

Pembuatan Sistem Timbangan Online Berbasis Internet of Things

^{1*} Heru Prasetyo, ² Muhammad Agung Raharjo

^{1,2} Teknologi Navigasi Udara, Politeknik Penerbangan Makassar, Makassar.

¹herruez@gmail.com, ²muaraklatig77@gmail.com

Article Info

Article history:

Received Desember 28th, 2024

Revised January 14th, 2025

Accepted February 8th, 2025

Keyword:

Embedded System
Internet of Things
Online
Scale

ABSTRACT

Conventional scale systems are often inefficient due to manual recording and slow data reporting, becoming an obstacle for businesses with multi-locations. This study designs an Internet of Things (IoT)-based scale system to improve accuracy, efficiency, and real-time monitoring in logistics management. The system utilizes load cell sensors, HX711 modules, and ESP32 microcontrollers that are connected to the cloud via the MQTT protocol. The test results showed 97.5% accuracy, 1.3 seconds latency, and operational stability for 72 hours. The main advantages of this system are remote monitoring via a web interface, automation of record-keeping to reduce human error, as well as potential integration with ERP or inventory management systems. Research contributions include affordable IoT solutions for MSMEs, accelerating the digitalization of the logistics sector, and this system can be applied to various business scales, especially those that require efficient multi-location data synchronization.

Copyright © 2025 Jurnal FORTECH.
All rights reserved.

Corresponding Author:

Heru Prasetyo,

Email: herruez@gmail.com

Abstrak—Sistem timbangan konvensional seringkali kurang efisien akibat pencatatan manual dan pelaporan data yang lambat, menjadi kendala bagi pelaku usaha dengan multi-lokasi. Penelitian ini merancang sistem timbangan berbasis Internet of Things (IoT) untuk meningkatkan akurasi, efisiensi, dan real-time monitoring dalam manajemen logistik. Sistem ini memanfaatkan sensor load cell, modul HX711, dan mikrokontroler ESP32 yang terhubung ke cloud via protokol MQTT. Hasil uji menunjukkan akurasi 97,5%, latensi 1,3 detik, dan stabilitas operasional selama 72 jam. Keunggulan utama sistem ini adalah pemantauan jarak jauh melalui antarmuka web, otomatisasi pencatatan untuk mengurangi kesalahan manusia, serta integrasi potensial dengan sistem ERP atau manajemen inventaris. Kontribusi penelitian mencakup solusi IoT yang terjangkau untuk UMKM, percepatan digitalisasi sektor logistik, dan sistem ini dapat diaplikasikan pada skala usaha beragam, khususnya yang memerlukan sinkronisasi data multi-lokasi secara efisien.

Kata Kunci: Embedded System, Internet of Things, Online, Timbangan

1. PENDAHULUAN

Dalam era modern, pengelolaan data yang cepat dan akurat menjadi kebutuhan penting, terutama dalam sektor perdagangan dan logistik [1][2]. Dalam sektor tersebut, penimbangan selalu menjadi hal yang krusial karena mempengaruhi harga suatu barang. Jika terjadi kesalahan penimbangan, maka akan merugikan pedagang. Dalam melakukan penimbangan biasanya pada pedagang ada yang

menggunakan timbangan tradisional/manual [3] dan ada yang menggunakan timbangan digital [4].

Sistem penimbangan tradisional sering kali menjadi kendala dalam hal efisiensi operasional [5], terutama jika data yang diperoleh harus dicatat secara manual dan disampaikan secara terpisah. Hal ini menimbulkan tantangan besar, terutama bagi pelaku usaha yang memiliki toko dan gudang di lokasi berbeda.

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh permasalahan di masyarakat yang memiliki toko dan gudang yang terpisah. Dalam praktiknya, penimbangan sering kali dilakukan di gudang, sementara data penimbangan harus segera diketahui oleh pemilik usaha yang sedang berada di toko. Kondisi ini menjadi semakin kompleks ketika seorang pemilik usaha memiliki lebih dari satu gudang, yang membuat pencatatan dan pengiriman data menjadi lebih sulit dan memakan waktu. Selain meningkatkan risiko kesalahan, metode manual juga kurang efisien dalam memenuhi kebutuhan bisnis modern yang mengedepankan kecepatan dan akurasi.

