AGROFORETECH

Volume 4, Nomor 3, September 2026

Rancang Bangun Alat Timbangan Digital Otomatis menggunakan Sensor Lord Cell 200 Kilogram dan Mikrokontroler Esp 32

Wahyu Nur Rahmatdhan*), Nuraeni Dwi Dharmawati, Suparman
Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian
INSTIPER Yogyakarta
*)Email Korespondensi: wahyunurrahmatdhan@gmail.com

ABSTRAK

Banyak proses penimbangan masih menggunakan timbangan konvensional yang memiliki keterbatasan akurasi, kecepatan pembacaan, dan pencatatan hasil pengukuran, sehingga diperlukan sistem penimbangan digital yang lebih praktis. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat timbangan digital otomatis menggunakan sensor *Load Cell* 200 kilogram, modul HX711, dan mikrokontroler ESP 32, melakukan kalibrasi sensor untuk memperoleh hasil pengukuran yang akurat, serta mengimplementasikan alat dalam proses penimbangan berbagai objek. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) yang meliputi perancangan perangkat keras, pengembangan perangkat lunak, kalibrasi, implementasi, dan pengujian sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat berhasil dirancang dan mampu menampilkan hasil pengukuran berat secara real, time melalui LCD 16×2. Hasil kalibrasi menunjukkan tingkat akurasi sebesar 99,60% dengan error 0,40% pada pengukuran berat beras dan 99,30% dengan error 0,70% pada pengukuran berat badan manusia. Berdasarkan hasil implementasi, alat mampu mengukur berbagai variasi beban dengan hasil yang mendekati timbangan digital pabrikan, sehingga dapat disimpulkan bahwa alat timbangan digital berbasis ESP 32 dan sensor *Load Cell* 200, kilogram yang dikembangkan memiliki tingkat akurasi yang tinggi, stabil, dan layak digunakan sebagai alternatif sistem penimbangan digital otomatis.

Kata kunci: ESP32, Load Cell, HX711, timbangan digital, kalibrasi sensor.

PENDAHULUAN

Dalam hal pengukuran massa suatu barang secara presisi, penimbangan merupakan prosedur penting di berbagai sektor industri, termasuk manufaktur, perdagangan, pertanian, dan logistik. Pencatatan data yang akurat, kualitas produk, dan efisiensi alur kerja—semuanya bergantung pada hasil penimbangan (Pratama, Saputra, & Wibowo, 2023). Baik di lingkungan industri maupun usaha kecil, penimbangan masih umum dilakukan menggunakan timbangan mekanis atau digital konvensional yang mengharuskan pencatatan hasil secara manual. Selain menurunkan efisiensi operasional—terutama saat menangani volume produk yang besar—metode ini juga berisiko menimbulkan kesalahan pembacaan dan keterlambatan dalam pencatatan data (OIML, 2020).

Timbangan digital otomatis yang mampu melakukan prosedur penimbangan secara lebih cepat, akurat, dan efektif telah dikembangkan berkat kemajuan teknologi instrumentasi dan sistem kendali. Timbangan digital bekerja dengan menggunakan sensor untuk mendeteksi beban. Mikroprosesor memproses data untuk menghasilkan nilai massa dalam satuan yang telah ditetapkan. Karena sistem ini meminimalkan kesalahan manusia dalam

pembacaan dan pencatatan hasil penimbangan, penggunaannya kini meluas di berbagai sektor komersial dan industri (Bolton, 2021).

Load Cell merupakan komponen penting yang sering digunakan dalam sistem penimbangan digital. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip bahwa gaya atau beban yang diberikan pada elemen pendeteksi (*strain gauge*) menyebabkan perubahan resistansi. Sebuah mikrokontroler memproses sinyal listrik yang dihasilkan dari perubahan resistansi tersebut untuk menentukan berat objek yang sedang ditimbang. Berkat akurasi yang tinggi dan respons yang cepat, *Load Cell* dapat digunakan dalam berbagai kapasitas pengukuran untuk memenuhi kebutuhan aplikasi tertentu. *Load Cell* berkapasitas 200 kilo gram yang digunakan penelitian ini sesuai menimbang objek berukuran sedang hingga besar (Miskovic, Ibrahim, & Ahmad, 2022).

Mikrokontroler diperlukan dalam implementasi sistem penimbangan digital karena berperan sebagai pengendali utama bagi keseluruhan prosedur pengukuran. Dengan menggunakan modul penguat dan konverter analog, ke, digital, mikrokontroler menerima sinyal keluaran dari sensor *Load Cell* dan mengubahnya menjadi nilai berat yang dapat ditampilkan pada perangkat keluaran. Selain memungkinkan penambahan berbagai fungsi—seperti penyimpanan data, konektivitas nirkabel, dan integrasi dengan sistem pemantauan berbasis *Internet of Things* (IoT)—penggunaan mikrokontroler juga memungkinkan sistem untuk beroperasi secara otonom dan merespons dengan cepat (Banzi & Shiloh, 2022).

Meskipun terdapat beragam jenis timbangan digital di pasaran, sebagian besar masih memiliki kekurangan, seperti harga yang relatif tinggi untuk model berkapasitas besar, keterbatasan ruang untuk pengembangan di masa mendatang, serta ketidakmampuan untuk disesuaikan dengan kebutuhan spesifik pelanggan. Selain itu, kalibrasi sensor yang kurang memadai menyebabkan ketidakakuratan pembacaan pada beberapa sistem dasar. Diperlukan pengembangan sistem timbangan digital otomatis yang menawarkan akurasi tinggi, memiliki biaya implementasi yang wajar, serta dapat dimodifikasi dengan mudah untuk memenuhi kebutuhan pengguna.

Sensor utama yang digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan berat objek adalah sensor *Load Cell* dengan kapasitas 200 kilogram. Sebelum diintegrasikan ke dalam sistem, sensor *Load Cell* harus melalui prosedur kalibrasi guna menjamin tingkat akurasi pengukuran. Kalibrasi bertujuan memastikan bahwa hasil pembacaan sensor sangat mendekati berat sebenarnya, sehingga menghasilkan data tepercaya yang dapat dijadikan dasar pengambilan keputusan (Suparman, Supriyanto, & Kumara, 2023). Mengingat pengaruhnya yang besar terhadap akurasi hasil pengukuran, prosedur kalibrasi merupakan langkah krusial dalam pengembangan sistem penimbangan digital ini.

