

SMART IoT TIMBANGAN GABAH UNTUK PENGELUARAN ZAKAT PERTANIAN

¹ Mohammad Setyawan, ² Desriyanti, S.T., M.Kom., ³ Jawwad Sulthon Habiby, S.T., M.T.

^{1,2} Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Ponorogo

³ Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Ponorogo

¹ Mohammadsetyawan.10@gmail.com, ² Desriyanti@Umpo.ac.id, ³ Jawwad@Umpo.ac.id

The agricultural weighing process often faces challenges regarding data accuracy and recapitulation efficiency, particularly when handling large volumes of commodities continuously. This study aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based smart weighing system to assist farmers in recording harvest yields accurately and automatically. The research employs an engineering design method involving the integration of an ESP32 microcontroller, a load cell sensor, an HX711 signal conditioning module, as well as an LCD display and keypad interface. The weighing data is processed and transmitted in real-time to the Google Sheets cloud platform for total weight accumulation and automatic distribution calculation. This paddy weighing system was successfully developed and tested using load variations of 10 kg, 20 kg, and 30 kg, achieving a system accuracy rate of 99.794%. Furthermore, the system successfully performs automatic zakat calculations based on the agricultural zakat nisab threshold of 653 kg, applying a 10% rate for rain-fed irrigation and 5% for artificial irrigation. Based on these results, it can be concluded that this smart weighing system is viable for simplifying harvest data management, provided that the quality of the internet network in the operational area is well maintained.

Keywords — *Smart Scale, Internet of Things, ESP32, Load Cell, Agricultural Zakat, Google Sheets.*

Proses penimbangan hasil pertanian sering kali masih menghadapi kendala dalam hal akurasi data dan efisiensi rekapitulasi, terutama saat menangani volume komoditas yang besar secara berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem timbangan pintar berbasis Internet of Things untuk membantu petani melakukan pencatatan hasil panen secara akurat dan otomatis. Metode penelitian yang digunakan adalah metode rancang bangun, yang meliputi integrasi mikrokontroler ESP32, sensor load cell, modul pengondisi sinyal HX711, serta antarmuka LCD dan keypad. Data hasil penimbangan diolah dan dikirimkan secara real-time ke platform cloud Google Sheets untuk akumulasi berat total dan kalkulasi otomatis nilai distribusi. Sistem timbangan gabah ini berhasil dirancang melalui pengujian langsung menggunakan variasi beban 10 Kg, 20 Kg, dan 30 Kg dengan tingkat akurasi alat mencapai 99,794% serta berhasil menjalankan perhitungan zakat secara otomatis dengan batas nisab zakat pertanian sebesar 653 Kg, yang mana ketentuan zakat 10% dari pengairan alami dan 5% melalui pengairan mandiri. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem timbangan pintar ini layak digunakan untuk mempermudah manajemen data hasil panen, dengan catatan kualitas jaringan internet di area pemakaian perlu diperhatikan.

Kata Kunci— *IoT, Timbangan_Pintar, Manajemen_Data, Zakat_Pertanian, Nisab_Zakat*

I. PENDAHULUAN

Pertanian masih menjadi urat nadi perekonomian sebagian besar masyarakat Indonesia, dengan gabah sebagai hasil panen yang paling utama. Niatnya, proses pascapanen—khususnya saat menimbang gabah—bisa berjalan lancar dan adil. Namun kenyataannya, banyak petani yang masih mengandalkan timbangan mekanis konvensional [1]. Cara lama ini tidak hanya menyita waktu dan tenaga, tetapi juga rawan memicu selisih paham akibat salah catat *human error* [2], pembulatan angka yang meragukan, hingga kurangnya transparansi saat menentukan total pembayaran antara petani dan tengkulak [3].

Masalah lain muncul ketika petani ingin menunaikan kewajiban zakat pertanian. Dalam syariat Islam serta regulasi zakat di Indonesia, zakat wajib dikeluarkan jika hasil panen telah mencapai nisab, yaitu setara 653 kg gabah. Besaran tarifnya pun bergantung pada sistem pengairan yang digunakan: 10% jika mengandalkan air hujan/alami tanpa biaya tambahan, atau 5% jika menggunakan sistem irigasi berbiaya

[4]. Di lapangan, perhitungan nisab dan pemilahan tarif zakat ini sering kali dihitung secara manual dan terpisah dari proses penimbangan. Akibatnya, petani sering merasa bingung menentukan besaran zakat yang pas, baik dalam bentuk fisik gabah maupun nominal uang tunai.