Penelitian terkait sebelumnya telah menunjukkan keberhasilan penerapan IoT dalam berbagai aplikasi. Misalnya, [6] mengembangkan sistem pemantauan kondisi lingkungan berbasis IoT yang mampu memberikan data secara real-time. Penelitian [7] menggunakan sensor berat untuk aplikasi logistik, dengan hasil menunjukkan akurasi tinggi namun membutuhkan optimasi pada latensi pengiriman data. Selain itu, [8] dan [9] memanfaatkan protokol komunikasi MQTT dan HTTP untuk meningkatkan efisiensi pengiriman data pada sistem berbasis IoT. Metode-metode tersebut menjadi acuan dalam pengembangan sistem ini.

Teori-teori pendukung penelitian ini meliputi prinsip kerja sensor berat seperti load cell yang dilengkapi dengan HX711, yang menggunakan teknologi pengubahan sinyal analog menjadi digital untuk pengukuran berat yang presisi. Selain itu, teori tentang protokol komunikasi seperti MQTT menjelaskan efisiensi dalam pengiriman data berbasis topik, yang sangat relevan untuk sistem IoT. Teknologi cloud computing juga memberikan landasan bagi penyimpanan dan analisis data yang lebih terstruktur dan mudah diakses.

Selain itu, berbagai penelitian menunjukkan relevansi penerapan IoT dalam sistem pengelolaan data berat. Menurut [10], IoT mampu mengintegrasikan sensor dan perangkat lunak untuk mendukung otomatisasi. Sebuah studi oleh [11] menunjukkan bahwa penggunaan teknologi cloud pada IoT dapat mengurangi kebutuhan penyimpanan lokal sekaligus meningkatkan fleksibilitas dalam analisis data. Penelitian oleh [12] mengungkapkan bahwa protokol komunikasi seperti MQTT memiliki tingkat efisiensi energi yang tinggi dibandingkan protokol lain seperti HTTP, sehingga menjadi pilihan utama untuk pengembangan sistem IoT dengan daya rendah.

Penelitian ini juga terinspirasi oleh kemajuan teknologi dalam hal pengukuran berat dengan presisi tinggi. Penggunaan sensor berat telah

menjadi standar pada berbagai aplikasi industri [13]. Penelitian ini memanfaatkan wawasan dari studi-studi sebelumnya untuk mengembangkan sistem timbangan berbasis IoT yang tidak hanya akurat tetapi juga dapat diakses secara online.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menjawab tantangan dalam integrasi teknologi IoT dengan sistem timbangan modern. Dengan menyatukan elemen-elemen perangkat keras, perangkat lunak, dan komunikasi data, penelitian ini bertujuan untuk menciptakan sistem yang tidak hanya berfungsi dengan baik di lingkungan laboratorium tetapi juga dapat diimplementasikan secara praktis di sektor industri, perdagangan, dan logistik. Fokus penelitian ini adalah pada pengembangan sistem yang efisien, akurat, dan mudah digunakan, dengan harapan memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan teknologi berbasis IoT di Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yang terstruktur untuk memastikan pengembangan sistem berjalan dengan baik dan sesuai dengan tujuan. Metode ini dirancang untuk memastikan pengembangan sistem yang terintegrasi, akurat, dan andal dalam mendukung kebutuhan pengelolaan data berat di sektor logistik dan perdagangan. Tahapan tersebut meliputi beberapa bagian yaitu sebagai berikut:

