

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Dalam era digital yang terus berkembang, pemantauan barang menjadi aspek yang sangat penting dalam operasional bisnis, terutama di sektor ritel dan logistik. Ketersediaan informasi yang akurat mengenai persediaan barang di rak sangat diperlukan untuk memastikan efektivitas dalam proses penjualan dan distribusi. Dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT), perusahaan dapat memantau kondisi rak dengan lebih baik, sehingga penataan barang menjadi lebih optimal dan kebutuhan pelanggan dapat segera terpenuhi.

Namun, banyak swalayan yang besar masih menghadapi tantangan signifikan dalam pemantauan dan pengelolaan barang. Pemantauan barang yang dilakukan secara konvensional oleh staf sering kali tidak konsisten, terutama karena tidak adanya jadwal tetap untuk pemeriksaan. Hal ini berpotensi menyebabkan kekosongan rak yang tidak terdeteksi dan dapat mengurangi kepuasan pelanggan.

Keterbatasan ruang di dalam toko juga menjadi faktor yang mempengaruhi efektivitas pemantauan. Dalam situasi ramai, staf kesulitan untuk melakukan pemeriksaan secara menyeluruh, sehingga pengisian barang menjadi terhambat. Akibatnya, kekurangan stok dapat terjadi, yang berdampak langsung pada penjualan dan pengalaman belanja pelanggan.

Proses pengisian barang yang dilakukan secara konvensional mengharuskan staf untuk berkeliling dan memeriksa barang yang perlu diisi kembali. Dalam situasi ramai, pemantauan barang menjadi lebih sulit dilakukan, yang dapat menyebabkan kekosongan rak yang berkepanjangan. Hal ini menunjukkan bahwa ada kebutuhan mendesak untuk mengadopsi teknologi yang lebih efektif dalam pengelolaan barang.

Pengelolaan barang yang kurang optimal dapat menyebabkan ketidaksesuaian antara ketersediaan dan kebutuhan, baik dalam bentuk kekurangan stok yang menghambat operasional maupun kelebihan stok yang meningkatkan biaya penyimpanan. Sistem pencatatan dengan menggunakan metode konvensional sering kali menghasilkan data yang belum akurat sehingga menghambat pemantauan inventaris serta pengambilan keputusan yang cepat dan tepat. Penelitian yang dilakukan oleh (Samanui & Prayitno, 2024) mengimplementasikan aplikasi berbasis web yang memungkinkan pemantauan stok, perhitungan ulang pesanan secara otomatis, dan pelaporan yang lebih komprehensif untuk mengatasi kendala yang dihadapi oleh CV Bina Anak Papua terkait dengan pengelolaan stok barang adalah penggunaan sistem konvensional yang rentan terhadap kesalahan, inkonsistensi data, dan pelacakan persediaan yang belum efektif.

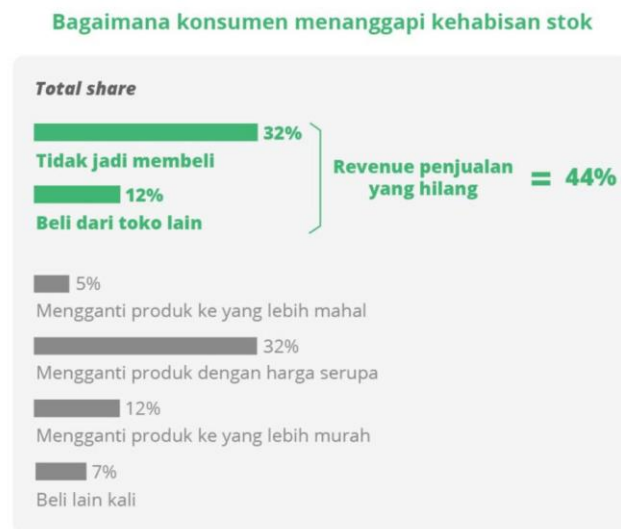
Penelitian yang dilakukan oleh (Moh Muthohir, Sindhu Rakasiwi, 2023) mengembangkan Prototipe *Warehouse Management System (WMS)* berbasis *Radio Frequency Identification (RFID)* untuk mengatasi kendala yang dihadapi Minimarket Alfamart Kebondalem Kendal dalam pengelolaan gudang yang masih menggunakan metode konvensional. Metode tersebut menyulitkan proses keluar masuk barang, pengelolaan informasi stok, dan pencatatan mutasi barang, sehingga manajemen tidak dapat memperoleh informasi gudang dengan cepat dan akurat, yang berdampak pada penurunan produktivitas serta gangguan operasional. Dengan sistem RFID ini, pemantauan barang masuk dan keluar dapat dilakukan secara *real-time*, serta data akurat mengenai stok, tanggal kadaluarsa, dan riwayat pergerakan barang dapat ditampilkan di halaman web. Sistem ini dapat meningkatkan efektivitas dalam pengelolaan gudang, memungkinkan akses cepat terhadap informasi stok, dan memonitor kondisi barang secara langsung.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Butsianto et al., 2021) mengimplementasikan sistem berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan teknologi *Radio Frequency Identification (RFID)*, yang memungkinkan pelacakan dan identifikasi barang secara otomatis dan meningkatkan akurasi data stok secara *real-time* untuk mengatasi kendala dalam pengelolaan stok barang di gudang raw material yang di mana akurasi data stoknya rendah, sistem pencatatan stok yang masih konvensional menyebabkan kesalahan dalam perhitungan jumlah barang, serta kesulitan dalam pencarian lokasi barang menyebabkan keterlambatan dalam pengiriman produk dan penjadwalan produksi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem RFID dapat berfungsi secara efektif dalam jarak baca maksimum 2 cm, sehingga mampu meningkatkan efektivitas operasional gudang serta mengurangi kemungkinan kesalahan dalam pencatatan stok.

