

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

##### **a. Penelitian oleh Ramadhan dan Aprilia**

(Ramadhan and Aprilia, 2021) melakukan penelitian yang berjudul Perancangan dan Pembuatan Alat Pemisah Buah Mangga Berdasarkan Berat Berbasis Arduino Uno. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menciptakan sistem otomatis yang memungkinkan petani menyortir mangga secara efisien berdasarkan berat, sehingga meningkatkan akurasi dan kecepatan proses penyortiran. Ini sangat penting karena banyak pedagang buah berjuang untuk memilah mangga secara akurat karena ketergantungan pada tenaga kerja manual.

Adapun hasil dari penelitian ini adalah Sensor *Load Cell* yang digunakan dalam sistem menunjukkan tingkat akurasi tinggi 98,48% untuk mengukur berat mangga. Tingkat presisi ini sangat penting untuk memastikan bahwa mangga di timbang dengan benar berdasarkan beratnya, yang merupakan tujuan utama sistem. Sensor ultrasonik mencapai tingkat akurasi 88,01%. Sensor ini bertanggung jawab untuk mendeteksi keberadaan mangga saat mereka bergerak melalui sistem konveyor. Meskipun akurasi ini patut dipuji, ini menunjukkan bahwa mungkin ada beberapa keterbatasan dalam mendeteksi mangga, terutama ketika mereka bergerak cepat. Akurasi keseluruhan sistem pemisah mangga dilaporkan 70%. Angka ini mencerminkan kemampuan sistem untuk menyortir mangga berdasarkan berat secara efektif. Namun, ini juga menunjukkan bahwa ada tantangan dalam proses penyortiran, terutama terkait dengan deteksi mangga oleh sensor ultrasonik, yang dapat menyebabkan kesalahan penyortiran. sistem pemisah mangga dapat secara signifikan membantu petani dengan mengotomatiskan proses penyortiran, sehingga menghemat waktu dan tenaga kerja. Akurasi tinggi dari sensor *Load Cell* memastikan bahwa petani dapat mengandalkan sistem untuk pengukuran berat yang tepat, yang penting untuk kesiapan pasar.

b. Penelitian oleh Kartiria

(Kartiria *et al.*, 2022) melakukan penelitian dengan judul Perancangan Sistem Penyortiran Barang Berdasarkan Berat Bebas Mikrokontroler ATmega328 adalah penelitian yang berfokus pada desain dan implementasi sistem penyortiran berdasarkan berat, menggunakan mikrokontroler ATmega328. Tujuan utamanya adalah untuk menciptakan metode yang efisien dan otomatis untuk menyortir item (barang), yang dapat sangat berguna dalam lingkungan industri dan lingkungan Pendidikan.

Adapun hasil dari penelitian ini antara lain, selama fase pengujian, sel beban menunjukkan kesalahan maksimum 7% saat mengukur beban 500 gram. Kesalahan persentase rata-rata di semua tes dihitung menjadi 1,733%. Ini menunjukkan bahwa sementara sistem umumnya akurat, ada contoh kesalahan signifikan yang perlu diatasi. Sensor ultrasonik yang digunakan dalam sistem mampu menyesuaikan posisi item berdasarkan tingginya. Secara khusus, secara efektif mengurutkan item yang tingginya antara 4 hingga 8 cm ke area yang ditunjuk untuk item yang lebih kecil. Fitur ini meningkatkan kemampuan sistem untuk mengurutkan item tidak hanya berdasarkan berat tetapi juga berdasarkan ukuran.

c. Penelitian oleh Giawa, Siambaton dan Haramaini

(Giawa, Siambaton and Haramaini, 2024) melakukan penelitian dengan judul E-Monitoring pada Alat Penyortiran Buah Jeruk Nipis Otomatis Berdasarkan Ukuran dan Jenis Warna Berbasis Internet of Things. Tujuan utama dari penelitian ini adalah merancang alat penyortiran cerdas yang mampu secara efisien mengklasifikasikan buah jeruk nipis berdasarkan ukuran dan warnanya. Alat ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan akan pengendalian kualitas dalam pemasaran buah, mengingat pasar semakin menuntut keseragaman penampilan buah, terutama untuk keperluan ekspor dan ritel.

Adapun hasil dari penelitian ini adalah Pengujian dilakukan untuk memastikan *power supply* dapat secara efektif mengurangi tegangan untuk motor DC dan LM25965. Tegangan input sebesar 248V AC berhasil diturunkan menjadi output 12V DC, dengan pengukuran aktual menggunakan multimeter sebesar

12,99V DC. Hasil ini menunjukkan bahwa *power supply* bekerja dalam toleransi yang dapat diterima ( $\pm 10\%$ ), sehingga mampu memberikan daya yang andal untuk sistem. Sensor warna TCS3200 dan sensor IR diuji untuk mengukur kemampuan mendeteksi warna dan ukuran jeruk nipis. Sensor warna mampu membedakan jeruk nipis hijau dan kuning berdasarkan nilai RGB, sementara sensor IR berhasil mendeteksi ukuran buah dan mengklasifikasikannya sebagai kecil atau besar berdasarkan jarak yang terukur. Sistem konveyor, yang dirancang untuk mengangkut jeruk nipis ke tempat penyortiran, diuji untuk memastikan kelancaran operasinya. Motor DC berhasil menggerakkan sabuk konveyor, memungkinkan jeruk nipis bergerak di sepanjang jalur yang telah ditentukan. Komponen mekanis ini berperan penting dalam mendukung keseluruhan fungsi alat penyortiran.

