

Desain dan Implementasi Sistem Pemantauan Stok Barang Berbasis IoT untuk Produk Segar

Didik Mayur Hartanto*¹, Dwi Hartanti², Joni Maulindar³

^{1,2,3,4}Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Duta Bangsa, Surakarta, Indonesia
Email: ¹230103294@mhs.udb.ac.id, ²dwi_hartanti@udb.ac.id, ³joni_maulindar@udb.ac.id

Abstrak

Efisiensi pengelolaan stok barang dagangan menjadi tantangan penting dalam operasional toko kecil, toko kelontong, dan swalayan. Kekosongan atau kelebihan stok dapat menyebabkan kerugian finansial, penurunan kualitas layanan, serta potensi kerusakan barang, terutama pada produk segar. Pemantauan stok secara manual seringkali tidak efektif dan rawan kesalahan. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini menyajikan sistem pemantauan ketersediaan stok berbasis *Internet of Things* (IoT) yang memanfaatkan sensor berat untuk mendeteksi perubahan stok produk secara *real-time*. Sistem dirancang dengan mengikuti model pengembangan *Waterfall*, dimulai dari tahap analisis kebutuhan, perancangan perangkat keras dan lunak, implementasi, pengujian, hingga evaluasi pemeliharaan. Mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai pengolah data dari sensor berat, yang kemudian dikirimkan ke platform IoT melalui aplikasi *Blynk* untuk memberikan notifikasi otomatis saat stok mulai menipis. Data dapat diakses melalui perangkat pintar untuk memastikan pengisian ulang stok dilakukan tepat waktu. Berdasarkan pengujian, sistem ini mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan stok hingga 30% dibandingkan metode manual, mengurangi risiko kekosongan dan kelebihan stok, serta meminimalkan kerusakan atau pembusukan pada produk segar. Penelitian ini berkontribusi signifikan terhadap pengembangan teknologi IoT, khususnya dalam manajemen stok barang dagangan, dengan mendukung efisiensi operasional toko kecil dan swalayan serta meningkatkan kepuasan pelanggan melalui penyediaan produk segar sesuai permintaan.

Kata kunci: *IoT, manajemen stok, sensor berat, pemantauan real-time*

Design and Build an IoT-Based Stock Availability Monitoring System on Sales Shelves

Abstract

The efficiency of inventory management poses a significant challenge in the operations of small stores, convenience shops, and supermarkets. Stock shortages or surpluses can lead to financial losses, a decline in service quality, and potential product damage, especially for perishable goods. Manual stock monitoring is often ineffective and prone to errors. To address this issue, this study presents an Internet of Things (IoT)-based stock monitoring system that utilizes weight sensors to detect real-time changes in product inventory. The system is designed using the Waterfall development model, starting from the requirements analysis stage, followed by hardware and software design, implementation, testing, and maintenance. The ESP32 microcontroller is used as the data processor for the weight sensors, with data transmitted to an IoT platform via the Blynk application to provide automatic notifications when stock levels run low. The data can be accessed via smart devices to ensure timely stock replenishment. Based on testing, the system improved inventory management efficiency by up to 30% compared to manual methods, reduced the risk of stock shortages and surpluses, and minimized spoilage or damage to perishable products. This research makes a significant contribution to IoT technology development, particularly in inventory management, by enhancing operational efficiency for small stores and supermarkets while improving customer satisfaction through the availability of fresh products as per demand.

Keywords: *IoT, real-time monitoring, stock management, weight sensors*

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan stok barang dagangan yang efisien memegang peranan penting dalam mendukung keberhasilan operasional toko kecil, toko kelontong, dan swalayan [1]. Ketidakeimbangan stok, baik berupa kekosongan maupun kelebihan, dapat memberikan dampak negatif terhadap bisnis. Konsumen atau pembeli akan memilih toko swalayan yang memiliki pelayanan yang baik, dan pilihan produk yang lebih lengkap [2].

Kekosongan stok berisiko menurunkan kepuasan pelanggan, sementara kelebihan stok berpotensi menyebabkan kerugian finansial akibat barang yang tidak terjual atau mengalami kerusakan, terutama produk segar. Sistem pengelolaan stok secara manual, yang masih banyak diterapkan, cenderung tidak efisien karena membutuhkan waktu yang lama, tenaga kerja tambahan, serta berisiko terjadi kesalahan manusia. Hal ini mendorong kebutuhan akan solusi pengelolaan stok yang lebih modern dan efisien.

Internet of Things (IoT) merupakan perkembangan keilmuan yang sangat menjanjikan untuk mengoptimalkan kehidupan berdasarkan sensor cerdas dan peralatan pintar yang bekerjasama melalui jaringan internet [3]. Kemajuan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah membawa inovasi signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk pengelolaan stok barang dagangan. IoT memungkinkan integrasi perangkat pintar seperti sensor berat yang dapat memantau ketersediaan stok secara otomatis dan *real-time*. Mikrokontroler ESP32 digunakan dalam sistem ini sebagai pusat pengolahan data, karena keunggulannya seperti jumlah pin analog yang lebih banyak, memori yang besar, dan kemampuan pengolahan data yang tinggi [4][5]. Selain itu, aplikasi *Blynk* menjadi pendukung utama untuk akses data secara *real-time* dan memberikan notifikasi otomatis yang memudahkan pengelola dalam menjaga ketersediaan stok.