Kurangnya teknologi yang memadai dalam pemantauan barang juga menjadi kendala. Meskipun staf berusaha untuk menjaga ketersediaan produk, ketergantungan pada proses konvensional dapat mengakibatkan keterlambatan dalam pengisian barang. Oleh karena itu, perlu ada solusi yang dapat mempermudah pemantauan dan pengelolaan barang tanpa mengganggu efektivitas operasional.

Penerapan peraturan dalam penataan barang, seperti sistem *First Expired First Out (FEFO)*, sering kali menambah beban kerja bagi staf. Meskipun peraturan ini sangat penting untuk menjaga kualitas produk, penerapan yang terlalu ketat dapat menghambat proses pengisian barang. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih fleksibel dalam menerapkan peraturan tersebut agar efektivitas operasional tetap terjaga.

Permintaan produk yang tidak terduga juga menjadi tantangan signifikan bagi ritel. Dalam situasi dimana permintaan meningkat secara tiba-tiba, seperti saat promosi atau musim tertentu, staf sering kali kesulitan untuk menyesuaikan pengisian barang dengan cepat. Akibatnya, hal ini dapat menyebabkan kekurangan stok yang berkepanjangan, yang tidak hanya mengurangi kepuasan pelanggan tetapi juga berpotensi mengakibatkan kehilangan penjualan yang signifikan.



Gambar 1. 1 Dampak Kehabisan Stok terhadap Perilaku Konsumen
(Sumber: Marsh McLennan dalam <https://www.advotics.com/pentingnya-ketersediaan-produk-toko-principal/>)

Berdasarkan data gambar 1. 1, sebanyak 32% konsumen memilih untuk tidak jadi membeli produk ketika mengalami kehabisan stok, sementara 12% lainnya beralih ke toko lain untuk mendapatkan barang yang diinginkan. Hal ini menunjukkan bahwa kehabisan stok dapat menyebabkan hilangnya potensi penjualan hingga 44%. Selain itu, 5% konsumen mengaku akan membeli produk yang lebih mahal, 32% akan memilih produk dengan harga serupa, dan 12% cenderung memilih produk yang lebih murah. Hasil ini menunjukkan pentingnya pengelolaan barang yang efektif untuk mempertahankan pelanggan dan memaksimalkan pendapatan, karena perilaku konsumen sangat dipengaruhi oleh ketersediaan produk di pasar.

Kendala dalam komunikasi internal dapat memperburuk permasalahan yang ada didalam ritel. Jika informasi mengenai kekosongan barang atau kebutuhan pengisian tidak disampaikan dengan baik antara staf di lapangan dan manajemen, maka pengisian barang dapat terhambat. Komunikasi yang belum efektif dapat menyebabkan keterlambatan dalam pengambilan keputusan, yang pada akhirnya akan berdampak pada ketersediaan produk di rak dan pengalaman belanja pelanggan.

Tantangan dalam menjaga konsistensi dalam penataan barang juga menjadi fenomena permasalahan yang signifikan. Ketidakpastian dalam penataan barang dapat menyebabkan kesulitan bagi pelanggan dalam menemukan produk yang mereka cari. Jika penataan barang tidak dilakukan dengan baik, pelanggan mungkin merasa kecewa dan memilih untuk tidak kembali berbelanja di swalayan tersebut. Sehingga penting bagi ritel untuk mengembangkan standar penataan yang jelas dan memastikan bahwa seluruh staf mematuhi prosedur tersebut.