1. Desain Sistem

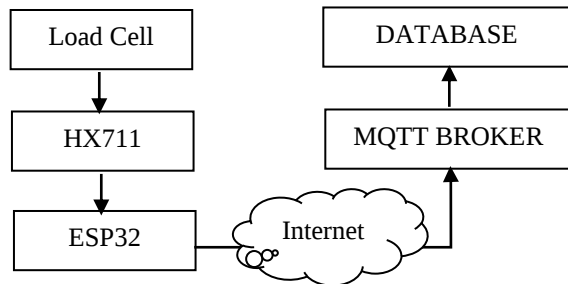
Tahap desain sistem ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu sebagai berikut:

a. Pemilihan Komponen

Komponen utama yang digunakan dalam sistem meliputi load cell, HX711, mikrokontroler ESP32, dan modul komunikasi Wi-Fi. Sensor load cell yang dilengkapi dengan modul HX711 dipilih karena sensitivitasnya yang tinggi dan kompatibilitasnya dengan mikrokontroler. ESP32 dipilih karena memiliki fitur Wi-Fi bawaan yang mempermudah koneksi ke platform cloud.

b. Rancangan Perangkat Keras

Proses ini melibatkan penyusunan rangkaian elektronik yang mengintegrasikan sensor berat dengan mikrokontroler. Perancangan mencakup penggunaan pcb matriks untuk prototipe awal dan PCB untuk desain final agar lebih stabil. Perangkat keras ini terbagi dalam beberapa blok diagram, yaitu sebagai berikut:



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

c. Rancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak dikembangkan menggunakan Arduino IDE. Skrip dirancang untuk membaca data dari sensor, memprosesnya menjadi format digital, dan mengirim data tersebut ke database menggunakan protokol MQTT.

2. Implementasi Sistem

Tahap implementasi sistem ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu sebagai berikut:

a. Pemasangan dan Kalibrasi

Proses pemasangan meliputi penyambungan sensor dengan mikrokontroler menggunakan kabel jumper. Kalibrasi dilakukan dengan menggunakan beban standar untuk memastikan hasil pengukuran sesuai dengan nilai aktual. Data kalibrasi disimpan di memori mikrokontroler.

b. Integrasi Cloud

Data dari sistem disimpan ke dalam database melalui MQTT Broker. Ini akan membuat pengukuran sensor dapat langsung disimpan ke dalam database untuk dapat dilihat oleh pengguna dimanapun.

c. Uji Komunikasi

Pengujian dilakukan untuk memastikan data dari ESP32 dapat terkirim ke database tanpa kehilangan paket data. Proses ini melibatkan pengujian koneksi jaringan dalam berbagai kondisi, seperti kekuatan sinyal Wi-Fi yang berbeda.

3. Pengujian dan Evaluasi

Tahap pengujian dan evaluasi sistem ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu sebagai berikut:

a. Pengujian Akurasi

Hasil pengukuran dari sistem dibandingkan dengan timbangan konvensional untuk memastikan akurasi berada di atas 95%. Data diuji dengan variasi beban dari ringan hingga berat.

b. Uji Latensi

Waktu yang dibutuhkan untuk mengirim data dari perangkat ke database diukur menggunakan penghitung waktu internal pada ESP32. Latensi rata-rata dihitung untuk mengetahui efisiensi sistem.

c. Evaluasi Kinerja Sistem

Pengujian dilakukan di lokasi nyata seperti gudang atau toko untuk mengetahui performa sistem dalam kondisi operasional, termasuk pengaruh suhu di dalam Gudang.

4. Analisis Data

Tahap pengujian dan evaluasi sistem ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu sebagai berikut:

a. Pengolahan Data

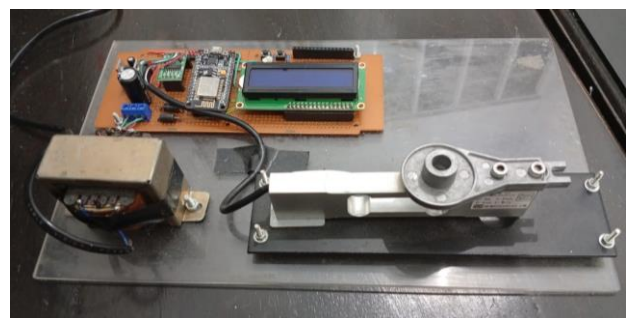
Data yang dikirim ke database akan diekspor dan dianalisis menggunakan perangkat lunak Excel. Analisis meliputi hasil pengujian akurasi sensor dan pengaruhnya terhadap suhu di lapangan serta uji latensi sistem.

