KAMPUS AKADEMIK PUBLISING
Jurnal Sains Student Research (JSSR)
Vol.4, No.6 Desember 2026
e-ISSN: 3025-9851, p-ISSN : 3025-986X, Hal 533-544
DOI : https://doi.org/10.61722/jssr.v4i6.12954

Sistem Monitoring Stok Baut Berbasis IoT Menggunakan Sensor Load Cell dengan Estimasi, Analisis Stok, dan Rekomendasi Pengadaan

Ahmad Hudalloh[1], Zainal Azis[2]
[1] Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
[2] Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
*Penulis Korespondensi: ahmadhudalloh2209020208@gmail.com

Abstract. *Bolt stock management at Budi Jaya Motor Workshop is still performed manually, so checking the available quantity requires inspecting storage containers individually. This study aims to develop an Internet of Things (IoT)-based bolt stock monitoring system using a 5 kg Load Cell, HX711 module, and ESP32, equipped with stock estimation, stock analysis, and procurement recommendation features. The research used a Research and Development approach consisting of problem identification, literature study, system requirements analysis, prototype design, implementation, testing, and result analysis. Bolt weight was measured by the Load Cell and processed by the ESP32 to estimate quantity using an average unit weight of 9.61 g. Data were transmitted through Wi-Fi to a local server and stored in a MySQL database for web-based monitoring. Testing covered calibration, quantity estimation, stock status, data transmission, and system integration. The calibration test produced an average error of 6.34%. In seven quantity scenarios from 0 to 80 bolts, the estimated quantity matched the actual quantity with no difference. Data transmission testing achieved 100% successful delivery for 30 data records. The system also classified stock into safe, low, and empty conditions and generated procurement recommendations using a Reorder Point of 38 bolts. The resulting prototype can support real-time bolt stock monitoring and provide information for procurement decisions at Budi Jaya Motor Workshop.*

Keywords: *Bolt; ESP32; IoT; Load Cell; Stock Monitoring*

Abstrak. Pengelolaan stok baut di Bengkel Budi Jaya Motor masih dilakukan secara manual sehingga pengecekan jumlah stok perlu dilakukan dengan memeriksa wadah penyimpanan satu per satu. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem monitoring stok baut berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan Load Cell 5 kg, modul HX711, dan ESP32 yang dilengkapi fitur estimasi jumlah, analisis stok, dan rekomendasi pengadaan. Penelitian menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) yang meliputi identifikasi masalah, studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan prototype, implementasi, pengujian, dan analisis hasil. Berat baut dibaca oleh Load Cell dan diproses ESP32 untuk mengestimasi jumlah berdasarkan berat rata-rata satu baut sebesar 9,61 gram. Data dikirim melalui Wi-Fi ke server lokal dan disimpan dalam database MySQL untuk ditampilkan pada website. Hasil pengujian menunjukkan kalibrasi Load Cell menghasilkan rata-rata error sebesar 6,34%. Pada tujuh skenario pengujian dengan jumlah 0 sampai 80 baut, hasil estimasi sesuai dengan jumlah sebenarnya tanpa selisih. Pengiriman 30 data menghasilkan tingkat keberhasilan 100%. Sistem juga mampu menentukan status AMAN, MENIPIS, dan HABIS serta memberikan rekomendasi pengadaan berdasarkan Reorder Point (ROP) sebesar 38 baut. Sistem yang dihasilkan dapat membantu monitoring stok secara real-time dan mendukung pengambilan keputusan pengadaan baut di Bengkel Budi Jaya Motor.