Salah satu produk segar yang banyak diminati masyarakat karena nilai gizinya yang tinggi dan berbagai manfaat kesehatannya adalah buah Apel. Konsumsi apel secara rutin diketahui dapat membantu menurunkan kadar kolesterol, mengontrol tekanan darah, menstabilkan kadar gula darah, hingga berperan sebagai agen anti-kanker [6]. Permintaan buah apel yang tinggi, terutama di tengah meningkatnya kesadaran akan pola hidup sehat, menjadikannya komoditas yang strategis. Namun, sebagai produk segar, apel memiliki masa simpan yang terbatas, sehingga pengelolaan stok yang buruk dapat mengakibatkan kerugian, baik karena pembusukan maupun kekosongan stok yang mengecewakan pelanggan. Oleh karena itu, pemantauan stok apel yang efisien menjadi salah satu aspek penting dalam menjaga kualitas produk dan kepuasan pelanggan.

Teknologi IoT menawarkan solusi ideal untuk pemantauan stok produk segar seperti buah apel. Dengan memanfaatkan sensor berat untuk mendeteksi perubahan stok secara akurat, data dapat diproses melalui mikrokontroler ESP32 dan disalurkan ke aplikasi untuk manajemen stok. Hal ini memungkinkan pengelola toko untuk memantau ketersediaan barang secara *real-time*, mendapatkan notifikasi saat stok menipis, dan mencegah pembusukan akibat kelebihan stok. Sistem ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga mendukung keberlanjutan bisnis dengan menjaga kualitas produk segar sesuai kebutuhan pasar.

Meskipun telah ada penelitian terkait untuk melakukan pemantauan stok, penelitian-penelitian tersebut memiliki fokus yang berbeda dan belum secara khusus menggabungkan sensor berat, mikrokontroler ESP32, dan aplikasi *Blynk* untuk pemantauan stok produk segar. M. Zafar Aidin Nasution [7] merancang sistem monitoring stok minuman pada *vending machine* menggunakan ESP32-Cam dan aplikasi *Blynk*. Sistem ini mampu mengirimkan data dan foto stok secara otomatis, tetapi terbatas pada *vending machine* dan memiliki kelemahan dalam mendeteksi kondisi stok jika barang tertumpuk. Penelitian lain, oleh Kevin Zamzami [8], menggunakan Load Cell, NodeMCU ESP8266, dan ChatBot Telegram untuk inventarisasi barang secara *real-time*. Meskipun sistem ini efektif dalam memberikan notifikasi otomatis, akurasi deteksi jumlah barang masih perlu ditingkatkan. Selanjutnya, M. Batara dan V. S. Yosephine mengembangkan model manajemen gudang berbasis IoT dengan sensor ultrasonik dan inframerah dengan memanfaatkan *arduino uno* sebagai platform utama, yang dirancang untuk UMKM [9]. Namun, pendekatan ini lebih berfokus pada akurasi stok di gudang daripada produk segar. Selain itu, berdasarkan perbandingan performa mikrokontroler ESP32 memiliki keunggulan dibandingkan *arduino uno* [4], baik dari sisi kemampuan konektivitas melalui modul *WiFi* bawaan maupun jumlah pin input ADC yang lebih banyak. Selain itu, hasil percobaan [4] menunjukkan bahwa ESP32 memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dalam pengolahan data dibandingkan dengan *arduino uno*, menjadikannya lebih andal untuk sistem yang membutuhkan pengukuran presisi, seperti pada pengelolaan stok berbasis IoT dalam penelitian ini.

Penelitian ini berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya dengan mengusulkan sistem berbasis IoT yang mengintegrasikan sensor berat, mikrokontroler ESP32, dan aplikasi *Blynk* untuk memantau stok produk segar secara *real-time*. Solusi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan stok, meminimalkan kerugian akibat kelebihan atau kekurangan stok, dan mendukung keberlanjutan bisnis.

Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan stok produk segar berbasis IoT yang dapat mengoptimalkan pengelolaan stok secara otomatis dan *real-time*, serta meningkatkan efisiensi operasional dan kepuasan pelanggan.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Metode Pengumpulan Data

2.1.1. Metode Observasi Terstruktur

Metode observasi terstruktur adalah teknik pengumpulan data di mana pengamatan dilakukan berdasarkan kerangka waktu dan daftar peristiwa yang telah ditentukan sebelumnya[10]. Metode ini digunakan untuk mengamati perubahan berat produk segar yang secara otomatis diukur menggunakan sensor berat yang terhubung dengan *load cell* HX711. Data yang diperoleh kemudian dikirimkan ke platform IoT untuk pemantauan dan analisis secara *real-time*. Dengan demikian, data yang dihasilkan dari metode ini bersifat objektif dan terukur.

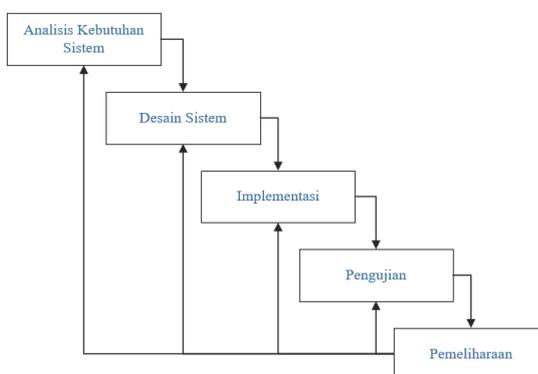
2.1.2. Metode Pengukurang Fisik

Metode pengukuran fisik digunakan untuk memperoleh data dari variabel-variabel yang melibatkan parameter atau ukuran fisik tertentu[10]. Pengukuran fisik dilakukan dengan pengamatan dan estimasi produk dengan mencatat pola penjualan. Dalam hal ini, peneliti mengamati perubahan berat barang sebelum dan setelah transaksi penjualan untuk memperkirakan volume penjualan. Dengan memadukan kedua metode ini, pengelolaan stok buah apel dapat dilaksanakan secara lebih efisien dan akurat.