d. Penelitian oleh Laia, Nasution dan Yanie

(Laia, Nasution and Yanie, 2025) melakukan penelitian dengan judul "Rancang Bangun Alat Sortir Otomatis Buah Apel dan Buah Jeruk berbasis Arduino Uno 328". Menurut penulis, bahwa alat sortir otomatis berbasis Arduino Uno 328 berhasil dirancang untuk memproses sinyal input dari sensor proximity, sensor warna, dan sensor ultrasonik, dengan output berupa tampilan pada LCD. Sensor proximity digunakan untuk mendeteksi kehadiran buah apel dan jeruk, sedangkan sensor warna berfungsi mengenali warna kedua jenis buah tersebut. Sementara itu, sensor ultrasonik bertugas membedakan ukuran buah. Motor servo berperan dalam menggerakkan konveyor, dan LCD menampilkan informasi terkait jenis buah, ukuran, serta warnanya. Cara kerja alat ini diawali dengan sensor proximity yang mendeteksi keberadaan buah pada konveyor. Data yang terdeteksi kemudian dikirim ke Arduino Uno 328 untuk diolah dan ditampilkan di LCD. Proses serupa terjadi pada data warna dan ukuran buah, yang turut diproses dan ditayangkan di layar. Motor servo kemudian menggerakkan konveyor agar buah apel dan jeruk dapat terdistribusi ke tempat yang telah ditentukan sesuai hasil identifikasi.

e. Penelitian oleh M Mahrus Hidayat, Agus Dwi Santoso dan Maulidiah Rahmawati

(M Mahrus Hidayat, Agus Dwi Santoso and Maulidiah Rahmawati, 2024). Pengujian dilakukan dengan membiarkan sistem berjalan kemudian mengamatinya beberapa saat untuk melihat cara kerjanya. Agar sistem dapat terhubung ke jaringan lokal melalui WiFi, untuk pengujian ini diperlukan hotspot. Program yang dihasilkan dengan kata sandi yang kami buat sama dengan nama hotspot.

NodeMCU ESP32 akan membuat koneksi dengan hotspot yang dikonfigurasi dan ditautkan setelah diaktifkan. Data akan disiapkan untuk transmisi ke website Google Spreadsheet jika koneksi berhasil, dan hasil data akan diperbarui setiap sepuluh detik seperti pada gambar 4.15 dan 4.16, sehingga didapatkan rentang nilai suhu 29.80 °C hingga 32.30 °C, nilai kelembaban 65.00 hingga 73.00, nilai kecepatan angin 3.24 m/s hingga 4.62 m/s. pada pengujian deteksi hujan penulis menggunakan hujan buatan dengan menyemprot sensor dengan air sehingga sensor alarm hujan.

f. Penelitian oleh Ali Edi

(Ali, Jasmir and Riyadi, 2024) Proses diawali dengan pemilihan sampel buah durian yang memiliki tingkat kematangan berbeda. Kemudian, sensor MQ-9 diaktifkan untuk mendeteksi kematangan buah pada jalur input. Apabila buah terdeteksi matang, servo pertama akan menggerakkannya ke jalur kiri, sedangkan jika belum matang, buah akan dialihkan ke jalur kanan. Pada jalur kiri, berat buah durian diukur menggunakan load cell. Jika beratnya melebihi 900 gram, servo kedua akan menggeser buah ke jalur kiri. Sebaliknya, jika beratnya di bawah 800 gram, buah akan dipindahkan ke jalur kanan. Selanjutnya, buah durian yang telah dipindahkan ke kiri kemudian bergerak kembali ke kanan untuk melanjutkan proses penyortiran. Hasil pengujian kemudian dicatat dalam sebuah tabel yang berisi informasi tingkat kematangan, berat buah, serta respons kedua servo.

g. Penelitian oleh Zarah Zealita

(Zealita, Praselia and Zaenurrohman, 2025) Berdasarkan hasil pengujian sistem monitoring yang tercatat dalam *Google Spreadsheet* di atas, dapat disimpulkan bahwa sistem pemantauan daya listrik ini beroperasi dengan efektif dalam mengukur serta menampilkan data arus, tegangan, daya, dan perhitungan tagihan. Hasil pengukuran menunjukkan konsistensi terhadap perubahan konsumsi daya. Sistem ini juga terintegrasi dengan baik ke *Google Spreadsheet*, memungkinkan pemantauan jarak jauh, sementara tampilan LCD lokal menyajikan informasi secara real-time dan mudah diakses.

Sistem pembacaan kWh meter mampu memantau konsumsi daya listrik menggunakan sensor PZEM-004T, yang menunjukkan tingkat akurasi tinggi pada setiap pengujian, yakni 99,805% untuk tegangan (volt), 89,71% untuk arus (*ampere*), dan 99,98% untuk daya (*watt*). Data hasil monitoring dari sensor beserta perhitungan biaya listrik berhasil ditampilkan secara real-time melalui *Google Spreadsheet*. Sistem ini terbukti efektif dalam mengukur serta memvisualisasikan parameter arus, tegangan, daya, dan estimasi tagihan dengan akurat.

h. Penelitian oleh Ramadia, Sajiah and Suharni

(Ramadia, Sajiah and Suharni, 2024) Pengujian alat adalah proses menjalankan sistem perangkat keras untuk memastikan bahwa alat tersebut memenuhi kebutuhan dan harapan peneliti. Proses ini dilakukan melalui serangkaian percobaan guna mengidentifikasi potensi kesalahan pada setiap tahapannya.