Kata kunci: *Baut; ESP32; IoT; Load Cell; Monitoring Stok*

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi mendorong penerapan sistem digital pada berbagai bidang, termasuk pengelolaan persediaan. Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk mendukung proses tersebut adalah *Internet of Things* (IoT), yaitu

Naskah Masuk:01 Oktober 2026; Revisi: 02 Oktober 2026; Diterima: 04 Oktober 2026; Terbit: 07 Oktober 2026

teknologi yang memungkinkan perangkat fisik seperti sensor dan mikrokontroler mengumpulkan serta mengirimkan data secara otomatis melalui jaringan. Penerapan IoT pada sistem persediaan dapat membantu proses pemantauan stok secara lebih cepat dan memberikan informasi kondisi persediaan secara *real-time*. Hal ini menjadi penting karena ketersediaan stok yang tidak terpantau dengan baik dapat menghambat kegiatan operasional, terutama pada usaha yang membutuhkan suku cadang dalam kegiatan sehari-hari. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa penerapan IoT dapat digunakan untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan inventaris dan mempermudah pemantauan stok secara otomatis.

Pada bengkel, pengelolaan suku cadang merupakan salah satu bagian yang perlu diperhatikan karena ketersediaan barang berhubungan langsung dengan proses pelayanan dan perbaikan kendaraan. Salah satu suku cadang yang digunakan adalah baut. Berdasarkan kondisi pada Bengkel Budi Jaya Motor, proses pengecekan stok masih membutuhkan pemeriksaan secara langsung terhadap wadah penyimpanan. Cara tersebut membuat informasi jumlah baut yang tersedia tidak dapat diketahui dengan cepat, terutama ketika jumlah baut cukup banyak. Selain itu, pencatatan dan pengecekan secara manual berpotensi menyebabkan kesalahan serta keterlambatan dalam mengetahui perubahan stok. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya sistem yang dapat membantu proses pemantauan stok secara otomatis sehingga informasi mengenai jumlah dan kondisi stok dapat diperoleh dengan lebih mudah.

Beberapa penelitian telah menerapkan IoT dan sensor *Load Cell* untuk melakukan monitoring persediaan. Hartanto et al. (2024) mengembangkan sistem pemantauan stok berbasis IoT menggunakan ESP32 dan sensor berat yang dapat memberikan informasi stok secara *real-time*. Gultom dan Yosephine (2024) juga menerapkan IoT dalam sistem monitoring inventaris untuk membantu meningkatkan efektivitas pengelolaan stok. Penelitian Zanjabil (2022) memanfaatkan sensor *Load Cell* untuk menghitung jumlah barang berdasarkan berat satuan. Sementara itu, Prayogo dan Habiba (2025) mengembangkan sistem monitoring stok menggunakan *Load Cell* dan melakukan pengujian terhadap akurasi pembacaan sensor. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sensor *Load Cell* dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi perubahan berat dan mendukung proses pemantauan persediaan secara otomatis.

Meskipun penelitian mengenai monitoring stok menggunakan IoT dan *Load Cell* telah banyak dilakukan, masih terdapat keterbatasan pada integrasi fitur yang digunakan untuk mendukung pengelolaan stok secara lebih menyeluruh. Beberapa penelitian berfokus pada pemantauan stok secara *real-time*, sedangkan penelitian lainnya berfokus pada estimasi jumlah barang berdasarkan berat. Namun, belum banyak yang menggabungkan proses estimasi jumlah baut, analisis perubahan stok, penentuan kondisi stok, dan rekomendasi pengadaan dalam satu sistem yang diterapkan pada lingkungan bengkel. Pada penelitian sebelumnya yang menggunakan ESP32 dan sensor berat, sistem telah mampu melakukan monitoring stok secara *real-time*, tetapi belum berfokus pada analisis perubahan stok yang dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan kebutuhan pengadaan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem monitoring stok baut berbasis IoT menggunakan sensor *Load Cell* dengan fitur estimasi, analisis stok, dan rekomendasi pengadaan dengan studi kasus di Bengkel Budi Jaya Motor. Sistem menggunakan sensor *Load Cell* untuk membaca berat baut, modul HX711 untuk mengolah sinyal sensor, dan ESP32 sebagai mikrokontroler untuk memproses serta mengirimkan data melalui jaringan Wi-Fi. Berat yang diperoleh digunakan untuk mengestimasi jumlah baut berdasarkan berat rata-rata satu baut. Data stok selanjutnya disimpan dan ditampilkan melalui sistem berbasis web sehingga perubahan stok dapat dipantau dan dianalisis.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengintegrasian estimasi jumlah baut berdasarkan berat, analisis perubahan stok, penentuan status stok, dan rekomendasi pengadaan dalam satu sistem monitoring berbasis IoT yang diterapkan pada kebutuhan operasional bengkel. Analisis stok tidak hanya digunakan untuk mengetahui jumlah baut yang tersedia, tetapi juga untuk melihat perubahan stok akibat pemakaian, pengembalian, dan *restock*. Hasil analisis tersebut digunakan sebagai dasar pemberian rekomendasi pengadaan sehingga sistem tidak hanya berfungsi sebagai alat pemantauan, tetapi juga dapat memberikan informasi yang mendukung pengambilan keputusan terkait persediaan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring stok baut berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan

sensor *Load Cell* dan ESP32 yang mampu melakukan estimasi jumlah baut, menganalisis kondisi perubahan stok, menentukan status stok, serta memberikan rekomendasi pengadaan pada Bengkel Budi Jaya Motor.

2. KAJIAN TEORITIS

Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan teknologi yang menghubungkan perangkat fisik dengan jaringan sehingga data dari sensor dapat dikirim dan dipantau secara otomatis. Dalam penelitian ini, IoT digunakan untuk menghubungkan perangkat monitoring dengan server melalui jaringan Wi-Fi. Data hasil pembacaan stok dari ESP32 dikirim ke server dan ditampilkan pada website sehingga kondisi stok dapat dipantau secara real-time.

Load Cell

Load Cell merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur berat suatu objek berdasarkan beban yang diberikan. Pada penelitian ini, Load Cell digunakan untuk membaca berat baut yang diletakkan pada tray. Hasil pembacaan berat tersebut menjadi data utama untuk memperkirakan jumlah baut yang tersedia pada wadah penyimpanan.

HX711

HX711 merupakan modul penguat sinyal sekaligus konverter analog ke digital yang digunakan sebagai penghubung antara Load Cell dan ESP32. Modul ini membantu mengubah perubahan sinyal dari Load Cell menjadi data yang dapat diproses oleh mikrokontroler. Dengan demikian, perubahan berat baut dapat dibaca dan diolah oleh sistem monitoring.

ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang digunakan untuk mengolah data dari sensor dan memiliki konektivitas Wi-Fi. Pada penelitian ini, ESP32 menerima data berat dari Load Cell melalui HX711, kemudian mengolahnya menjadi informasi estimasi jumlah dan status stok. Data tersebut selanjutnya dikirim ke server melalui jaringan Wi-Fi untuk ditampilkan pada website.

Estimasi Jumlah Baut

Estimasi jumlah baut merupakan proses untuk memperkirakan jumlah baut berdasarkan berat total baut dan berat rata-rata satu baut. Pada penelitian ini, berat rata-rata satu baut yang digunakan sebagai acuan adalah 9,61 gram. Hasil estimasi kemudian digunakan sebagai informasi jumlah stok pada sistem. Pendekatan estimasi jumlah barang berdasarkan berat juga digunakan pada penelitian Zanjabil (2022).

Monitoring, Analisis, dan Status Stok

Monitoring stok digunakan untuk mengetahui jumlah dan kondisi persediaan berdasarkan data yang diperoleh dari sensor. Selain menampilkan jumlah baut, sistem juga mencatat perubahan stok dari waktu ke waktu sehingga dapat diketahui adanya pengurangan maupun penambahan persediaan. Hasil monitoring kemudian digunakan untuk menentukan kondisi stok ke dalam tiga kategori, yaitu AMAN, MENIPIS, dan HABIS. Dengan demikian, pengguna dapat mengetahui jumlah, perubahan, dan kondisi stok secara lebih mudah.

Reorder Point (ROP)

Reorder Point (ROP) merupakan titik persediaan yang digunakan sebagai dasar untuk menentukan kapan pengadaan kembali perlu dilakukan. Penentuan ROP mempertimbangkan kebutuhan selama waktu tunggu pengadaan dan persediaan pengaman. Pada penelitian ini, ROP digunakan sebagai dasar dalam memberikan rekomendasi pengadaan ketika stok baut mencapai batas yang telah ditentukan. Penggunaan ROP dalam pengendalian persediaan juga telah diterapkan pada penelitian sebelumnya.

Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian sebelumnya telah menerapkan IoT dan Load Cell untuk monitoring persediaan maupun pengukuran jumlah barang. Rusmiza dan Sujono (2026) menggunakan Load Cell, ESP32, dan dashboard web untuk melakukan monitoring secara real-time, sedangkan Zanjabil (2022) menggunakan Load Cell dan HX711 untuk memperkirakan jumlah barang berdasarkan berat. Hartanto et al. (2024) menerapkan IoT dan sensor berat untuk pemantauan stok, sementara Prayogo dan Habiba (2025) mengembangkan sistem monitoring stok menggunakan Load Cell. Penelitian terdahulu

tersebut menjadi dasar dalam pengembangan sistem pada penelitian ini. Berdasarkan penelitian yang ditinjau, komponen seperti IoT, Load Cell, ESP32, website monitoring, dan estimasi jumlah barang telah diterapkan dengan objek dan fitur yang berbeda. Penelitian ini mengembangkan pendekatan tersebut dengan mengintegrasikan estimasi jumlah baut, monitoring dan status stok, analisis perubahan stok, serta rekomendasi pengadaan dalam satu sistem berbasis IoT yang diterapkan pada persediaan baut di Bengkel Budi Jaya Motor.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) yang bertujuan menghasilkan prototype sistem monitoring stok baut berbasis Internet of Things (IoT). Tahapan penelitian meliputi identifikasi masalah, studi literatur, analisis kebutuhan sistem, perancangan prototype, implementasi, pengujian, dan analisis hasil. Identifikasi masalah dilakukan melalui observasi terhadap proses pengecekan stok baut di Bengkel Budi Jaya Motor yang masih dilakukan secara manual.

Penelitian dilaksanakan di Budi Jaya Motor, Kecamatan Panyabungan Utara, Kabupaten Mandailing Natal, Sumatera Utara, dengan pelaksanaan penelitian pada Februari sampai Agustus 2026. Data penelitian diperoleh melalui observasi kondisi stok dan proses kerja di bengkel, studi literatur terkait IoT, Load Cell, ESP32, monitoring stok, dan pengadaan, serta pengujian langsung terhadap prototype yang dikembangkan.

Prototype menggunakan Load Cell 5 kg, modul HX711, ESP32, LCD 16×2 I2C, LED indikator, dan tray baut. Load Cell digunakan untuk membaca berat baut, kemudian data diteruskan melalui HX711 ke ESP32 untuk diproses menjadi estimasi jumlah dan status stok. Data selanjutnya dikirim melalui Wi-Fi ke web server dan disimpan pada database MySQL untuk ditampilkan pada website monitoring.

Variabel penelitian terdiri dari input, proses, dan output. Input berupa berat baut yang dibaca oleh Load Cell. Proses meliputi pengolahan data oleh ESP32, estimasi jumlah baut, penentuan status stok, analisis perubahan stok, dan penentuan rekomendasi pengadaan. Output berupa informasi berat, estimasi jumlah baut, status stok, riwayat monitoring, analisis stok, dan rekomendasi pengadaan yang ditampilkan melalui perangkat dan website.

Pengujian sistem dilakukan terhadap kalibrasi Load Cell, estimasi jumlah baut, status stok, koneksi dan pengiriman data, tampilan LCD dan LED, serta integrasi sistem. Pengujian estimasi dilakukan dengan membandingkan jumlah baut sebenarnya dengan jumlah yang dihasilkan sistem, sedangkan pengujian status dilakukan berdasarkan kondisi HABIS, MENIPIS, dan AMAN. Pengiriman data diuji dengan melihat keberhasilan ESP32 dalam mengirimkan data ke server.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Implementasi Sistem

Hasil implementasi menunjukkan bahwa prototype sistem monitoring stok baut berhasil dibangun menggunakan ESP32, Load Cell 5 kg, modul HX711, LCD 16×2 I2C, LED indikator, dan tray sebagai tempat baut. Load Cell digunakan untuk membaca berat baut, kemudian data diproses oleh ESP32 untuk memperoleh estimasi jumlah dan status stok. Data hasil pembacaan juga dikirim melalui Wi-Fi ke server dan ditampilkan pada website monitoring.