Sistem yang direncanakan perlu diuji dan dikalibrasi untuk memastikan seluruh fiturnya memenuhi kebutuhan pengguna sesuai dengan tujuan yang ditentukan. *Black Box Testing* merupakan teknik pengujian perangkat lunak populer yang mengabaikan struktur internal program dan lebih berfokus pada operasi sistem berdasarkan input serta output (Sani & Maha, 2017). Tujuan pengujian adalah untuk memastikan bahwa setiap bagian sistem—mulai dari pembacaan sensor dan pemrosesan data hingga tampilan hasil penimbangan—beroperasi secara optimal (Pressman & Maxim, 2020).

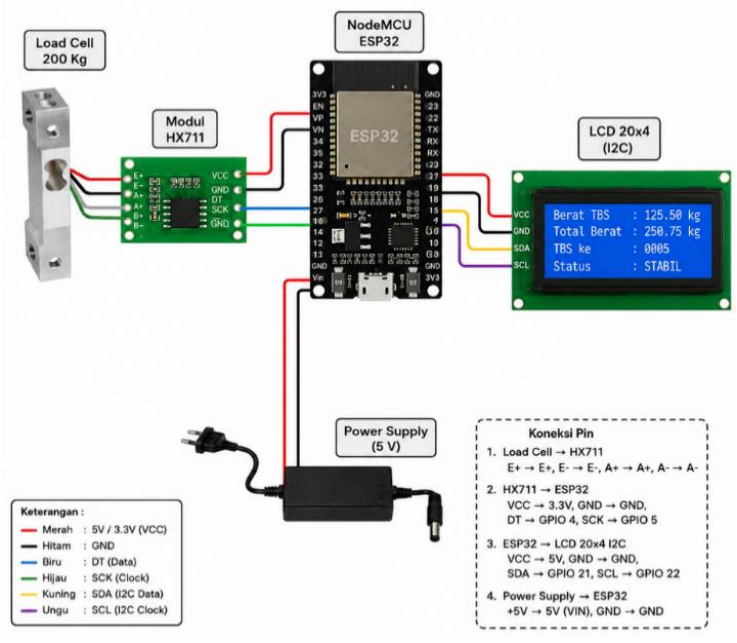
Sistem penimbangan digital yang menggunakan sensor *Load Cell* dan mikrokontroler telah dikembangkan dalam sejumlah penelitian terdahulu. Sebuah sistem penimbangan digital berbasis mikrokontroler yang mampu menampilkan hasil penimbangan secara otomatis dengan tingkat presisi tinggi berhasil. Prosedur kalibrasi untuk sensor *Load Cell* dapat meningkatkan presisi pengukuran hingga lebih dari 98% (Saputra, Junaidi, Supriyanto, & Surtono, 2022). Berdasarkan studi lain, penambahan mikrokontroler pada sistem

penimbangan digital meningkatkan kecepatan penimbangan dan mengurangi kesalahan pembacaan dibandingkan dengan metode konvensional (Ulfa & Isnianto, 2024). Namun, penelitian tersebut menggunakan sensor berkapasitas lebih kecil atau hanya berfokus pada prosedur penimbangan, tanpa melakukan penilaian menyeluruh terhadap akurasi sensor.

Berdasarkan hal tersebut, mikrokontroler ESP32 dan sensor *Load Cell* berkapasitas 200 kilogram perlu digunakan dalam perancangan dan pembuatan sistem penimbangan digital otomatis.

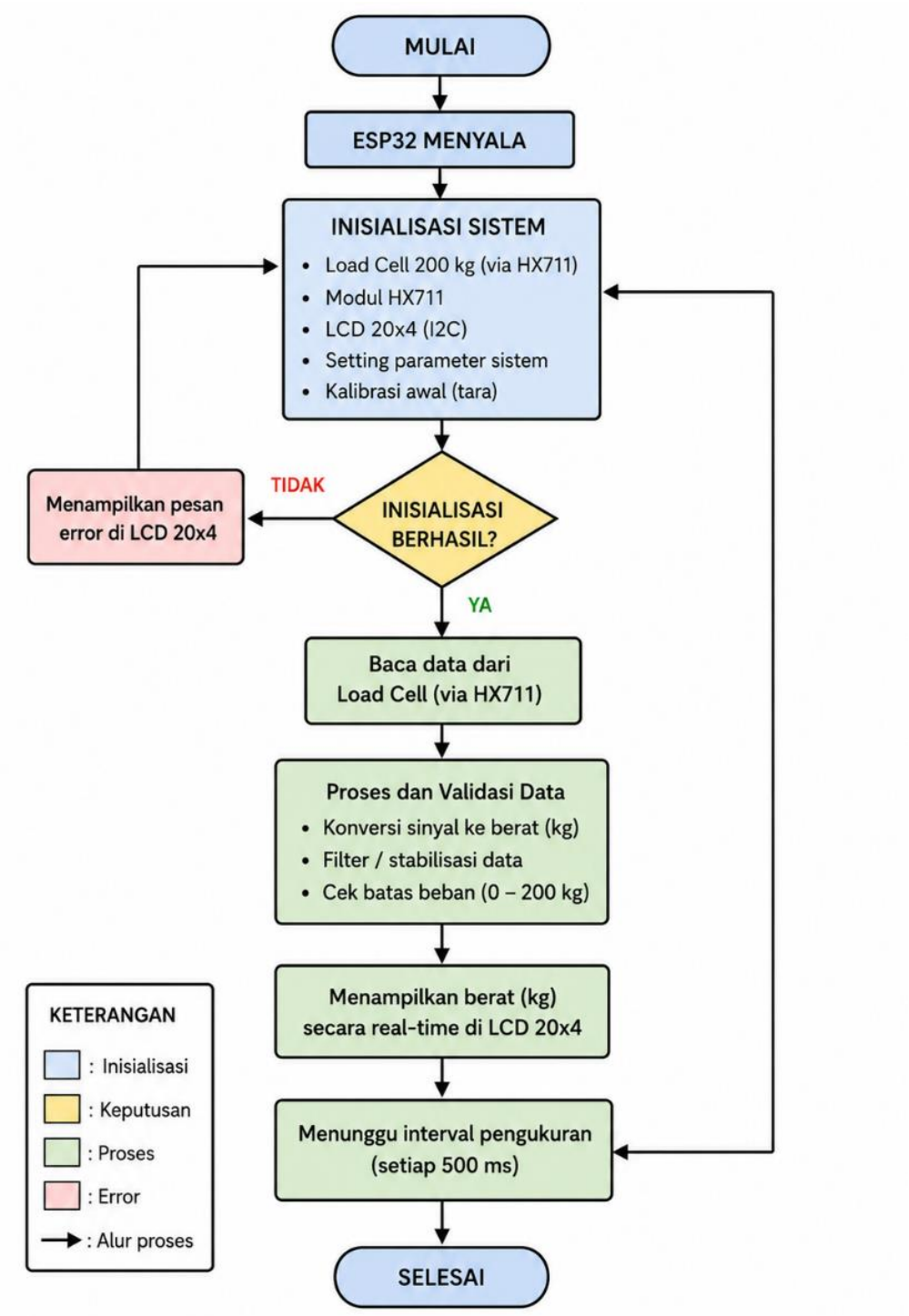
METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan eksperimental. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perangkat keras berupa ESP32, sensor *Load Cell* 200 kg, modul HX711, LCD 20×4, catu daya, dan kabel jumper, serta perangkat lunak berupa Arduino IDE untuk pemrograman mikrokontroler. Perancangan alat merupakan tahap penyusunan sistem pemantauan kualitas air yang meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perancangan elektronika perangkat keras (*hardware*) yang digunakan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Perancangan Elektronika

