



Integrasi IoT dan sistem informasi produksi berbasis web service dengan load cell untuk otomatisasi industri kecil

Ramona Dyah Safitri, Alek, Rino

^{1,2}Teknik Industri, Universitas Buddhi Dharma, Indonesia

³Teknik Informatika, Universitas Buddhi Dharma, Indonesia

Riwayat Artikel:

Diterima 4 September 2025

Direvisi 10 Oktober 2025

Disetujui 13 Oktober 2025

Kata Kunci:

Internet of Things

Load Cell,

NodeMCU ESP8266,

Sistem Otomasi,

Real Time Monitoring

ABSTRACT. Manual recording of production results in small and medium-sized industries (SMIs) often leads to errors and delays in reporting. This study proposes a solution in the form of an automated production information system based on a web platform, integrated with Load Cell sensors and the NodeMCU ESP8266 microcontroller, utilizing the Internet of Things (IoT). The developed system aims to improve efficiency and accuracy in the production data recording process by automating the measurement of weight and quantity of items in real-time. The methodology includes the design of the IoT system architecture, integration of the Load Cell sensor with NodeMCU ESP8266, development of a web service based on PHP/MySQL, and data validation through calibration and system testing. The testing results show that the system successfully records the weight and quantity of items automatically. In this research, the weight of the items is 5 grams and then stores data on the web server, and displays reports in real-time. The system is also effective in reducing human error and enhancing production efficiency. Further testing indicates that the sensor integration and web interface operate stably, with measurement accuracy reaching 99.5%, an error rate of 0.5%, and a response time of 0.2 seconds. Therefore, this system is suitable for implementation in small to medium-sized industries as a solution for more efficient and accurate production automation.

ABSTRAK. Pencatatan hasil produksi secara manual di industri kecil dan menengah (IKM) sering kali menyebabkan kesalahan dan keterlambatan dalam pelaporan. Penelitian ini mengusulkan solusi berupa sistem informasi produksi otomatis berbasis web yang terintegrasi dengan sensor Load Cell dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266, berbasis Internet of Things (IoT). Sistem yang dikembangkan bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses pencatatan data produksi dengan mengotomatisasi pengukuran berat dan jumlah barang secara real-time. Metode yang digunakan mencakup perancangan arsitektur sistem IoT, integrasi sensor dengan NodeMCU ESP8266, pengembangan web service berbasis PHP/MySQL, serta validasi data melalui kalibrasi dan pengujian sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mencatat berat dan jumlah barang secara otomatis, pada penelitian ini berat barang dibatasi hanya 5 gram yang kemudian menyimpan data ke server web, serta menampilkan laporan secara real-time. Sistem ini juga terbukti efektif dalam mengurangi human error dan meningkatkan efisiensi proses produksi. Pengujian lebih lanjut mengindikasikan integrasi sensor dan antarmuka web berjalan stabil, dengan tingkat akurasi pengukuran mencapai 99,5%, error rate 0,5%, dan waktu respons 0,2 detik. Dengan demikian, sistem ini dapat diimplementasikan pada skala industri kecil hingga menengah sebagai solusi untuk otomatisasi produksi yang lebih efisien dan akurat.

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](#) license.



Penulis Korespondensi:

Rino

Teknik Informatika Universitas Buddhi Dharma

Gang Usaha 1 Karawaci Ilir, Tangerang dan 15115, Indonesia.

Email: rino@ubd.ac.id

PENDAHULUAN

Industri Indonesia saat ini tengah berada dalam masa transisi menuju era Revolusi Industri 4.0, yang merupakan gelombang keempat dalam sejarah revolusi industri dunia. Era ini ditandai dengan kemajuan pesat dalam teknologi yang menjadi fondasi utama dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Teknologi digital dan internet telah menghapuskan batasan-batasan yang sebelumnya ada, memungkinkan konektivitas global dan memunculkan berbagai inovasi yang mempengaruhi hampir seluruh sektor kehidupan, mulai dari ekonomi, politik, industri, kebudayaan, seni, hingga Pendidikan (Wortmann & Flüchter, 2015)(Wibowo et al., 2023). Pengaruh teknologi digital yang semakin kuat di segala lini kehidupan ini menciptakan tantangan baru bagi dunia industri, khususnya dalam hal efisiensi dan kecepatan produksi.

Dalam lingkungan industri yang cepat, data yang akurat dan tepat waktu sangat penting untuk mengoptimalkan produksi, meningkatkan kualitas produk, dan menjaga daya saing. Metode pencatatan manual tradisional sering kali tidak memadai untuk memenuhi tuntutan operasi industri modern, di mana pemantauan secara real-time dan akurasi data sangat dibutuhkan untuk meningkatkan efisiensi operasional (Muehlethaler & Albert, 2021).