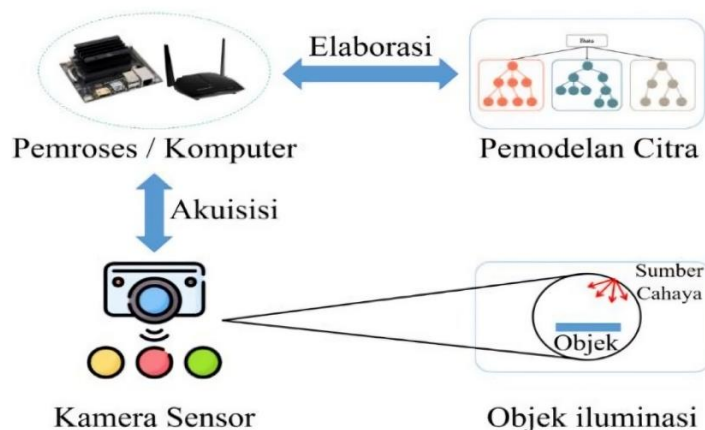
Dalam dunia teknologi informasi, fenomena perkembangan Internet of Things (IoT) telah membawa perubahan besar dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam sistem pemantauan barang di sektor ritel dan logistik. IoT memungkinkan perangkat fisik untuk saling berkomunikasi melalui jaringan internet, sehingga menghasilkan data yang dapat diolah untuk meningkatkan efektivitas operasional. Salah satu fenomena utama yang melatarbelakangi penelitian ini adalah meningkatnya kebutuhan otomatisasi dalam sistem pemantauan barang. Sistem konvensional yang selama ini digunakan dalam banyak bisnis ritel sering kali menghadapi tantangan besar, seperti keterlambatan dalam pencatatan stok, *human error* dalam pengisian ulang barang, dan kurangnya efektivitas dalam pelaporan persediaan.

Teknologi Internet of Things (IoT) telah menjadi topik yang sangat relevan dalam pengembangan sistem otomatisasi di berbagai bidang. IoT memungkinkan perangkat-perangkat seperti sensor dan kamera untuk saling terhubung satu sama lain, mengumpulkan, serta mengirimkan data melalui jaringan. Konsep dasar IoT, yang pertama kali diperkenalkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999, kini telah berkembang menjadi sistem kompleks yang mengintegrasikan berbagai teknologi, seperti komputasi awan (*cloud computing*), *big data*, dan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*). Kemampuan menghubungkan berbagai perangkat dan sistem merupakan salah satu keunggulan utama dari IoT.

Perkembangan terbaru dalam teknologi IoT mencakup integrasi dengan kecerdasan buatan (AI) yang memungkinkan perangkat untuk tidak hanya mengumpulkan data tetapi juga menganalisis serta membuat keputusan berdasarkan pola yang ditemukan dalam data. Dengan dukungan *big data* dan komputasi awan, IoT dapat meningkatkan akurasi prediksi dan memberikan solusi otomatisasi yang lebih canggih. Contohnya adalah penggunaan AI dalam sistem pemantauan barang yang dapat memperkirakan permintaan barang berdasarkan tren historis dan memberikan rekomendasi pengisian ulang secara otomatis.

Selain IoT, teknologi pengolahan citra digital (*computer vision*) juga menjadi komponen penting dalam mendukung otomatisasi sistem. *Computer vision* menurut R. R. Putra et al (2025) adalah kemampuan mesin untuk meniru penglihatan manusia

dalam mengenali dan memahami objek di sekitarnya melalui integrasi perangkat keras dan perangkat lunak, yang meliputi proses pendeteksian, pemrosesan citra, dan analisis informasi dari gambar menggunakan algoritma. Pengolahan citra memungkinkan perangkat untuk mengenali dan menganalisis gambar, seperti mendeteksi kekosongan rak atau penempatan barang. *Computer vision* memiliki 5 elemen yang terdiri dari objek iluminasi, sensing device atau kamera, digitizer (jika merupakan kamera analog), komputer atau pemroses data, dan perangkat lunak (pemodelan citra). 5 elemen tersebut disajikan dalam gambar berikut.



Gambar 1. 2 Elemen pada *computer vision*

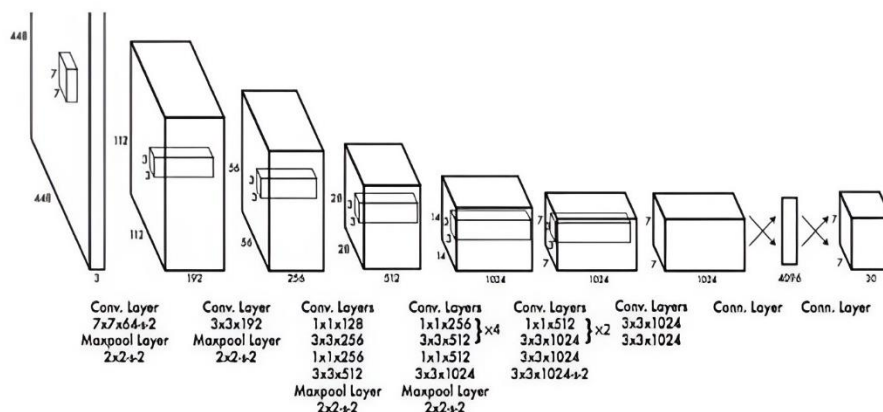
(Sumber: (Putra et al., 2025))

