

Implementasi Sistem Timbangan Sampah Berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk Meningkatkan Efisiensi Operasional Bank Sampah

Jafar Shadiq¹, Hari Sapto Yudiarso², Dwi Ismiyana Putri^{3,*}, Fazril Mantovani⁴, Rasya Pramudya Teja⁵

^{1,5} Program Studi Teknik Informatika; Universitas Bina Insani; Jl Raya Siliwangi No 6, Kota Bekasi; e-mail: jafarshadiq@binainsani.ac.id; rasyapramudyatej@gmail.com

² Program Studi Manajemen Administrasi; Universitas Bina Insani; Jl Raya Siliwangi No 6, Kota Bekasi; e-mail: harisapto@binainsani.ac.id

³ Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak; Universitas Bina Insani; Jl Raya Siliwangi No 6, Kota Bekasi; e-mail: Hari Sapto Yudiarso; dwiismiyana@binainsani.ac.id

⁴ Program Studi Sistem Informasi; Universitas Bina Insani; Jl Raya Siliwangi No 6, Kota Bekasi; e-mail: sifazrilmantovani@gmail.com

* Korespondensi: e-mail: dwiismiyana@binainsani.ac.id

Diterima: 26 Desember 2025; Review: 28 Desember 2025; Disetujui: 29 Desember 2025

Cara sitasi: Shadiq J, Yudiarso HS, Putri DI, Mantovani F, Teja RP. 2025. Implementasi Sistem Timbangan Sampah Berbasis Internet of Things (IoT) untuk Meningkatkan Efisiensi Operasional Bank Sampah. Informatics for Educators and Professionals : Journal of Informatics. Vol.10 (2): 50-58.

Abstrak: Pengelolaan sampah berbasis komunitas melalui bank sampah masih menghadapi berbagai kendala, terutama pada proses penimbangan dan pencatatan transaksi yang masih dilakukan secara manual. Proses tersebut berpotensi menimbulkan kesalahan pencatatan, membutuhkan waktu pelayanan yang lama, serta memiliki tingkat transparansi data yang rendah. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem timbangan sampah berbasis Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan sistem informasi bank sampah guna meningkatkan akurasi, efisiensi, dan transparansi pengelolaan data. Metode yang digunakan adalah metode prototype, yang memungkinkan pengembangan sistem dilakukan secara bertahap melalui proses perencanaan, analisis, perancangan, pembuatan prototipe, dan implementasi sistem akhir. Sistem dikembangkan menggunakan sensor load cell sebagai pendeteksi berat, modul HX711 sebagai penguat dan konverter sinyal, serta mikrokontroler NodeMCU ESP32 sebagai pengendali utama dan pengirim data ke server berbasis cloud. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem timbangan IoT memiliki tingkat akurasi rata-rata sebesar 99,15% dengan error yang relatif rendah. Selain itu, penerapan sistem ini mampu mempercepat waktu transaksi, mengurangi risiko kesalahan pencatatan, serta meningkatkan transparansi data bagi pengelola dan warga bank sampah. Dengan demikian, sistem timbangan IoT yang dikembangkan terbukti efektif sebagai solusi teknologi untuk mendukung pengelolaan bank sampah berbasis komunitas dan berpotensi untuk diterapkan pada bank sampah lainnya.

Kata kunci: Internet of Things, Timbangan IoT, Bank Sampah, Sistem Informasi, Metode Prototype

Abstract: Community-based waste management through waste banks still faces several challenges, particularly in weighing and transaction recording processes that are commonly conducted manually. These manual processes are prone to recording errors, require longer service time, and offer low data transparency. This study aimed to design and implement an

Internet of Things (IoT)-based waste weighing system integrated with a waste bank information system to improve accuracy, efficiency, and data transparency. The prototype method was employed to support iterative system development through planning, analysis, design, prototyping, and final implementation stages. The system utilized a load cell sensor to measure waste weight, an HX711 module for signal amplification and analog-to-digital conversion, and a NodeMCU ESP32 microcontroller as the main controller and data transmission unit to a cloud-based server. The testing results indicated that the proposed IoT weighing system achieved an average accuracy of 99.15% with a low error rate. Furthermore, the implementation of the system significantly reduced transaction time, minimized recording errors, and enhanced data transparency for both waste bank managers and community members. These results demonstrate that the developed IoT-based weighing system is an effective technological solution to support community-based waste management and has the potential to be applied to other waste banks with appropriate adjustments.