2.2. Metode Pengembangan Sistem

2.2.1. Metode Waterfall

Metode *Waterfall* adalah model pengembangan perangkat lunak yang linier dan terstruktur, yang terdiri dari serangkaian tahapan yang dilakukan secara berurutan yaitu identifikasi analisis kebutuhan sistem, perancangan desain sistem, implementasi program, pengujian, serta pemeliharaan atau evaluasi[11], [12], [13].



Gambar 1. Metode Penelitian *Waterfall*

Metode ini dipilih karena pendekatannya yang sistematis memberikan kejelasan alur kerja, memungkinkan peneliti untuk fokus pada penyelesaian satu tahap sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya. Setiap tahapan dalam metode *Waterfall* bersifat terorganisir dengan jelas [14], yang memudahkan peneliti untuk mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah pada tahap tertentu tanpa mengganggu tahapan lainnya. Hal ini juga mengurangi risiko kesalahan yang dapat terjadi pada fase berikutnya dan memastikan kualitas sistem yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan penelitian.

Pemilihan metode *Waterfall* dibandingkan dengan metode lain seperti *Agile* atau *Scrum* didasarkan pada kebutuhan untuk memiliki alur kerja yang terstruktur dan lebih terkontrol. Teknik *Agile* adalah teknik manajemen proyek yang menggunakan siklus pengembangan singkat yang berfokus pada perbaikan terus-menerus dalam pengembangan produk atau layanan [15], [16]. Sedangkan teknik *Scrum* merupakan sebuah metode yang menjadi bagian dari metodologi agile, Prinsip *Scrum* adalah suatu kerangka kerja yang dapat membantu penyelesaian sebuah permasalahan yang berubah-ubah [17]. Meskipun *Agile* dan *Scrum* menawarkan fleksibilitas dan iterasi cepat, metode *Waterfall* lebih cocok untuk proyek ini karena sifatnya yang memerlukan pengembangan sistem secara linier dan berurutan. Dalam pengembangan sistem IoT untuk pengelolaan stok produk segar, kebutuhan akan pengujian yang menyeluruh dan dokumentasi yang jelas pada setiap tahapan

sangat penting, sehingga *Waterfall* memberikan pendekatan yang lebih cocok untuk memastikan bahwa setiap tahap sistem diuji dan dievaluasi sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya.

2.2.2. Pemilihan Komponen Perangkat Keras

Pada penelitian ini, *load cell* HX711 dipilih sebagai sensor untuk mengukur berat produk segar. *Load cell* ini dipilih karena memiliki akurasi yang tinggi dan stabil dalam mengukur beban [18], [19], serta kemampuan untuk mengubah perubahan resistansi menjadi sinyal digital, yang memungkinkan pengukuran yang lebih akurat dan mudah diintegrasikan dengan mikrokontroler ESP32. Selain itu, HX711 memiliki harga yang relatif terjangkau dan mudah diakses, menjadikannya pilihan yang tepat untuk pengembangan sistem pengelolaan stok berbasis IoT.

2.2.3. Parameter Uji Coba

Pengujian sistem dilakukan dalam satu waktu dengan 15 percobaan yang melibatkan pengurangan dan penambahan beban pada sensor. Untuk memastikan akurasi pengukuran, dilakukan perbandingan antara tiga metode pencatatan data. Pertama, pencatatan manual dilakukan berdasarkan jumlah produk yang diambil atau ditambahkan. Kedua, pencatatan dilakukan pada LCD yang menampilkan hasil output pembacaan dari sensor HX711. Ketiga, data juga dicatat melalui aplikasi *Blynk*, yang memberikan informasi secara real-time mengenai perubahan berat. Perbandingan ini bertujuan untuk memverifikasi konsistensi dan ketepatan hasil pengukuran sensor, serta untuk memastikan bahwa pembacaan sensor sesuai dengan pencatatan manual dan data yang ditampilkan pada platform IoT.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Penelitian

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan sistem pemantauan stok berbasis Internet of Things (IoT) dengan komponen utama seperti mikrokontroler ESP32, sensor berat *load cell* HX711, *buzzer*, layar LCD, dan aplikasi *Blynk*. Berikut adalah hasil dari setiap tahap implementasi:

3.1.1. Analisis Kebutuhan Sistem

Kebutuhan utama pada sistem pemantauan stok ini adalah mendukung pengelolaan stok yang efektif melalui pemantauan otomatis secara *real time*, peringatan dini, dan antarmuka yang mudah digunakan. Adapun kebutuhan tersebut adalah sebagai berikut:

a. Kebutuhan fungsional

Sistem ini dirancang untuk memantau stok secara otomatis, memberikan pemberitahuan ketika stok mendekati batas minimum, dan mempermudah pengelolaan melalui antarmuka digital, antara lain:

- 1) Memanfaatkan sensor berat untuk memantau stok barang secara otomatis dan terus-menerus.
- 2) Sistem akan mengirim pemberitahuan melalui aplikasi *Blynk* ketika stok barang mendekati batas minimum. Selain itu, *buzzer* akan berbunyi sebagai peringatan fisik di lokasi toko.
- 3) Menyediakan antarmuka pengguna melalui aplikasi *Blynk* untuk pemantauan dan pemberitahuan stok.