Pada gambar 1.2, terlihat bahwa kamera atau sensor mendeteksi gambar berdasarkan objek yang diterima melalui iluminasi. Cahaya, sebagai gelombang elektromagnetik, memungkinkan objek terdeteksi saat memantulkan cahaya ke kamera. Kamera digital menangkap sinyal cahaya yang dipantulkan, dengan pixel yang memiliki filter pewarnaan untuk mendeteksi intensitas warna. Data yang diproses menjadi citra full-color kemudian ditransmisikan ke komputer untuk dilakukan pemrosesan citra, termasuk pendeteksian, klasifikasi, dan segmentasi, sehingga menghasilkan informasi yang dapat diakses oleh pengguna.

Teknologi segmentasi gambar dan metode deteksi tepi juga telah banyak diterapkan dalam *computer vision* untuk meningkatkan akurasi dalam analisis visual. Segmentasi gambar memungkinkan pemisahan objek dalam suatu gambar berdasarkan karakteristik visualnya, sedangkan metode deteksi tepi membantu menyoroti batasan antara objek dan latar belakang. Penerapan metode ini dalam sistem pemantauan barang dapat meningkatkan ketepatan identifikasi barang dan mengurangi kesalahan dalam pencatatan inventaris.

You Only Look Once (YOLO) menurut Batubara & Awangga (2020) adalah algoritma deteksi objek yang menggunakan jaringan saraf tiruan untuk membagi citra

menjadi wilayah, memprediksi kotak pembatas, dan probabilitas, serta memiliki keunggulan dalam melakukan prediksi secara keseluruhan. Cara kerja YOLO melibatkan pengambilan gambar dan membaginya menjadi kisi SxS, di mana setiap kisi kemudian menghasilkan kotak pembatas. Untuk setiap kotak tersebut, jaringan menghasilkan probabilitas kelas dan nilai untuk kotak pembatas. Kotak pembatas dengan probabilitas kelas di atas ambang batas akan dipilih dan digunakan untuk mendeteksi objek dalam gambar.



Gambar 1. 3 Arsitektur YOLO

(Sumber: (Batubara & Awangga, 2020))

Algoritma YOLO (*You Only Look Once*) banyak digunakan dalam sistem pengenalan objek untuk mendeteksi keberadaan atau kekosongan barang dalam rak. Algoritma ini memungkinkan sistem untuk mengidentifikasi objek dalam gambar dengan tingkat akurasi yang tinggi. Dengan kemampuan YOLO untuk mendeteksi objek secara cepat dan akurat, algoritma ini semakin diandalkan dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas berbagai aplikasi otomatisasi.

Kamera ESP32-CAM, yang akan digunakan dalam penelitian ini, merupakan perangkat IoT dengan kemampuan pengambilan gambar dan komunikasi data berbasis jaringan Wi-Fi. Kamera ini menawarkan keunggulan dari segi biaya yang ekonomis, desain yang sederhana, dan kemampuannya dalam mengintegrasikan pengambilan gambar dengan sistem pengolahan data. ESP32-CAM dapat diintegrasikan dengan platform *cloud computing* untuk penyimpanan dan analisis data. Dengan dukungan teknologi pengolahan citra, ESP32-CAM dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan kondisi rak, memberikan notifikasi kepada pengelola toko, pengisian ulang barang dan bahkan mengontrol sistem otomatisasi lainnya.

Meskipun IoT menawarkan berbagai keunggulan dalam sistem pemantauan barang, terdapat beberapa tantangan yang masih perlu diatasi. Salah satu tantangan utama adalah ketergantungan pada konektivitas internet yang stabil. Dalam

lingkungan ritel yang memiliki banyak perangkat IoT yang terhubung ke jaringan, gangguan pada koneksi internet dapat menyebabkan keterlambatan dalam pemrosesan data dan pelaporan stok. Biaya implementasi IoT juga menjadi faktor yang perlu dipertimbangkan. ESP32-CAM relatif terjangkau dibandingkan dengan sistem pemantauan tradisional berbasis RFID, pengelolaan dan pemeliharaan sistem masih memerlukan investasi tambahan dalam hal infrastruktur jaringan dan penyimpanan data.