Menggunakan Arduino IDE, perancang perangkat lunak membuat program untuk ESP32. Program tersebut dirancang untuk menginisialisasi semua komponen, membaca data dari sensor pH dan TDS, memproses hasil pembacaan sensor, menampilkan nilai berat pada layar LCD 20×4, mencatat waktu pengukuran menggunakan modul RTC, serta melakukan pemantauan secara waktu nyata (*real time*). Urutan operasional sistem, mulai dari inisialisasi hingga penyimpanan data, juga digambarkan dalam diagram alir program.



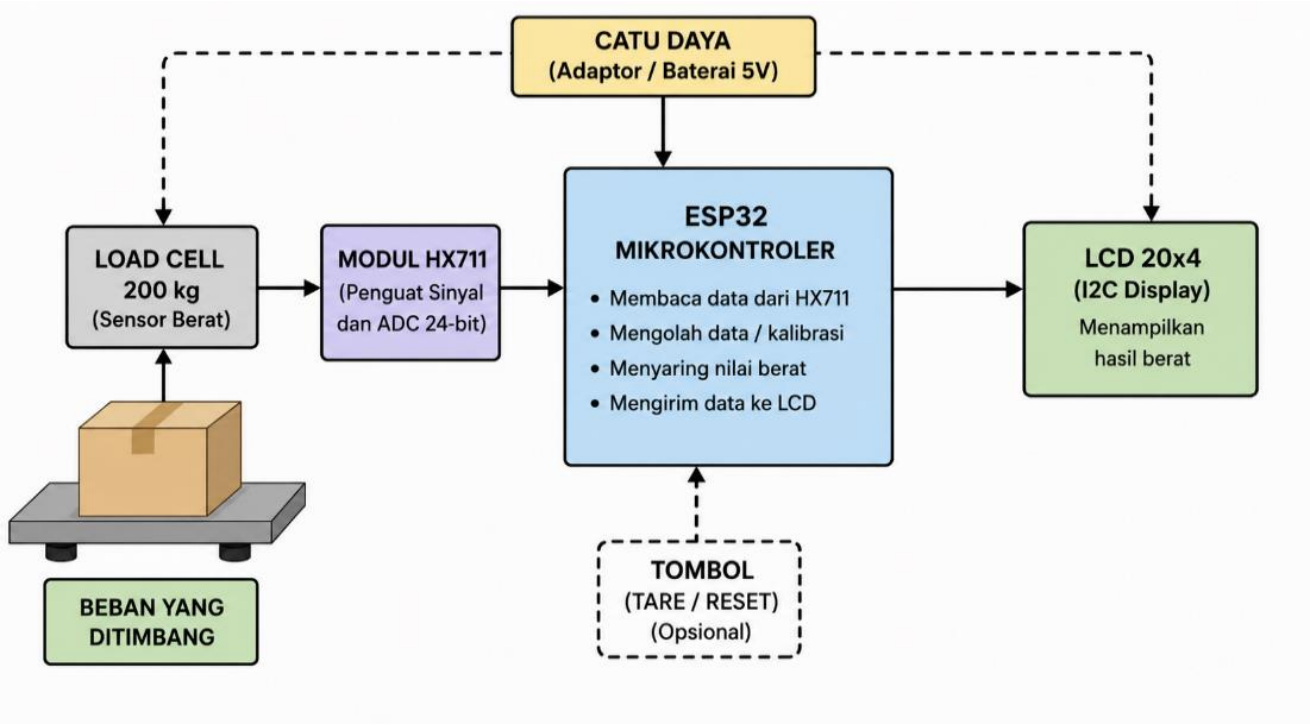
Gambar 2. Perancangan Perangkat Lunak

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan dan Pengembangan Sistem

Diagram Blok Sistem

Koneksi antarbagian timbangan digital otomatis berbasis mikrokontroler ESP32 ditampilkan dalam diagram blok sistem. Diagram ini memperlihatkan cara kerja sistem, yang dimulai dengan penggunaan sensor *Load Cell* berkapasitas 200 kilogram untuk mendeteksi beban. Selanjutnya, modul HX711 memperkuat dan mengubah sinyal analog yang dihasilkan menjadi data digital. Mikrokontroler ESP32 kemudian memproses data tersebut untuk menentukan berat berdasarkan parameter kalibrasi, yang hasilnya ditampilkan secara *real, time* pada layar LCD 20x4 agar pengguna dapat melihat hasil penimbangan dengan mudah.