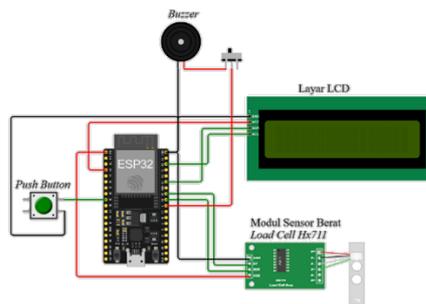
b. Kebutuhan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Untuk mendukung fungsi sistem, diperlukan perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terintegrasi guna menjamin akurasi dan kenyamanan pengguna, antara lain:

- 1) Mikrokontroler ESP32, Sebagai pusat pengolahan data dan penghubung dengan aplikasi *Blynk*.
- 2) *Load Cell* dan Modul HX711, Sebagai Sensor berat untuk mengukur berat barang dan menentukan ketersediaan stok.
- 3) *Buzzer*, Digunakan untuk memberi peringatan suara saat stok barang mendekati batas minimum.
- 4) Aplikasi *Blynk*, Digunakan untuk menampilkan data stok dan mengirimkan pemberitahuan kepada pengelola toko jika stok barang mendekati batas minimum.

3.1.2. Desain Sistem

Komponen utama pada sistem ini adalah mikrokontroler ESP32, sensor berat *load cell* HX711, *buzzer*, *push button* dan layar LCD. Data dari sensor akan diproses oleh mikrokontroler dan ditampilkan secara lokal pada layar LCD serta dikirimkan ke aplikasi *Blynk* untuk pemantauan jarak jauh melalui koneksi internet.



Gambar 2. Desain Sistem

Keterangan:

- Mikrokontroler ESP32 berperan sebagai pengolah data utama yang menerima input dari sensor berat, mengendalikan *buzzer*, dan mengirim data ke aplikasi *Blynk* melalui koneksi Wi-Fi.
- Sensor Berat (*Load Cell* dan Modul HX711) digunakan untuk mengukur berat buah apel yang tersisa di rak, kemudian mengonversi data analog menjadi digital untuk diolah oleh mikrokontroler. *Load cell* HX711 yang digunakan pada penelitian ini menggunakan berat beban maksimal 5KG.
- Buzzer* berguna untuk memberikan peringatan suara ketika berat stok mencapai ambang batas yang telah ditentukan, sebagai indikator fisik di lokasi.
- LCD 16x2 sebagai alternatif untuk menampilkan data berat stok secara langsung, memudahkan pengelola toko untuk memantau kondisi stok di tempat.
- Push button* dimanfaatkan untuk melakukan kalibrasi alat, dengan pertimbangan agar memudahkan pengguna untuk melakukan kalibrasi pada saat pemasangan peralatan pada rak penjualan.
- Aplikasi *Blynk* digunakan sebagai antarmuka jarak jauh untuk memantau stok secara *real-time* dan menerima notifikasi otomatis jika stok mendekati batas minimum.

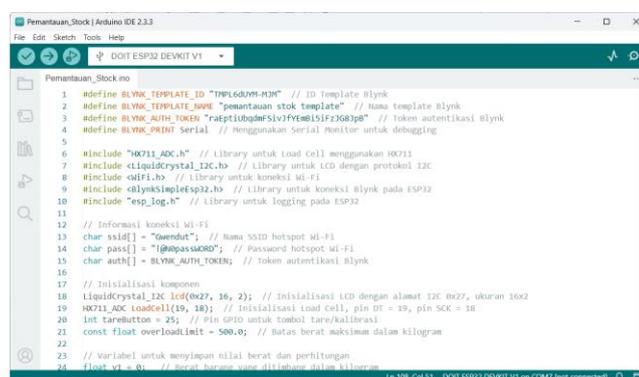
Sistem ini dirancang untuk memberikan pemantauan stok yang efisien, baik secara lokal maupun jarak jauh, dengan notifikasi otomatis yang memudahkan pengelolaan inventaris..

3.1.3. Implementasi

Proses implementasi sistem dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu:

a. Proses Upload Kode ke Mikrokontroler ESP32

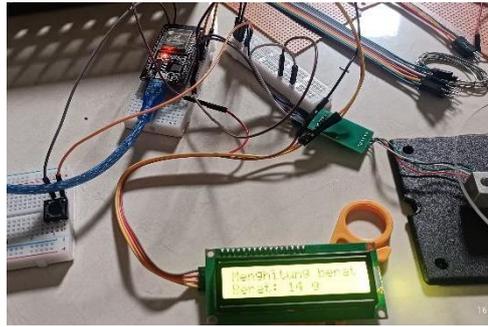
Langkah awal implementasi adalah mengunggah kode ke mikrokontroler ESP32 menggunakan perangkat lunak Arduino IDE. Kode yang telah ditulis mencakup pemrograman untuk membaca data dari sensor berat, menampilkan hasil pada LCD, mengaktifkan *buzzer*, dan mengirim data ke aplikasi *Blynk* melalui koneksi *Wi-Fi*. Proses upload ini bertujuan untuk memastikan bahwa ESP32 dapat menjalankan fungsi-fungsi yang telah dirancang.



Gambar 3. Arduino IDE untuk upload Kode ke ESP32

b. Proses Pengujian Awal dengan Breadboard

Sebelum dirakit secara permanen, semua komponen, termasuk ESP32, *Load Cell* HX711, *buzzer*, *push button* dan LCD, diuji konektifitasnya pada *breadboard* untuk memastikan kode yang diunggah menggunakan Arduino IDE berjalan dengan benar. Proses ini juga bertujuan untuk mendeteksi dan memperbaiki kesalahan sejak awal.



Gambar 4. Rangkaian pengujian pada breadboard

c. Finalisasi Rangkaian

Setelah pengujian berhasil, rangkaian dirakit menjadi lebih rapi menggunakan kabel yang tersusun di dalam box pelindung.