Sistem menghasilkan beberapa informasi utama, yaitu berat baut, estimasi jumlah stok, status stok, riwayat perubahan stok, analisis stok, dan rekomendasi pengadaan. Status stok dibagi menjadi HABIS untuk 0 baut, MENIPIS untuk 1–30 baut, dan AMAN untuk lebih dari 30 baut.



Gambar 1. Prototype Sistem Monitoring Stok Baut



Gambar 2. Tampilan Website Monitoring Stok Baut

Pengujian Load Cell dan Estimasi Jumlah Baut

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan Load Cell dalam membaca berat dan kemampuan sistem dalam memperkirakan jumlah baut. Berat rata-rata satu baut yang digunakan sebagai acuan adalah 9,61 gram. Hasil pengujian kalibrasi menunjukkan adanya perbedaan antara berat sebenarnya dan berat yang terbaca sensor. Error pengukuran berada pada rentang 1,50%–13,08%, dengan rata-rata error sebesar 6,34%. Perbedaan terbesar terjadi pada pengukuran dengan berat yang relatif kecil.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kalibrasi Load Cell

Berat acuan	Hasil Load Cell	Selisih	Error
200 g	213,1 g	+13,1 g	+6,55%
26 g	29,4 g	+3,4 g	+13,08%
80 g	86,8 g	+6,8 g	+8,50%
72 g	70,5 g	-1,5 g	-2,08%
60 g	60,9 g	+0,9 g	+1,50%

Meskipun terdapat perbedaan hasil pembacaan berat, sistem tetap dapat menghasilkan estimasi jumlah baut yang sesuai pada seluruh skenario pengujian. Pengujian dilakukan pada jumlah 0, 5, 12, 28, 45, 60, dan 80 baut. Seluruh hasil estimasi memiliki selisih 0 baut terhadap jumlah sebenarnya.

Tabel 2. Hasil Pengujian Estimasi Jumlah Baut

No	Jumlah Baut Sebenarnya	Berat Terukur	Estimasi Sistem	Selisih
1	0 baut	0,9 g	0	0
2	5 baut	47,85 g	5	0
3	12 baut	115,40 g	12	0
4	28 baut	269,46 g	28	0
5	45 baut	432,99 g	45	0
6	60 baut	576,65 g	60	0
7	80 baut	769,01 g	80	0

Hasil tersebut menunjukkan bahwa pendekatan estimasi berdasarkan berat dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah baut pada objek penelitian. Walaupun pembacaan berat Load Cell masih memiliki error, hasil pembulatan estimasi pada pengujian tetap sesuai dengan jumlah baut sebenarnya. Hal ini mendukung penggunaan Load Cell sebagai dasar penghitungan stok pada sistem.

Pengujian Status Stok

Pengujian status dilakukan untuk memastikan sistem dapat memberikan informasi kondisi stok sesuai batas yang telah ditentukan. Hasil pengujian menunjukkan seluruh kondisi menghasilkan status yang sesuai dengan kondisi sebenarnya.

Tabel 3. Hasil Pengujian Status Stok

No	Jumlah Baut	Status yang Diharapkan	Status Sistem	Keterangan
1	0	Habis	Habis	Sesuai
2	5	Menipis	Menipis	Sesuai
3	12	Menipis	Menipis	Sesuai
4	30	Menipis	Menipis	Sesuai
5	45	Aman	Aman	Sesuai
6	60	Aman	Aman	Sesuai
7	80	Aman	Aman	Sesuai

Berdasarkan tabel tersebut, sistem mampu membedakan tiga kondisi stok dengan benar. Kondisi ini memberikan informasi yang lebih mudah dipahami dibandingkan hanya menampilkan jumlah baut, karena pengguna dapat langsung mengetahui apakah stok masih aman atau sudah perlu diperhatikan.