Sebagai respons terhadap tantangan ini, integrasi otomatisasi dan teknologi digital, seperti Internet of Things (IoT), menawarkan solusi yang menjanjikan. Sistem berbasis IoT dapat memberikan pemantauan dan pengumpulan data secara real-time, yang secara signifikan mengurangi ketergantungan pada proses manual. Dengan memasukkan sensor seperti Load Cell, yang mengukur berat, dan mikrokontroler seperti NodeMCU ESP8266, yang memungkinkan konektivitas dan transmisi data tanpa hambatan, memungkinkan terciptanya sistem yang mengotomatisasi seluruh proses pemantauan produksi.

Dalam tiga tahun terakhir, perkembangan penelitian mengenai integrasi IoT dalam industri kecil menunjukkan tren yang semakin kuat. Studi oleh Riady et al., (2023) mengembangkan intelligent manufacturing management system berbasis IoT untuk industri skala kecil. Sistem ini menggabungkan pemantauan sensor secara real-time, komunikasi LoRa dan Modbus RTU, serta algoritma penjadwalan cerdas untuk mengoptimalkan penggunaan mesin. Hasilnya, waktu produksi dapat dipersingkat dan idle machine berkurang signifikan, meskipun penelitian ini belum secara khusus menyoroti penggunaan load cell sebagai sensor utama dalam lini produksi.

Sementara itu, fokus pada load cell terlihat pada penelitian Munzir et al., (2019). Sistem ini memanfaatkan load cell dengan modul HX711, mikrokontroler, serta algoritma computer vision untuk identifikasi produk secara otomatis. Prototype yang dikembangkan terbukti mampu melakukan pengukuran berat dan klasifikasi produk secara cepat dan akurat, sehingga mempercepat transaksi tanpa input manual. Walau diarahkan pada ritel, konsep ini berpotensi diterapkan dalam produksi kecil, misalnya untuk pemantauan bahan baku atau pengisian kemasan secara otomatis.

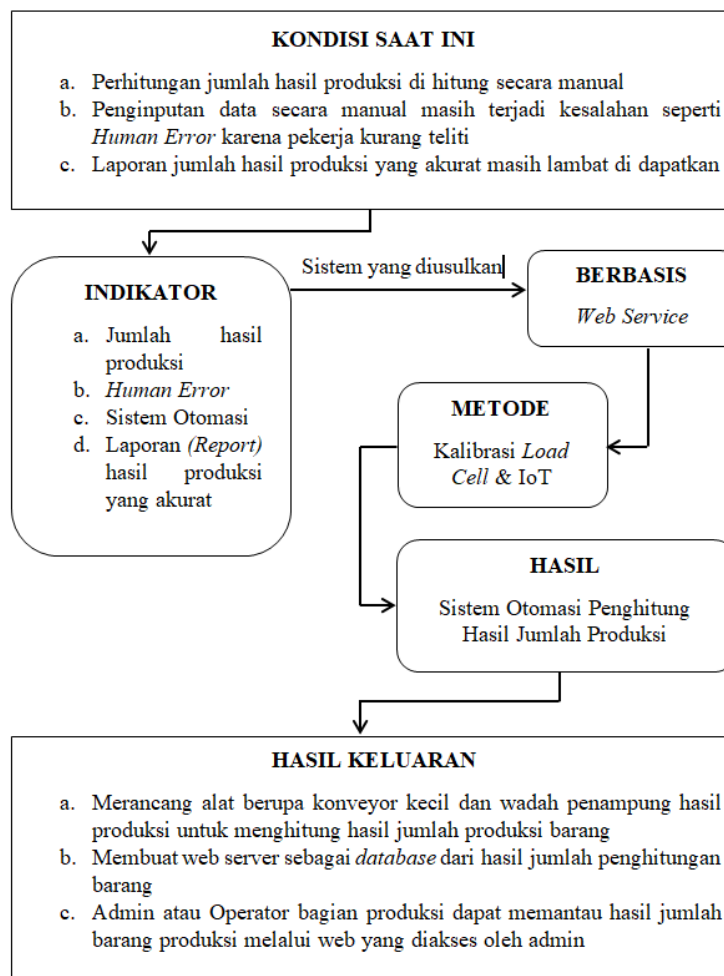
Penelitian lain oleh Mansor et al., (2023) mengembangkan sistem inventori berbasis IoT menggunakan NodeMCU dan load cell untuk memantau stok secara otomatis. Data berat yang terbaca diolah melalui modul HX711 dan dikirim ke platform ThingSpeak sehingga manajer dapat memantau persediaan secara real-time serta menerima notifikasi saat stok menipis. Hasilnya menunjukkan solusi sederhana namun efektif untuk usaha kecil dalam mengurangi risiko kekurangan stok. Meskipun masih berupa prototipe dasar, penelitian ini menegaskan bahwa integrasi load cell dengan IoT dapat menjadi solusi praktis untuk otomatisasi dan pencatatan produksi pada industri kecil, sekaligus membuka peluang pengembangan menuju integrasi sistem produksi yang lebih kompleks.

