

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

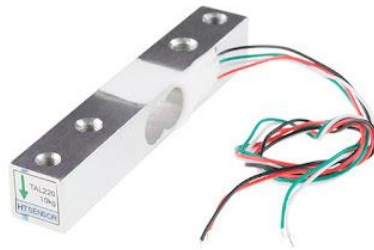
Pada penelitian ini, terdapat landasan teori yang mendukung dasar penelitian, yaitu sebagai berikut:

2.1.1 Internet of Things (IoT)

Kekuatan internet yang mengalami perkembangan pesat dapat digunakan sebagai jalur penghubung yang sangat fundamental. Proses transisi internet yang didorong oleh perangkat keras telah tergeser oleh pasar yang menjadi roda penggerakannya. Interkoneksi intranet yang sangat terpisah dengan perangkat lunak menjadi penyebab transisi tersebut terjadi. Lingkungan terbuka dan arsitektur yang terhubung pada sebuah sistem merupakan kebutuhan mendasar dari *Internet of Things*. Entitas IoT baru berupa obyek pintar dan sistem fisik dunia maya (Yoyon Efendi, 2018). Syarat dalam *Internet of Things* berupa penyimpanan data, pemrosesan dan analisa. Elemen tersebut berfungsi sebagai sumber data yang kemudian diolah lebih lanjut ke dalam informasi yang lebih berguna. Sumber daya komputasi dapat diakses melalui jaringan internet. Sehingga nilai adaptif dapat tinggi, kemampuan yang real time dan kesadaran konteks dapat terjadi. Aliran data yang berasal dari perangkat, objek dan aplikasi yang saling terhubung dalam sebuah system IoT kemudian dapat diproses layaknya seperti mesin, pengelolaan data dan informasi yang berguna. Akses data dapat disebarluaskan ke dalam perangkat yang relevan atau pengguna yang membutuhkan informasi matang sebagai titik akhir. Titik akhir dapat berperan ganda yaitu sebagai pengguna dan sebagai sumber tergantung pengaturan dari sistem IoT yang dijalankan. Walaupun secara sederhana iot berlaku sistem linear dari bawah ke atas.

2.1.2 Sensor *Load cell*

Load cell merupakan sebuah perangkat listrik atau alat uji yang dapat mengubah suatu energi menjadi energi lainnya yang biasa digunakan untuk mengubah suatu gaya menjadi sinyal listrik. Sensor *load cell* adalah sensor yang dirancang untuk bisa mendeteksi tekanan atau berat sebuah beban, sensor *load cell* pada umumnya digunakan sebagai komponen utama dalam sistem timbangan digital dan dapat diaplikasikan pada jembatan timbangan yang fungsinya untuk menimbang berat dari sebuah truk pengangkut bahan baku, pengukuran yang dilakukan oleh *load cell* menggunakan prinsip tekanan. Sebuah sensor *load cell* 12 tersusun dari beberapa konduktor, jembatan *wheatstone* dan *strain gauge* (Gilang W.K, 2021).



Gambar 2. 1 Sensor *Load cell*

Spesifikasi kabel pada sensor *load cell* dapat dilihat pada Tabel 2. 1

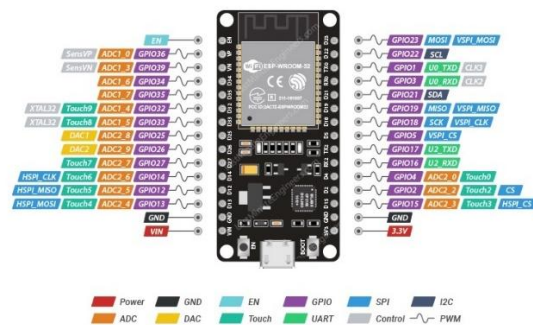
Tabel 2. 1 Spesifikasi Sensor *Load cell*

Warna Kabel	Deskripsi
Merah	<i>Input tegangan sensor</i>
Hitam	<i>Input ground sensor</i>
Hijau	<i>Output positif sensor</i>
Putih	<i>Output ground sensor</i>

2.1.3 ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler canggih yang dirancang untuk berbagai aplikasi modern seperti perangkat seluler, elektronik yang dapat dikenakan, dan *Internet of Things* (IoT). ESP32 merupakan mikrokontroler *system on chip* (Soc) yang dilengkapi dengan modul WiFi, dan bluetooth. ESP32 bisa digunakan untuk rangkaian pengganti pada Arduino. ESP32 memiliki kemampuan untuk mendukung terkoneksi ke WI-FI secara langsung (Agus Wagyaana, 2019).