Pengujian Komunikasi dan Integrasi Sistem

Pengujian komunikasi dilakukan untuk mengetahui kemampuan ESP32 dalam terhubung ke jaringan Wi-Fi dan mengirimkan data ke server. Hasil pengujian dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 4. Hasil Pengujian Komunikasi Data

No	Parameter Pengujian	Hasil
1	Koneksi awal ESP32 ke Wi-Fi	3 detik
2	Jumlah data berhasil terkirim	30 data
3	Jumlah data gagal terkirim	0 data
4	Persentase keberhasilan pengiriman	100%
5	Interval pengiriman data	3 detik

Hasil tersebut menunjukkan bahwa komunikasi antara perangkat IoT dan server dapat berjalan dengan baik. Data yang diterima server selanjutnya dapat disimpan pada database dan digunakan oleh website untuk menampilkan kondisi stok. Pengujian integrasi juga menunjukkan bahwa perubahan jumlah baut dapat tercatat dan digunakan untuk monitoring, analisis stok, serta notifikasi ketika stok memasuki kondisi menipis atau habis.

Analisis Stok dan Rekomendasi Pengadaan

Data perubahan stok yang tersimpan digunakan untuk menghasilkan informasi analisis stok pada website. Sistem menampilkan informasi berupa kondisi stok, rata-rata pemakaian, Reorder Point (ROP), serta rekomendasi pengadaan. Data perubahan stok juga dapat menunjukkan penggunaan, pengembalian, dan penambahan stok.

Pada penelitian ini, rata-rata pemakaian digunakan sebesar 8 baut per hari, lead time pengadaan 1 hari, dan safety stock 30 baut. Berdasarkan parameter tersebut, sistem menggunakan ROP sebesar 38 baut. Artinya, ketika stok mencapai 38 baut atau kurang, sistem memberikan rekomendasi untuk melakukan pengadaan kembali.

Rekomendasi jumlah pengadaan kemudian disesuaikan dengan target stok yang ditentukan. Dengan demikian, sistem tidak hanya memberikan informasi bahwa stok perlu dipesan, tetapi juga dapat memberikan perkiraan jumlah baut yang perlu ditambahkan untuk mencapai target stok.

Hasil ini menjadi salah satu pembeda sistem yang dikembangkan dibandingkan sistem monitoring stok yang hanya menampilkan jumlah atau kondisi persediaan. Sistem yang dikembangkan menggabungkan estimasi jumlah, status stok, analisis perubahan stok, dan rekomendasi pengadaan dalam satu sistem berbasis IoT dan website.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, sistem monitoring stok baut berbasis IoT menggunakan sensor Load Cell dan ESP32 berhasil dibangun dan dapat digunakan untuk memantau stok baut secara lebih terukur. Sistem mampu membaca berat baut, melakukan estimasi jumlah baut, menentukan status stok, menyimpan data monitoring pada website, serta memberikan rekomendasi pengadaan berdasarkan kondisi stok. Hasil pengujian estimasi pada jumlah 0 sampai 80 baut menunjukkan tidak terdapat

selisih antara jumlah sebenarnya dengan hasil estimasi. Pengujian komunikasi juga menunjukkan seluruh 30 data berhasil dikirim dengan tingkat keberhasilan 100%. Hasil kalibrasi Load Cell memperoleh rata-rata error sebesar 6,34%, sehingga sistem dapat digunakan untuk objek baut yang digunakan pada penelitian ini.