Langkah pertama dalam pengujian adalah menguji sensor, dimulai dengan sensor *loadcell*, lalu dilanjutkan dengan sensor *capacitive*. Setelah itu, dilakukan pengecekan fungsi modul HX711, Arduino Uno, motor servo, serta sensor ultrasonik untuk mengukur volume sampah dan mendeteksi pergerakan sampah. Selanjutnya, diperiksa juga kinerja LCD dan \*buzzer\*. Terakhir, dilakukan pengujian komprehensif untuk memastikan seluruh sistem bekerja dengan baik.

i. Penelitian oleh Prayogie, Fauziah and Syamsul

(Prayogie, Fauziah and Syamsul, 2022) Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa sistem berfungsi dengan baik sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Alat ini dirancang untuk mengukur tinggi dan berat badan menggunakan sensor ultrasonik sebagai pembaca jarak dan sensor *loadcell* dengan modul HX711 sebagai pembaca berat.

Sensor ultrasonik dipasang pada ketinggian 200 cm dan akan aktif ketika gelombang yang dipancarkan mengenali objek (manusia). Di bawahnya terdapat *loadcell* atau timbangan berat badan. Ketika seseorang berdiri di atas timbangan, tinggi badannya akan terukur secara otomatis. Selain itu, *RFID Reader* berperan sebagai pemindai kartu yang terhubung dengan modul WiFi, memungkinkan alat ini terkoneksi ke internet. Hasil pengukuran kemudian ditampilkan pada layar LCD serta disimpan dalam database berbasis web.

j. Penelitian oleh K Pramono

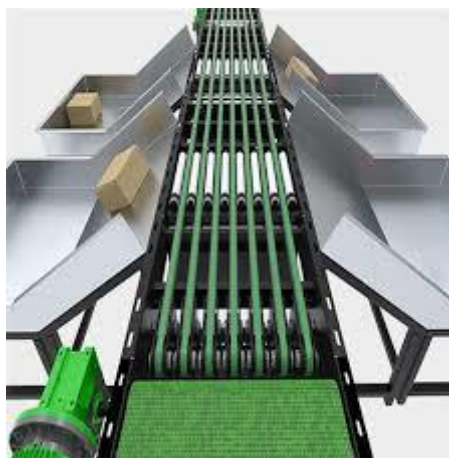
(Pangestu *et al.*, 2025) Pengukuran kadar air secara *real-time* selama proses pengeringan dalam pengering tipe efek rumah kaca dapat dilakukan menggunakan pendekatan pengukuran berat. *Loadcell* merupakan solusi yang dapat digunakan sebagai sensor dalam pengukuran berat. Namun, kinerja *loadcell* ini sangat dipengaruhi oleh suhu operasional. Proses *tare* menjadi solusi untuk menghilangkan akumulasi kesalahan tersebut, tetapi diperlukan pengembangan lebih lanjut mekanisme proses *tuning* untuk mempermudah pengukuran kadar air dengan metode ini.

Pengukuran kadar air sebaiknya menggunakan sampel dengan berat yang cukup untuk mengurangi persentase kesalahan akibat akurasi *loadcell*. Dari hasil pengujian dengan daun kelor yang dikeringkan selama 6 jam, koefisien determinasi dan *MAE (Mean Absolute Error)* metode ini dibandingkan dengan metode standar lainnya masing-masing sebesar 0,9815 dan 3,78%. Hasil ini menunjukkan bahwa desain tersebut dapat digunakan sebagai instrumen pengukur kadar air secara *real-time* dengan hasil yang cukup baik.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Penyortir

Penyortiran berasal dari kata 'sortir', yang berarti memilah, memisahkan, mendaftarkan, mengelompokkan, atau membagikan. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) sortir adalah proses memilah, secara deskripsi sortir merupakan proses menyusun kembali objek yang seharusnya disusun dengan suatu pola tertentu, sehingga tersusun secara teratur menurut aturan tertentu. Penyortiran sering digunakan di berbagai bidang. Misalnya, dalam dunia perkantoran, kata 'sortir' digunakan saat mengelompokkan dokumen atau berkas. Penyortiran dalam konteks ini dapat dilakukan berdasarkan alfabet, waktu, tipe, atau ukuran. Selain itu, penyortiran juga banyak digunakan dalam kegiatan pergudangan. Dalam proses pergudangan, penyortiran menjadi langkah penting setelah barang masuk untuk mempermudah dan memperlancar aktivitas, baik saat barang masuk maupun ketika barang akan keluar (Pratama, 2022).



Gambar 2.1 Penyortir Barang  
(Sumber : [id.bonrayindustrial.com](http://id.bonrayindustrial.com))

Penyortiran merupakan salah satu kegiatan yang sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Berbagai sektor, seperti pertanian dan industri, menjadikan penyortiran sebagai bagian penting dari rangkaian proses produksi dan distribusi. Secara umum, penyortiran adalah proses pemisahan barang atau benda berdasarkan klasifikasi tertentu, seperti ukuran, warna, suhu, bentuk, dan bau. Tujuan utama

penyortiran adalah untuk membagi atau memisahkan benda sesuai dengan grade atau kualitasnya masing-masing (Hanafie, Baco and Kamarudding, 2021).

### 2.2.2 Buah

Buah menurut Sediaoetama (2012) adalah bagian dari tanaman yang strukturnya mengelilingi biji dimana struktur tersebut berasal dari indung telur atau sebagai *fundamen* (bagian) dari bunga itu sendiri. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), buah adalah bagian tumbuhan yang berasal dari bunga atau putik dan biasanya berbiji. Selanjutnya menurut Soekartawi (2006), buah adalah dari tanaman yang berkembang dari ovarium bunga setelah proses penyerbukan dan pembuahan, yang berfungsi untuk melindungi biji dan membantu penyebarannya.