Processor pada ESP32 mempunyai 2 inti yang dapat dikendalikan secara individual dan bekerja dengan frekuensi 80MHz – 240MHz. Daya yang digunakan dalam menjalankan prosesor tersebut rendah sehingga menghemat daya komputasi. Penggunaan *Bluetooth*, *Bluetooth LE*, dan *Wi-Fi* memudahkan mikrokontroler dalam *Internet of Things*. Sehingga aplikasi dapat ditargetkan dan dapat langsung terhubung ke dalam jaringan internet. Sistem keamanan yang terenkripsi (OTA) menjamin proses didalam jaringan.



Gambar 2. 2 Pin Out Pada ESP32

2.1.4 MIT App Inventor

MIT *App Inventor* adalah *platform* pemrograman visual yang dirancang untuk memudahkan pembuatan aplikasi Android sederhana tanpa memerlukan pemahaman mendalam tentang Bahasa pemrograman. Dengan menggunakan antarmuka grafis yang intuitif, serupa dengan *platform* seperti Scratch dan StarLogo TNG, pengguna dapat mendesain aplikasi dengan cara *drag-and-drop* berbagai komponen visual, menghindari kebutuhan untuk menulis kode secara langsung. *Platform* ini memungkinkan pengguna, bahkan yang baru memulai, untuk menciptakan aplikasi perangkat lunak fungsional untuk sistem operasi Android

dengan cara yang lebih terjangkau dan mudah diakses. Selain fitur dasar, *App Inventor* juga mendukung pengembangan aplikasi yang melibatkan *database*, peta interaktif, dan konsep canggih lainnya, menjadikannya alat yang kuat dan serbaguna dalam ekosistem pemrograman seluler (MIT *App Inventor*, 2024).



Gambar 2. 3 MIT App Inventor

2.1.5 Modul Keypad 4x4

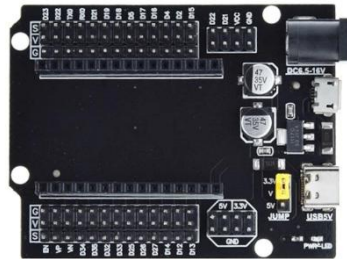
Modul keypad 4x4 merupakan modul keypad yang berukuran 4 kolom x 4 baris. Modul ini dapat difungsikan sebagai *device* masukan dalam aplikasi-aplikasi seperti pengaman digital, *data logger*, absensi, pengendali kecepatan motor, robotik dan sebagainya. Pada contoh Gambar 4. ditunjukkan bahwa *keypad* matriks 4x4 cukup menggunakan 8 pin untuk 16 tombol yang disediakan. Hal tersebut dapat dimungkinkan karena konfigurasi rangkaian yang disusun secara seri (Sumardi, 2012).



Gambar 2. 4 Keypad Matriks 4x4

2.1.6 Expansion Board ESP32

Expansion board ESP32, atau yang sering disebut *base board* maupun *I/O shield*, merupakan papan sirkuit tambahan yang berfungsi sebagai jembatan untuk mempermudah koneksi antara mikrokontroler ESP32 dengan berbagai perangkat eksternal seperti sensor dan aktuator (Hidayat et al., 2025). Papan ini merapikan pin-pin ESP32 yang kecil dan rapat menjadi deretan soket *header* yang lebih terstruktur, di mana setiap pin *input/output* (I/O) didampingi langsung oleh jalur daya listrik (VCC) dan *ground* (GND), sehingga proses pemasangan komponen menjadi lebih cepat, mengurangi risiko salah sambung kabel, dan meminimalisir penggunaan *breadboard* (Hariono, 2025).