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan untuk meningkatkan akurasi, efisiensi, dan keandalan dalam manajemen data produksi di IKM. Sistem yang diusulkan bertujuan untuk mengatasi keterbatasan sistem manual tradisional dengan mengotomatisasi proses pengumpulan data, mengurangi kesalahan manusia, dan memberikan wawasan secara real-time tentang kinerja produksi.

Kemajuan seperti ini dapat menghasilkan pengambilan keputusan yang lebih baik, operasi yang lebih terstruktur, dan produktivitas yang lebih tinggi bagi industri kecil hingga menengah.

METODE

Kerangka penelitian ini berdasar pada metode penelitian yang digunakan oleh peneliti dalam melakukan pengembangan aplikasi. Gambar 1 menunjukkan kerangka pemikiran dalam penelitian ini.

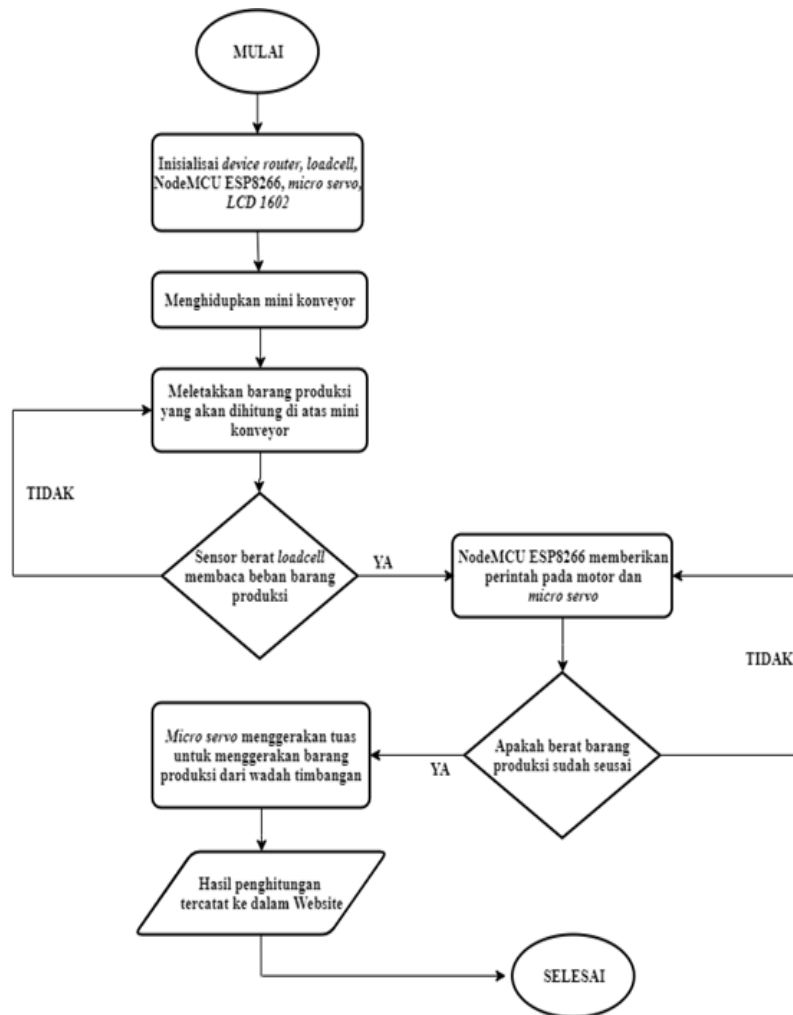


Gambar 1. Brainstorming penelitian

Penelitian ini juga menggunakan pendekatan rekayasa sistem tertanam (embedded system) dengan arsitektur client-server (Dhamayanti et al., 2023; PUADI, 2023). Tahapan penelitian meliputi:

1. Perancangan Arsitektur IoT yang mencakup Load Cell dan HX711 sebagai alat ukur berat, serta NodeMCU ESP8266 sebagai pengirim data.
2. Pengembangan web service menggunakan PHP dan MySQL sebagai backend serta API berbasis REST untuk komunikasi data.
3. Kalibrasi sensor Load Cell menggunakan metode titik nol dan validasi data dengan membandingkan hasil pengukuran manual.
4. Pengujian sistem untuk mengevaluasi kinerja konektivitas, akurasi penimbangan, dan ketahanan sistem secara online.