Dalam pemantauan barang, IoT memiliki potensi untuk menggantikan metode konvensional yang sering kali lambat dan belum akurat. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan IoT dapat meningkatkan akurasi dalam mendeteksi botol hingga 75% pada botol kaca dan 78% untuk botol berbahan plastik. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi IoT mampu memberikan solusi yang lebih efektif dalam mendeteksi keberadaan botol dalam gambar atau video menggunakan ESP32-CAM. (Silalahi et al., 2024)

(Nasution et al., 2022) Sistem pengisian minuman berbasis IoT dirancang menggunakan ESP32-CAM yang terhubung dengan aplikasi Blynk untuk memantau stok *vending machine* secara otomatis melalui telepon pintar. Berdasarkan hasil pengujian, sistem ini berjalan dengan baik tanpa kendala dan mampu memberikan informasi stok secara waktu nyata. Dengan keunggulan tersebut, sistem ini diharapkan dapat mendukung efektivitas operasional perusahaan dalam pengelolaan stok minuman.

(Ziliwu et al., 2024) Penelitian ini menerapkan ESP32-CAM dan TinyML untuk klasifikasi gambar buah dan sayuran dengan biaya rendah. Metode yang digunakan melibatkan pelatihan model menggunakan *Convolutional Neural Network (CNN)* di Edge Impulse Studio. Hasil pengujian menunjukkan akurasi F1 score sebesar 68,3%, dengan akurasi tertinggi pada klasifikasi pisang (91%) dan terendah pada kubis (66%). Dengan penerapan teknologi ini, diharapkan dapat meningkatkan efektivitas dalam pengelolaan gambar.

Berdasarkan fenomena permasalahan, teori dan penelitian sebelumnya yang telah diuraikan, penelitian ini dilakukan untuk menerapkan algoritma YOLO (You Only Look Once) dalam sistem pemantauan barang untuk mendeteksi kekosongan rak dengan memanfaatkan teknologi pengenalan citra. Sistem ini menggunakan perangkat ESP32-CAM sebagai pengambil gambar dan diintegrasikan dengan Internet of Things (IoT) untuk menampilkan hasil deteksi melalui antarmuka web. Sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi bagi permasalahan pengelolaan barang, khususnya pada sektor ritel dan logistik, dengan meningkatkan efektivitas dan akurasi pemantauan barang. Dengan demikian, judul skripsi yang diajukan adalah **"Penerapan Algoritma**

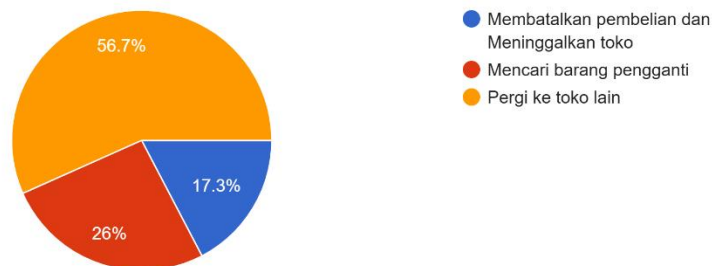
You Only Look Once (Yolo) Untuk Deteksi Kekosongan Rak Pada Sistem Pemantauan Barang". Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan teknologi visi komputer berbasis YOLO untuk mendukung manajemen inventaris yang lebih baik.

B. Permasalahan

Berdasarkan hasil wawancara di tiga swalayan yang berbeda, permasalahan utama yang dihadapi dalam pemantauan dan pengelolaan barang adalah sistem pengawasan yang belum efektif. Pengecekan barang masih dilakukan secara konvensional dengan jadwal yang bervariasi, mulai dari beberapa kali dalam sehari pada waktu tertentu hingga dilakukan secara fleksibel tergantung pada kondisi di lapangan. Pengecekan biasanya dilakukan pada pukul 10.00, 14.00, 18.00, 21.00, dan pukul 03.00 untuk toko yang beroperasi selama 24 jam. Namun, pelaksanaannya sering kali tidak konsisten karena bergantung pada kondisi toko yang ramai maupun keterbatasan jumlah staf. Situasi tersebut menghambat proses pengisian barang dan berisiko menyebabkan kekosongan rak yang tidak terdeteksi sehingga dapat mengurangi kepuasan pelanggan. Selain itu, keterbatasan ruang di dalam toko dan situasi yang ramai menjadi kendala bagi staf dalam melakukan pemeriksaan menyeluruh. Hal tersebut menghambat proses pengisian barang dan dapat mengakibatkan kekurangan stok. Hasil wawancara ini diperkuat oleh data kuesioner yang disebarkan kepada 150 responden yang merupakan pelanggan swalayan tempat penelitian dilakukan. Hasil kuesioner menunjukkan bahwa sistem pemantauan barang yang belum efektif dapat menyebabkan kehilangan pelanggan, sebagaimana disajikan pada diagram berikut.

Ketika barang yang Anda cari tidak tersedia, apa yang biasanya Anda lakukan?