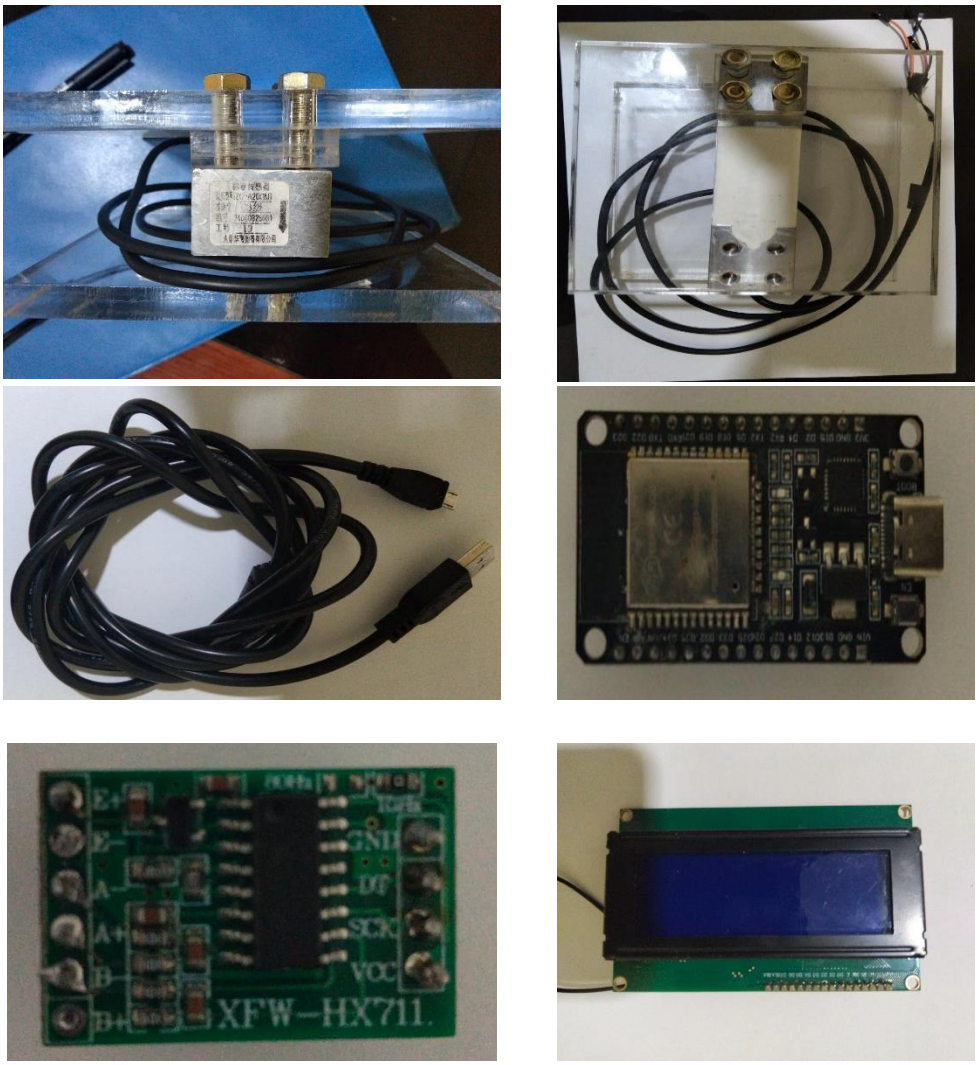
Gambar 3. Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem menggambarkan alur kerja timbangan digital otomatis berbasis sensor *Load Cell* 200 kg dan mikrokontroler ESP32, dimulai dari pembacaan beban oleh *Load Cell* yang mengubah gaya mekanik menjadi sinyal listrik, kemudian sinyal diperkuat dan dikonversi menjadi data digital oleh modul HX711 untuk diproses oleh ESP32. Selanjutnya, ESP32 menghitung nilai berat berdasarkan hasil kalibrasi dan menampilkan hasil pengukuran pada LCD secara *real-time*, sehingga sistem mampu melakukan pengukuran secara otomatis dengan tingkat akurasi, kecepatan respons, dan kemudahan penggunaan yang baik.

Rangkaian Alat

Rangkaian alat merupakan implementasi perangkat keras yang mengintegrasikan sensor *Load Cell* 200 kg, modul HX711, mikrokontroler ESP32, LCD/OLED, dan catu daya menjadi satu sistem timbangan digital otomatis. Sensor *Load Cell* mendeteksi beban dan mengubahnya menjadi sinyal listrik yang diperkuat serta dikonversi menjadi data digital oleh modul HX711, kemudian diproses oleh ESP32 berdasarkan nilai kalibrasi sebelum hasil pengukuran ditampilkan pada LCD 20x4. Rangkaian ini digunakan sebagai prototipe untuk pengujian akurasi, presisi (*repeatability*), dan persentase kesalahan (*error*), sehingga