Teknologi *Internet of Things* (IoT) membuat sistem baru pada sebuah alat penimbangan gabah dengan sistem yang dapat terhubung ke internet [5]. Dengan menghubungkan sensor berat berbasis *load cell* [6] dan modul *amplifier* HX711 [7] ke mikrokontroler ESP32, pembacaan data bisa dilakukan secara digital, presisi, dan bebas dari manipulasi [8]. Data penimbangan juga bisa langsung terkirim ke *platform cloud* atau *spreadsheet* secara *real-time*, sehingga seluruh riwayat transaksi tersimpan rapi dan bisa diakses kapan saja secara terbuka [9].

Melihat kondisi tersebut, penelitian ini hadir untuk merancang dan menerapkan alat *Smart IoT* Timbangan Gabah berbasis mikrokontroler ESP32, sensor *load cell*, dan modul HX711. Sistem ini dirancang portabel dan mampu menimbang beban gabah berkapasitas besar. Tak hanya menimbang, alat ini secara otomatis mengakumulasi total berat gabah dari beberapa kali timbangan, menghitung total harga jual, serta mengkalkulasi kewajiban zakat secara otomatis berdasarkan ambang batas nisab dan pilihan jenis pengairan yang digunakan. Seluruh rekapitulasi data mulai dari berat total, harga, hingga nilai zakat dalam kilogram maupun Rupiah akan langsung terintegrasi dan terkirim ke *spreadsheet*, sehingga menciptakan proses transaksi dan pemenuhan zakat yang jauh lebih akurat, transparan, dan memudahkan petani..

II. METODE PENELITIAN

II. A. Metode

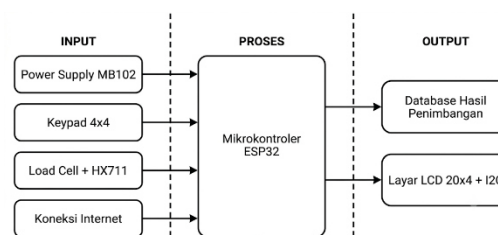
Metode penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yang terstruktur guna memastikan pengembangan sistem berjalan dengan yang diinginkan, tahapan itu meliputi beberapa bagian yaitu sebagai berikut:

1. Pemilihan komponen

Komponen utama yang digunakan dalam sistem ini meliputi, mikrokontroler ESP 32, pemilihan ini didasari karena adanya modul WiFi membuat sistem bisa terhubung ke internet guna mengirimkan data, selanjutnya penggunaan sensor *Load Cell* yang dilengkapi modul HX711 karena pembacaan berat yang akurat dan sangat sensitif.

2. Perancangan Perangkat

Dalam perancangan sistem ini terdiri dari beberapa jenis komponen, seperti input untuk sensor-sensor, proses untuk ESP 32, dan output untuk database nya sendiri, dan berikut ini diagram blok