Keywords: *Internet of Things, IoT Weighing System, Waste Bank, Information System, Prototype Method*

1. Pendahuluan

Permasalahan pengelolaan sampah rumah tangga masih menjadi tantangan utama di kawasan perkotaan. Peningkatan jumlah sampah tidak selalu diikuti dengan sistem pengelolaan yang efektif, sehingga berdampak pada lingkungan dan kesehatan masyarakat. Bank sampah menjadi salah satu pendekatan berbasis komunitas yang mendorong pemilahan sampah dari sumber sekaligus memberikan nilai ekonomi bagi masyarakat melalui mekanisme penimbangan dan pencatatan transaksi sampah [1].

Dalam praktiknya, banyak bank sampah masih menggunakan sistem penimbangan dan pencatatan manual. Proses tersebut rentan terhadap kesalahan pencatatan, membutuhkan waktu pelayanan yang relatif lama, serta memiliki tingkat transparansi data yang rendah. Kondisi ini berpotensi menurunkan kepercayaan dan partisipasi masyarakat dalam program bank sampah [2]. Oleh karena itu, diperlukan inovasi teknologi yang mampu meningkatkan akurasi, efisiensi, dan transparansi sistem pengelolaan bank sampah.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan integrasi perangkat fisik seperti sensor dan mikrokontroler dengan sistem informasi berbasis jaringan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penerapan timbangan digital berbasis IoT yang menggunakan sensor load cell dan mikrokontroler ESP32 atau ESP8266 mampu meningkatkan akurasi pengukuran serta mendukung pencatatan data secara real-time [3], [4]. Sistem timbangan IoT juga terbukti efektif dalam mengurangi kesalahan manusia dan mempercepat proses operasional pada berbagai sektor, seperti logistik, peternakan, dan usaha mikro [5], [6].

Penelitian terkait pengelolaan sampah berbasis IoT sebelumnya lebih banyak berfokus pada pemantauan tingkat kepenruhan tempat sampah atau pengelompokan jenis sampah [2], [7]. Di sisi lain, penelitian mengenai timbangan IoT umumnya diterapkan pada konteks non-bank sampah, seperti timbangan ikan pintar, timbangan peternakan, dan sistem timbangan daring untuk keperluan bisnis [5], [6], [8]. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi timbangan IoT sebagai komponen inti dalam sistem transaksi bank sampah masih relatif terbatas.

Berdasarkan celah penelitian tersebut, penelitian ini mengusulkan penerapan sistem timbangan otomatis berbasis IoT yang terintegrasi langsung dengan sistem informasi bank sampah. Sistem ini tidak hanya berfungsi untuk mengukur berat sampah, tetapi juga sebagai sarana pencatatan transaksi secara real-time, konversi nilai sampah, serta penyediaan data yang transparan bagi warga. Implementasi sistem dilakukan pada Bank Sampah RW09 Kranji sebagai studi kasus pengelolaan sampah berbasis komunitas.

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan sistem timbangan berbasis IoT untuk meningkatkan akurasi penimbangan, mempercepat proses transaksi, serta meningkatkan transparansi dan efisiensi operasional bank sampah. Diharapkan, sistem yang dikembangkan dapat menjadi model penerapan teknologi IoT dalam pengelolaan bank sampah yang dapat direplikasi pada komunitas lain.

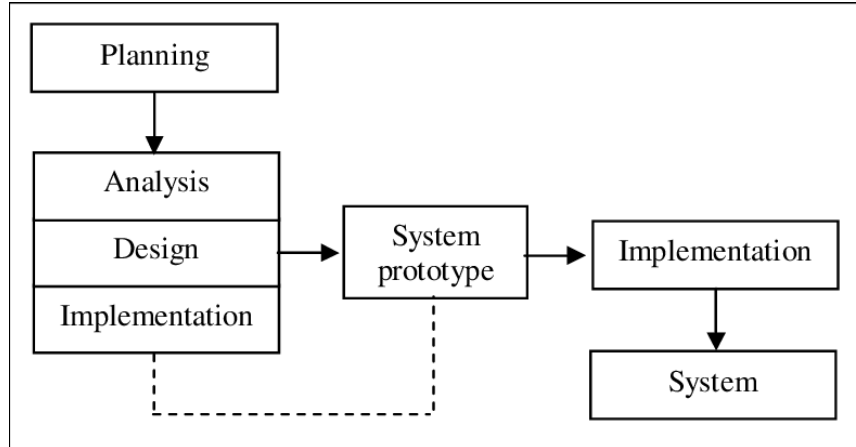
2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *prototype* dalam pengembangan sistem timbangan berbasis *Internet of Things* (IoT). Metode *prototype* dipilih karena sesuai untuk penelitian yang

bertujuan menghasilkan sistem yang dapat langsung diuji, dievaluasi, dan diperbaiki berdasarkan kebutuhan pengguna. Metode ini memungkinkan pengembangan sistem dilakukan secara bertahap sehingga kesalahan desain dapat diminimalkan sejak tahap awal [9].