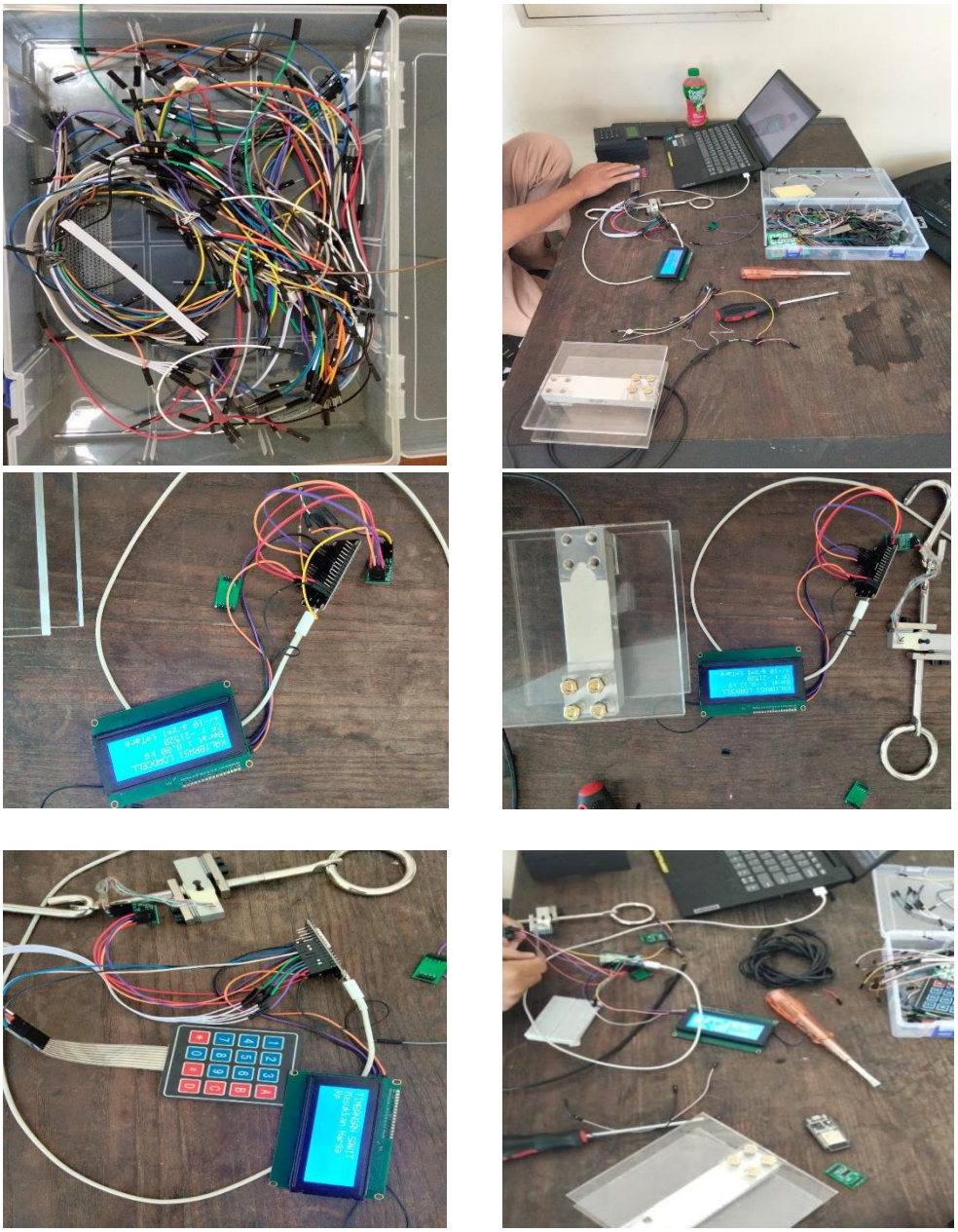
diharapkan menghasilkan sistem penimbangan yang akurat, memiliki respons cepat, dan mudah digunakan.



Gambar 4. Rangkaian Alat Pembuatan Timbangan Digital

Proses Pembuatan Timbangan Digital

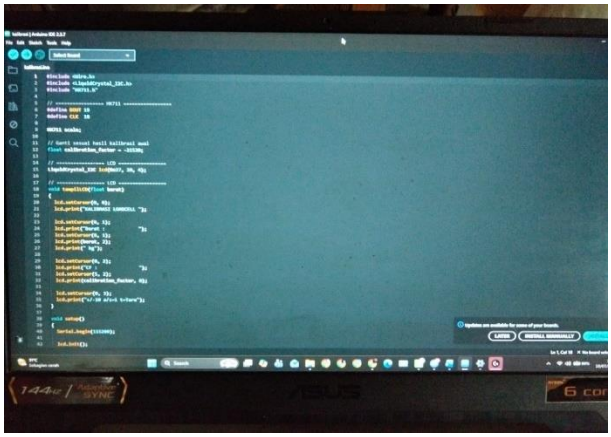
Perancangan perangkat keras, perakitan komponen, pemrograman mikrokontroler ESP32, dan pengujian sistem merupakan beberapa tahapan dalam pembuatan timbangan digital ini. Setiap tahapan dirancang secara sistematis untuk memastikan timbangan digital beroperasi dengan baik, mengukur berat secara akurat, dan menampilkan hasilnya pada layar LCD 20x4. Gambar 5 memperlihatkan keseluruhan proses pembuatan timbangan digital tersebut.



Gambar 5. Proses Pembuatan Timbangan Digital

Implementasi Program pada ESP32

Kode yang dibuat di Arduino IDE diunggah ke ESP32 untuk menjalankan perangkat lunak yang mengendalikan setiap aspek sistem penimbangan digital otomatis. Program ini mengelola tahap, tahap awal sistem, mulai dari pengaturan ESP32 dan konfigurasi komunikasi dengan modul HX711 hingga pengambilan data sensor *Load Cell* berkapasitas 200 kilogram. Sistem ini bekerja memanfaatkan modul HX711 untuk menerima pembacaan dari *Load Cell*, memproses data tersebut guna menghasilkan nilai pengukuran yang akurat, serta mengonversi angka digital menjadi satuan berat berdasarkan faktor kalibrasi. Program ini juga memungkinkan pemantauan nilai beban secara *real, time* dengan menampilkan hasil pengukuran berat pada layar LCD.



Gambar 5. Cara Memulai Pemogramam ESP32 Menggunakan Ardino IDE

Gambar tersebut menunjukkan implementasi program pada Arduino IDE yang diunggah ke mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama sistem timbangan digital. Program berfungsi menginisialisasi sensor *Load Cell* 200 kg, modul HX711, dan LCD 20x4 berbasis I2C, kemudian membaca data sensor, melakukan kalibrasi serta konversi ke satuan kilogram, dan menampilkan hasil pengukuran pada LCD secara *real-time*. Hasil implementasi menunjukkan seluruh komponen bekerja secara terintegrasi sehingga sistem mampu melakukan pembacaan sensor, pengolahan data, dan menampilkan hasil pengukuran berat secara otomatis dengan baik.