Penjabaran dari metode di atas dapat dilihat pada Gambar 2.

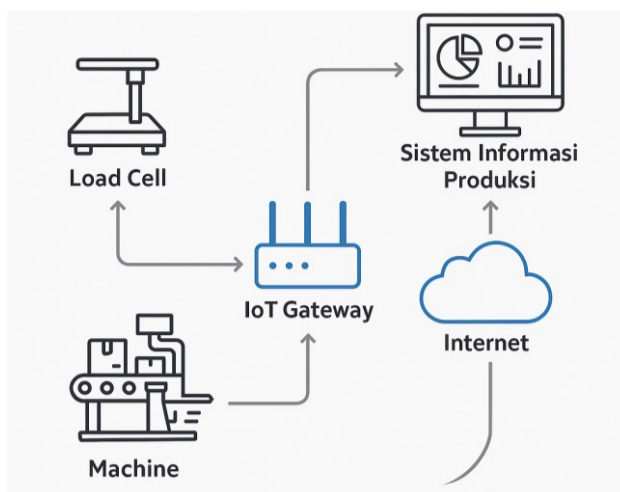


Gambar 2. Diagram alir penelitian

Sistem penghitungan produksi barang yang digambarkan dalam flowchart ini dimulai dengan inisialisasi perangkat yang mencakup router, Load Cell, NodeMCU ESP8266, micro servo, dan LCD 1602. Semua perangkat ini disiapkan agar dapat berfungsi dengan baik dalam mengelola proses penghitungan produksi. Setelah inisialisasi selesai, langkah berikutnya adalah membangun mini conveyor yang berfungsi untuk menempatkan barang yang akan dihitung. Mini conveyor ini memudahkan proses pemindahan barang menuju area penghitungan (Schwab, 2016; Wahyuddin et al., 2023).

Selanjutnya, barang produksi yang akan dihitung beratnya diletakkan di atas mini conveyor. Setelah barang ditempatkan, sensor Load Cell mulai berfungsi dengan membaca berat barang yang diletakkan di atasnya. Jika sensor berhasil membaca beban dengan tepat, NodeMCU ESP8266 akan memberikan perintah untuk menggerakkan motor dan micro servo. Motor dan micro servo bertugas untuk menggerakkan barang dari wadah timbang dan memindahkannya ke tempat yang tepat setelah pengukuran selesai. Micro servo juga akan memastikan bahwa barang tersebut dipindahkan dengan tepat sesuai instruksi sistem (Rosyady et al., 2023).

Setelah barang dipindahkan, sistem akan melakukan verifikasi untuk memastikan bahwa berat barang yang dihitung sudah sesuai dengan parameter yang diinginkan. Jika berat barang sesuai, maka hasil penghitungan akan tercatat dan langsung ditampilkan pada website, memungkinkan pihak terkait untuk memonitor hasil produksi secara real-time. Proses ini selesai setelah penghitungan tercatat dengan akurat dan barang telah dipindahkan dengan benar. Dengan sistem ini, industri dapat meminimalkan kesalahan manusia dan meningkatkan efisiensi dalam proses produksi.



Gambar 3. Arsitektur *Internet of Things*

Gambar 3 menunjukkan alur integrasi antara sensor, mesin, jaringan, dan sistem informasi dalam mendukung otomatisasi industri kecil. Proses diawali dari load cell yang berfungsi mengukur berat material atau produk pada lini produksi. Data hasil pengukuran ini kemudian diteruskan ke IoT Gateway, yang menjadi penghubung utama antara perangkat fisik dengan jaringan.

Selain load cell, mesin produksi juga terhubung ke IoT Gateway untuk mengirimkan informasi terkait status operasional, jumlah unit yang diproses, maupun kondisi mesin. IoT Gateway selanjutnya mengirimkan seluruh data ke Internet melalui protokol komunikasi seperti MQTT atau HTTP.

Dari internet, data dikirim dan diolah dalam sistem informasi produksi. Sistem ini menampilkan informasi secara real-time dalam bentuk dashboard, grafik, maupun laporan yang membantu manajer memantau kinerja produksi, memprediksi kebutuhan bahan baku, hingga mengambil keputusan lebih cepat. Dengan arsitektur ini, proses produksi menjadi lebih efisien, transparan, dan mendukung otomatisasi penuh berbasis IoT (Maksimovic, 2018).

