

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) adalah konsep yang memungkinkan berbagai perangkat saling terhubung, mulai dari peralatan rumah tangga seperti kulkas, televisi, mesin cuci, lampu, hingga perangkat teknologi seperti smartphone dan mobil. Tidak hanya itu, IoT juga diterapkan pada mesin industri, seperti mesin jet pesawat dan peralatan pengeboran minyak.

Secara sederhana, IoT bekerja dengan mengendalikan perangkat melalui sistem elektronik. Jika suatu perangkat memiliki saklar on/off, besar kemungkinan perangkat tersebut dapat diintegrasikan ke dalam ekosistem IoT. Intinya, IoT memungkinkan berbagai objek untuk bertukar data melalui jaringan tanpa perlu interaksi langsung antara manusia dengan komputer atau manusia dengan manusia (Dwi et al., 2023).

Perkembangan IoT sendiri didukung oleh kemajuan teknologi nirkabel, micro-electromechanical systems (MEMS), dan internet. Dengan semakin meluasnya akses internet berkecepatan tinggi, biaya koneksi yang semakin terjangkau, serta harga perangkat teknologi yang lebih murah, IoT menjadi semakin relevan dan siap digunakan dalam berbagai aspek kehidupan.



Gambar 2. 1 *Internet of Things (IoT)*

2.1.2 Timbangan Digital

Menurut (Hulu, 2018) Timbangan Digital adalah suatu alat elektronik yang berfungsi untuk mengukur berat suatu objek atau benda lainnya dengan tampilan digital. Timbangan digital sering digunakan oleh beberapa industri dan komersial. Setiap alat timbangan harus disahkan oleh badan Direktorat Metrologi (Lembaga yang diberi kewenangan legal) yang berhak melegalkan alat timbangan tersebut melalui sistem TERA. Tujuannya adalah untuk memastikan dan mengkonfirmasi bahwa peralatan telah memenuhi standar persyaratan.

Timbangan digital mampu memberikan hasil akurasi pengukuran yang lebih baik dibandingkan timbangan manual. Proses kalibrasi yang tepat sangat penting untuk memastikan bahwa timbangan digital menghasilkan hasil yang akurat. Uji kalibrasi dapat mencakup kemampuan baca timbangan, daya ulang pembacaan, dan penyimpanan dari skala nol. Meskipun timbangan digital lebih akurat daripada manual, tetapi batasan akurasi pada timbangan juga perlu diperhatikan (Setiyono, 2018). Timbangan digital dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2. 2 Timbangan Digital

(Sumber : <https://www.tokopedia.com/winscale-1/timbangan-duduk-digital-industri-serbaguna-merk-cas-ebi>)

2.1.3 Load Cell

Load cell adalah komponen utama dalam sistem timbangan digital yang berfungsi untuk mengukur berat suatu benda atau objek dengan mengubah gaya mekanis menjadi sinyal listrik. Sensor ini sangat umum digunakan dalam

timbangan digital dan terdiri dari elemen elastis yang dilengkapi dengan strain gauge. Ketika beban diterapkan pada load cell, elemen elastis mengalami deformasi yang menyebabkan perubahan resistansi pada strain gauge. Perubahan resistansi ini diukur menggunakan konfigurasi jembatan Wheatstone, yang memungkinkan pengukuran akurat terhadap perubahan kecil dalam resistansi akibat beban yang diterima. Sinyal keluaran *load cell* berbentuk tegangan dalam kisaran millivolt yang memerlukan penguatan sebelum dapat diproses oleh sistem mikrokontroler. Pada umumnya sinyal output Load Cell dikuatkan oleh modul HX711. Gambar sensor load cell half bridge yang umum digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.3 (Budoyo & Andriana, 2019).