150 responses

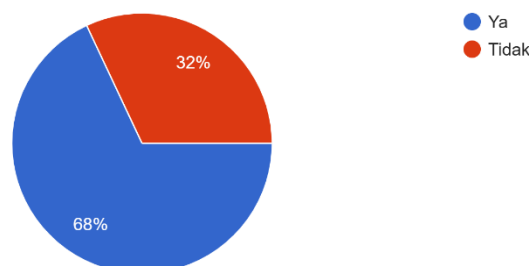


Gambar 1. 4 Hasil kuesioner pelanggan

Berdasarkan hasil kuesioner pada diagram di atas, sebanyak 56,7% responden memilih untuk pergi ke toko lain ketika barang yang mereka cari tidak tersedia. Sementara itu, 26% responden memilih untuk mencari barang pengganti, dan 17,3% responden memilih untuk membatalkan pembelian serta meninggalkan toko. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan barang di rak dapat memengaruhi tingkat kehilangan pelanggan, karena mayoritas responden lebih memilih mencari produk di tempat lain daripada menggantinya dengan produk lain yang tersedia.

Apakah ketersediaan barang di rak memengaruhi keputusan Anda untuk berbelanja di toko tersebut?

150 responses

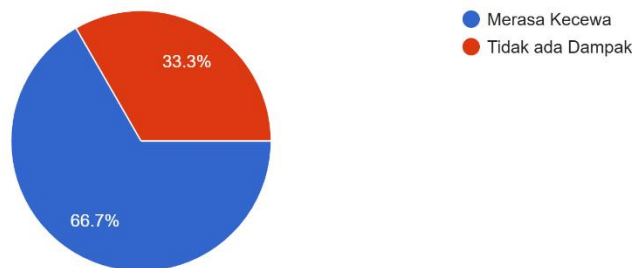


Gambar 1. 5 Hasil kuesioner keputusan pelanggan

Dari data pada gambar 1. 5 Sebanyak 68% responden menyatakan bahwa ketersediaan barang di rak memengaruhi keputusan mereka untuk berbelanja di suatu toko, sedangkan 32% mengatakan tidak berpengaruh. Data ini menunjukkan bahwa pelanggan memiliki ekspektasi tinggi terhadap ketersediaan produk dan toko yang tidak dapat memenuhi harapan ini berisiko kehilangan pelanggan.

Apa dampak yang Anda rasakan jika barang yang dicari tidak tersedia di rak?

150 responses



Gambar 1. 6 Hasil kuesioner dampak ketidaktersediaan barang di rak

Dari data gambar 1. 6 Sebanyak 66,7% responden merasa kecewa jika barang yang mereka cari tidak tersedia, sedangkan 33,3% mengatakan tidak ada dampak. Perasaan kecewa ini dapat berdampak pada kepuasan dan loyalitas pelanggan. Berdasarkan data dari ketiga gambar diagram diatas, dapat disimpulkan bahwa ketersediaan barang merupakan aspek penting dalam mempertahankan pelanggan dan meningkatkan penjualan. Sebagian besar pelanggan akan mencari toko lain jika barang yang mereka cari tidak tersedia. Selain itu, ketidaktersediaan barang juga berdampak pada kepuasan pelanggan untuk tetap berbelanja di toko yang sama. Oleh karena itu, diperlukan sistem pemantauan barang berbasis IoT untuk mendeteksi kekosongan rak secara otomatis.

Selain hasil kuesioner, permasalahan juga diperkuat melalui dokumentasi langsung pada rak produk di lokasi penelitian. Dokumentasi ini dilakukan dengan mencatat posisi rak, jenis barang, jumlah barang yang tersedia, serta mengambil foto kondisi rak. Data ini menunjukkan bahwa jumlah dan variasi produk di lapangan sangat beragam, mulai dari barang yang masih tersedia dalam jumlah banyak hingga barang yang hampir habis.

Dalam penelitian ini, prototipe hanya menggunakan maksimal lima jenis produk sebagai sampel, yaitu Indomie Mi Goreng, Indomie Rasa Soto Mie, Mi Gaga Extra Pedas Kuah Jalapeno, Teh Botol Sosro Original, dan Ichi Ocha Teh Melati. Namun, pada saat dokumentasi dilakukan, produk Ichi Ocha Teh Melati sedang kosong di toko sehingga foto yang ditampilkan hanya empat produk. Pembatasan jumlah produk ini bertujuan untuk memudahkan proses perancangan dan pengujian sistem pada tahap awal. Tabel berikut menyajikan contoh dokumentasi rak produk di lokasi penelitian.