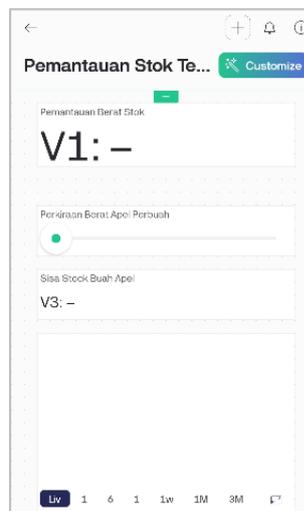
Gambar 5. Finalisasi rangkaian alat

Desain akhir ini ditunjukkan pada Gambar 5, Desain akhir ini dimaksudkan untuk memastikan sistem lebih aman dan praktis untuk digunakan dan dipasang pada rak penjualan.

d. Desain Tampilan Aplikasi Blynk

Aplikasi *Blynk* dirancang untuk memberikan antarmuka pengguna yang sederhana dan informatif. Tampilan aplikasi ini menampilkan beberapa elemen utama, yaitu:

- 1) Label Berat Stok, menampilkan stok berdasarkan berat buah apel yang tersedia di rak secara *real-time*.
- 2) *Slider* Estimasi Berat Apel, merupakan nilai estimasi berat rata-rata per buah apel yang dapat disesuaikan, yang dapat membantu memperkirakan untuk menghitung stok jumlah apel yang ada.
- 3) Label Jumlah Apel, merupakan informasi hasil perhitungan dari berat stok dibagi estimasi berat apel.
- 4) Grafik *History* Pemantauan Berat, menampilkan riwayat perubahan berat stok dalam bentuk grafik, memberikan gambaran visual mengenai tren penggunaan stok.



Gambar 6. Desain tampilan pada aplikasi blynk

Gambar 6 menunjukkan desain tampilan aplikasi *Blynk*. Dengan tampilan ini, pengelola toko dapat memantau stok secara *real-time*, baik dari segi berat maupun jumlah buah, serta melacak riwayat pemantauan dengan mudah.

3.1.4. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem pemantauan stok dalam tiga aspek:

- a. Data berat stok yang ditampilkan pada LCD untuk memastikan sensor berat berfungsi dengan akurat dan data berat stok ditampilkan secara *real-time* di layar LCD.
- b. Data pencatatan manual melibatkan pengambilan dan pengembalian buah apel secara manual, kemudian mencatat perubahan berat stok.
- c. Data pemantauan pada aplikasi *Blynk* untuk menguji integrasi IoT dengan memastikan data berat stok, jumlah apel, dan grafik historis muncul secara *real-time* di aplikasi.



Gambar 7. Contoh penempatan alat yang dipasang dibawah tempat penampung barang



Gambar 8. Hasil penghitungan berat untuk menghitung sisa stok

Parameter pengujian:

- 1) Sampel uji menggunakan buah apel dengan total berat awal 1.5 kg, dengan jumlah 9 buah apel atau 6 buah per kg → 1 buah ≈ 0.167 kg.
- 2) Ambang notifikasi *buzzer* akan bereaksi dengan berat stok < 0.2 kg.
- 3) Estimasi berat apel 0.167 kg/buah.

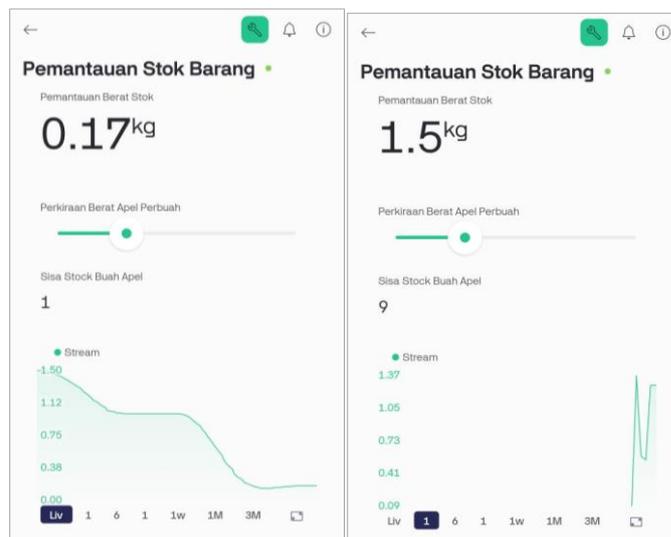
Tabel 1. Tabel Hasil Pengujian

No.	Data Manual (Jumlah Apel)	Berat Stok di LCD (kg)	Data Blynk	Status Buzzer	Keterangan
1	9	1.50	Berat: 1.50 kg, Jumlah: 9 apel	Tidak aktif	Stok awal penuh
2	8	1.33	Berat: 1.33 kg, Jumlah: 8 apel	Tidak aktif	1 apel diambil
3	6	1.00	Berat: 1.00 kg, Jumlah: 6 apel	Tidak aktif	2 apel diambil