Metode *prototype* banyak digunakan dalam penelitian sistem IoT karena mampu menjembatani kebutuhan pengguna dengan solusi teknis yang dikembangkan. Pada metode ini, sistem awal (prototipe) dibuat terlebih dahulu, kemudian diuji di lingkungan nyata, dan selanjutnya disempurnakan hingga diperoleh sistem akhir yang siap digunakan [10].

Secara umum, tahapan metode *prototype* yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari perencanaan (*planning*), analisis, perancangan (*design*), pembuatan prototipe sistem, implementasi, hingga menghasilkan sistem akhir. Alur tahapan metode penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Gambar 1. Tahapan Metode Prototipe dalam Penelitian

Gambar 1 menjelaskan alur pengembangan sistem menggunakan metode prototipe, yang dilakukan secara bertahap dan berulang sampai sistem akhir siap digunakan. Penjelasan tiap tahap adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan Kebutuhan (*Planning dan Analysis*)

Tahap pengumpulan kebutuhan dilakukan untuk memperoleh gambaran awal mengenai kebutuhan sistem yang akan dikembangkan. Pada tahap ini, peneliti melakukan identifikasi kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang mendukung pengembangan sistem timbangan berbasis IoT pada bank sampah. Pengumpulan kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak bertujuan agar sistem yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan operasional di lapangan serta mampu berjalan secara optimal. Hasil pengumpulan kebutuhan perangkat keras ditunjukkan pada Tabel 1, sedangkan kebutuhan perangkat lunak ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Kebutuhan Perangkat Keras

No	Nama Perangkat	Fungsi
1	NodeMCU ESP32	Pengontrol komponen IoT
2	Buzzer	Autentikasi pengguna
3	Push Button	Deteksi objek
4	Multimeter	Tes tegangan
5	LCD 16x2 I2C	Menampilkan informasi sistem
6	Adaptor 12V	Sumber daya
7	Smartphone	Monitoring dan notifikasi
8	PCB	Papan sirkuit jalur data
9	TCA Multiplex	memisahkan jalur komunikasi
10	HX711	penguat sinyal dan konverter analog ke digital
11	Roda Plat Rem	Perpindahan alat
12	Saklar	Pengatur daya in/out
13	Rangka Alat	Media alat
14	LAN Kabel	Jalur komunikasi
15	Kabel Data	Jalur daya
16	Adaptor Charger	Merubah arus Listrik dari AC menjadi DC
17	Load Cell	Deteksi berat
18	Modem	Sumber internet dan komunikasi cloud

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Tabel 2. Kebutuhan Perangkat Lunak

No	Nama Perangkat Lunak	Fungsi
1	Arduino Sketch	Pemrograman mikrokontroler
2	Google Firebase	Penyimpanan data real-time
3	Blynk IoT	Monitoring dan pengelolaan data
4	Visual Studio Code	Script editor
5	Canva	Design website dan Blokdiagram
6	Star UML	Design system proses
7	Browser	Testing website
8	Xampp	Testing server local
9	Fritzing	Design blok diagram alat IoT
10	Putty	Media akses jaringan protokol IP
11	Laragon	Manajemen database
12	Postman	Mengelola permintaan dan respons dari API
13	Windows 11	Testing system operasi pada device
14	Linux	Testing system operasi pada device
15	MacOS	Testing system operasi pada device

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

2. Perancangan Sistem (*Design*)

Pada tahap perancangan, dilakukan penyusunan alur kerja sistem timbangan IoT berdasarkan kebutuhan yang telah ditentukan. Perancangan sistem mencakup hubungan antar komponen perangkat keras, alur pengiriman data, serta integrasi antara timbangan IoT dengan sistem informasi berbasis web. Perancangan ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap komponen dapat bekerja secara terintegrasi dan mendukung proses penimbangan serta pencatatan data secara otomatis. Rangkaian kebutuhan perangkat keras pada sistem timbangan IoT ditunjukkan pada Gambar 2, sebagai acuan implementasi teknis, pengujian fungsional, serta validasi kinerja sistem secara menyeluruh dan berkelanjutan.