Keterbatasan penelitian ini adalah sistem masih menggunakan satu jenis baut dengan berat yang relatif seragam, parameter penggunaan harian dan *lead time* pada rekomendasi pengadaan masih ditentukan berdasarkan kondisi penelitian, serta sistem masih menggunakan server lokal. Untuk penelitian selanjutnya, sistem dapat dikembangkan agar mampu menangani beberapa jenis baut sekaligus, menggunakan server secara *online*, serta menghubungkan rekomendasi pengadaan dengan proses pemesanan secara lebih otomatis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, khususnya Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, yang telah memberikan dukungan selama pelaksanaan penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada pihak Budi Jaya Motor di Kecamatan Panyabungan Utara, Kabupaten Mandailing Natal, yang telah memberikan kesempatan dan membantu selama proses penelitian. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Dr. Zainal Azis, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan dalam penyelesaian penelitian ini. Artikel ini disusun berdasarkan hasil pengembangan dari penelitian skripsi yang telah dilakukan oleh penulis.

DAFTAR REFERENSI

Agustine, Lady, & Seimahuira, S. (2023). Penerapan Metode SAW dalam Analisa Perbandingan Performa Web server (Apache, Nginx, Lighttpd, Iis) pada Bahasa Pemrograman PHP. *Remik*, *7*(1), 409–420. https://doi.org/10.33395/remik.v7i1.12075

Akmal, N. K., & Dasaprawira, M. N. (n.d.). *RANCANG BANGUN APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE (API) MENGGUNAKAN GAYA ARSITEKTUR GRAPHQL UNTUK PEMBUATAN SISTEM INFORMASI PENDATAAN ANGGOTA UNIT KEGIATAN MAHASISWA (UKM) STUDI KASUS UKM STARLABS*. Retrieved http://www.jurnal.umk.ac.id/sitech

Draw a basic flow chart in draw.io | draw.io. (n.d.). Retrieved August 13, 2026, from https://www.drawio.com/docs/getting-started/basic-flowchart/?utm_source=chatgpt.com

Gultom, L. R., & Vina Sari Yosephine. (2024). IoT-based inventory monitoring system for SMEs. *TEKNOSAINS : Jurnal Sains, Teknologi Dan Informatika*, *11*(2), 331–341. https://doi.org/10.37373/tekno.v11i2.1092

HANDIKO, T. Y. (2022). *RANCANG BANGUN MODEL TIMBANGAN DIGITAL*.

Hartanto, D. M., Hartanti, D., & Maulindar, J. (2024). Desain dan Implementasi Sistem Pemantauan Stok Barang Berbasis IoT untuk Produk Segar. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, *4*(11), 477–487. https://doi.org/10.52436/1.jpti.504

Nugraha, K. A. (2024). *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika) Efisiensi Pertukaran Data Client-Server menggunakan Web Socket pada Perangkat Berbasis Internet of Things*.

Prayogo, A., & Habiba, C. (2025). *Journal Of Industrial Engineering And Technology stock monitoring system design and implementation using load cell*. *5*.

Putri, F., & Wildian, W. (2020). Rancang Bangun Pendeteksi Beban Berlebih pada Tas Ransel Sekolah Berbasis Arduino Uno dengan Sensor Load Cell. *Jurnal Fisika Unand*, *9*(1), 134–141. https://doi.org/10.25077/jfu.9.1.134-141.2020

Rusmiza, A., & Sujono, S. (2026). Sistem Monitoring Level Air Galon Berbasis IoT Menggunakan Sensor Berat (Load Cell). *Computer Journal*, *4*(1), 18–26. https://doi.org/10.58477/cj.v4i1.354

Safitri, R. D., Alek, A., & Rino, R. (2025). Integrasi IoT dan Sistem Informasi Produksi Berbasis Web Service dengan Load Cell untuk Otomatisasi Industri Kecil. *Jambura Journal of Informatics*, *1*(2), 109–120. https://doi.org/10.37905/jji.v1i2.34265

Susanto, F., Komang Prasiani, N., & Darmawan, P. (2022). IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI. *Jurnal IMAGINE*, *2*(1), 2776–9836. https://jurnal.std-bali.ac.id/index.php/imagine

Zanjabil, O., Skripsi, F. (, Jurusan,), & Elektro, T. (2022). *RANCANG BANGUN ALAT UKUR JUMLAH BARANG MENGGUNAKAN LOAD CELL BERBASIS APLIKASI BLYNK*.