Sistem dapat mencatat data berat barang secara otomatis dan menyimpannya ke dalam database web service. Sistem menyediakan antarmuka yang menampilkan data ID, waktu penimbangan, dan berat barang secara real-time. NodeMCU ESP8266 berhasil terkoneksi dengan jaringan dan mengirimkan data tanpa gangguan. Kalibrasi sensor berhasil mengatur kondisi netral dan menghasilkan pembacaan yang stabil dan akurat. Validasi terhadap pengukuran manual menunjukkan deviasi yang rendah, membuktikan keakuratan sistem. Sistem ini mendukung prinsip industri 4.0 melalui penerapan IoT dalam otomasi produksi. Keunggulan utamanya adalah biaya yang rendah namun dengan kinerja tinggi, dan fleksibilitas untuk diintegrasikan ke dalam proses produksi industri kecil hingga menengah.

HASIL DAN DISKUSI

Tampilan Program

Modul Wi-Fi NodeMCU ESP8266 dikonfigurasi dan terhubung dengan router kemudian setelah koneksi dengan perangkat router berhasil dilakukan, modul LCD 1602—sebagai bagian dari perangkat keras pada prototipe—akan menampilkan output berupa teks "< CYCLE TIME > WEB SYSTEM". Tampilan ini mengindikasikan bahwa sistem web lokal untuk perhitungan jumlah produksi telah siap untuk dioperasikan, hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan *LCD* saat baru dinyalakan

Data Tes Uji

1. Jumlah Sampel Barang
Sebanyak 20 sampel barang diukur dengan siklus waktu berbeda. Setiap sampel mewakili variasi kondisi produksi nyata.
2. Pengulangan (Replikasi)
Setiap pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan untuk mengurangi error acak dan memastikan reliabilitas hasil.
3. Validasi dilakukan dengan cross-check antara sensor digital dan timbangan manual untuk memastikan akurasi berat.

Tabel 1. Tampilan web *service Logging Production Result*

ID	Timestamp	Weight
20	2025-01-21 11:59:55	13
19	2025-01-21 11:58:23	7
18	2025-01-21 11:58:16	6
17	2025-01-21 11:58:11	8
16	2025-01-21 11:58:01	7
15	2025-01-21 11:57:45	6
14	2025-01-21 11:57:35	5
13	2025-01-21 11:57:19	6
12	2025-01-21 11:57:17	5

Tujuan dari pencatatan ini adalah untuk memantau konsistensi hasil pengukuran berat selama proses produksi berlangsung. Dari data yang ditampilkan, terlihat bahwa nilai berat mengalami sedikit fluktuasi dari waktu ke waktu, namun secara umum menunjukkan kestabilan dalam rentang 5 hingga 13.

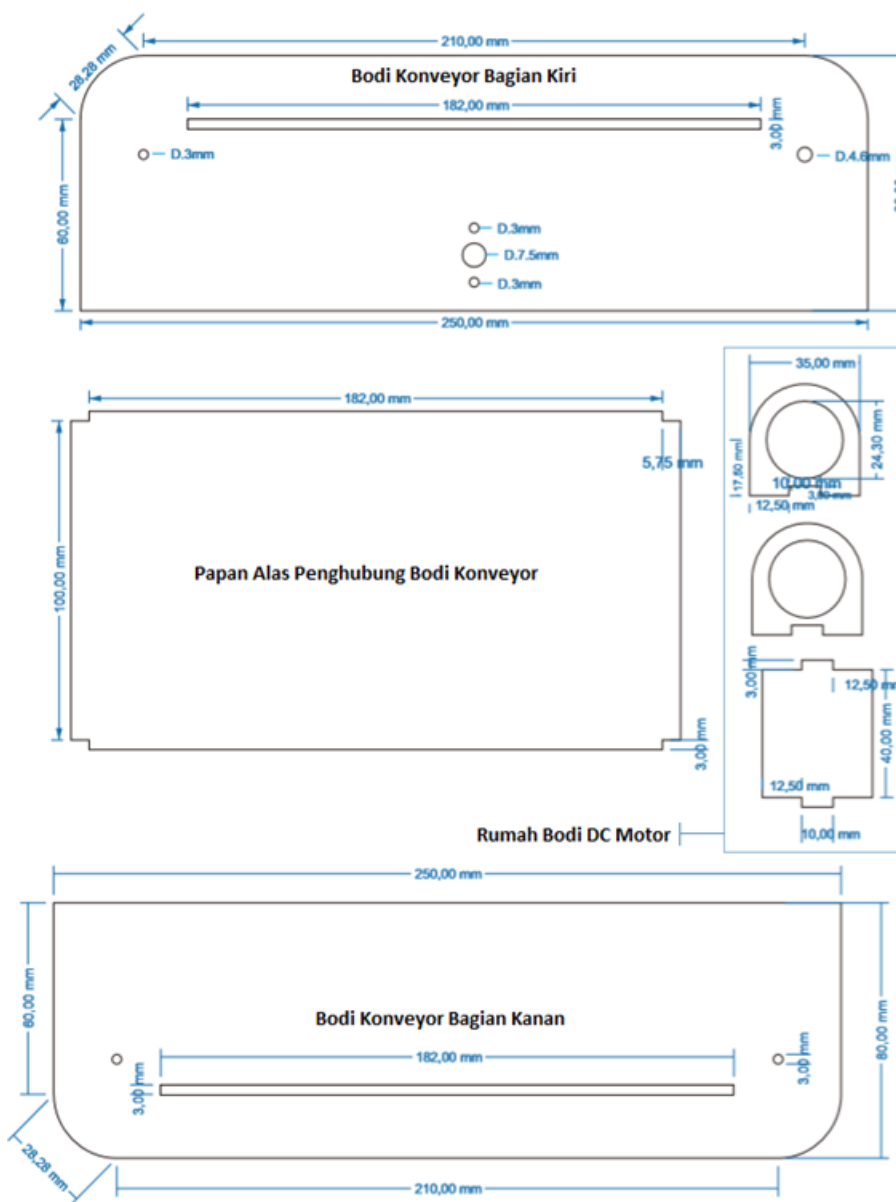
Melalui tabel dan grafik yang dihasilkan dapat dengan mudah untuk memantau performa sensor serta memastikan bahwa proses produksi berjalan sesuai standar dengan tingkat akurasi pengukuran yang baik. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 6.