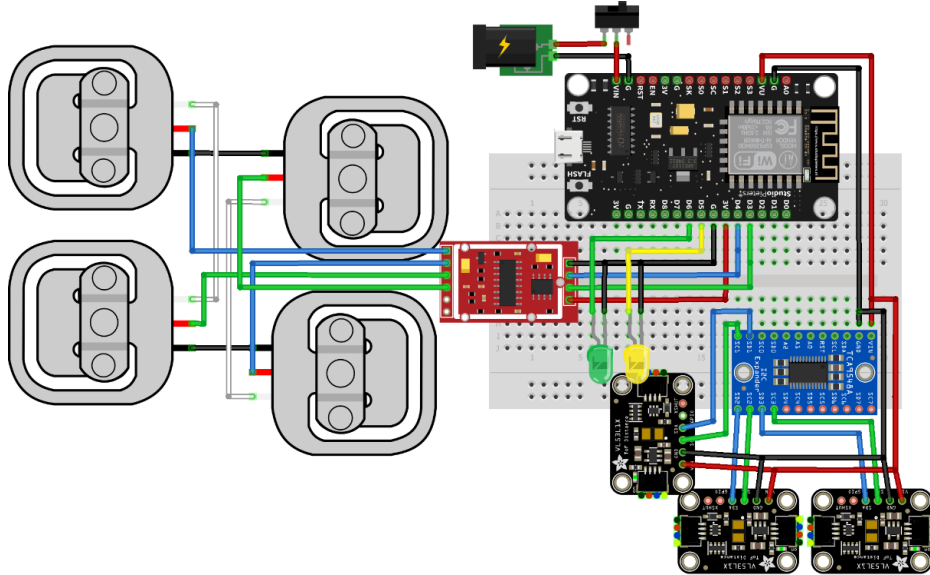
Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Gambar 2. Design Flow Sistem Penelitian

3. Pembuatan Prototipe Sistem (*System Prototype*)

Tahap pembuatan prototipe dilakukan dengan merangkai seluruh komponen perangkat keras dan mengimplementasikan perangkat lunak sesuai dengan desain sistem yang telah dibuat. Prototipe sistem ini berfungsi sebagai sistem awal yang dapat digunakan untuk menguji fungsionalitas dan kinerja sistem timbangan IoT.

Pembuatan prototipe memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi kesalahan sejak tahap awal serta memperoleh masukan dari pengguna sebelum sistem diterapkan secara penuh. Pendekatan ini sejalan dengan konsep metode prototype yang menekankan pengembangan sistem secara iteratif.



Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Gambar 3. Prototipe Sistem IoT

Sistem penimbangan sampah berbasis IoT pada gambar 3 terdiri dari beberapa komponen utama yang terintegrasi secara elektronik dan jaringan. Sensor load cell digunakan sebagai elemen transduser untuk mengubah gaya mekanik akibat beban sampah menjadi sinyal listrik analog yang proporsional terhadap berat. Sinyal analog tersebut diperkuat dan dikonversi menjadi data digital menggunakan modul HX711, yang berfungsi sebagai amplifier presisi dan analog-to-digital converter beresolusi tinggi. Data berat selanjutnya diproses oleh mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang bertindak sebagai unit kendali utama sekaligus gateway IoT.

Mikrokontroler ini mengelola akuisisi data, kalibrasi, serta komunikasi nirkabel melalui jaringan WiFi untuk mengirimkan hasil penimbangan ke server atau aplikasi website secara real time. Rangkaian pendukung seperti breadboard dan kabel jumper digunakan untuk integrasi antar komponen, sementara catu daya menyediakan tegangan stabil agar sistem bekerja secara andal. Keseluruhan arsitektur ini memungkinkan proses penimbangan otomatis, terhubung, dan terdokumentasi secara digital dalam ekosistem IoT.

4. Implementasi Sistem

Setelah prototipe sistem dinyatakan berjalan dengan baik, tahap selanjutnya adalah implementasi sistem pada lingkungan operasional bank sampah. Pada tahap ini, sistem timbangan IoT digunakan secara langsung dalam kegiatan penimbangan sampah dan pencatatan transaksi. Implementasi sistem bertujuan untuk menguji kestabilan sistem, keandalan pengiriman data, serta kemudahan penggunaan sistem oleh pengelola bank sampah.