b. Dokumentasi dan Pelaporan

Dokumentasi teknis mencakup semua aspek pengembangan, termasuk diagram rangkaian, kode program, dan panduan penggunaan. Laporan penelitian disusun untuk menyajikan temuan, evaluasi, dan rekomendasi untuk pengembangan sistem lebih lanjut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem timbangan berbasis IoT yang dikembangkan berhasil memenuhi tujuan utama, yaitu memberikan pengukuran berat secara real-time dan dapat mengirim data sensor ke database. Alat yang sudah dibuat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Sistem Sensor Berat

Beberapa pengujian telah dilakukan. Berikut adalah hasil yang telah diperoleh:

1. Akurasi Pengukuran Berat

Pengujian akurasi sistem dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran dari sensor HX711 dengan timbangan konvensional. Hasil menunjukkan tingkat akurasi rata-rata sebesar 97,5%, dengan margin error yang dapat diterima untuk aplikasi logistik dan perdagangan. Akurasi ini diukur dengan membandingkan data hasil sensor dengan data dari nilai timbangan sebenarnya. Hasil ini dapat dilihat dengan jelas, dari Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Percobaan 1

No.	Nilai Timbangan Sensor (g)	Nilai Timbangan Tradisional (g)	Error (g)	Akurasi (%)
1	40.1	41.14	1.04	97.47
2	6.72	06.98	0.26	96.28
3	39.06	40.14	1.08	97.31
4	35.28	36.08	0.80	97.78
5	14.99	15.38	0.39	97.46
6	29.14	29.86	0.72	97.59
7	17.16	17.51	0.35	98.00
8	47.18	48.46	1.28	97.36
9	10.47	10.72	0.25	97.67
10	48.58	49.89	1.31	97.37
11	14.51	14.95	0.44	97.06
12	47.87	49.14	1.27	97.42
13	33.21	33.99	0.78	97.71
14	9.93	10.21	0.28	97.26
15	48.51	49.77	1.26	97.47
16	20.45	20.94	0.49	97.66
17	33.86	34.63	0.77	97.78
18	21.56	22.05	0.49	97.78
19	34.29	35.14	0.85	97.58
20	25.17	25.83	0.66	97.44
Rata-Rata				97.47

Data di atas diambil saat suhu rata-rata sebesar 25°C Untuk menguji keandalan akurasi, dilakukan pengukuran pada berbagai kondisi lingkungan, seperti suhu ruangan yang berubah yaitu di panas terik dengan suhu rata-rata 30°C (data 1-10) dan berada di ruangan AC dengan suhu rata-rata 16°C (data 11-20). Hal tersebut di buktikan dengan Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Percobaan 2

No.	Nilai Timbangan Sensor (g)	Nilai Timbangan Tradisional (g)	Error (g)	Penyimpangan (%)
1	40.1	40.59	0.49	1.21
2	6.72	06.80	0.08	1.18

3	39.06	39.53	0.47	1.19
4	35.28	35.71	0.43	1.20
5	14.99	15.17	0.18	1.19
6	29.14	29.49	0.35	1.19
7	17.16	17.37	0.21	1.21
8	47.18	47.75	0.57	1.19
9	10.47	10.60	0.13	1.23
10	48.58	49.17	0.59	1.20
11	14.51	14.69	0.18	1.23
12	47.87	48.45	0.58	1.20
13	33.21	33.61	0.40	1.19
14	9.93	10.05	0.12	1.19
15	48.51	49.10	0.59	1.20
16	20.45	20.70	0.25	1.21
17	33.86	34.27	0.41	1.20
18	21.56	21.82	0.26	1.19
19	34.29	34.71	0.42	1.21
20	25.17	25.48	0.31	1.22
Rata-Rata				1.20

Hasil menunjukkan bahwa sensor tetap stabil dengan penyimpangan maksimum sebesar 1,2%, yang berada dalam ambang toleransi yang dapat diterima.