Gambar 2.2 Buah Iklim Tropis  
(Sumber : [www.jawapos.com](http://www.jawapos.com))

Menurut Suryadi (2020) telah meneliti tentang pengembangan buah tropis di Indonesia dan menyatakan bahwa Indonesia memiliki potensi besar dalam pengembangan buahan – buahan tropis, seperti mangga, jambu, jeruk, dan manggis. Ia juga menekankan perlunya dukungan dari pemerintah dalam hal kebijakan dan infrastruktur untuk mendukung pengembangan sektor ini. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), produksi buah – buahan di Indonesia mempunyai angka yang sangat fantastis dalam kurun waktu selama 3 tahun. Pada 2020, Indonesia berhasil memproduksi sebesar 24,87 juta ton buah, di 2021 produksi



Indonesia meningkat berada di angka 26 juta ton. Kemudian di 2022 kembali menunjukkan peningkatan pencapaian produksi buah hingga 28,3 juta ton. Hal ini menuntut tersedianya buah yang berkualitas baik dengan kualitas mutu yang seragam. Pembudidayaan buah yang baik akan menghasilkan kualitas buah yang baik. Bahri (2015) mengemukakan bahwa perkembangan teknologi pertanian, termasuk teknik budidaya dan pengelolaan pascapanen, sangat berpengaruh terhadap kualitas dan kuantitas produksi buah – buahan. Ia juga menekankan pentingnya pelatihan bagi petani untuk meningkatkan keterampilan mereka dalam budidaya buah.

### 2.2.3 Jeruk

Menurut (Setiawan *et al.*, 2022) sebagai tanaman buah tahunan, jeruk berasal dari kawasan Asia dengan Cina diyakini sebagai tempat asal-usulnya. Di Indonesia, keberadaan jeruk telah tercatat selama berabad-abad, baik yang tumbuh secara liar maupun melalui budidaya. Jenis-jenis jeruk manis dan keprok yang ada di negeri ini merupakan warisan kolonial Belanda yang mendatangkannya dari Amerika dan Italia.



Gambar 2. 3 Buah Jeruk  
(Sumber : [www.hipwee.com](http://www.hipwee.com))

Kawasan penghasil jeruk utama di Tanah Air tersebar di berbagai wilayah, meliputi Garut (Jawa Barat), Tawangmangu (Jawa Tengah), Batu (Jawa Timur), Tejakula (Bali), Kepulauan Selayar (Sulawesi Selatan), Pontianak (Kalimantan

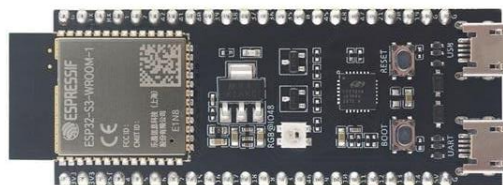
Barat), dan Medan (Sumatera Utara). Provinsi Bengkulu juga memiliki daerah produsen jeruk berkualitas tinggi, khususnya di Kecamatan Rimbo Pengadang, Kabupaten Lebong, yang membudidayakan jeruk gerga - varietas jeruk unggulan.

#### 2.2.4 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah alat pengendali (kontroler) berukuran mikro atau sangat kecil yang dikemas dalam bentuk *chip*. Sebuah mikrokontroler pada dasarnya bekerja seperti sebuah *mainboard* pada komputer. Bagian-bagian mikrokontroler antara lain : CPU (*Central Processing Unit*), memori program, memori data, alat pemrograman, input/output, dan modul tambahan.

#### 2.2.5 ESP32-S3

Sejak peluncuran ESP32 asli, sejumlah varian telah diperkenalkan dan diumumkan. Chip ini memiliki CPU dan kemampuan yang berbeda, tetapi semuanya menggunakan SDK yang sama dan sebagian besar kompatibel dengan kode. ESP32-S3 adalah sebuah *system-on-chip* (SoC) yang dirancang oleh *Espressif Systems*. Chip ini merupakan bagian dari keluarga ESP32 dan dirancang untuk aplikasi *Internet of Things* (IoT) yang memerlukan konektivitas nirkabel.

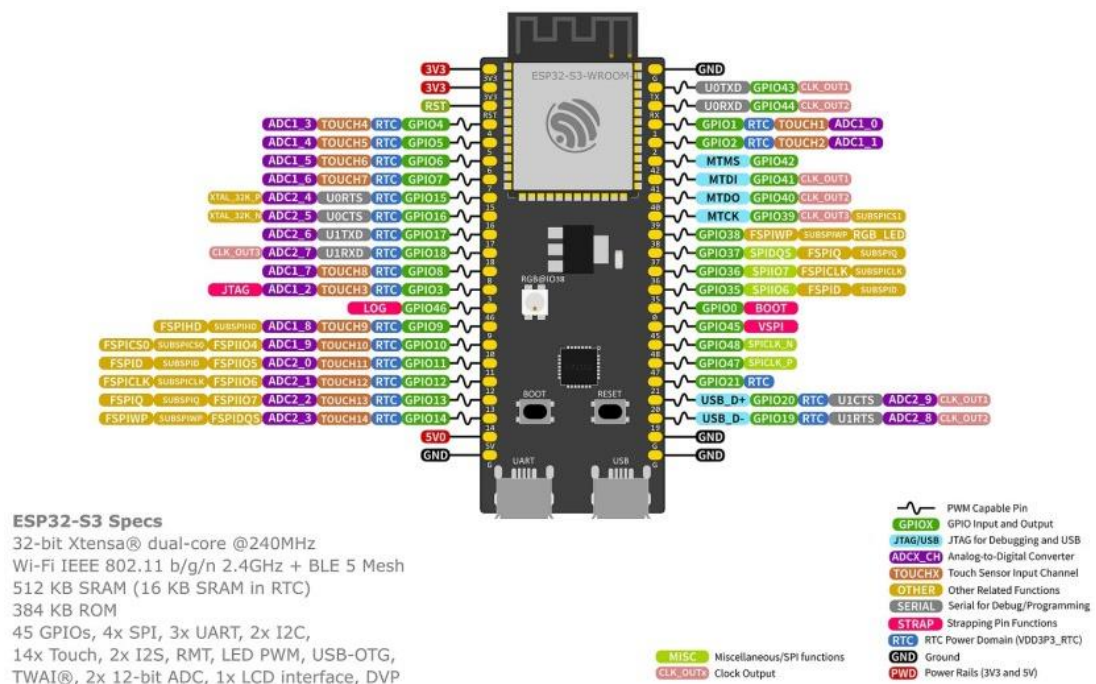


Gambar 2. 4 ESP32-S3  
(Sumber : [www.mouser.co.id](http://www.mouser.co.id))