5. Sistem Akhir

Tahap akhir dari metode prototype adalah terbentuknya sistem timbangan IoT yang siap digunakan. Sistem akhir merupakan hasil penyempurnaan dari prototipe berdasarkan hasil pengujian dan evaluasi. Sistem ini diharapkan mampu meningkatkan akurasi, efisiensi, dan transparansi proses penimbangan dan pencatatan data pada bank sampah.

3. Hasil dan Pembahasan

Bagian ini menyajikan hasil penelitian yang diperoleh dari setiap tahapan metode prototype, sekaligus membahas temuan tersebut dengan mengaitkannya pada tujuan penelitian dan kondisi operasional Bank Sampah RW09. Penyajian hasil dilakukan secara sistematis sesuai dengan tahapan metode penelitian, meliputi pengumpulan kebutuhan, perancangan sistem, pembuatan prototipe, implementasi sistem, serta evaluasi sistem akhir.

3.1 Hasil Pengumpulan Kebutuhan Sistem

Tahap pengumpulan kebutuhan bertujuan untuk memperoleh gambaran awal mengenai kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan dalam pengembangan sistem timbangan berbasis Internet of Things (IoT). Tahap ini menjadi dasar penting karena kesesuaian sistem dengan kebutuhan lapangan sangat menentukan keberhasilan implementasi teknologi pada bank sampah.

Berdasarkan hasil observasi dan analisis operasional Bank Sampah RW09, diperoleh dua kelompok kebutuhan utama, yaitu kebutuhan perangkat keras dan kebutuhan perangkat lunak. Kebutuhan perangkat keras difokuskan pada komponen yang mendukung proses penimbangan, pemrosesan data, serta komunikasi jaringan. Sementara itu, kebutuhan perangkat lunak diarahkan pada pengelolaan data, pemantauan sistem, dan integrasi dengan layanan berbasis cloud.

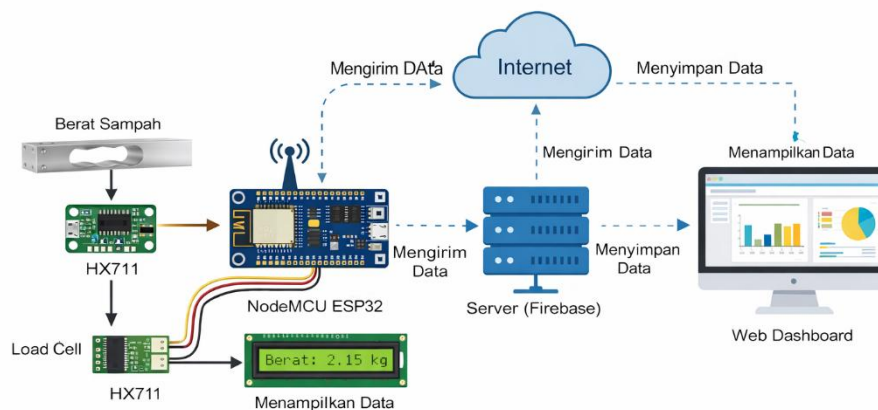
Hasil identifikasi kebutuhan perangkat keras ditunjukkan pada Tabel 1, yang mencakup komponen utama seperti NodeMCU ESP32 sebagai pengendali sistem IoT, sensor load cell sebagai pendeteksi berat, modul HX711 sebagai penguat dan konverter sinyal, serta LCD sebagai media tampilan informasi. Keberadaan modem dan jaringan internet juga menjadi kebutuhan utama agar sistem dapat mengirimkan data secara real time ke server.

Sementara itu, hasil identifikasi kebutuhan perangkat lunak ditunjukkan pada Tabel 2, yang meliputi Arduino Sketch untuk pemrograman mikrokontroler, Google Firebase sebagai media penyimpanan data real time, serta Blynk IoT dan website sebagai sarana monitoring dan visualisasi data. Kombinasi perangkat lunak ini dipilih karena mudah digunakan, stabil, dan sesuai dengan kebutuhan pengelolaan data bank sampah.

Hasil pada tahap ini menunjukkan bahwa kebutuhan sistem telah terdefinisi dengan jelas dan terstruktur. Definisi kebutuhan yang baik memberikan landasan yang kuat untuk tahap perancangan sistem serta meminimalkan perubahan besar pada tahap implementasi.