Gambar 2. 3 Sensor Berat (Load Cell)
(Sumber : (Budoyo & Andriana, 2019))

2.1.4 Modul HX711

Menurut (Beno et al., 2022), Modul HX711 adalah modul yang berfungsi sebagai penguat sinyal (amplifier) dari keluaran sensor *Load Cell* dan juga untuk mengkonversi sinyal analog menjadi sinyal digital yang disebut dengan ADC (Analog To Digital Converter). Jadi data keluaran Load Cell sebelum diproses oleh mikrokontroler terlebih dahulu dikuatkan sinyalnya dan dikonversi dari analog menjadi digital sehingga data yang diterima oleh mikrokontroler sudah dalam bentuk data digital. Modul HX711 memiliki kelebihan yaitu mudah dalam penggunaannya, hasil yang didapatkan lebih stabil, hasil dengan keluaran lebih sensitif, dan dapat mengukur perubahan dengan cepat. Gambar modul HX711 dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut (Beno et al., 2022).



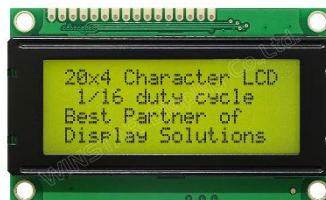
Gambar 2. 4 Modul HX711
(Sumber : (Beno et al., 2022))

Tabel 2. 1 Spesifikasi Modul HX711

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Input	DC 5 V
Arus	10 mA
Input	2 channel dari load cell
Output	TTL (serial sinkronisasi, DI, dan SCK)
Akurasi data	24 bit (ADC)
Frekuensi pembacaan	80 Hz
Dimensi	38 mm x 21 mm x 10 mm
Berat	20 gram

2.1.5 LCD (Liquid Crystal Display)

Menurut (Beno et al., 2022) LCD adalah komponen elektronika yang berperan sebagai display atau monitor penampil data. Data yang ditampilkan dapat berupa karakter, huruf, dan angka. Ukuran display LCD ada berbagai macam jenis, seperti LCD 8x1, 16x1, 16x2, 20x4, dan lainnya. Pada penelitian ini menggunakan LCD ukuran 20x4 yang merupakan LCD dengan kemampuan dapat menampilkan 80 karakter yang terdiri dari 4 baris dan tiap baris menampilkan 20 karakter. Tampilan LCD 20x4 ini dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Liquid Crystal Display (LCD) 20x4
(Sumber : <https://www.winstar.com.tw/products/character-lcd-display-module/lcd-20x4.html>)

2.1.6 Modul I2C

Modul I2C (*Intergrated Circuit*) adalah sebuah modul yang berfungsi untuk mengirim dan menerima data secara serial. Modul I2C menggunakan dua saluran yaitu SCL dan SDA untuk mengirim dan menerima data. Modul I2C menggunakan komunikasi dua arah, half-duplex. Modul ini digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti pengembangan perangkat keras, robot, dan sistem pembayaran elektronik. Modul I2C dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Modul I2C

(Sumber : <https://www.tokopedia.com/tokotronik/modul-i2c-serial-interface-untuk-lcd-1602-2004>)

2.1.7 Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler generasi penerus dari ESP8266 yang kompatibel dengan Arduino IDE. Mikrokontroler ini dilengkapi dengan modul WiFi dan chip Bluetooth Low Energy (BLE), sehingga sangat ideal untuk pengembangan sistem aplikasi IoT. Nama ESP32 merupakan singkatan dari Espressif32, yang merujuk pada papan pengembangan buatan Espressif Systems. Mikrokontroler 32-bit ini mendukung jaringan nirkabel dengan protokol WiFi 802.11 b/g/n pada frekuensi 2,4 GHz, serta teknologi Bluetooth v4.2, sehingga menawarkan konektivitas yang andal dan fleksibel (Pratama & Kiswantono, 2023). Modul mikrkontroler ESP32 dapat dilihat pada Gambar 2. 7.



Gambar 2. 7 Modul Mikrokontroller ESP32
(Sumber : (Pratama & Kiswantono, 2023))

2.1.8 Modul SD Card

Modul SD Card adalah sebuah modul yang berfungsi untuk membaca dan menulis Micro SD, modul ini memiliki interface menggunakan komunikasi SPI. Modul ini dapat langsung terkoneksi dengan arduino IDE yang dilengkapi dengan kartu Micro SD. Tegangan kerja dari modul ini adalah 3.3 – 5V. Modul SD Card dapat dilihat pada Gambar 2. 8.