PRODUCTION RESULT

ID	Time	Weight-1	Weight-2	Rata-rata
1	2025-01-21 15:05	6	7	6,3
2	2025-01-21 15:43	7	6	5,3
3	2025-01-21 15:43	7	7	5,3
4	2025-01-21 15:43	7	7	6,6
5	2025-01-21 15:54	7	7	6,7
6	2025-01-21 15:54	6	7	6,9
7	2025-01-21 15:57	6	7	6,7
8	2025-01-21 15:57	6	7	6,6
9	2025-01-21 15:58	6	7	7,3
10	2025-01-21 15:58	5	6	6,7
11	2025-01-21 15:59	6	6	6,2
12	2025-01-21 15:59	7	6	5,6
13	2025-01-21 15:59	8	6	6,4
14	2025-01-21 15:52	11	7	6,8
15	2025-01-21 15:52	10	6	6,2
16	2025-01-21 15:53	12	7	6,4
17	2025-01-21 15:54	13	13	6,3
18	2025-01-21 15:55	13	13	13,0

Gambar 6. Tampilan *print out*

Data yang ditampilkan dari simulasi pengujian sistem penimbangan barang. Pada saat proses penimbangan berhasil dilakukan, informasi terkait akan secara otomatis terekam ke dalam layanan *web service*. Tampilan data mencakup elemen “ID” yang merepresentasikan jumlah atau urutan barang yang telah ditimbang, “Time” yang menunjukkan waktu pelaksanaan penimbangan, termasuk tanggal dan jam, serta “Weight” dan “rata-rata” yang merepresentasikan hasil penimbangan berat barang dalam satuan gram. Data ini kemudian dijadikan sebagai landasan untuk merancang bodi konveyor bagian kiri yang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Desain bodi *mini conveyor belt*

Tabel 2. Evaluasi sistem produksi

Parameter	Definisi	Metode Pengukuran	Hasil (%) / Nilai	Keterangan
Akurasi	Tingkat ketepatan data berat dan waktu yang tercatat dibandingkan hasil aktual	Perbandingan hasil sensor dengan timbangan manual (\pm toleransi 0,5 gr)	97,8%	Data cukup presisi, error < 2,2%
Jaringan	Konsistensi pengiriman data dari sensor ke server database	Monitoring latency, packet loss, dan downtime jaringan	95,5%	Ada fluktuasi kecil pada jam sibuk
Respon Sistem	Kecepatan sistem menampilkan data setelah input dari sensor	Waktu respon rata-rata (ms)	250 ms	Respon cepat, masih dalam standar industri

Temuan performa yang disajikan dalam Tabel 2, yang menunjukkan akurasi 97,8% dan latency 250 ms, dapat diposisikan dalam kerangka keberhasilan SI untuk menautkan *system quality* dan *information quality* terhadap *use* dan *user satisfaction* pada konteks produksi berbasis IoT (Katili et al., 2024).