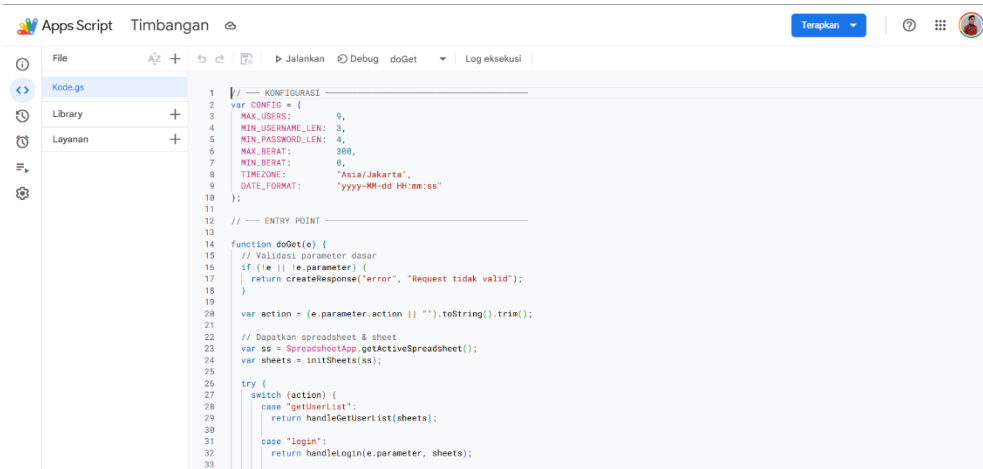


Gambar 2. 5 Expansion Board ESP32

2.1.7 Google Apps Script

Google Apps Script adalah platform pemrograman berbasis *cloud* yang dikembangkan oleh Google dengan menggunakan bahasa pemrograman yang didasarkan pada JavaScript, yang berfungsi untuk mengotomatisasi dan mengintegrasikan berbagai layanan di ekosistem Google Workspace seperti Google Sheets, Docs, dan Drive (Google Developers, n.d.). Dalam konteks pengembangan sistem *Internet of Things* (IoT), Google Apps Script sering dimanfaatkan sebagai antarmuka pemrograman aplikasi (API) atau *webhook* yang menjembatani komunikasi antara mikrokontroler (seperti ESP32) dengan Google Sheets. Ketika perangkat IoT mengirimkan hasil pembacaan sensor seperti data pemantauan berat melalui protokol HTTP (*GET* atau *POST*), *script* ini akan menerima data tersebut, memprosesnya, dan menyimpannya secara otomatis ke dalam baris dan kolom

spreadsheet sehingga dapat berfungsi sebagai *database* pemantauan yang ringan, gratis, dan dapat diakses secara *real-time*.



Gambar 2. 6 Tampilan Google Apps Script

2.1.8 Modul LCD 20x4 I2C

LCD adalah perangkat yang berfungsi sebagai media penampil dengan memanfaatkan kristal cair sebagai objek penampil utama. LCD tentunya sudah sangat banyak digunakan untuk berbagai macam keperluan seperti media elektronik televisi, kalkulator, atau layar komputer sekalipun. LCD yang digunakan adalah LCD berukuran 20x4 karakter dengan tambahan *chip module* I2C untuk mempermudah *programmer* nantinya dalam mengakses LCD tersebut. Sebab dengan digunakannya modul I2C akan lebih memperhemat penggunaan pin arduino yang akan digunakan, dengan menggunakan modul I2C maka hanya diperlukan 4 buah pin arduino, yaitu pin SCL, pin SDA, pin VCC dan pin GND (Wahyu, 2018).



Gambar 2. 7 Modul LCD 20x4 I2C

2.1.9 *Adaptor*

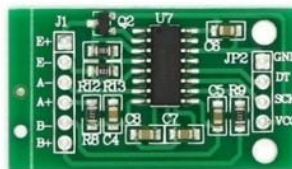
Menurut (Sugiartowo, 2019), adaptor adalah elektronik yang berperan untuk mengubah arah arus, dari AC menjadi DC atau sebaliknya, dan mengubah tegangan, baik menaikkan tegangan maupun menurunkan tegangan sesuai dengan kebutuhan alat yang membutuhkan suplai tenaga listrik.



Gambar 2. 8 Adaptor

2.1.10 *Modul HX711*

HX711 adalah modul timbangan, Modul ini melakukan komunikasi dengan computer/mikrokontroller melalui TTL 232. Prinsip Kerja dari modul HX711 adalah mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan yang nantinya besaran ini diteruskan ke Arduino Uno (Trisman Zega, 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.



Gambar 2. 9 Modul HX711

2.1.11 *Google Sheets*

Google Sheets paling sering digunakan sebagai pengganti Microsoft Excel untuk mengembangkan dokumen spreadsheet. Google Sheet menyediakan cara yang baik untuk menyimpan atau memproses data dalam bentuk spreadsheet dan dapat diintegrasikan dengan puluhan layanan lain yang disediakan oleh Google seperti Maps, untuk menciptakan solusi yang benar-benar inovatif. Melalui API dan penggunaan skrip Google (Gscript), Google memudahkan pengembang untuk mengisi data secara terprogram ke dalam Google Sheet sehingga memudahkan pembuatan solusi menggunakan layanan mereka.