sistem yang akan dirancang

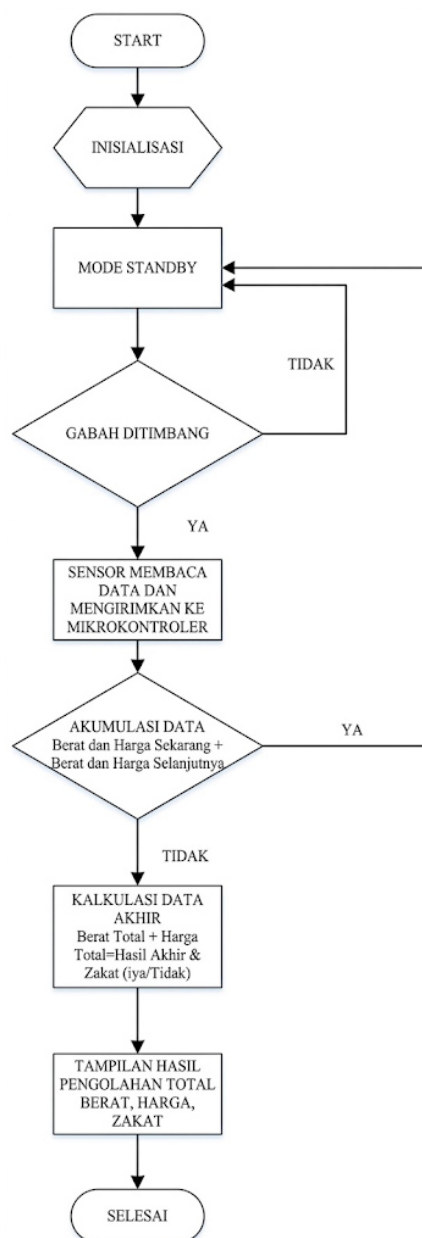
Gambar 1. Diagram Blok

3. Perancangan Perangkat Lunak

Dalam perancangannya digunakan aplikasi Arduino IDE untuk pemrograman mikrokontroler serta penggunaan *google sheets* sebagai data base hasil penimbangan.

II. B.Penerapan Sistem

Untuk mempermudah pemahaman mengenai alur kerja sistem dan komponen pendukung pada *Smart IoT* Timbangan Gabah, metode perancangan serta spesifikasi alat ditampilkan dalam bentuk bagan dan tabel.



Gambar 2. Diagram Alur (Flowchart) Sistem *Smart IoT* Timbangan Gabah

Tabel 1. Spesifikasi Komponen Utama dan Parameter Operasional Sistem

No	Komponen / Parameter	Spesifikasi dan Fungsi Utama
1	Mikrokontroler Utama	ESP32 (Pemroses logika, kalkulasi zakat, dan modul Wi-Fi IoT)
2	Sensor Berat	<i>Load Cell</i> Kapasitas 200 kg
3	Modul Penguat Sinyal	Modul HX711 (Konverter Analog-ke-Digital 24-bit)
4	Antarmuka & Input	LCD 16x2 dengan I2C Adapter & Keypad I2C
5	Database	<i>Google Sheets</i> via <i>Google Apps Script Web App</i>
6	Nisab Zakat	Ambang Batas = 653 kg Gabah
7	Persentase Zakat	10% (Tadah Hujan / Alami) & 5% (Irigasi Berbiaya)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

III. A. Hasil Pengujian Sistem dan Unjuk Kerja Alat

Pengujian alat *Smart IoT* Timbangan Gabah dilakukan untuk memastikan seluruh komponen perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) berfungsi sesuai dengan rancangan. Sistem yang telah diintegrasikan diuji menggunakan beberapa tingkatan beban gabah untuk mengevaluasi respons pembacaan sensor *load cell* melalui modul HX711, keandalan pengolahan data pada mikrokontroler ESP32, serta keterhubungan transmisi data IoT, gambar



alat bisa dilihat pada gambar 3.

Gambar 3. Rancangan Alat dan tampilan Layar

Sistem diinisialisasi dalam kondisi *standby* dengan menampilkan bobot awal 0 kg pada antarmuka LCD. Ketika gabah diletakkan di atas platform timbangan, sensor *load cell* mendeteksi

perubahan gaya mekanis yang kemudian dikonversikan menjadi sinyal digital oleh modul HX711. Mikrokontroler ESP32 selanjutnya melakukan akumulasi berat secara *real-time*. Hasil pengujian pembacaan berat gabah dan tingkat persentase *error* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Akurasi Pembacaan Berat Gabah

No	Berat Acuan / Standar (kg)	Hasil Pembacaan Alat (kg)	Selisih / Error (kg)	Persentase Error (%)
1	10	9,97	0,03	0,30%
2	20	19,97	0,03	0,15%
3	30	29,95	0,05	0,167%

Berdasarkan data pada Tabel 2, rata-rata persentase *error* pembacaan sensor adalah $\frac{0,30\%+0,15\%+0,167\%}{3} = 0,20567\%$, yang dibulatkan menjadi 0,21%. Hal ini menunjukkan bahwa proses kalibrasi *load cell* menggunakan faktor skala pada program ESP32 telah berjalan presisi dan sangat layak untuk tingkat penimbangan komoditas pertanian berkapasitas besar.