Tampilan Prototype Alat

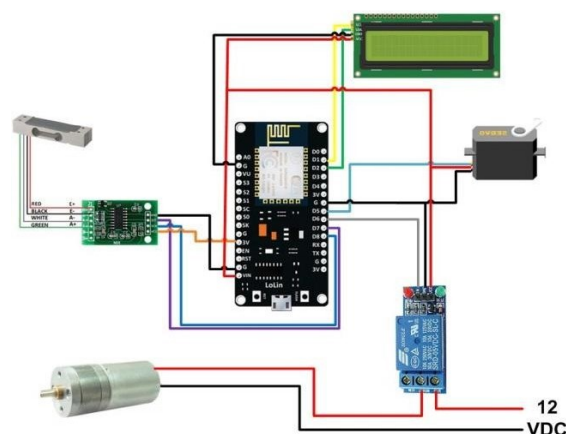


Gambar 8. *Prototype alat*

Seperti yang terlihat pada Gambar 8, menunjukkan rangkaian alat sistem pengukuran berat otomatis yang dirancang untuk memantau hasil produksi secara *real-time*. Alat ini terdiri dari beberapa komponen utama, seperti sensor berat (*load cell*), mikrokontroler, *belt* mekanik penggerak, serta layar display (LCD/OLED) untuk menampilkan hasil pengukuran.

Fungsi utama sistem ini adalah untuk mendeteksi dan menampilkan nilai berat suatu objek secara akurat dan cepat. Data hasil pengukuran dapat ditampilkan langsung melalui layar serta disimpan untuk analisis lebih lanjut. Alat ini digunakan dalam proses uji produksi atau sistem penimbangan otomatis, yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi serta memastikan konsistensi kualitas produk berdasarkan nilai berat yang terukur.

Wiring Diagram



Gambar 9. *Wiring diagram*

Gambar 9 memperlihatkan rangkaian sistem pengukuran berat otomatis berbasis mikrokontroler ESP32. Sistem ini dirancang untuk membaca data dari sensor berat (*load cell*) yang terhubung melalui modul HX711, kemudian mengolah hasilnya dan menampilkannya pada layar LCD. Selain itu, rangkaian ini juga dilengkapi dengan motor DC, relay, dan servo motor yang berfungsi untuk

mendukung mekanisme otomatisasi, seperti menggerakkan belt, mengatur posisi beban, atau mengeluarkan produk setelah proses penimbangan selesai. Sistem mendapatkan suplai daya sebesar 12 VDC yang kemudian didistribusikan ke setiap komponen sesuai kebutuhan. Rangkaian ini merupakan implementasi nyata dari sistem IoT berbasis mikrokontroler, yang mampu mengintegrasikan sensor, aktuator, dan tampilan data dalam satu kesatuan untuk mendukung proses otomatisasi produksi dan monitoring berat secara real-time.

Penelitian ini menyajikan suatu sistem penimbangan otomatis berbasis mikrokontroler ESP32 yang secara holistik menggabungkan akuisisi berat menggunakan sensor beban (load cell) dan modul HX711, pengolahan tepi, serta mekanisme aktuasi melalui motor DC, relay, dan servo motor dalam satu rangkaian suplai 12 V DC. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang banyak terbatas pada pembacaan berat dan tampilan hasil semata—seperti implementasi IoT skala sederhana yang hanya melibatkan ESP32 dan HX711 untuk pengukuran berat dan konektivitas ke cloud (Hercog et al., 2023). Sistem ini tidak hanya membaca dan menampilkan nilai berat, tetapi juga mengimplementasikan logika otomatis (misalnya: conveyor belt berhenti/gerak, servo memposisikan beban, ejector mengeluarkan produk) berdasarkan hasil timbang real-time dan ambang toleransi yang ditetapkan. Selain itu, rangkaian ini menerapkan manajemen daya industri, yaitu distribusi 12 V ke jalur analog untuk HX711 dan jalur daya induktif untuk motor/relay dengan pertimbangan noise dan isolasi sehingga meningkatkan stabilitas pembacaan dan keandalan sistem dalam lingkungan produksi. Komponen IoT juga dipadukan untuk monitoring dan pencatatan batch (berat bersih, status lulus/gagal, timestamp) mendukung traceability dan analitik mutu. Dengan demikian, kontribusi utama penelitian ini terletak pada (i) pengembangan arsitektur tertutup yang menghubungkan penimbangan, pemrosesan keputusan, dan aktuasi dalam satu platform siap industri; (ii) implementasi filtrasi dan kalibrasi di tepi (edge) sehingga respons mekanik cepat tanpa ketergantungan jaringan; dan (iii) desain modular dengan skema plug-and-play aktuator tambahan yang memudahkan skala produksi. Sebagai contoh, tutorial dasar “ESP32 with Load Cell and HX711” menekankan hanya antarmuka dan kalibrasi tanpa loop aktuasi otomatis atau manajemen daya industri (Santos, 2022). Dengan demikian, sistem ini tidak hanya meningkatkan akurasi penimbangan tetapi juga menambahkan dimensi reaktif dan otomatisasi proses fisik, sehingga berbeda secara signifikan dari rangkaian penelitian terdahulu.

KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang dan membangun sistem informasi produksi otomatis untuk mengatasi masalah pencatatan manual yang tidak efisien di industri kecil. Kesimpulan utama menunjukkan bahwa integrasi sensor berat Load Cell dengan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan web service secara efektif meningkatkan efisiensi proses pencatatan dan monitoring produksi. Sistem yang dikembangkan terbukti mampu mencatat data siklus waktu (cycle time) dan berat produk secara real-time dengan tingkat akurasi tinggi antara 97–98% dan waktu respon sistem di bawah 300 ms. Peningkatan efisiensi ini dicapai melalui penghapusan kebutuhan pencatatan manual dan percepatan akses terhadap laporan produksi. Dengan demikian, sistem ini terbukti menjadi solusi yang valid dan relevan dengan standar industri untuk otomatisasi produksi skala kecil dan menengah. Untuk pengembangan di masa depan, penelitian ini menyarankan dua arah utama. Pertama, integrasi kecerdasan buatan (AI) menggunakan model machine learning untuk memprediksi kapasitas produksi berdasarkan data historis yang terkumpul. Kedua, pengembangan dashboard visual yang lebih

interaktif menggunakan perangkat business intelligence (BI) untuk mempermudah analisis data oleh pihak manajemen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Universitas Buddhi Dharma atas dukungannya dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Dhamayanti, R., Chudra, G., & Yohannis, A. (2023). Pengembangan aplikasi monitoring tambak ikan berbasis Internet of Things. *Jambura Journal of Informatics*, 5(2), 131–140. <https://doi.org/10.37905/jji.v5i2.19415>
- Hercog, D., Lerher, T., Truntič, M., & Težak, O. (2023). Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices. *Sensors*, 23(15). <https://doi.org/10.3390/s23156739>
- Katili, M. R., Tuloli, M. S., Bau, R. T. R. L., & Utina, I. (2024). Measuring the Success of Village Information Systems using the DeLone and McLean Model. *Jambura Journal of Informatics*, 6(1), 40–51. <https://doi.org/10.37905/jji.v6i1.24742>
- Maksimovic, M. (2018). Leveraging Internet of Things to Revolutionize Waste Management. *Int. J. Agric. Environ. Inf. Syst.*, 9, 1–13. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:58008170>
- Mansor, M. N., Talib, N. A. A., Saidi, S. A., Mustafa, W. A., & Zamri, N. F. (2023). Arduino IOT based inventory management system using Load Cell and NodeMCU. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 32(3), 12–25. <https://doi.org/10.37934/araset.32.3.1225>
- Muehlethaler, C., & Albert, R. (2021). Collecting data on textiles from the internet using web crawling and web scraping tools. *Forensic Science International*, 322. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2021.110753>
- Munzir, K., Mufti, A., & Rahman, A. (2019). Perancangan sistem pengukuran massa pada pengemasan gabah berbasis mikrokontroler ATmega328p. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, Dan Elektro*, 4(4).
- PUADI, A. (2023). *Perancangan Sistem Prototipe Monitoring dan Kontrol Dust Collector Berbasis Iot Menggunakan Load Cell*. Nusa Putra University. <http://repository.nusaputra.ac.id/id/eprint/897>
- Riady, A. F., Tara, G. M., & Rabiha, S. G. (2023). Designing an IoT-Based Information System for Improving Efficiency and Productivity in Small-Scale Manufacturing Industries. *2023 IEEE 9th International Conference on Computing, Engineering and Design (ICCED)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICCED60214.2023.10425435>
- Rosyady, P. A., Sukarjana, A. S. S., Habibah, N. U., Ihsana, N., Baswara, A. R. C., & Dinata, W. R. (2023). Monitoring Cairan Infus Menggunakan Load Cell Berbasis Internet of Things (IoT). *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 22(1), 97–110. <https://doi.org/10.31358/techne.v22i1.345>
- Santos, S. (2022). *ESP32 with Load Cell and HX711 Amplifier (Digital Scale)*. Randomnerdtutorials. <https://randomnerdtutorials.com/esp32-load-cell-hx711/>
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. Geneva: World Economic Forum, 2016. 2016.
- Wahyuddin, S., Pasaribu, J. S., Bau, R. T. R. L., Munawar, Z., Hermila, A., & Harto, B. (2023). *Layanan Digital Di Era 5.0*. GetPress Indonesia.
- Wibowo, S. H., Wahyuddin, S., Permana, A. A., Sembiring, S., Wahidin, A. J., Nugroho, J. W., & Adhicandra, I. (2023). *Teknologi Digital Di Era Modern*. Global Eksekutif Teknologi.
- Wortmann, F., & Flüchter, K. (2015). Internet of things: technology and value added. *Business & Information Systems Engineering*, 57(3), 221–224.