Gambar 2. 10 *Google Sheets*

2.1.12 *Timbangan Gantung*

Dinamakan timbangan gantung karena sistem penimbangan di gantungkan ditimbangan tersebut. Jadi timbangan tersebut tidak mempunyai *platform* tempat timbang. Beban yang akan di timbang di gantung langsung menarik *loadcell* yang sudah menyatu dengan indikatornya. Timbangan *crane* atau biasa kita kenal Timbangan gantung.



Gambar 2. 11 Timbangan Gantung

2.1.13 Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jacq*) merupakan tanaman golongan plasma yang termasuk tanaman tahunan. Tanaman ini berasal dari Negara Afrika Barat dan dapat tumbuh subur di daerah-daerah tropis seperti di Indonesia, Malaysia, Thailand dan Papua Nugini (Masykur, 2013).

Buah kelapa sawit tumbuh dalam bentuk tandan padat, masing-masing memiliki berat antara 10 sampai 25 kilogram, dan setiap buahnya berisi begitu banyak buah sawit. Pohon produktif yang sehat akan menghasilkan 12 sampai 14 tandan buah setiap tahunnya. Setelah matang buah akan berubah menjadi berwarna oranye kemerahan yang cerah, menunjukkan bahwa buah ini siap dipanen.



Gambar 2. 12 Buah Kelapa Sawit

2.1.14 SD Card (Secure Digital Card)

SD Card (Secure Digital Card) merupakan media penyimpanan data portabel berbasis *flash memory* bertipe *non-volatile*, yang berarti data yang telah direkam dan disimpan di dalamnya tidak akan hilang meskipun perangkat tidak mendapatkan aliran listrik. Modul ini berfungsi sebagai memori sekunder untuk melakukan perekaman data secara berkesinambungan (*data logging*) secara lokal di dalam sistem.



Gambar 2. 13 SD Card

2.2 Penelitian Terdahulu

Seiring berkembangnya teknologi dan ilmu pengetahuan, khususnya *Internet of Things* (IoT), dapat membantu masyarakat dalam menyelesaikan permasalahan sehari-hari, seperti yang ditemui di perkebunan kelapa sawit, yaitu pemantauan data penimbangan buah kelapa sawit. Pada penelitian yang berjudul “Timbangan Digital Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno” yang ditulis oleh (Afrianto, 2020) dimana tujuan penelitian ini adalah membuat timbangan digital otomatis yang terdiri dari keypad 4x4, sensor *load cell*, arduino uno, microsoft excel, perangkat lunak parallax. Sistem dari kerja *load cell* dengan tingkat akurasi 0,636 pada satuan kilogram setelah melakukan kalibrasi. Data yang telah didapatkan oleh sensor *load cell* dikirimkan melalui arduino uno ke perangkat lunak *parallax* serta microsoft excel yang nantinya hasil dari data tersebut menunjukkan satuan berat dari benda yang diukur.

Adapun penelitian yang dilakukan oleh (Ivan & Erwandha, 2021) yang berjudul “Rancang Bangun Sistem *Internet of Things* Pada Timbangan Digital Dengan Kapasitas 100Kg Berbasis ESP 32 & Thingsboard IoT Platform Untuk Mengukur Massa” dimana tujuan penelitian ini adalah mengenai implementasi jaringan internet sebagai pencatatan hasil timbangan berbasis esp32. Pencatatan hasil menimbang yang terdeteksi oleh *load cell* kemudian diolah oleh esp32 dan membagi data menggunakan jaringan internet.

Pada penelitian yang berjudul “Pembuatan Aplikasi Login Dan Mewarnai Menggunakan MIT App Inventor” yang ditulis (Sains & Amanda, 2024) dimana tujuan penelitian ini adalah merancang untuk mengautentikasi pengguna sebelum memberikan akses ke konten tertentu, memastikan keamanan dan akses yang terkontrol dalam aplikasi. Fitur ini sangat penting dalam banyak aplikasi untuk melindungi informasi sensitif dan memberikan pengalaman pengguna yang dipersonalisasi.

Pada Penelitian selanjutnya yang berjudul “Konstruksi Timbangan Digital Menggunakan *Load cell* Berbasis Arduino Uno Dengan Tampilan Lcd” yang ditulis oleh (Sani & Maha, 2018) dimana tujuan penelitian ini adalah untuk

mengembangkan timbangan digital berbasis Arduino Uno dengan menggunakan sensor *load cell* dan tampilan LCD serta kemampuan menyimpan data.

Pada penelitian yang berjudul “Timbangan Digital Berbasis *Internet of Things* (IoT)” yang ditulis oleh (Indani et al., 2024) dimana tujuan penelitian ini adalah timbangan digital otomatis yang dimana hasil dari penimbangan akan ditampilkan dalam bentuk display pada sebuah smartphone.