Gambar 2. 8 Modul SD Card
(Sumber : <https://www.indiamart.com/proddetail/micro-sd-card-reader-module-23568023473.html>)

2.1.9 Telegram

Telegram adalah aplikasi perpesanan instan berbasis cloud yang dapat digunakan di semua perangkat di waktu yang sama dan akan tersinkronasi secara otomatis pada semua perangkat. Dalam sistem IoT, telegram dimanfaatkan untuk komunikasi dan kendali jarak jauh. Dalam IoT, Telegram digunakan untuk notifikasi, pemantauan, dan kontrol perangkat, seperti menerima peringatan dari

sensor atau mengirim perintah untuk mengaktifkan perangkat. Implementasi Telegram dalam IoT biasanya dilakukan dengan membuat bot Telegram menggunakan BotFather, yang kemudian dihubungkan ke perangkat melalui Telegram Bot API.

Keunggulan utama Telegram dalam implementasi IoT adalah gratis, mudah digunakan, aman, dan dapat diakses di berbagai perangkat, baik melalui smartphone, tablet, maupun komputer. Selain itu, Telegram memiliki kelebihan dalam hal penyimpanan berbasis cloud, yang memungkinkan data tetap tersimpan dan dapat diakses kapan saja tanpa khawatir kehilangan informasi. Dengan fitur keamanan yang kuat, termasuk enkripsi end-to-end dan autentikasi dua faktor, Telegram memberikan perlindungan yang lebih baik terhadap akses tidak sah. Logo Telegram dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Logo Telegram
(Sumber : <https://www.liputan6.com/tekno/read/5198804/telegram>)

2.1.10 Power Bank

Power bank adalah perangkat portabel yang digunakan untuk mengisi daya berbagai perangkat elektronik seperti ponsel, tablet, dan lainnya. Spesifikasinya meliputi kapasitas baterai yang diukur dalam milliampere-hour (mAh), dengan pilihan mulai dari 5,000 mAh hingga 20,000 mAh atau lebih yang menentukan berapa kali power bank dapat mengisi perangkat. Tegangan keluaran standar adalah 5 Volt (V), sesuai dengan kebutuhan perangkat elektronik umum. Power bank juga memiliki berbagai jenis port, seperti USB-A, micro-USB, USB-C, dan Lightning, dengan jumlah port bervariasi untuk mendukung pengisian beberapa perangkat sekaligus. Karakteristiknya mencakup jenis baterai yang digunakan, seperti Lithium-ion yang berkapasitas tinggi atau Lithium-polymer yang lebih ringan dan aman, serta efisiensi daya yang berkisar antara 60%-85%. Perangkat power bank dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2. 10 Power Bank
(Sumber : <https://www.amazon.co.uk/AOPAWA-26800mAh-Capacity-Portable-External/dp/B07VXQTP34>)

2.2 Penelitian Terdahulu

Dalam melakukan perancangan timbangan digital getah karet berbasis *Internet of Things* (IoT) beberapa penelitian terdahulu dijadikan sebagai sumber referensi dalam melakukan penelitian lanjutan terhadap proyek akhir alat timbangan digital getah karet berbasis IoT.

Suatu penelitian tentang perancangan Aplikasi Pengukur Kadar Air Pada Getah karet berbantuan ARDUINO UNO (Busran & Handreas, 2019). Perancangan alat penelitian ini bertujuan untuk membantu proses pengukuran kadar air dalam getah karet secara otomatis, sehingga akan mempermudah dalam menentukan harga jual getah karet. Setelah dilakukan pengujian terhadap aplikasi pengukur kadar air pada getah karet yang telah dirancang, alat ini menggunakan mikrokontroller Arduino UNO sebagai pusat kendali dan ethernet shield untuk menghubungkan mikrokontroler dengan *web server*. Data hasil pengukuran kadar air pada getah dikirim melalui *Ethernet Shield* yang akan disimpan kedalam database, dan selanjutnya akan ditampilkan di *web server*. Pada penelitian ini menggunakan sensor soil moisture sebagai pendeteksi kadar air pada getah karet dan sensor load cell untuk mengukur berat getah karet. Pada penelitian ini melakukan pengujian sebanyak sepuluh kali dengan sampel yang berbeda. Kadar air yang terukur sangat memengaruhi harga getah. Semakin rendah kadar air getah yang terukur maka akan semakin tinggi harga jual getah karet, dan begitu juga sebaliknya semakin tinggi kadar air getah maka akan semakin murah harga jualnya.