Tabel 1. 1 Data Ketersediaan Barang di Rak

No	Rak	Nama Barang	Jumlah Barang	Foto
1	CQ3-05-15-A-01-7	Indomie Mi Goreng	90	
2	CQ3-05-15-A-01-11	Indomie Rasa Soto Mie	60	
3	CQ1-01-01-A-06-1	Mi Gaga Extra Pedas Kuah Jalapeno	1	
4	AC9-01-01-A-07-1	Teh Botol Sosro Original	10	

Berdasarkan Tabel 1.1, jumlah stok barang di rak dapat mencapai puluhan hingga ratusan kemasan. Seperti stok Indomie Goreng pada rak CQ3-05-15-A-01-7 berjumlah 90 bungkus, sedangkan stok Indomie Rasa Soto Mie pada rak CQ3-05-15-A-01-11 hanya berjumlah 60 bungkus. Jumlah stok yang cukup banyak ini menunjukkan bahwa metode pengecekan manual belum efisien dalam memastikan ketersediaan barang.

Berdasarkan uraian diatas, dapat diidentifikasi beberapa indikator masalah, yaitu:

- Pengecekan barang yang tidak tepat waktu menyebabkan keterlambatan dalam mendeteksi kekosongan rak.
- Proses pengecekan barang masih bergantung pada staf yang harus berkeliling untuk memeriksa ketersediaan barang di rak.

- (c) Proses pengisian ulang sering terhambat saat toko dalam kondisi ramai karena kurangnya sistem yang dapat mendeteksi kekosongan rak.
- (d) Sistem yang digunakan belum terintegrasi dengan teknologi yang mampu mendeteksi kekosongan barang.

1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan permasalahan dan indikator masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka identifikasi masalah yang dihadapi oleh banyak swalayan dan bisnis ritel adalah sebagai berikut:

- (a) Pengecekan ketersediaan barang di rak belum efektif karena masih dilakukan secara manual oleh staf toko.
- (b) Belum terdapat sistem yang digunakan untuk memantau ketersediaan barang di rak.

2. Rumusan Masalah

Pernyataan masalah dalam penelitian ini merujuk pada pokok permasalahan yang telah diidentifikasi, yaitu belum efektifnya proses pemantauan serta pengelolaan barang di swalayan dan bisnis ritel. Pengecekan ketersediaan barang yang masih dilakukan secara konvensional tidak hanya memakan waktu lebih lama, tetapi juga rentan terhadap kesalahan. Selain itu, pemantauan barang menjadi belum efektif ketika toko dalam kondisi ramai, karena staf kesulitan untuk memantau dan mengisi ulang barang yang habis di rak. Permasalahan ini menunjukkan penerapan teknologi yang dapat membantu proses pemantauan barang menjadi lebih efisien.

Berdasarkan pernyataan masalah tersebut, pertanyaan penelitian yang dapat diajukan adalah sebagai berikut:

- (1) Bagaimana penerapan algoritma YOLO (*You Only Look Once*) pada sistem pemantauan barang untuk deteksi kekosongan rak berbasis Internet of Things?
- (2) Seberapa akurat dan efektif penerapan algoritma YOLO (*You Only Look Once*) untuk mendeteksi kekosongan rak berbasis Internet of Things?

C. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah menerapkan algoritma YOLO (*You Only Look Once*) untuk mendeteksi kekosongan rak berbasis Internet of Things. Dengan memanfaatkan kemampuan ESP32-CAM dalam pengambilan gambar dan pengolahan data, sistem ini diharapkan dapat membantu proses pemantauan ketersediaan barang di rak dan menyajikan informasi yang sesuai dengan kondisi sebenarnya. Dalam upaya meningkatkan efektivitas sistem pemantauan barang,

penelitian ini memiliki beberapa tujuan yang ingin dicapai. Tujuan-tujuan tersebut yaitu:

- (a) Mendapatkan data yang sesuai dengan kondisi barang di rak.
- (b) Mendapatkan sistem pemantauan barang yang lebih efektif.
- (c) Mengembangkan Prototipe sistem pemantauan barang untuk deteksi kekosongan rak.
- (d) Mengukur tingkat akurasi dan efektivitas penerapan algoritma YOLO (*You Only Look Once*) untuk deteksi kekosongan rak.

D. Spesifikasi Hasil

Berikut ini adalah rincian spesifikasi hasil yang diharapkan:

- (1) Produk yang diharapkan adalah sistem pemantauan barang berbasis Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan ESP32-CAM sebagai perangkat pengambil gambar dan menerapkan algoritma YOLO (*You Only Look Once*) untuk mendeteksi kekosongan rak.
- (2) Sistem mampu memberikan informasi mengenai ketersediaan barang.
- (3) Sistem mampu mendeteksi berbagai jenis rak dan produk serta memiliki kemampuan untuk diskalakan sesuai dengan kebutuhan toko yang berkembang.

