gram[16].



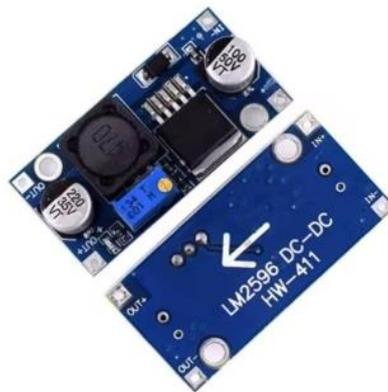
Gambar 2. 14 Servo MG996R

2.2.12 Step Down LM2596

Step Down LM2596 DC-DC adalah sebuah modul konverter tegangan *buck converter*, yaitu alat elektronik yang berfungsi menurunkan tegangan DC dari level yang lebih tinggi ke level yang lebih rendah secara efisien. Modul ini menggunakan IC regulator LM2596, yang dirancang untuk memberikan suplai daya yang stabil, efisien, dan dapat diatur sesuai kebutuhan perangkat elektronik seperti Arduino, ESP32, sensor, motor, dan perangkat lainnya.

LM2596 bekerja dengan cara mengatur lebar pulsa (PWM) yang mengendalikan komponen *switching internal*, lalu diikuti dengan proses penyaringan menggunakan induktor dan kapasitor, sehingga

menghasilkan tegangan DC yang stabil di *output*. Modul ini mampu bekerja pada tegangan *input* 4V–40V dan menghasilkan tegangan *output* yang dapat diatur dari sekitar 1,25V hingga 35V, tergantung pada input dan beban. Arus maksimal *output* biasanya mencapai 2A hingga 3A, tergantung versi dan pendinginannya[17].



Gambar 2. 15 Step Down LM2596

2.2.13 Adaptor 12V 1A

Adaptor 12V 1A adalah perangkat catu daya (*power supply*) yang berfungsi untuk mengubah arus listrik dari sumber AC (arus bolak-balik) seperti listrik rumah tangga 220V menjadi arus DC (arus searah) dengan tegangan output sebesar 12 *volt* dan arus maksimal 1 *ampere*. Adaptor ini termasuk dalam jenis adaptor *regulated* atau *switching*, yang berarti sudah memiliki rangkaian pengatur tegangan di dalamnya untuk memastikan *output* tetap stabil pada 12V meskipun terjadi fluktuasi

pada tegangan *input* atau beban. Adaptor 12V 1A banyak digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik, seperti untuk menyalakan modem WiFi, kamera CCTV, *mikrokontroler* seperti Arduino atau ESP32, router, lampu LED strip, dan berbagai modul elektronik lainnya yang membutuhkan tegangan 12V dengan konsumsi arus rendah hingga sedang. Nilai arus 1A (*ampere*) menunjukkan batas maksimal arus yang bisa disuplai adaptor tersebut. Artinya, adaptor ini mampu memberikan daya sebesar 12 watt ($12V \times 1A$). Jika perangkat yang disambungkan membutuhkan arus melebihi 1A, adaptor bisa menjadi panas, tidak stabil, atau bahkan rusak[18].



Gambar 2. 16 Adaptor 12V 1A