Mikrokontroler ESP32-S3 ini ditenagai oleh mikroprosesor *dual-core* Xtensa® 32-bit LX7, yang memberikan kinerja tinggi untuk berbagai aplikasi. Mendukung Wi-Fi 2,4 GHz dan Bluetooth® *Low Energy* (Bluetooth LE), memungkinkan perangkat untuk terhubung dengan jaringan dan perangkat lain secara nirkabel. Memiliki koprosesor yang dirancang untuk mengelola tugas-tugas tertentu dengan efisiensi daya yang lebih baik (Nemlaha, et al., 2023).

Berikut spesifikasi modul ESP32-S3 :

- CPU Xtensa LX7 dual-core, hingga 240 MHz, <sup>[8]</sup> dan mendukung FPU presisi tunggal Menambahkan instruksi untuk mempercepat aplikasi pembelajaran mesin
- SRAM 512 KiB, ROM 384 KiB, dan SRAM RTC 16 KiB
- Mampu terhubung ke PSRAM eksternal dan Flash melalui Quad SPI atau Octal SPI, dan berbagi ruang alamat 32 MiB yang sama
- Koprosesor RISC-V daya ultra rendah (RV32IMC) dengan clock sekitar 17,5 MHz
- Koprosesor FSM daya ultra-rendah mirip dengan ESP32 dan ESP32-S2 sebelumnya
- Wi-Fi 2,4 GHz (IEEE 802.11 b/g/n) <sup>[9]</sup>
- Bluetooth 5 (LE)
- 45 GPIO yang dapat diprogram
- Tidak ada Ethernet MAC terintegrasi
- 2 × 12-bit SAR ADC, hingga 20 saluran
- USB OTG



Gambar 2. 5 Pinout ESP32-S3  
 (Sumber : <https://randomnerdtutorials.com/>)

### **2.2.6 Google Spreadsheet**

*Google Spreadsheet* adalah salah satu layanan dalam *platform Google Cloud* yang dapat digunakan oleh siapa saja dengan akun *Gmail*. Aplikasi ini berfungsi sebagai alat untuk membuat tabel, melakukan perhitungan dasar, serta mengolah data. Selain itu, *Google Spreadsheet* juga menyediakan berbagai fitur seperti pengaturan baris, kolom, dan sel, pembuatan grafik, serta kemampuan untuk mengimpor file dari *Microsoft Excel*. Sebagai fitur berbasis *cloud*, *Google Spreadsheet* sangat fleksibel karena dapat diakses secara bersama-sama oleh pengguna yang memiliki tautan (*link*) dokumen tersebut (Salsabila and Mahadewi, 2023).

Perkembangan teknologi memberikan banyak manfaat, salah satunya adalah hadirnya *Google Spreadsheet* yang sangat membantu karyawan dalam menyelesaikan pekerjaan dengan lebih efisien. *Google* terus menyempurnakan aplikasi pengolah dokumen ini, khususnya untuk kebutuhan keuangan atau pengolahan data dalam bentuk tabel. Saat ini, *Google Sheets* nama terbaru dari aplikasi ini telah dilengkapi dengan kemampuan analitis untuk memproses dokumen. Pengguna dijamin akan merasakan kinerja yang lebih cepat, bahkan saat mengelola dokumen berisi banyak data numerik. Tidak hanya itu, *Google* juga menambahkan berbagai fitur baru, seperti penyaringan data, alat bantu, serta opsi untuk mengisi kolom kosong dengan teks secara otomatis (Pasa Rosandhy and Tsabit, 2024).

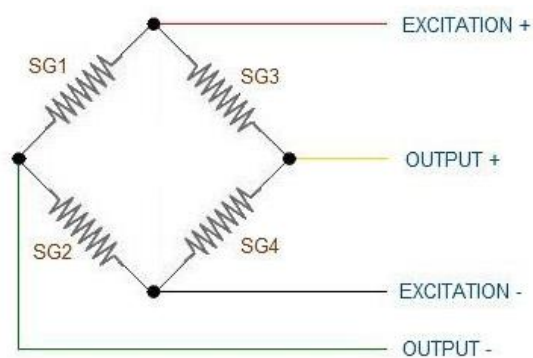
### **2.2.7 Sensor Load Cell**

*Sensor Load Cell* disini berperan untuk mendeteksi beban atau berat sebuah objek, sensor ini digunakan sebagai perangkat sensor utama pada suatu alat pendeteksi beban seperti timbangan digital. Contoh lainnya diterapkan pada jembatan timbang yang digunakan untuk mencari tahu beban dari sebuah truk pengangkut barang, dan prinsip pengukuran yang dilakukan oleh *load cell* menggunakan prinsip tekanan.



Gambar 2. 6 Sensor *Load Cell*  
(Sumber : [www.tokopedia.com](http://www.tokopedia.com))

Prinsip kerja dari sensor *load cell* ini adalah memanfaatkan reaksi elastisitas dari logam dari sensor *load cell*, jika salah satu sisi di dudukan pada penyangga dan sisi lain di beri beban maka akan mengakibatkan gaya dan gaya yang ditimbulkan dari proses itu akan di ubah ke dalam sinyal elektrik oleh pengukur tegangan yang terpasang pada *load cell* (Wahyudi, Rahman and Nawawi, 2017).