2. Latensi Pengiriman Data

Sistem mampu mengirimkan data sensor ke database dengan latensi rata-rata 1,3 detik. Pengujian dilakukan dalam berbagai kondisi jaringan, dan hasil menunjukkan bahwa sistem tetap stabil meskipun terjadi penurunan kekuatan sinyal Wi-Fi. Latensi tersebut diukur menggunakan stopwatch digital untuk membandingkan waktu pengukuran aktual di perangkat dengan waktu data diterima di database.

Tabel 3. Data Hasil Percobaan 3

No.	Percobaan ke-	Latensi (s)
1	1	1.44
2	2	1.48
3	3	1.44
4	4	1.45
5	5	1.30
6	6	1.27
7	7	1.23
8	8	1.74
9	9	1.10
10	10	1.09
11	11	1.17
12	12	1.12
13	13	0.98
14	14	1.08
15	15	1.30
16	16	1.44
17	17	0.95

18	18	1.45
19	19	1.39
20	20	1.12
Rata-Rata		1.30

3. Keandalan Sistem dalam Kondisi Nyata

Sistem diuji di lingkungan operasional nyata, seperti gudang dan toko dengan berbagai beban kerja. Hasil menunjukkan bahwa sistem dapat menangani pengukuran berat secara berkelanjutan tanpa mengalami gangguan signifikan. Pengguna juga dapat memantau data secara real-time melalui database online.

Untuk memastikan keandalan sistem dalam waktu panjang, dilakukan pengujian operasional selama 72 jam non-stop. Sistem berhasil mempertahankan kinerja stabil tanpa penurunan kualitas data atau kerusakan perangkat keras. Evaluasi ini bahwa sistem memiliki daya tahan tinggi, yang sangat penting untuk aplikasi industri.

Keberhasilan sistem ini tidak terlepas dari pemilihan komponen yang tepat, seperti sensor berat load cell, modul HX711 dan mikrokontroler ESP32, yang mampu mendukung pengukuran berat dengan akurasi tinggi dan komunikasi data yang efisien. Protokol MQTT terbukti menjadi solusi andal untuk pengiriman data dalam sistem berbasis IoT.

Meskipun hasil yang diperoleh memuaskan, terdapat beberapa tantangan yang perlu diperhatikan, seperti ketergantungan pada koneksi Wi-Fi yang stabil. Dalam kondisi jaringan yang sangat buruk, latensi pengiriman data dapat meningkat hingga 5 detik, yang dapat memengaruhi pengalaman pengguna. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan lebih lanjut untuk mengimplementasikan mekanisme penyimpanan data sementara (buffering) di perangkat lokal sebagai solusi cadangan.

Selain itu, hasil penelitian ini membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut, seperti integrasi sistem dengan aplikasi mobile untuk mempermudah akses data, serta penerapan algoritma machine learning untuk analisis data berat secara prediktif.

Secara keseluruhan, sistem timbangan berbasis IoT ini memiliki potensi besar untuk diadopsi di sektor industri dan perdagangan, memberikan efisiensi operasional dan akurasi yang lebih baik dibandingkan metode konvensional.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan sistem timbangan berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat memberikan pengukuran berat secara real-time. Berdasarkan hasil pengujian, sistem ini menunjukkan tingkat akurasi pengukuran

rata-rata sebesar 97,5%, dengan latensi pengiriman data sensor ke database rata-rata 1,3 detik.

Keandalan sistem telah diuji dalam kondisi operasional nyata, menunjukkan kinerja yang stabil selama 72 jam pengujian kontinu tanpa gangguan signifikan. Pengguna dapat memantau data berat dalam database. Hal ini memberikan kemudahan dalam pengelolaan data berat, terutama untuk aplikasi di sektor logistik, perdagangan, dan manufaktur.