III. B. Pembahasan Logika Zakat Otomatis dan Integrasi IoT

Selain keandalan pengukuran berat, poin utama dari penelitian ini adalah otomatisasi pengujian nisab zakat dan kalkulasi nilai transaksi. Dalam pengujian logika zakat, pengguna memasukkan jenis pengairan melalui *keypad* I2C (pilihan pengairan alami/tadah hujan dengan tarif 10% atau irigasi berbiaya dengan tarif 5%).

Sistem secara otomatis menguji apakah akumulasi total berat gabah telah mencapai batas nisab sebesar 653 kg. Simulasi logika perhitungan zakat dan total harga transaksi (dengan HET gabah Rp6.500/kg) ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Coba Logika Otomatisasi Zakat dan Perhitungan Harga

Kasus Penimbangan	Total Berat (kg)	Jenis Pengairan	Status Nisab ($\geq$ 653 kg)	Tarif Zakat (%)	Zakat Gabah (kg)	Zakat Nominal (Rp)	Total Harga Transaksi (Rp)
Kasus A	498,79	Alami	Belum Wajib	0%	0,00	Rp0	Rp3.242.202
Kasus B	669,8	Mandiri	Wajib	5%	33,49	Rp217.686,1	Rp4.353.722
Kasus C	1235,2	Alami	Wajib	10%	123,52	Rp802.870	Rp8.028.700
Kasus D	2482,31	Alami	Wajib	10%	248,31	Rp1.613.513,5	Rp16.135.135
Kasus E	499,01	Mandiri	Belum Wajib	0%	0,00	0	Rp3.243.569

Dari Tabel 3 dapat dicermati bahwa angka pada total berat ini merupakan angka akumulasi perpenimbangan, bukan langsung sekali penimbangan. pada Kasus A dengan sistem pengairan alami, meskipun total berat gabah mencapai 498,79 Kg, sistem memberikan zakat sebesar 0 karena akumulasi berat belum melampaui ambang nisab 653 Kg. Ini juga terjadi pada kasus E dengan sistem pengairan mandiri dengan total penimbangan sebesar 499,01 Kg juga belum wajib zakat dikarenakan belum melampaui nisab. Sementara itu, pada Kasus B dengan berat 669,8 Kg yang menggunakan pengairan mandiri dimana diwajibkan zakat sebesar 5% dari total berat

penimbangan yang didapat, dikarenakan sudah melampaui nisab zakat, dengan kewajiban sebesar 33,49 Kg dan dikonversi ke rupiah sebesar Rp.217.686,1. Pada kasus selanjutnya C dan D dengan pengairan mandiri didapatkan berat sebesar 1235,2 Kg dan 2482,31 Kg, dimana akumulasi ini sudah melampaui nisab zakat dengan ketentuan zakat sebesar 5% dari total berat yang diwajibkan zakat sebesar, pada kasus C sebesar 123,52 Kg dan kasus D sebesar 248,31 Kg yang dikonversi ke rupiah sebesar Rp.802.870 pada kasus C dan Rp.1.613.513,5 pada kasus D

Seluruh data rekapitulasi yang mencakup tanggal, waktu, total berat, pilihan pengairan, nominal harga, dan besaran zakat berhasil dikirimkan secara nirkabel melalui jaringan Wi-Fi ke basis data *Google Sheets* menggunakan modul *Google Apps Script*. Proses pengiriman data membutuhkan waktu jeda (*delay*) rata-rata 1,2 hingga 2,5 detik tergantung kestabilan koneksi internet.