E. Signifikansi/Pentingnya Pengembangan

Penelitian ini dilakukan dalam rangka mengembangkan penerapan algoritma YOLO (*You Only Look Once*) pada sistem pemantauan barang berbasis Internet of Things (IoT) untuk mendeteksi kekosongan rak. Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat dalam 3 aspek, sebagai berikut:

- (1) Manfaat teoritis dari penelitian ini adalah berkontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi informasi, visi komputer, dan manajemen ritel. Dengan menerapkan algoritma YOLO pada sistem berbasis IoT untuk mendeteksi kekosongan rak, penelitian ini dapat meningkatkan pemahaman mengenai penerapan teknologi deteksi objek dalam proses pemantauan barang.
- (2) Manfaat teknis dari penelitian ini adalah untuk memudahkan manajer dalam pemantauan dan pengelolaan ketersediaan barang. Dengan pemanfaatan perangkat ESP32-CAM dan algoritma YOLO, proses deteksi barang dapat dilakukan dengan lebih efektif dan efisien.
- (3) Manfaat kebijakan dari penelitian ini adalah apabila sistem yang dikembangkan terbukti mampu membantu dalam mendeteksi kekosongan rak, maka hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan terkait pengembangan sistem pemantauan barang berbasis Internet of Things (IoT) di sektor ritel.

F. Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan

1. Asumsi

Penelitian yang akan dikembangkan ini didasarkan pada asumsi berikut:

- (a) Ruang lingkup penelitian ini mencakup pemantauan barang di sektor ritel dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT) dan penerapan algoritma YOLO (*You Only Look Once*) melalui penggunaan ESP32-CAM untuk deteksi kekosongan rak dan pemantauan ketersediaan barang.
- (b) Sistem ini hanya mendeteksi kekosongan rak tanpa mencakup fungsi otomatisasi pengisian barang.

2. Keterbatasan

Beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- (a) Jumlah produk yang digunakan dalam penelitian ini masih terbatas pada lima jenis, sehingga diperlukan penambahan variasi dan jumlah item yang lebih banyak agar sistem dapat diuji pada skenario yang lebih kompleks.
- (b) Jaringan yang digunakan dalam penelitian ini masih mengandalkan hotspot dari ponsel, sehingga kestabilan koneksi belum optimal. Untuk implementasi lebih lanjut, diperlukan penggunaan router *wireless* agar jaringan lebih kuat dan stabil.
- (c) Algoritma YOLO yang digunakan dalam penelitian ini masih kurang ideal untuk mendeteksi kondisi rak minimarket, karena barang tidak selalu tersusun rapi dan sering kali terdapat produk berbeda pada rak yang sama. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan menggunakan algoritma lain seperti Faster R-CNN atau Mask R-CNN yang lebih mampu mendeteksi objek dalam posisi tidak teratur dan pada lingkungan dengan variasi produk yang bercampur.
- (d) Kamera ESP32-CAM yang digunakan dalam penelitian ini memiliki resolusi terbatas hanya 2MP, sehingga kualitas gambar belum maksimal untuk mendukung deteksi dengan akurasi tinggi, terutama pada kondisi pencahayaan yang kurang baik.

G. Definisi Istilah & Definisi Operasional

Adapun beberapa definisi istilah dan definisi operasional didalam penelitian ini, diantaranya:

- (a) Pemantauan Barang: Proses pengawasan dan pengecekan ketersediaan barang di rak untuk memastikan bahwa semua produk tersedia bagi pelanggan. Pemantauan ini dapat dilakukan secara konvensional atau dengan bantuan teknologi, seperti sistem berbasis Internet of Things (IoT).

- (b) *ESP32-CAM*: Sebuah modul kamera berbasis ESP32 yang dilengkapi dengan kemampuan Wi-Fi dan Bluetooth. Modul ini digunakan dalam sistem pemantauan untuk mengambil gambar dan mengirimkan data ke server.
- (c) *Computer Vision*: Teknologi yang memungkinkan komputer untuk melihat dan memahami gambar atau video, mirip dengan cara manusia memproses informasi visual, untuk mengidentifikasi objek, mengenali pola, atau membuat keputusan berdasarkan gambar yang dianalisis.
- (d) *Deteksi Kekosongan Rak*: Proses identifikasi kondisi di mana suatu produk tidak tersedia di rak, yang dilakukan oleh sistem pemantauan berbasis IoT. Sistem ini akan memberikan notifikasi kepada manajer untuk segera melakukan pengisian ulang.
- (e) *Sistem Pemantauan Berbasis IoT*: Sistem yang menggunakan perangkat IoT, seperti *ESP32-CAM*, untuk mengumpulkan data tentang ketersediaan barang dan mengirimkan informasi tersebut ke platform manajemen. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efektivitas dalam pengelolaan inventaris di sektor ritel.