Gambar 2. 7 Sirkuit Diagram Sensor Load Cell  
(Sumber : [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net))

Tabel 2. 1 Konfigurasi Kabel Load Cell

Warna Kabel	Keterangan
Merah	Input tegangan sensor
Hitam	Input ground sensor
Hijau	Output positif sensor
Putih	Output ground sensor

Pada *load cell* terdapat 4 kabel dengan warna yang berbeda beda yang setiap kabel memiliki fungsinya masing – masing, yaitu kabel merah digunakan sebagai masukan tegangan atau sumber daya positif ke sensor, kabel hitam digunakan sebagai ground atau sumber daya negatif sensor, kabel hijau sebagai keluaran positif dari sensor dan kabel putih sebagai keluaran negatif dari sensor. Nilai tegangan output dari sensor ini sekitar 1,2mV.

### 2.2.8 Modul HX711

Modul HX711 merupakan modul amplifier yang biasa digunakan dalam rangkaian timbangan digital sebagai modul konversi sinyal analog ke digital pada *load cell*. Memiliki presisi tinggi 24 ADC high gain input yang didesain untuk berbagai sensor berjenis *bridge* (Aristianto, Ramdhani and Dwi Wibawa, 2020)



Gambar 2. 8 Modul HX711

(Sumber :Aristianto, Ramdhani and Dwi Wibawa, 2020)

HX711 adalah modul timbangan, yang memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada. Modul melakukan komunikasi dengan komputer atau mikrokontroler melalui TTL232. Struktur yang sederhana, mudah dalam penggunaan, hasil yang stabil dan reliable, memiliki sensitivitas tinggi, dan mampu mengukur perubahan dengan cepat (Munzir, Mufti and Rahman, 2019). HX711 biasanya digunakan pada bidang aerospace, mekanik, elektrik, kimia, konstruksi, farmasi dan lainnya, digunakan untuk mengukur gaya, gaya tekanan, perpindahan, gaya tarikan, torsi, dan percepatan. Spesifikasinya adalah sebagai di tabel berikut.

Tabel 2.2 Spesifikasi Modul HX711

Deskripsi	Keterangan
<i>Differential input voltage</i>	$\pm 40\text{mV}$ ( <i>Full-scale differential input voltage <math>\pm 40\text{mV}</math></i> )
<i>Data accuracy</i>	24 bit ( <i>24 bit A / D converter chip.</i> )
<i>Refresh frequency</i>	80 Hz
<i>Operating Voltage</i>	5V DC
<i>Operating current</i>	<10 mA
<i>Size</i>	38mm x 21mm x 10mm

### 2.2.9 Layar OLED

Layar OLED (*Organic Light Emitting Diode*) adalah jenis layar yang menggunakan bahan organik untuk memancarkan cahaya ketika diberi arus listrik. Layar ini memiliki kontras yang tinggi dan konsumsi daya yang rendah, menjadikannya ideal untuk digunakan dalam aplikasi portabel dan perangkat IoT.

*OLED Display* memiliki keunggulan dalam hal kecerahan, kontras dan efisiensi energi jika dibandingkan dengan LCD (*Liquid Crystal Display*) konvensional. *Oled Display* adalah jenis layar yang menggunakan dioda organik untuk menghasilkan cahaya dan menampilkan gambar atau teks. Setiap piksel pada

layar OLED dapat menghasilkan cahaya sendiri, sehingga tidak memerlukan sumber cahaya belakang atau lampu latar tambahan. Hal ini membuat *OLED Display* lebih tipis, ringan dan menghemat energi.



*Gambar 2. 9* Layar OLED  
(Sumber : [www.arduinoindonesia.id](http://www.arduinoindonesia.id))

#### **2.2.10 Motor Servo**

Motor servo adalah suatu perangkat atau aktuator yang dapat berputar. Servo motor mempunyai keluaran *shaft* (poros). Poros ini dapat ditempatkan pada posisi sudut spesifik dengan mengirimkan sinyal kode pada saluran kontrol servomotor. Selama sinyal kode ada di saluran kontrol, servo akan tetap berada di posisi sudut poros. Bila sinyal kode berubah, posisi sudut poros berubah (Munzir, Mufti and Rahman, 2019). Motor servo merupakan motor yang diatur dan dikontrol menggunakan pulsa. Motor standar ini memiliki tiga posisi yaitu posisi 0 derajat, posisi 90 derajat, dan posisi 180 derajat (Wahyudi, Rahman and Nawawi, 2017). Motor servo dirancang dengan sistem kontrol loop tertutup. Sehingga dapat diatur untuk menentukan dan memastikan putarannya sesuai dengan posisi sudut dari poros motor.





Gambar 2. 10 Motor Servo  
(Sumber : Wahyudi, Rahman and Nawawi, 2017)

Motor servo terdiri dari motor DC, beberapa gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Aplikasi servo banyak ditemui pada *radio control* pesawat terbang model (*aeromodelling*), mobil *radio control*, boneka mainan, dan tentunya robot.

Tabel 2. 3 Kegunaan Kabel

Kabel	Keterangan
Orange	PWM
Merah	VCC
Coklat	Ground

### 2.2.11 Motor DC

Motor adalah alat untuk merubah energi listrik menjadi energigerak dan dari energi gerak menjadi energi listrik. Motor DC dapat disebut sebagai motor arus searah, karena motor ini memiliki dua kutub dan memerlukan arus searah untuk dapat menjalankannya. Motor DC digunakan pada perangkat elektronik dankelistrikan yang menggunakan sumber listrik arus satu arah seperti Lampu DC dan kipas angin DC (Ramadhan and Aprilia, 2021).