No.	Data Manual (Jumlah Apel)	Berat Stok di LCD (kg)	Data Blynk	Status Buzzer	Keterangan
4	5	0.83	Berat: 0.83 kg, Jumlah: 5 apel	Tidak aktif	1 apel diambil
5	3	0.50	Berat: 0.50 kg, Jumlah: 3 apel	Tidak aktif	2 apel diambil
6	2	0.33	Berat: 0.33 kg, Jumlah: 2 apel	Tidak aktif	1 apel diambil
7	1	0.17	Berat: 0.17 kg, Jumlah: 1 apel	Aktif	1 apel diambil (stok kritis)
8	0	0.00	Berat: 0.00 kg, Jumlah: 0 apel	Aktif	Stok habis
9	3	0.50	Berat: 0.50 kg, Jumlah: 3 apel	Tidak aktif	3 apel ditambahkan
10	6	1.00	Berat: 1.00 kg, Jumlah: 6 apel	Tidak aktif	3 apel ditambahkan
11	8	1.33	Berat: 1.33 kg, Jumlah: 8 apel	Tidak aktif	2 apel ditambahkan
12	9	1.50	Berat: 1.50 kg, Jumlah: 9 apel	Tidak aktif	1 apel ditambahkan (stok penuh)
13	6	1.00	Berat: 1.00 kg, Jumlah: 6 apel	Tidak aktif	3 apel diambil
14	1	0.17	Berat: 0.17 kg, Jumlah: 1 apel	Aktif	5 apel diambil (stok kritis)
15	0	0.00	Berat: 0.00 kg, Jumlah: 0 apel	Aktif	Semua apel diambil (stok habis)

Analisis Hasil Pengujian:

- a. Data LCD
Sensor berat membaca data dengan akurat dan menampilkan berat stok secara *real-time* di layar LCD.
- b. Data Manual
Hasil pencatatan manual pengambilan dan pengembalian apel sesuai dengan pembacaan berat dari sensor, memperlihatkan konsistensi sistem.
- c. Data Blynk
Aplikasi *Blynk* menunjukkan informasi berat stok, jumlah apel, dan grafik historis yang diperbarui secara *real-time*. Notifikasi dikirimkan ketika stok di bawah ambang batas (0.2 kg), dan grafik pemantauan berat menunjukkan perubahan stok dengan jelas.



Gambar 9. Tampilan grafik pemantauan stok yang dihasilkan pada aplikasi blynk

Grafik yang ditampilkan pada aplikasi Blynk menggambarkan fluktuasi berat stok apel selama pengujian bertahap. Perubahan stok tercatat secara jelas, mencerminkan setiap pengambilan dan penambahan apel yang terjadi dalam satu waktu sebagai berikut:

- a. Stok Awal Penuh: pada awal pengujian, stok apel dimulai dengan berat 1.50 kg (9 apel), yang menunjukkan kondisi stok penuh. Grafik ini menunjukkan titik awal dengan nilai 1.50 kg, menggambarkan keadaan stok yang optimal.
- b. Penurunan Stok: seiring dengan pengambilan apel, berat stok mulai menurun. Pengambilan pertama mengurangi stok menjadi 1.33 kg (8 apel), kemudian berkurang lagi menjadi 1.00 kg (6 apel), dan terus berkurang hingga mencapai 0.17 kg (1 apel). Grafik ini menunjukkan penurunan stok yang terjadi secara bertahap sesuai dengan jumlah apel yang diambil.

- c. Stok Kritis dan Habis: ketika stok mencapai 1 apel (0.17 kg), status stok berubah menjadi "Aktif" sebagai tanda bahwa stok telah mencapai batas kritis. Kemudian, pada titik berikutnya, stok habis tercatat sebagai 0.00 kg, yang menunjukkan bahwa semua apel telah diambil.
- d. Penambahan Stok: setelah stok habis, apel mulai ditambahkan kembali. Grafik menunjukkan peningkatan berat yang signifikan dari 0.00 kg menjadi 0.50 kg (3 apel), kemudian 1.00 kg (6 apel), dan akhirnya kembali ke 1.50 kg (9 apel), yang menandakan bahwa stok telah kembali penuh.

Dengan demikian, grafik ini memberikan gambaran yang jelas tentang dinamika stok apel dari kondisi penuh, menurun akibat pengambilan, hingga kembali penuh setelah penambahan stok, memungkinkan pemantauan stok secara real-time yang efisien.

3.2. Pembahasan

3.2.1. Efektivitas Sistem dan Analisis Kinerja

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pemantauan stok berbasis IoT yang dikembangkan telah memenuhi kebutuhan pengelolaan stok secara efektif, mencakup pemantauan otomatis, notifikasi *real-time*, dan kemudahan antarmuka digital.

a) Efisiensi Pemantauan Stok

Sistem yang dirancang berhasil memberikan solusi untuk pemantauan stok secara otomatis melalui integrasi antara sensor berat *load cell* HX711 dengan mikrokontroler ESP32. Data berat barang ditampilkan secara *real-time* baik pada layar LCD di lokasi maupun pada aplikasi *Blynk* untuk pemantauan jarak jauh. Pengujian menunjukkan bahwa sensor berat mampu membaca perubahan berat barang dengan akurasi tinggi, sesuai dengan pencatatan manual. Hal ini memastikan bahwa data yang dihasilkan konsisten, sehingga meminimalkan kesalahan pencatatan stok yang sering terjadi pada pengelolaan manual. Grafik historis yang ditampilkan pada aplikasi *Blynk* juga membantu memberikan wawasan tentang dinamika stok, baik dalam kondisi normal maupun kritis.

b) Kemampuan Notifikasi *Real-Time*

Peringatan dini melalui notifikasi aplikasi *Blynk* dan *buzzer* terbukti responsif saat stok barang mendekati ambang minimum. Misalnya, ketika berat stok mencapai 0.17 kg, sistem memberikan peringatan berupa suara *buzzer* dan notifikasi pada aplikasi. Fitur ini sangat membantu pengelola toko dalam mengantisipasi kekurangan stok dan mengambil tindakan yang cepat.

c) Kemudahan Penggunaan

Antarmuka aplikasi *Blynk* dirancang dengan sederhana namun informatif. Pengguna dapat dengan mudah memahami informasi stok berdasarkan berat barang, jumlah barang, dan tren perubahan stok melalui grafik historis. Penyesuaian estimasi berat rata-rata per barang melalui slider juga memungkinkan pengelola toko untuk menghitung jumlah barang secara lebih akurat.

d) Kemampuan Sistem dalam Pengelolaan Stok

Pengujian menunjukkan bahwa sistem ini dapat mendeteksi dan merekam perubahan stok, baik pengurangan maupun penambahan barang, dengan tingkat akurasi yang baik. Dalam kondisi stok kritis ketika berat kurang dari 0.2 kg, sistem memberikan tanda yang jelas melalui *buzzer* dan aplikasi. Ketika stok ditambahkan kembali, sistem secara otomatis memperbarui data berat dan jumlah barang secara *real-time*.