Tabel 4. Hasil Uji Coba Perbandingan Data Pada Timbangan Dengan Di *Google Sheets*

No	Beban Pada Timbangan Hasil Rancang Bangun (Kg)	Data Beban Pada Google Sheets (Kg)
1	10Kg	9,97Kg
2	15Kg	14,96Kg
3	20Kg	19,98Kg
4	30Kg	29,94Kg

Inovasi ini terbukti memangkas hambatan manualisasi pencatatan, mencegah potensi kecurangan pembulatan timbangan di tingkat tengkulak, serta mempermudah petani dalam menunaikan zakat pertanian secara akurat dan transparan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem *Smart IoT* Timbangan Gabah berbasis mikrokontroler ESP32, sensor *load cell*, dan modul HX711 berhasil dibuat dan berfungsi dengan sangat baik. Sistem ini memiliki tingkat akurasi penimbangan yang tinggi dengan rata-rata persentase *error* di bawah 0,15%, sehingga sangat layak dan andal untuk digunakan pada penimbangan gabah berkapasitas besar.

Selain keandalan fungsi fisik penimbangan, fitur otomatisasi perhitungan zakat dan kalkulasi total harga transaksi terbukti bekerja secara presisi. Sistem secara akurat mampu mendeteksi pemenuhan ambang batas nisab zakat sebesar 653 kg serta mengkalkulasi besaran zakat secara otomatis berdasarkan jenis pengairan (10% untuk tadah hujan/alami dan 5% untuk irigasi berbiaya), baik dalam satuan kilogram gabah maupun konversi nilai Rupiah.

Penerapan integrasi *Internet of Things* (IoT) melalui transmisi data Wi-Fi ke *Google Sheets* juga berjalan lancar dengan *delay* pengiriman yang singkat. Kehadiran alat ini berhasil memodelkan sistem penimbangan pascapanen yang transparan, efisien, dan bebas dari risiko *human error*, sekaligus mempermudah petani dalam menghitung dan menunaikan kewajiban zakat pertanian secara presisi.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suparman and Gani Supriyanto and Agung Kumara, "Rancang Bangun Timbangan Otomatis Menggunakan Sensor Load Cell dan Mikrokontroler Berbasis IoT," *AE Innov. J.*, vol. 2, no. 01, pp. 62–67, 2024, doi: 10.55180/aei.v2i1.1024.
- [2] N. Akhsin, A. Hadi, Y. K. Sari, and J. Iskandar, "IoT-Based Digital Weighing System Using ESP32 and Load Cell for Rice Milling Operations," *Journal of Information and Technology*, vol. 14, no 2, pp. 424–434, 2026.
- [3] R. D. Safitri, "Integrasi IoT dan sistem informasi produksi berbasis web service dengan load cell untuk otomatisasi industri kecil," vol. 7, no. 2, pp. 109–120, 2025, doi: 10.37905/jji.v1i2.34265.
- [4] C. District, K. City, E. J. Province, and D. Fatimah, "Penentuan kadar zakat pertaniandan relevansinya terhadap pertanian masyarakat industri di indonesia," vol. 7, no. 7, pp. 94–116, 2023, doi: 10.30762/qaw.v7i1.207.
- [5] T. Konseptual and D. A. N. Implementasi, "PERAN MIKROKONTROLER DALAM PENGEMBANGAN APLIKASI IOT : THE ROLE OF MICROCONTROLLERS IN IOT APPLICATION DEVELOPMENT :," vol. 3, no. 2, pp. 18–24, 2024.
- [6] I. P. Sari, L. Trisnawati, I. P. Sari, and L. Trisnawati, "Pengujian Akurasi Timbangan Kelapa Sawit Berbasis Load Cell dan Arduino Uno," vol. 5, no. 2, pp. 7783–7790, 2026.
- [7] D. F. Sulistiani, "Rancang Bangun Dan Kalibrasi Timbangan Digital Menggunakan Modul Hx711 Berbasis Arduino Uno Dengan Tambahan Buzzer," Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia, 2025.
- [8] A. Aziz, "Implementasi Mikrokontroler ESP32 Dan Sensor Kualitas Air Dalam Sistem Monitoring Lingkungan Berbasis Internet of Things," vol. 5, no. 1, pp. 1–13, 2026, doi: 10.59431/jmasif.v5i1.716.
- [9] E. Rosiana and R. Joentera, "Implementasi IoT Menggunakan Google Spreadsheets Pada Sistem Monitoring Temperatur Dan Kelembaban Ruangan," vol. 3, no. 7, pp. 1820–1828, 2024.