Gambar 2. 11 Motor DC  
(Sumber : Ramadhan and Aprilia, 2021)

Prinsip kerja Motor DC diantaranya terdapat dua bagian utama yaitu Rotor dan Stator. Bagian yang berputar disebut Rotor, bagian Rotor initerdiri dari kumparan kawat tembaga. Sedangkan bagian motor yang diam disebut Stator, bagiang yang diam ini terdiri dari kerangka dan magnet permanen. Pada dasarnya motor DC menggunakan kaidah elektromagnet untuk bergerak, dengan begitu arus listrik dialirkan ke kumparan, kumparan akan menjadi magnet dan bagian utara akan bergerak ke arah magnet yang ber kutub selatan dan kumparan yang bagian selatan akan bergerak ke arah magnet ber kutub utara. Karena kutub utara kumparan bertemu dengan kutub selatan magnet dan kutub selatan kumparan bertemu dengan kutub utara magnet, maka terjadi gaya tarik menarik yang menyebabkan pergerakan kumparan.

### 2.2.12 Relay

Relay adalah bagian yang penting dari banyak sistem pengendali. Relay dapat digunakan untuk kendali jarak jauh dan untuk pengendali alat yang bersumber pada tegangan maupun arus tinggi dengan sinyal kendali tegangan dan arus rendah. Relay terdiri dari *coil* dan *contact*. *Coil* adalah gulungan kawat yang mendapat arus listrik, sedang *contact* adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di *coil*. Terdapat 2 jenis *contact* yaitu *Normally Open* (kondisi awal sebelum diaktifkan *open*), dan *Normally Closed* (kondisi awal sebelum diaktifkan *close*). Secara sederhana prinsip kerja dari relay adalah ketika *Coil* mendapat energi listrik (*energized*), akan timbul gaya elektromagnet yang akan

menarik *armature* yang berpegas, dan *contact* akan menutup (Munzir, Mufti and Rahman, 2019).



Gambar 2. 12 Modul Relay 1 Channel  
(Sumber : [www.arduinoindonesia.id](http://www.arduinoindonesia.id))

Relay module 1 channel 5V dengan 2 channel output dapat digunakan sebagai saklar elektronik untuk mengendalikan perangkat listrik yang memerlukan tegangan dan arus yang besar. Kompatible dengan semua mikrokontroler khususnya Arduino.

### 2.3 Kerangka Konseptual Penelitian

Kerangka konsep merupakan susunan kontruksi logika yang diatur dalam rangka menjelaskan variabel yang diteliti. Dimana, kerangka ini dirumuskan untuk menjelaskan konstruksi aliran logika untuk mengkaii secara sistematis kenyataan empirik. kerangka pemikiran/ kerangka konseptual ini ditujukan untuk memperjelas variabel yang diteliti sehingga elemen pengeukurnya dapat dirinci secara kongkrit. Adapun peranan teori dalam kerangka pemikiran yakni sebagai berikut :

1. Sebagai orientasi dari masalah yang diteliti.
2. Sebagai konseptualisasi dan klasifikasi yang memberikan petunjuk tentang kejelasan konsep dan variabel atas dasar pengelompokan tertentu.

3. Sebagai generalisasi, teori memberikan rangkuman terhadap generalisasi empirik dan antar hubungan dari berbagai proporsi yang didasarkan pada asumsi-asumsi tertentu baik yang akan diuji maupun yang telah diterima.
4. Sebagai peramal fakta, teori dapat melakukan peramalan dengan membuat ekstrapolasi dari yang sudah diketahui terhadap yang belum diketahui.

Dengan adanya kerangka konseptual, maka minat penelitian akan lebih terfokus ke dalam bentuk yang layak diuji dan akan memudahkan penyusunan hipotesis serta memudahkan identifikasi fungsi variabel penelitian, baik sebagai variabel bebas, tergantung, kendali, dan variabel lainnya.

Oleh karena itu, peneliti harus "konsisten" dalam memakainya. Dari uraian pengertian tersebut di atas, maka dapat disimpulkan beberapa pengertian dan peranan dari kerangka konseptual dalam suatu penelitian adalah suatu hubungan atau kaitan antara konsep – konsep atau variabel – variabel yang akan diamati atau diukur melalui penelitian yang akan dilaksanakan. Kerangka konseptual diharapkan akan memberikan gambaran dan mengarahkan asumsi mengenai variabel – variabel yang akan diteliti.

Kerangka konseptual merupakan suatu bentuk proses dari keseluruhan dari proses penelitian. Kerangka konseptual yang baik menurut Uma Sekaran sebagaimana yang dikutip oleh Sugiyono dalam Iskandar (2008: 54) sebagai berikut:

- a. Variabel – variabel penelitian harus jelas.
- b. Kerangka konseptual haruslah menjelaskan hubungan antara variabel – variabel yang akan diteliti, dan ada teori yang melandasi.
- c. Kerangka konseptual tersebut selanjutnya perlu dinyatakan dalam bentuk diagram sehingga masalah penelitian yang akan dicari jawabannya mudah dipahami.

Iskandar (2008:55) mengemukakan bahwa dalam penelitian kuantitatif, kerangka konseptual merupakan suatu kesatuan kerangka pemikiran yang utuh dalam rangka mencari jawaban-jawaban ilmiah terhadap masalah-masalah

penelitian yang menjelaskan tentang variabel-variabel, hubungan antara variabel-variabel secara teoritis yang berhubungan dengan hasil penelitian yang terdahulu yang kebenarannya dapat diuji secara empiris.