3.2 Hasil Perancangan Sistem Timbangan

Tahap perancangan sistem dilakukan dengan menyusun alur kerja sistem timbangan IoT berdasarkan kebutuhan yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya. Hasil dari tahap ini berupa desain alur sistem yang menggambarkan hubungan antar komponen perangkat keras, proses akuisisi data berat, mekanisme pengiriman data, serta integrasi dengan sistem informasi berbasis web.



Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Gambar 4. Rancangan Alur Sistem Timbangan IoT

Gambar 4 menunjukkan rancangan alur kerja sistem timbangan sampah berbasis Internet of Things (IoT) yang dikembangkan dalam penelitian ini. Alur sistem dimulai dari proses penimbangan sampah, di mana beban sampah yang diletakkan pada timbangan akan diterima

oleh sensor load cell. Sensor ini berfungsi sebagai komponen utama untuk mendeteksi perubahan gaya mekanik akibat berat sampah dan mengubahnya menjadi sinyal listrik analog yang sebanding dengan nilai berat.

Sinyal analog dari load cell selanjutnya diteruskan ke modul HX711, yang berfungsi sebagai penguat sinyal sekaligus konverter analog ke digital. Modul HX711 dipilih karena memiliki tingkat presisi yang tinggi dan mampu membaca perubahan berat secara stabil, sehingga mendukung akurasi sistem timbangan. Data digital hasil konversi kemudian dikirimkan ke mikrokontroler NodeMCU ESP32, yang bertindak sebagai pusat pengendali sistem.

NodeMCU ESP32 mengolah data berat yang diterima, melakukan proses kalibrasi, serta menampilkan hasil penimbangan secara langsung pada LCD sebagai informasi awal bagi pengguna. Selain itu, NodeMCU ESP32 juga berfungsi sebagai perangkat IoT gateway yang mengirimkan data berat sampah ke server melalui jaringan internet menggunakan koneksi WiFi. Proses pengiriman data ini memungkinkan sistem bekerja secara real-time tanpa memerlukan pencatatan manual.

Data hasil penimbangan yang dikirim melalui jaringan internet selanjutnya disimpan pada server berbasis cloud (Firebase). Penyimpanan data secara terpusat memungkinkan seluruh data transaksi tersimpan dengan baik, mudah diakses, serta mendukung transparansi pengelolaan bank sampah. Data yang telah tersimpan kemudian ditampilkan pada web dashboard, sehingga pengelola dan pengguna bank sampah dapat memantau hasil penimbangan, riwayat transaksi, serta informasi lainnya secara langsung melalui perangkat komputer atau smartphone.

Secara keseluruhan, rancangan alur sistem ini menunjukkan integrasi antara perangkat keras, jaringan internet, dan sistem informasi berbasis web. Integrasi tersebut memungkinkan proses penimbangan sampah dilakukan secara otomatis, akurat, dan terdokumentasi secara digital. Dengan demikian, sistem timbangan IoT yang dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi risiko kesalahan pencatatan, serta meningkatkan transparansi data pada pengelolaan bank sampah.

3.3 Pengujian Akurasi Timbangan IoT

Pengujian akurasi timbangan IoT dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan timbangan IoT dengan timbangan digital standar sebagai acuan. Pengujian dilakukan pada beberapa variasi beban sampah yang umum ditransaksikan di Bank Sampah RW09, seperti botol plastik dan minyak jelantah. Selisih hasil pengukuran digunakan untuk menghitung tingkat error dan akurasi sistem.

Tabel 3. Hasil Pengujian Akurasi Timbangan IoT

No	Berat Acuan (kg)	Berat Timbangan IoT (kg)	Selisih (kg)	Error (%)
1	1,00	0,98	0,02	2,00
2	2,00	2,01	0,01	0,50
3	3,00	3,02	0,02	0,67
4	5,00	4,97	0,03	0,60
5	10,00	9,95	0,05	0,50

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Berdasarkan Tabel 3, sistem timbangan IoT memiliki rata-rata error sebesar $\pm 0,85\%$ dengan tingkat akurasi mencapai $\pm 99,15\%$. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan hasil pengukuran yang stabil dan presisi. Tingginya akurasi ini dipengaruhi oleh proses kalibrasi sensor load cell serta mekanisme pengiriman data secara real-time yang meminimalkan kesalahan pencatatan manual. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa timbangan digital berbasis IoT mampu mencapai tingkat akurasi di atas 95% untuk aplikasi operasional berbasis komunitas.