Selanjutnya penelitian (Budoyo & Andriana, 2019) dengan judul “Sistem IoT Timbangan Digital Menggunakan Sensor Load Cell di UD. Pangrukti Tani”

membuat alat timbangan digital untuk menimbang berat bawang merah di UD. Pangrukti Tani. Tujuan dari perancangan alat pada penelitian ini yaitu mengetahui berat keseluruhan hasil panen bawang merah berdasarkan gradenya, memiliki catatan data berat keseluruhan hasil panen bawang merah, dan efisiensi waktu selama proses penimbangan dan pencatatan berat bawang merah. Pengukuran berat bawang merah dilakukan menggunakan 6 sensor load cell dengan kapasitas maksimal 5 kg. Data dari sensor ini dikelola oleh mikrokontroler ATmega2560 dan dikirimkan ke server web menggunakan modul WiFi ESP8266. Berdasarkan hasil pengujian, alat ini mampu mengukur berat bawang merah hingga 5 kg dengan akurasi tinggi, menunjukkan tingkat kesalahan sebesar 1,64%, atau dengan kata lain, ketelitian pengukuran alat ini mencapai 98,36%. Prototipe timbangan digital ini memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT) sehingga dapat membantu pemilik UD. Pangrukti Tani dalam memantau hasil timbangan berat bawang merah secara real-time. Kelemahan dari penelitian ini yaitu sensor *Load cell* yang digunakan hanya mampu membaca berat bawang merah maksimal 5 Kg.

Penelitian selanjutnya merancang sebuah model timbangan digital menggunakan sensor berat *Load Cell* dan pencatatan hasil timbangannya menggunakan metode IoT (Beno et al., 2022). Pada penelitian ini menggunakan 4 buah sensor *Load Cell* yang akan membaca berat dari benda yang diletakkan pada timbangan. Kemudian data berat benda yang terbaca oleh *Load Cell* akan dikuatkan sinyalnya dan akan dikonversi dari data berupa analog menjadi digital oleh modul Hx711. Kemudian data hasil timbangan akan diproses oleh mikrokontroller *NodeMCU* untuk memeriksa apakah berat yang diukur sesuai dengan kapasitas yang diatur, kemudian jika ukuran yang diukur melebihi kapasitas yang diatur maka *LCD* akan menampilkan pesan beban *overload*, tetapi jika berat yang terukur sesuai dengan kapasitas yang diatur maka *LCD* akan menampilkan data berat benda yang ditimbang. Pada penelitian ini menggunakan *LCD* dengan ukuran 16 x 2. Selain tampil di *LCD*, hasil pengukuran juga tercatat otomatis dalam database website. Timbangan digital ini dirancang dengan luas permukaan 100x100 cm dan mampu mengukur berat benda dengan tingkat akurasi sebesar 99,94373%.

Penelitian selanjutnya merancang sebuah timbangan digital kelapa sawit berbasis IoT (Indani et al., 2022). Alat pada penelitian ini dirancang bertujuan untuk

memudahkan pemilik lahan kebun sawit untuk mengetahui dan memonitoring data penimbangan buah kelapa sawit miliknya dari jarak jauh. Alat ini menggunakan sensor load cell untuk mengukur berat dari kelapa sawit dan menghubungkan mikrokontroller ESP32 dengan LCD untuk menampilkan data berat dari kelapa sawit yang sedang ditimbang. Data berat kelapa sawit yang telah ditimbang akan disimpan dalam database berupa aplikasi yang dirancang khusus untuk memonitoring data berat penimbangan kelapa sawit. Kelemahan dari penelitian ini yaitu tidak disertakannya harga sawit yang ditimbang.