Penelitian yang akan dilakukan adalah yaitu akan membuat sebuah alat pengukuran massa buah kelapa sawit berbasis *Internet of Things* (IoT). Penelitian ini menjadikan LCD dan aplikasi MIT App Inventor sebagai tempat menampilkan data hasil penimbangan massa serta memonitoring secara jarak jauh.

Tabel 2. 2 Perbandingan Variabel Penelitian

PENELITI	JUDUL	METODE	HASIL
Rahmad Baharudin Afrianto (2020)	<i>Timbangan Digital Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno</i>	- Arduino - Modul HX711 - Keypad 4X4 - LCD 20X4 - Adaptor 12 V/ 2 A - Load cell	Penelitian ini adalah membuat timbangan digital otomatis yang terdiri dari keypad 4x4, sensor <i>load cell</i>, arduino uno, microsoft excel, perangkat lunak parallax. Selanjutnya data yang telah didapatkan oleh sensor <i>load cell</i> dikirimkan melalui arduino uno ke perangkat lunak <i>parallax</i> serta microsoft excel yang hasil dari data tersebut menunjukkan satuan berat dari benda yang diukur dan ditampilkan pada layar LCD. Hasil pengujian timbangan yang telah dilakukan dengan rata-rata persentase

PENELITI	JUDUL	METODE	HASIL
			kesalahan sebesar 0,636 %.
Gregorius Ivan Satrio Erwandha (2021)	<i>Rancang Bangun Sistem Internet of Things Pada Timbangan Digital Dengan Kapasitas 100Kg Berbasis ESP 32 & Thingsboard IoT Platform Untuk Mengukur Massa</i>	- Load cell - Thingsboard IoT - 7 Segment Display - Buzzer - Modul HX711 - ESP32	Pada penelitian ini, sistem kerja <i>load cell</i> dengan kapasitas 100 kg didapatkan error pengukuran massa sebesar 0,08%. Hasil pembacaan dari penimbangan akan ditampilkan dalam berupa berbentuk website (<i>thingsboard</i>).
Ridwan Abdullah Sani dan Andy Imanuel Maha (2018)	<i>Konstruksi Timbangan Digital Menggunakan Load cell Berbasis Arduino Uno Dengan Tampilan LCD (Liquid Crystal Display)</i>	- ATmega 328 - Arduino Uno - Modul HX 711 - LCD - Sensor Load cell	Berdasarkan hasil penelitian ini, dimulai dari menerima tegangan yang diberi <i>load cell</i> kemudian diteruskan ke modul HX 711. Selanjutnya sinyal diolah menggunakan ATmega 328 yang telah diprogram oleh Arduino Uno agar dapat

PENELITI	JUDUL	METODE	HASIL
			menampilkan hasil penimbangan pada LCD. Hasil yang didapatkan dari pengujian rata-rata persentase kesalahan sebesar 0,39%.
Willia Zulkifni Amanda dan Sularno (2024)	Pembuatan Aplikasi Login dan Mewarnai Menggunakan MIT App Inventor	- <i>MITT App Inventor</i>	Penelitian ini menggunakan MITT App Inventor yang memiliki fitur merancang session login.
Wira Indani, Agustina Elisabet Lumban Gaol, Sri Wahyuni (2024)	Sistem Pemantauan Berat Buah Kelapa Sawit Berbasis Internet of Things (IoT)	- <i>Mikrokontroler ESP32</i> -Sensor <i>Load cell</i> -Modul HX 711 -Oled	Pada penelitian ini sensor <i>load cell</i> mendeteksi beban, kemudian dikonversikan ke digital oleh modul HX 711 dan diproses oleh mikrokontroller ESP 32. Hasil penimbangan akan ditampilkan pada display smartphone dan juga oled.

PENELITI	JUDUL	METODE	HASIL
Ahmad Huzaefa (2026)	Alat Pengukuran Massa Buah Kelapa Sawit Berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT)	- <i>Mikrokontroler ESP32</i> -Sensor <i>Load cell</i> -Modul HX711 -LCD I2C 20x4 - <i>Keypad 4x4</i> -MIT <i>App Inventor</i>	Pada Penelitian ini sensor <i>load cell</i> sebagai pendeteksi beban, kemudian dikonversikan oleh modul HX711 menjadi data digital dan diproses oleh mikrokontroler <i>ESP32</i> . Hasil timbangan akan ditampilkan pada LCD I2C 20x4, kemudian dikirimkan ke handphone masing-masing user melalui <i>Keypad 4x4</i> .