3.4 Pengujian Fungsional Sistem IoT

Selain pengujian akurasi, dilakukan pula pengujian fungsional untuk memastikan seluruh komponen sistem bekerja sesuai dengan kebutuhan operasional Bank Sampah RW09. Pengujian difokuskan pada proses pembacaan berat, pengiriman data, penyimpanan transaksi, serta konversi nilai sampah.

Tabel 4. Hasil Uji Fungsional Sistem IoT

No	Tahapan Pengujian	Komponen yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Pengujian daya	Power Supply	Sistem dinyalakan	Perangkat IoT menyala stabil	Sesuai	Berhasil
2	Pengujian koneksi WiFi	ESP8266	ESP8266 terhubung ke jaringan internet	Perangkat terkoneksi ke server	Sesuai	Berhasil
3	Pengujian sensor berat badan	Load Cell + HX711	Sampah ditempatkan pada timbangan	Data berat tampil pada LCD dan website	Sesuai	Berhasil
4	Pengujian sensor tinggi badan	VL53L1X	Sensor mendeteksi jarak sampah	Tinggi sampah terukur akurat	Sesuai	Berhasil
5	Pengujian LCD	LCD 16x2	Menampilkan hasil pengukuran	Nilai berat sampah tampil	Sesuai	Berhasil
6	Pengujian pengiriman data	API IoT	Data dikirim ke server	Data tersimpan di database	Sesuai	Berhasil
7	Pengujian perhitungan Z-score	Sistem Web	Data sampah diproses	Status sampah muncul otomatis	Sesuai	Berhasil
8	Pengujian notifikasi	Bot WhatsApp	Sistem mengirim nilai berat sampah	Pesan diterima	Sesuai	Berhasil

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Berdasarkan hasil pengujian fungsional sistem IoT pada tabel terlampir, dapat disimpulkan bahwa seluruh komponen dan subsistem telah bekerja sesuai dengan perancangan. Pengujian daya menunjukkan bahwa power supply mampu menyediakan tegangan yang stabil sehingga seluruh perangkat IoT dapat menyala dan beroperasi tanpa gangguan. Pada pengujian konektivitas, modul ESP8266 berhasil terhubung ke jaringan internet dan melakukan komunikasi dengan server, yang menandakan fungsi jaringan dan konfigurasi WiFi berjalan dengan baik.

Pengujian sensor berat menggunakan load cell dan modul HX711 membuktikan bahwa sistem mampu mendeteksi dan mengukur berat sampah secara akurat ketika sampah ditempatkan pada timbangan, serta menampilkan data tersebut pada LCD dan website. Sensor tinggi VL53L1X juga berfungsi optimal dalam mendeteksi jarak atau tinggi sampah dengan hasil pengukuran yang akurat. Selanjutnya, LCD 16x2 berhasil menampilkan nilai hasil pengukuran secara real time. Pada tahap pengiriman data, API IoT mampu mengirimkan data ke server dan menyimpannya ke dalam database. Sistem web berhasil memproses data menggunakan perhitungan Z-score sehingga status sampah muncul otomatis. Terakhir, sistem notifikasi melalui bot WhatsApp berhasil mengirimkan pesan berisi informasi berat sampah kepada pengguna. Seluruh pengujian dinyatakan berhasil dan sesuai dengan yang diharapkan.

3.5 Perbandingan Sistem Manual dan Sistem IoT

Untuk melihat dampak penerapan teknologi IoT, dilakukan perbandingan antara sistem manual yang sebelumnya digunakan dengan sistem IoT yang diimplementasikan saat ini.

Tabel 5. Perbandingan Operasional Bank Sampah

Aspek Operasional	Sistem Manual	Sistem IoT
Proses penimbangan	Manual	Otomatis
Pencatatan data	Tulis tangan	Digital real-time
Risiko kesalahan	Tinggi	Rendah
Waktu transaksi	±5-7 menit	±2 menit
Transparansi data	Rendah	Tinggi