Tampilan Output pada LCD

Tampilan output pada LCD 20x4 digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran berat secara real-time. Data berat yang diperoleh dari sensor *Load Cell* 200 kilogram melalui modul HX711 diolah oleh ESP 32, kemudian ditampilkan pada LCD dalam satuan kilogram (kg).



Gambar 6.Tampilan Output Berat Pada LCD 20×4

Hasil tampilan pada LCD 20x4 menunjukkan bahwa sistem timbangan digital mampu menampilkan hasil pengukuran berat secara *real-time* dengan format yang jelas dan mudah dibaca. Data yang diperoleh dari sensor *Load Cell* 200 kg melalui modul HX711 diproses oleh ESP32, dikalibrasi ke dalam satuan kilogram, kemudian ditampilkan pada LCD beserta

informasi status sistem. Selama pengujian, tampilan LCD menunjukkan respons cepat terhadap perubahan beban tanpa keterlambatan yang berarti, sehingga membuktikan bahwa komunikasi antara *Load Cell*, HX711, ESP32, dan LCD berjalan dengan baik. Hasil ini menunjukkan LCD berfungsi sesuai perancangan sebagai media informasi yang menyajikan hasil penimbangan secara cepat, akurat, stabil, dan mudah dipahami pengguna (Rifky, 2022).

Desain sistem dalam penelitian ini secara efektif memadukan mikrokontroler ESP32 dengan modul HX711 dan *Load Cell* berkapasitas 200 kilogram sebagai komponen utama untuk pengukuran berat digital. Perangkat ini juga dilengkapi dengan layar LCD 20x4 yang menggunakan antarmuka I2C untuk menampilkan hasil pengukuran secara *real, time*. Otomatisasi seluruh proses—mulai dari pengumpulan data sensor, pemrosesan sinyal, konversi nilai berat, hingga penampilan hasil pengukuran, dimungkinkan melalui kerja sama seluruh komponen tersebut. Hasil ini sejalan yang menunjukkan keberhasilan ESP32 dalam mengintegrasikan berbagai sensor untuk menghasilkan sistem pemantauan dan pengukuran andal yang mampu beroperasi secara *real, time* (Azis & Sujono, 2026).

Perangkat ini mampu mendeteksi berat secara akurat untuk berbagai jenis beban, mulai dari beras hingga berat badan manusia berkat penggunaan sensor *Load Cell* berkapasitas 200 kilogram. Setelah *Load Cell* mendeteksi perubahan gaya tekan akibat beban yang diberikan, modul HX711 memperkuat dan mengubah sinyal analog tersebut menjadi data digital, yang kemudian diproses oleh ESP32. Pengguna dapat melihat hasil penimbangan secara *real, time* setelah data pengukuran dikalibrasi dan ditampilkan pada layar LCD 20x4. Hasil pengujian menunjukkan tingkat presisi yang tinggi, dengan angka pembacaan yang hampir setara dengan timbangan digital komersial. Hasil tersebut mendukung hasil penelitian yang menjelaskan integrasi mikrokontroler dengan sensor *Load Cell* dan modul HX711 menghasilkan sistem penimbangan digital yang efektif, akurat, dan responsif terhadap perubahan beban (Rachmawati, 2023).

Keberhasilan implementasi perangkat keras dan perangkat lunak menunjukkan bahwa tujuan utama penelitian telah tercapai. Sistem yang diusulkan menggunakan prosedur penimbangan digital otomatis yang cepat, akurat, dan mudah digunakan sebagai pengganti metode penimbangan manual. Dengan menampilkan hasil pengukuran secara jelas pada layar LCD, perangkat ini tidak hanya meningkatkan efisiensi waktu tetapi juga memberikan kemudahan bagi pengguna. Jika dibandingkan dengan timbangan digital komersial, hasil implementasi menunjukkan bahwa perangkat ini menghasilkan pengukuran yang stabil dengan tingkat kesalahan yang relatif rendah. Dengan demikian, sistem penimbangan digital yang dirancang, yang memanfaatkan ESP32, *Load Cell* berkapasitas 200 kilogram, dan modul HX711, telah memenuhi tujuan penelitian serta menjadi solusi praktis untuk penimbangan digital otomatis dalam berbagai aplikasi pengukuran berat (Khairunnisa, Suryono, & Prasetyo, 2022).

Hasil Kalibrasi Sensor *Load Cell*

Kalibrasi sensor *Load Cell* pada berat beras

Hasil pengujian sensor *Load Cell* pada berat beras dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Pengujian Sensor *Load Cell* Menggunakan Beras

No	Pembacaan Sensor (kg)	Timbangan Pabrikan (kg)
1	4,98	5,00
2	7,47	7,60
3	9,88	10,05
4	12,43	12,60
5	14,85	15,00

No	Pembacaan Sensor (kg)	Timbangan Pabrikan (kg)
6	17,39	17,60
7	19,32	19,50
8	24,25	24,50
9	26,77	27,10

Tabel 2. Hasil Kalibrasi Sensor Load Cell

Parameter	Nilai
Media Pengujian	Beras
Alat Pembanding	Timbangan Digital Pabrikan
Akurasi	99,60%
Toleransi (Error)	0,40%

Berdasarkan hasil kalibrasi, sensor *Load Cell* 200 kg mampu mengukur berat beras dengan tingkat akurasi sebesar 99,60% dan tingkat kesalahan (*error*) sebesar 0,40% dibandingkan timbangan digital pabrikan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai pembacaan sensor sangat mendekati alat pembanding pada berbagai variasi beban, dengan perbedaan yang masih berada dalam batas toleransi dan dipengaruhi oleh faktor kalibrasi, posisi beban, serta karakteristik mekanis *Load Cell*. Secara keseluruhan, hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem timbangan digital berbasis ESP32, *Load Cell* 200 kg, dan modul HX711 memiliki tingkat akurasi yang tinggi sehingga layak digunakan sebagai sistem penimbangan digital otomatis.