Grafik historis pada aplikasi memberikan visualisasi yang jelas tentang dinamika stok, seperti:

- 1) Stok Awal Penuh, Berat awal 1.50 kg menunjukkan kondisi stok optimal.
- 2) Penurunan Stok, Grafik menunjukkan tren penurunan berat stok secara bertahap saat barang diambil.
- 3) Stok Kritis dan Habis, Ketika berat stok mencapai 0.17 kg, sistem memberi peringatan kritis, dan pada 0.00 kg menandakan stok habis.
- 4) Penambahan Stok, Grafik menunjukkan peningkatan berat stok secara bertahap saat barang ditambahkan, kembali ke kondisi penuh (1.50 kg).

e) Efektivitas Pengelolaan Stok

Dengan memanfaatkan IoT, sistem ini memungkinkan pengelolaan stok barang secara efisien, mengurangi risiko kekurangan atau kelebihan stok, serta meminimalkan kesalahan pencatatan manual. Kombinasi antara perangkat keras pada sensor berat *load cell* HX711, mikrokontroler, *buzzer*, dan LCD dengan perangkat lunak pada aplikasi *Blynk* menciptakan sistem yang mudah digunakan. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa sistem pemantauan stok berbasis IoT dapat diandalkan untuk mendukung pengelolaan inventaris secara *real-time*.

3.2.2. Potensi Implementasi dan Kendala

Sistem ini memiliki potensi signifikan untuk diimplementasikan pada skala yang lebih luas, seperti di toko ritel besar, pasar swalayan, atau pusat distribusi. Dengan pemantauan stok secara *real-time* berbasis IoT, pengelola dapat meningkatkan efisiensi dalam pengawasan stok, meminimalkan risiko kekurangan maupun kelebihan stok, serta mengoptimalkan proses pengelolaan inventaris. Untuk mendukung implementasi pada skala besar, diperlukan beberapa penyesuaian, antara lain peningkatan kapasitas pengolahan data, integrasi dengan sistem manajemen sumber daya perusahaan, dan penguatan infrastruktur jaringan guna memastikan kemampuan sistem dalam menangani volume data serta jumlah barang yang lebih kompleks. Hal ini menunjukkan potensi teknologi IoT dalam menciptakan solusi yang adaptif dan efisien untuk memenuhi kebutuhan pengelolaan stok di berbagai skala operasional.

Namun, ada beberapa kendala yang perlu diperhatikan untuk implementasi skala besar:

1. Kapasitas Sensor.

Sensor *Load Cell* yang digunakan dalam sistem ini memiliki kapasitas terbatas pada berat tertentu. Untuk barang dengan berat lebih besar atau jumlah barang yang lebih banyak, sistem memerlukan sensor dengan kapasitas lebih tinggi atau pengaturan sensor ganda untuk mengakomodasi stok yang lebih banyak.

2. Koneksi Jaringan

Sistem ini bergantung pada koneksi *Wi-Fi* untuk mengirimkan data ke aplikasi *Blynk*. Di lingkungan yang lebih besar, seperti gudang atau pusat distribusi, kualitas jaringan dapat menjadi masalah. Penguatan sinyal *Wi-Fi* atau penggunaan jaringan alternatif seperti *LoRa (Long Range)* atau *Zigbee* dapat menjadi solusi untuk memastikan kestabilan pengiriman data dalam skala besar.