Penelitian (Nasution et al., 2022) dengan judul “Perancangan Alat Penimbang Kacang Tanah Otomatis Menggunakan Sensor Berat (Load Cell Single Point)” membuat alat timbangan untuk mengukur berat kacang tanah menggunakan mikrokontroler Arduino Uno yang menjadi sebagai pusat kontroler. Kemudian menggunakan sensor *Load Cell* jenis *Single Point* untuk mengukur berat kacang tanah. Motor servo digunakan untuk membuka dan menutup pintu wadah kacang tanah. Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) untuk mendeteksi apakah wadah kacang tanah kosong atau berisi. Kemudian menggunakan Buzzer sebagai indikator yang akan berbunyi jika wadah kacang tanah dalam keadaan kosong. Sensor PIR sebagai pendeteksi tangan manusia ketika meletakkan wadah ditempat jatuhnya kacang yang sudah ditimbang sebelumnya. Lalu menggunakan sensor DHT11 untuk mendeteksi kelembapan kacang tanah pada wadah tampungan kacang tanah. Hasil penimbangan berat kacang tanah akan ditampilkan pada layar LCD (*Liquid Crystal Display*). Pada layar LCD selain menampilkan berat kacang tanah yang terukur oleh *Load Cell*, LCD juga menampilkan berat kacang tanah yang diinputkan pada keypad oleh user. Pada penelitian ini berat yang diinputkan pada keypad akan dibandingkan dengan berat yang terukur oleh sensor *Load Cell* untuk melihat seberapa persen keakurasian sensor *Load Cell* dalam mengukur berat kacang tanah. Dari hasil pengujian yang dilakukan pada penelitian ini dengan berat kacang tanah yang berbeda-beda, nilai persentase error paling tinggi bernilai 7,41% dengan berat kacang tanah sebesar 100 gram. Kemudian nilai persentase error paling rendah bernilai 0,85% dengan berat kacang tanah sebesar 700 gram, dan nilai rata-rata persentase error pada semua hasil pengujian ialah 2,19%.

Dari beberapa penelitian terdahulu tersebut, terdapat kekurangan yaitu belum ada yang menampilkan harga objek yang ditimbang. Oleh karena itu, pada penelitian ini penulis membuat sebuah timbangan digital untuk menimbang getah karet yang menghasilkan output berupa berat dan harga jual karet yang ditimbang, serta juga dapat dimonitor dari jarak jauh melalui platform telegram. Timbangan yang akan dirancang berupa timbangan jenis duduk sehingga getah karet akan diletakkan pada timbangan duduk tersebut dan alat akan mengukur berat getah karet tersebut. Timbangan digital yang dirancang ini menggunakan *Load Cell* sebagai sensor untuk mengukur berat getah karet, Modul ESP32 sebagai mikrokontroller, dan modul HX711 sebagai penguat sinyal masukan yang kemudian akan merubah data yang awalnya diterima oleh ADC berupa analog menjadi data digital. Lalu data berat getah dan harga jualnya akan ditampilkan di layer LCD. Kemudian hasil penimbangan dan harga jual getah tersebut akan dikirimkan ke akun telegram pemilik getah karet yang telah terdaftar pada sistem. Informasi lebih lanjut terkait penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis	Judul Penelitian	Komponen	Hasil
1.	(Busran & Handreas, 2019)	Perancangan Aplikasi Pengukur Kadar Air Pada Getah (Karet) Berbantuan Arduino Uno R3.	1) Arduino Uno R3 2) Ethernet Shield 3) Sensor Soil Moisture 4) Sensor Load Cell 5) Web Server	1. Setelah melakukan pengujian terhadap aplikasi pengukur kadar air pada getah yang dihubungkan dengan arduino dan ethernet shield maka didapatkan data dari proses pengukuran kadar air pada getah yang dikirimkan melalui ethernet shield dan disimpan pada database dan ditampilkan pada web. 2. Perancangan prototype dan aplikasi pengukur kadar air pada getah tersebut mampu mengukur kadar air getah dan berat getah.
2.	(Budoyo & Andriana, 2019)	Sistem IoT Timbangan Digital Menggunakan Sensor Load Cell di UD. Pangrukti Tani	1) Mikrokontroler ATmega 2560 2) ESP8266 3) Sensor <i>Load Cell</i> 4) LCD 16x2 5) Web Server	Alat ini mampu mengukur berat bawang merah dengan kapasitas maksimal pengukuran sebesar 5 Kg dengan error pengukuran sebesar 1,64% dan memiliki ketelitian pengukurjran berat sebesar 98,36%.
3.	(Indani et al., 2022)	Timbangan Digital Buah Kelapa Sawit Berbasis Internet of Things (IoT)	1) TTGO T. <i>Call</i> ESP32 2) Sensor <i>Load Cell</i> 3) Modul HX711 4) LCD 16x2 5) Aplikasi dengan platform MIT APP Inventor	Sensor load cell dapat membaca data berat penimbangan buah kelapa sawit hingga beban 200 kg. dan nilai persentase akurasi rata-rata sensor load cell dalam melakukan pembacaan data berat penimbangan buah kelapa sawit dengan menggunakan beban yang sama yaitu sebesar 98.03% dari 10 kali pengujian. Sedangkan dengan menggunakan beban yang bervariasi yaitu sebesar 99.28 % dari 18 kali pengujian.