Meskipun sistem ini telah memenuhi sebagian besar tujuan penelitian, tantangan seperti ketergantungan pada jaringan Wi-Fi dan potensi peningkatan latensi dalam kondisi sinyal lemah masih perlu diatasi. Penelitian ini merekomendasikan pengembangan lebih lanjut, seperti implementasi mekanisme penyimpanan sementara (buffering) dan integrasi dengan aplikasi mobile untuk akses data yang lebih fleksibel.

Dengan demikian, sistem ini memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi operasional dan akurasi dalam pengelolaan data berat di berbagai sektor, memberikan solusi inovatif bagi pelaku usaha yang memiliki kebutuhan logistik yang kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alhamidi and R. Asmara, "Rancang Bangun Timbangan Badan Output Suara Berbasis Arduino Uno R3," *Jurnal Saind dan Informatika*, vol. 3, no. 2, pp. 142-152, 2017.
- [2] A. Ihsan and K. Krismadinata, "Rancang Bangun Timbangan Digital dan Harga Berbasis Arduino Uno," *MSI Transaction on Education*, vol. 3, no. 2, p. 2721-4893, 2022.
- [3] A. Nur and B. Kurniawan, "Revolusi Logistik di Era Digital: Evaluasi Penggunaan Big Data di Industri Logistik," *Journal of Informatics and Business*, vol. 2, no. 3, pp. 443-453, 2024.
- [4] F. Tamimi and S. Munawaroh, "Teknologi Sebagai Kegiatan Manusia Dalam Era Modern Kehidupan M," *Saturnus : Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 2, no. 3, pp. 66-74, 2024.
- [5] S. Asri, A. Setiyawan, H. N. F., W. Aryadi, A. R. A. and T. Meilinda, "Mesin Timbang Otomatis Dalam Rangka Meningkatkan Produktivitas Usaha Pengemasan Beras," *Jurnal Pengabdian Mandiri*, vol. 1, no. 11, pp. 2257-2263, 2022.
- [6] R. A. Atmoko, R. Riantini and M. K. Hasin, "IoT Real Time Data Acquisition using

- MQTT protocol," *Journal of Physics: Conferences Series*, vol. 853, no. 1, p. 012003, 2017.
- [7] E. Arianto, "Penelitian dan Pengembangan Smart Patient Bed dengan Sistem Pemantauan Berat Badan Pasien Berbasis IoT.," *Jurnal Teknologi*, vol. 14, no. 1, pp. 13-19, 2024.
- [8] A. Tohir, "Fitur Protokol IoT Dalam Komunikasi Jaringan Cerdas," *Jurnal Portal Data*, vol. 2, no. 7, pp. 1-19, 2022.
- [9] A. Amrullah, M. U. H. Al Rasyid and I. Winarno, "Implementasi dan Analisis Protokol Komunikasi IoT Untuk Crowdsensing Pada Bidang Kesehatan," *Jurnal Inovtek Polbeng*, vol. 7, no. 1, pp. 122-135, 2022.
- [10] R. Darni and W. Agustiarmi, "Sistem Otomatisasi Pengangkat Sampah pada Daerah Aliran Sungai Berbasis Internet of Things (IoT)," *Sains dan Informatika : Research of Science and Informatic*, vol. 7, no. 2, pp. 50-56, 2021.
- [11] M. M. Sadeeq, N. M. Abdulkareem, S. R. M. Zeebaree, D. M. Ahmed, A. S. Sami and R. R. Zebari, "IoT and Cloud Computing Issues, Challenges and Opportunities: A Review," *Qubahan Academic Journal*, vol. 1, no. 2, pp. 1-7, 2021.
- [12] M. Al Husaini, A. Zulianto and A. Sasongko, "Otomatisasi Monitoring Metode Budidaya Sistem Hidroponik dengan Internet of Things (Iot) Berbasis Android MQTT dan Tenaga Surya," *Jurnal Sosial dan Teknologi*, vol. 1, no. 8, pp. 785-800, 2021.
- [13] M. Smreczak, L. Rubbert, C. Baur, "Design of A Compliant Load Cell with Adjustable Stiffness," *Precision Engineering*, vol. 72, no. 1, pp. 259-271, 2021.