Kalibrasi sensor *Load Cell* pada berat badan manusia

Hasil pengujian sensor *Load Cell* pada berat badan manusia dapat dilihat 3 dan tabel 4.

Tabel 3. Pengujian Sensor *Load Cell* Pada Berat Badan Manusia

No	Pembacaan Sensor (kg)	Timbangan Pabrikan (kg)
1	76,70	77,30
2	76,68	77,30
3	76,72	77,30
4	76,71	77,30
5	76,69	77,30
6	76,73	77,30
7	76,70	77,30
8	76,71	77,30
9	76,69	77,30
10	76,72	77,30
Rata-rata	76,705	77,300

Tabel 4. Hasil Kalibrasi Sensor *Load Cell 200*

No	Media Uji	Timbangan Pabrikan (kg)	Rata-rata Sensor (kg)	Akurasi (%)	Toleransi (%)
1	Beras 80 kg	77,30	76,705	99,23	0,77

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4, sensor *Load Cell* 200 kilogram menghasilkan nilai rata-rata pembacaan sebesar 76,705 kg, sedangkan hasil pengukuran menggunakan timbangan digital pabrikan sebesar 77,30 kg. Perbedaan pengukuran sebesar 0,595 kg menunjukkan bahwa sistem memiliki akurasi sekitar 99,23% dengan tingkat kesalahan (error) sekitar 0,77%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sensor *Load Cell* yang dikombinasikan dengan modul HX711 dan mikrokontroler ESP 32 mampu melakukan pengukuran beban.

Berdasarkan hasil pengujian, sensor *Load Cell* mengukur berat beras dengan tingkat akurasi 99,60% dan tingkat kesalahan 0,40%, sedangkan pengukuran berat badan manusia menghasilkan akurasi 99,30% dan tingkat kesalahan 0,70%. Tingkat keandalan sistem yang tinggi ditunjukkan oleh nilai kesalahan yang relatif rendah, yang memperlihatkan bahwa pembacaan sensor hampir sama dengan hasil pengukuran menggunakan timbangan digital komersial. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian terdahulua yang menyatakan bahwa peningkatan akurasi sensor *Load Cell* pada sistem penimbangan digital berbasis mikrokontroler memerlukan kalibrasi (Prasetyo & Raharjo, 2024).

Hasil kalibrasi menunjukkan bahwa sensor *Load Cell* tetap stabil selama prosedur pengujian. Tingkat presisi sistem yang tinggi terbukti dari pembacaan sensor yang hanya menunjukkan sedikit perbedaan pada pengukuran berulang menggunakan objek yang sama. Stabilitas pembacaan ini dicapai berkat penggunaan modul HX711 sebagai penguat sinyal, kalibrasi yang akurat, serta pemrosesan data sensor yang cepat dan andal oleh ESP32. Getaran selama pengukuran, distribusi beban, posisi beban pada platform timbangan, dan karakteristik mekanis sensor *Load Cell* kemungkinan turut berkontribusi terhadap sisa variasi dalam pengukuran. Namun, variasi tersebut tidak memengaruhi kinerja perangkat secara keseluruhan dan masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima. Temuan ini mendukung hasil penelitian) yang menyatakan bahwa sensor *Load Cell* yang telah melalui proses kalibrasi mampu menghasilkan pengukuran yang lebih stabil, presisi, dan mendekati nilai sebenarnya dibandingkan sensor yang belum dikalibrasi (Rachmawati, 2023).

Hasil Implementasi di Lapangan

Hasil implementasi di lapangan menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan pemantauan kualitas air secara kontinu, menampilkan hasil pengukuran dengan baik, serta menyimpan data secara otomatis sehingga dapat digunakan sebagai bahan evaluasi timbangan otomotis. Hasil pengamatan sensor dapat diliha paa tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengamatan Sensor

No	Tanggal	Waktu	Objek Timbangan	Hasil Pembacaan (kg)	Timbangan Pabrikan (kg)
1	24/06/2026	13:00	Beras	4,98	5,00
2	24/06/2026	13:01	Beras	7,47	7,60
3	24/06/2026	13:02	Beras	9,88	10,05
4	24/06/2026	13:03	Beras	12,43	12,60
5	24/06/2026	13:04	Beras	14,85	15,00
6	24/06/2026	13:05	Beras	17,39	17,60
7	24/06/2026	13:06	Beras	19,32	19,50
8	24/06/2026	13:07	Beras	24,25	24,50
9	24/06/2026	13:08	Beras	26,77	27,10
10	24/06/2026	13:09	Berat Badan	76,70	77,30
11	24/06/2026	13:10	Berat Badan	76,84	77,30
12	24/06/2026	13:11	Berat Badan	76,58	77,30
13	24/06/2026	13:12	Berat Badan	76,91	77,30
14	24/06/2026	13:13	Berat Badan	76,73	77,30

Berdasarkan hasil implementasi, sistem timbangan digital berbasis ESP32, sensor *Load Cell* 200 kg, dan modul HX711 mampu melakukan pengukuran berat secara *real-time* pada objek beras dan berat badan manusia dengan hasil yang mendekati timbangan digital pabrikan sebagai alat pembanding. Pengujian menunjukkan bahwa selisih pengukuran pada objek beras relatif kecil, yaitu sekitar 0,02–0,33 kg, sedangkan pada pengukuran berat badan manusia berkisar 0,39–0,72 kg. Perbedaan tersebut masih berada dalam batas toleransi yang

dapat diterima dan dipengaruhi oleh faktor kalibrasi, posisi objek saat penimbangan, distribusi beban, serta karakteristik mekanis *Load Cell* dan modul HX711. Hasil implementasi membuktikan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi dan kestabilan yang baik, sehingga layak digunakan sebagai timbangan digital otomatis untuk pengukuran berat benda maupun berat badan.