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Berdasarkan Tabel 5, penerapan sistem IoT terbukti mampu meningkatkan efisiensi operasional secara signifikan. Waktu transaksi berkurang lebih dari 50% dibandingkan sistem manual, sementara risiko kesalahan pencatatan dapat ditekan. Selain itu, transparansi data meningkat karena seluruh transaksi dapat dipantau langsung oleh warga melalui sistem digital. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan timbangan IoT tidak hanya berdampak pada aspek

teknis, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan kepercayaan dan partisipasi masyarakat dalam program bank sampah.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem timbangan sampah berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan metode prototype pada Bank Sampah RW09 Kranji. Penerapan metode prototype memungkinkan pengembangan sistem dilakukan secara bertahap, mulai dari pengumpulan kebutuhan, perancangan, pembuatan prototipe, hingga implementasi sistem akhir yang sesuai dengan kebutuhan operasional di lapangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem timbangan IoT memiliki tingkat akurasi yang tinggi dengan rata-rata error yang rendah, serta mampu melakukan pencatatan data secara real-time dan terintegrasi dengan sistem informasi berbasis web. Selain meningkatkan akurasi dan efisiensi proses penimbangan, sistem ini juga mampu mempercepat waktu transaksi, menurunkan risiko kesalahan pencatatan, dan meningkatkan transparansi data bagi pengelola maupun warga bank sampah. Dengan demikian, sistem timbangan IoT yang dikembangkan terbukti dapat menjadi solusi teknologi yang efektif dalam mendukung pengelolaan bank sampah berbasis komunitas dan berpotensi untuk diterapkan pada bank sampah lain dengan penyesuaian kebutuhan.

Referensi

- [1] F. Y. Noor, "Implementasi Penghitung Harga Sampah Otomatis dengan Identifikasi Jenis Sampah Menggunakan Pengolahan Citra di Bank Sampah Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya," 2025.
- [2] P. Hendradi and A. Wahyono, "PEMODELAN SISTEM INFORMASI BERBASIS IOT UNTUK OPTIMASI PENGELOLAAN SAMPAH PERKOTAAN (STUDI KASUS: PEMANTAUAN LEVEL TEMPAT SAMPAH PINTAR)," *Jurnal TechLINK*, vol. 9, no. 1, Apr. 2025.
- [3] G. Supriyanto, A. Kumara Jurusan Teknik Pertanian, F. Teknologi Pertanian, and I. Pertanian Stiper Yogyakarta Jl, "Rancang Bangun Timbangan Menggunakan Sensor Load Cell dan Mikrokontroler Berbasis Internet of Things (IoT)," doi: 10.55180/aei.v2i1.1024.
- [4] H. Prasetyo and Muhammad Agung Raharjo, "Pembuatan Sistem Timbangan Online Berbasis Internet of Things," *Jurnal FORTECH*, vol. 6, no. 1, pp. 18–23, Feb. 2025, doi: 10.56795/fortech.v6i1.6103.
- [5] Muh. Zainal, D. Dasril, and B. Sulaeman, "TIMBANGAN DIGITAL BERBASIS IOT DI PETERNAKAN BROILER PT. JASS MANDIRI SEJAHTERA BELOPA KABUPATEN LUWU," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 13, no. 2, Apr. 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i2.6088.
- [6] A. Gunawan, S. R. Riady, and I. Nawangsih, "Penerapan Timbangan Ikan Pintar dalam Meningkatkan Ekonomi UKM Masyarakat Pesisir Berbasis IoT," *Jurnal Tekno Insentif*, vol. 16, no. 1, pp. 69–78, Apr. 2022, doi: 10.36787/jti.v16i1.695.
- [7] F. Ishlakhuddin, F. P. B. Muhamad, and E. Ismantohadi, "Sistem Pengelompokan Jenis Sampah Rumah Tangga untuk Optimalisasi Pengolahan," *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, vol. 10, no. 1, pp. 95–103, Jan. 2025, doi: 10.30591/jpit.v10i1.8173.
- [8] S. F. Nurjihan, A. T. Setiati, D. I. Febryanti, I. Prasetya, and S. Danaryani, "DIGITALISASI TIMBANGAN BALITA BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) UNTUK OPTIMALISASI LAYANAN POSYANDU," *Jurnal Abdimas Ilmiah Citra Bakti*, vol. 6, no. 1, pp. 91–101, Feb. 2025, doi: 10.38048/jailcb.v6i1.4568.
- [9] Revifal Anugerah and Tata Sutabri, "Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Udara Menggunakan IoT dengan Metode Prototype," *Modem: Jurnal Informatika dan Sains Teknologi*, vol. 3, no. 1, pp. 01–05, Dec. 2024, doi: 10.62951/modem.v3i1.304.
- [10] M. M. Rochani, M. Rochani, and Y. R., "Pengembangan Smart Water Dispenser Berbasis IoT Menggunakan Metode Prototype," *Data Sciences Indonesia (DSI)*, vol. 4, no. 1, pp. 39–50, Jun. 2024, doi: 10.47709/dsi.v4i1.4046.