Dengan memperhatikan kendala-kendala tersebut, sistem ini dapat diadaptasi untuk implementasi yang lebih luas dengan perencanaan yang matang terkait infrastruktur jaringan dan kapasitas sensor.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem yang dirancang untuk mengelola persediaan stok, khususnya buah apel, telah berfungsi dengan baik. Sistem ini mampu mendeteksi perubahan stok secara akurat melalui sensor berat dan memberikan peringatan saat stok mendekati batas minimum melalui aplikasi *Blynk* dan *buzzer*. Aplikasi *Blynk* menampilkan indikator yang menunjukkan kondisi stok menipis, yang informatif untuk mendukung pengelolaan inventaris. Namun, untuk meningkatkan fungsionalitas, disarankan agar aplikasi dikembangkan lebih lanjut dengan fitur tambahan seperti pelaporan detail, dan estimasi kebutuhan stok di masa mendatang. Selain itu, pada implementasi skala besar, perlu dipastikan bahwa infrastruktur jaringan dan perangkat keras mendukung untuk menjaga keandalan sistem. Dengan pengembangan ini, sistem diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih komprehensif dalam mendukung pengelolaan stok secara modern dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Rahmawati, M. Marwan, F. M. Sari, and G. Djuanda, "ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN TOKO KELONTONG," 2023.
- [2] T. K. Sari, K. A. Akhmad, and E. D. Rahmawati, "Pengaruh Kualitas Pelayanan, Kelengkapan Produk Dan Harga Produk Terhadap Kepuasan Konsumen Pada 'Mitra Swalayan' Kartasura," *Journal of Management and Creative Business*, vol. 2, no. 3, pp. 324-340, Jul. 2024, doi: 10.30640/jmcbus.v2i3.2917.
- [3] A. Selay *et al.*, "INTERNET OF THINGS," Dec. 2022. doi: <https://doi.org/10.30997/karimahtauhid.v1i6.7633>.
- [4] I Putu Ardi Wahyu Widyatmika, Ni Putu Ayu Widyanata Indrawati, I Wayan Wahyu Adi Prastya, I Ketut Darminta, I Gde Nyoman Sangka, and Anak Agung Ngurah Gde Saptaka, "Perbandingan Kinerja Arduino Uno dan ESP32 Terhadap Pengukuran Arus dan Tegangan," Apr. 2021, doi: <https://doi.org/10.5614/joki.2021.13.1.4>.
- [5] M. Nizam, H. Yuana, and Z. Wulansari, "MIKROKONTROLER ESP 32 SEBAGAI ALAT MONITORING PINTU BERBASIS WEB," Oct. 2022. doi: <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5713>.
- [6] Lidiana Saputri, Suslinawati, and Ina Ilma Ifada, "Pemasaran Buah Apel Fuji (Malus pumila) di Kota Banjarmasin Provinsi," vol. 25, no. 1, Jun. 2023, doi: 10.31849/agr.v25i1.11331.
- [7] J. Sistem and K. Tgd, "Perancangan Sistem Monitoring Stok Minuman Di Vending Machine Berbasis IoT," vol. Volume 1, Nomor 2, no. 2, pp. 57-64, 2022, doi: <https://doi.org/10.53513/jursik.v1i2.5138>.

-
- [8] K. Zamzami, "Pengembangan Sistem Inventarisasi Barang Menggunakan Load Cell Dan Chatbot Telegram Berbasis Arduino," Nov. 2023. doi: 10.51401/jinteks.v5i4.2913.
- [9] M. Batara and V. S. Yosephine, "Alat Pendeteksi Stok Barang Berbasis IoT untuk UMKM dengan Sensor Ultrasonik dan Inframerah," *Journal of Integrated System*, vol. 7, no. 1, pp. 63–74, Jun. 2024, doi: 10.28932/jis.v7i1.8525.
- [10] S. E. M. M. Dr. Zainuddin Iba and Aditya Wardana, "Teknik Pengumpulan Data Penelitian," 2023. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/382060598>
- [11] W. Ningsih and H. Nurfauziah, "PERBANDINGAN MODEL WATERFALL DAN METODE PROTOTYPE UNTUK PENGEMBANGAN APLIKASI PADA SISTEM INFORMASI," vol. Vol. 5 No. 1 (2023), pp. 83–95, Jan. 2023, doi: <https://doi.org/10.47652/metadata.v5i1.311>.
- [12] A. A. Wahid, "Jurnal Ilmu-ilmu Informatika dan Manajemen STMIK Oktober (2020) Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi," Oct. 2020, Accessed: Nov. 17, 2024. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/346397070_Analisis_Metode_Waterfall_Untuk_Pengembangan_Sistem_Informasi
- [13] Y. Sri Rahayu *et al.*, "IMPLEMENTASI METODE WATERFALL PADA PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI MOBILE E-DISARPUS," Jun. 2024. doi: <https://doi.org/10.31849/zn.v6i2.20538>.
- [14] M. Badrul, "PENERAPAN METODE WATERFALL UNTUK PERANCANGAN SISTEM INFORMASI INVENTORY PADA TOKO KERAMIK BINTANG TERANG," vol. Vol. 8 No. 2, no. 2, Sep. 2021, doi: <https://doi.org/10.30656/prosisko.v8i2.3852>.
- [15] M. Naufal Faruq, "IMPLEMENTASI METODE AGILE PADA PENGEMBANGAN APLIKASI MANAJEMEN PENGELOLAAN LAYANAN WIFI," 2024. doi: <https://doi.org/10.36040/jati.v7i6.7868>.
- [16] K. O. Simatupang and A. F. Pakpahan, "Metode Agile Dalam Perancangan Sistem Informasi Reservasi Fasilitas Universitas Advent Indonesia," *Journal of Information System Research (JOSH)*, vol. 3, no. 4, pp. 608–617, Jul. 2022, doi: 10.47065/josh.v3i4.1816.
- [17] M. Hilmyansyah, H. Simorangkir, P. Studi Teknik Informatika, and F. Ilmu Komputer, "Implementasi Metode Scrum Pada Pembangunan Sistem Informasi Monitoring Progress Proyek Berbasis Web (Studi Kasus: PT Quatra Engineering Mandiri)," Nov. 2022. doi: <https://doi.org/10.37817/ikraith-informatika.v6i3.2198>.
- [18] A. Rahman and M. Nawawi, "Perbandingan Nilai Ukur Sensor Load Cell pada Alat Penyortir Buah Otomatis terhadap Timbangan Manual," 2017. doi: <https://doi.org/10.26760/elkomika.v5i2.207>.
- [19] Y. Mukhammad, A. Santika, S. Haryuni, and A. W. Artikel, "Analisis Akurasi Modul Amplifier HX711 untuk Timbangan Bayi," Sep. 2022, doi: 10.18196/mt.v4i.
- [20] M. Batara and V. S. Yosephine, "Alat Pendeteksi Stok Barang Berbasis IoT untuk UMKM dengan Sensor Ultrasonik dan Inframerah," *Journal of Integrated System*, vol. 7, no. 1, pp. 63–74, Jun. 2024, doi: 10.28932/jis.v7i1.8525.