4.	(Nasution et al., 2022)	Perancangan Alat Penimbang Kacang Tanah Otomatis Menggunakan Sensor Berat (Load Cell Single Point)	1) Arduino Uno 2) Adaptor 3) Sensor <i>Load Cell Single Point</i> 4) Sensor PIR 5) Sensor DHT11 6) Sensor Cahaya LDR 7) Motor Servo 8) Dioda Laser 9) Keypad 10) LCD 16x2 11) Buzzer	Penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno sebagai pengendali utama, dengan berbagai komponen pendukung seperti sensor Load Cell Single Point untuk mendeteksi berat, sensor LDR untuk memeriksa apakah wadah kosong atau terisi, sensor PIR untuk mendeteksi keberadaan tangan, dan sensor DHT11 untuk mengukur kelembapan kacang dalam wadah. Alat ini juga dilengkapi motor servo untuk membuka dan menutup wadah, serta LCD dan keypad untuk menampilkan dan menginput data berat yang diinginkan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini bekerja dengan baik, dengan rata-rata persentase error sebesar 2,19%. Error tertinggi sebesar 7,41% terjadi pada bobot 100 gram, sedangkan error terendah sebesar 0,85% terjadi pada bobot 700 gram.
5.	(Beno et al., 2022)	Rancang Bangun Model Timbangan Digital Menggunakan Sensor Load Cell dan Pencatatan Hasil Timbangan Berbasis IoT	1) NodeMCU V3 ESP8266 2) Sensor <i>Load Cell</i> 3) Modul Hx711 4) LCD 16x2 5) Modul I2C	Penelitian ini merancang timbangan digital pada luas wadah 100x100 cm yang dapat mengukur berat benda dengan akurasi pengukuran sebesar 99,94373%. Hasil pengukuran ditampilkan pada layar LCD yang berukuran 16x2 dan otomatis tercatat pada database website.
6.	Dimaz Prayudi (2024)	Rancang Bangun Timbangan Digital Getah Karet Berbasis IoT	1) Mikrokontroler ESP32 2) Sensor <i>Load Cell</i> 3) Modul Hx711 4) LCD 20x4 5) Push Button	Penelitian ini merancang timbangan digital model dudukan untuk mengukur berat getah karet dan menampilkan harga getah karet yang ditimbang. Data berat dan harga getah karet akan ditampilkan pada layar LCD. Lalu, hasil penimbangan dan harga jual getah tersebut akan dikirimkan ke pemilik getah melalui platform telegram.