Berdasarkan hasil implementasi, perangkat ini mampu mengukur berat badan manusia dalam rentang 76,58 hingga 76,91 kg dan berat beras dalam rentang 4,98 hingga 26,77 kg. Jika dibandingkan dengan timbangan digital komersial, hasil pembacaan menunjukkan selisih yang relatif sangat kecil, yang mengindikasikan bahwa perangkat tersebut memiliki tingkat presisi dan stabilitas yang tinggi saat melakukan penimbangan. Temuan ini sejalan dengan yang menyatakan sistem penimbangan digital berbasis mikrokontroler mampu memperoleh data secara *real-time* dengan tingkat stabilitas pengukuran yang tinggi (Prasetyo & Raharjo, 2024).

Dengan meniadakan kebutuhan untuk membaca skala secara manual, seperti yang diperlukan pada versi konvensional, penggunaan timbangan digital ini mempermudah proses penimbangan bagi konsumen. Metode ini lebih cepat, lebih praktis, dan lebih mudah dipahami karena angka berat ditampilkan secara langsung pada layar LCD 20x4. Selain itu, pembacaan data otomatis dengan respons cepat terhadap perubahan beban dimungkinkan melalui kombinasi ESP32, modul HX711, dan sensor *Load Cell*. Berdasarkan hasil implementasi, sistem ini memberikan pengukuran yang andal dengan tingkat kesalahan yang rendah pada berbagai rentang beban. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian terdahulua yang menyatakan bahwa penerapan sistem timbangan digital berbasis ESP 32 mampu meningkatkan efisiensi proses penimbangan serta menghasilkan data pengukuran yang akurat dan andal (Rachmawati, 2023).

KESIMPULAN

Hasil analisis dapat disimpulkan bahwa hasil kalibrasi menunjukkan tingkat akurasi sebesar 99,60% dengan error 0,40% pada pengukuran berat beras dan 99,30% dengan error 0,70% pada pengukuran berat badan manusia. Berdasarkan hasil implementasi, alat mampu mengukur berbagai variasi beban dengan hasil yang mendekati timbangan digital pabrikan, sehingga dapat disimpulkan bahwa alat timbangan digital berbasis ESP 32 dan sensor *Load Cell* 200-kilogram yang dikembangkan memiliki tingkat akurasi yang tinggi, stabil, dan layak digunakan sebagai alternatif sistem penimbangan digital otomatis.

DAFTAR PUSTAKA

Azis, A., & Sujono, S. (2026). Implementasi mikrokontroler ESP32 dan sensor kualitas air dalam sistem monitoring lingkungan berbasis Internet of Things. *Jurnal Manajemen Sistem Informasi (JMASIF), 5(1), 1–13*, 1–13. https://doi.org/10.59431/jmasif.v5i1.716.

Banzi, M., & Shiloh, M. (2022). *Getting started with Arduino (4th ed.).* Santa Rosa: Maker Media.

Bolton, W. (2021). *Mechatronics: Electronic control systems in mechanical and electrical engineering (8th ed.).* England: Pearson Education.

Khairunnisa, N., Suryono, S., & Prasetyo, A. (2022). Implementasi mikrokontroler ESP 32 pada sistem monitoring berbasis Internet of Thing. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, 10(2)*, 85–93. https://doi.org/10.14710/jtsiskom.10.2.2022.85-93.

Miskovic, N., Ibrahim, M., & Ahmad, M. A. (2022). Design and shape optimization of strain gauge load cell for axial force measurement for test benches. *Sensors, 22(19)*, 7508. https://doi.org/10.3390/s22197508.

OIML. (2020). *International recommendation OIML R76-1: Non-automatic weighing instruments.* International Organization of Legal Metrology. https://www.oiml.org.

Prasetyo, H., & Raharjo, M. A. (2024). Pembuatan sistem timbangan online berbasis Internet of Things. *Jurnal FORTECH, 6(1)*, 61-74. Jurnal FORTECH, 6(1). https://doi.org/10.56795/fortech.v6i1.6103.

Pratama, R. A., Saputra, D., & Wibowo, H. (2023). Perancangan sistem monitoring berbasis ESP 32 menggunakan Arduino IDE. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 11(3)*, 250–259. https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3.3456.

Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2020). *Software engineering: A practitioner's approach (9th ed.).* New York: McGraw-Hill Education.

Rachmawati, P. (2023). Perancangan simulasi timbangan digital menggunakan sensor HX711 dengan tambahan buzzer berbasis ESP32. *MEDIKA TRADA: Jurnal Teknik Elektromedik Polbitrada, 4(2)*, 64–70. https://doi.org/10.59485/jtemp.v4i2.38.

Rifky, K. (2022). Pendataan dan penganalisaan berat badan secara otomatis menggunakan Load Cell. *Exact Papers in Compilation (EPiC), 5(4)*, 99-115. https://doi.org/10.32764/epic.v5i4.992.

Sani, R. A., & Maha, A. I. (2017). Konstruksi timbangan digital menggunakan Load Cell berbasis Arduino Uno dengan tampilan LCD (Liquid Crystal Display). *Einstein (e-Journal), 5(2)*, 37-48. https://doi.org/10.24114/einstein.v5i2.11837.

Saputra, A., Junaidi, J., Supriyanto, A., & Surtono, A. (2022). Desain dan realisasi alat ukur massa (Neraca Digital) menggunakan sensor Load Cell berbasis Arduino. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika, 10(2)*, 159–168. https://doi.org/10.23960/jtaf.v10i2.297.

Suparman, S., Supriyanto, G., & Kumara, A. (2023). Rancang bangun timbangan menggunakan sensor Load Cell dan mikrokontroler berbasis Internet of Things (IoT). *Agricultural Engineering Innovation Journal, 2(1)*, 30–40. https://doi.org/10.55180/aei.v2i1.1024.

Ulfa, A. N., & Isnianto, H. N. (2024). Rancang bangun timbangan digital berbasis mikrokontroler dan IoT untuk peternakan domba. *Jurnal Otomasi Kontrol dan Instrumentasi, 15(2)*, 122–135. https://doi.org/10.5614/joki.2023.15.2.6.