Pemilihan kerangka konseptual yang tepat pada sebagian besar penelitian ditentukan oleh beberapa landasan, yaitu :

1. Landasan pertama berpikir deduktif; analisis teori, konsep, prinsip, premis yang berhubungan dengan masalah yang akan diteliti. Oleh karena itu peneliti harus membuat analisis secara hati-hati dan kritis serta menelaah semua kepustakaan yang berhubungan dengan subyek penelitian secara cermat, sebelum memformulasikan hipotesis yang bertujuan untuk menjawab pertanyaan penelitian tersebut.
2. Landasan kedua berpikir induktif; analisis penelusuran hasil penelitian orang lain yang mendahului yang terkait dengan masalah dan tujuan penelitian.
3. Landasan ketiga adalah merumuskan permasalahan dan penetapan tujuan penelitian atas dasar sintesis dari analisis landasan pertama dan kedua dengan cara berpikir kreatif-inovatif; sintesis pengalaman, teori, fakta, tujuan penelitian dan logika berpikir kreatif disusun menjadi kerangka konseptual penelitian.

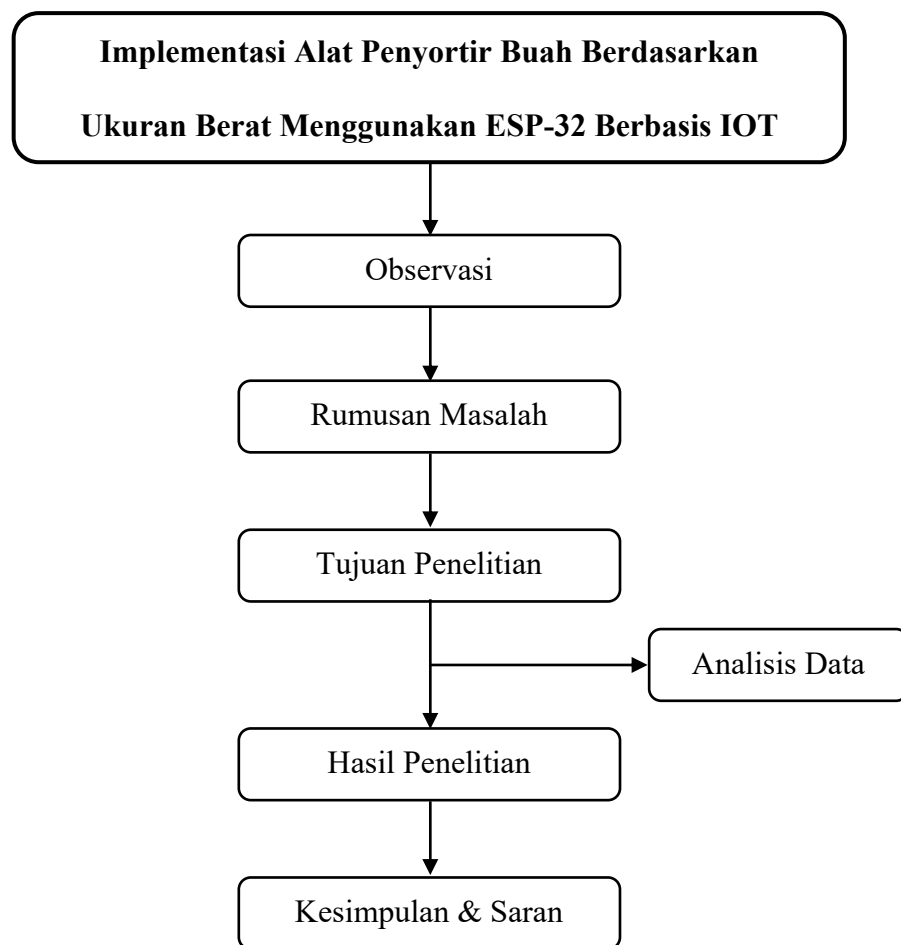
### **2.3.1 Tahap Penyusunan Kerangka Konseptual**

Kerangka konseptual penelitian pada dasarnya adalah kerangka hubungan antara konsep-konsep yang ingin diamati atau diukur melalui penelitian. Untuk itu langkah – langkah yang dilakukan sebelum membuat kerangka konseptual ini adalah:

- a. Seleksi dan definisi konsep (logika berpikir untuk mencoba menjelaskan atau atribut dari masalah yang akan diteliti).
- b. Mengembangkan pernyataan hubungan.
- c. Mengembangkan konsep dalam gambar / kerangka.

Kerangka konseptual juga berperan untuk mengidentifikasi jaringan hubungan antar variable yang dianggap penting bag masalah yang sedang diteliti. Dengan demikian, sangatlah penting untuk memahami apa arti variable dan apa saja jenis variable yang ada yang berkaitan dengan konsep dari masalah yang diteliti terseb

Penulis akan mencoba menerapkan kerangka konseptual yang penulis desain pada penelitian yang berjudul :



Gambar 2.13 Diagram Kerangka Konseptual

### 2.3.2 Manfaat Kerangka Konseptual

Jika kerangka konsep digunakan untuk memberi landasan atau dasar berpijak penelitian, maka kerangka konsep dimaksudkan pula untuk menjelaskan makna dan maksud dari teori yang dipakai, atau menjelaskan kata – kata yang masih abstrak

pengertiannya dalam teori tersebut, dan dapat juga digunakan untuk menjelaskan makna kata – kata yang tertera dalam judul penelitian. Adapun manfaat dari kerangka konseptual yakni :

- a. Membantu peneliti untuk menempatkan penelitiannya dalam konteks yang lebih luas.
- b. Menguji apakah perumusan masalah dan tujuan yang ingin dicapainya logis.
- c. Menemukan konsep – konsep yang dapat dipakainya untuk masalah penelitian yang akan dilaksanakan.