

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Perkembangan digitalisasi dalam sektor ritel telah mendorong penggunaan teknologi modern untuk meningkatkan efisiensi operasional dan kenyamanan pelanggan dalam proses belanja. Salah satu wujud digitalisasi tersebut adalah penerapan sistem *Self-Checkout* (SCO), yang memungkinkan pelanggan untuk memindai, membayar, dan mengemas barang belanjanya secara mandiri (Oucheikh dkk., 2022). Di Indonesia, Super Indo menjadi pelopor dalam mengadopsi fasilitas belanja mandiri pada tahun 2018 melalui gerai Super Indo Teraskota, Tangerang, dengan sistem SCAN, PAY, dan PACK, yang bertujuan untuk mempercepat proses transaksi sekaligus meningkatkan pengalaman belanja yang efisien.

Namun demikian, kemudahan dan efisiensi yang ditawarkan oleh teknologi ini juga membuka celah baru dalam aspek keamanan toko. Salah satu ancaman keamanan yang paling sering terjadi adalah pencurian. Menurut data dari *National Association for Shoplifting Prevention*, satu dari setiap 11 individu terlibat dalam pencurian di toko, dan dari 48 kasus pencurian yang terjadi, hanya satu pelaku yang berhasil ditangkap (Kirichenko dkk., 2022). Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian besar tindak pencurian tidak terdeteksi atau tidak berujung pada penanganan yang efektif. Di Amerika Serikat, industri ritel pada tahun 2017 mengalami kerugian sebesar \$46,8 miliar akibat *inventory shrinkage*, dengan 33,2% disebabkan oleh pencurian internal dan 35,7% oleh tindakan *shoplifting* (Korgaonkar dkk., 2021). Bahkan, toko-toko yang menerapkan sistem SCO dilaporkan mengalami peningkatan kerugian finansial antara 33% hingga 147% akibat kerusakan, kesalahan operasional, dan pencurian (Oucheikh dkk., 2022).

Di Indonesia sendiri, isu keamanan ritel juga menjadi perhatian. Berdasarkan data dari Kepolisian Republik Indonesia (Polri), selama periode Januari hingga November 2023, tercatat 394.001 kasus kejahatan, mengalami peningkatan sebesar 33,02% dibandingkan periode yang sama pada tahun sebelumnya. Dari

jumlah tersebut, pencurian dengan pemberatan (curat) menjadi kasus yang paling dominan dengan total 157.692 yang tercatat pada Databoks tahun 2023, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar I-1.



Gambar I-1 Kejahatan yang paling banyak terjadi per-akhir November 2023

Penelitian yang dilakukan di Chandra Supermarket pada tahun 2019 juga mengungkapkan bahwa pencurian ringan dengan nilai barang di bawah Rp2.500.000, seperti coklat, parfum, dan pakaian, sering terjadi dan memberikan tekanan besar pada toko ritel dengan margin keuntungan yang terbatas (Herwanto dkk., 2021).

Keamanan menjadi elemen krusial dalam operasional toko ritel karena berkaitan langsung dengan profitabilitas dan kelangsungan usaha (Erlina & Fikri). Tantangan utama yang dihadapi oleh pemilik toko adalah bagaimana menjaga keseimbangan antara kenyamanan pelanggan dengan efektivitas sistem pengamanan. Sebagian besar sistem pemantauan yang tersedia saat ini memiliki harga yang relatif tinggi serta kompleksitas teknis yang menyulitkan implementasinya di toko ritel berskala kecil yang memiliki keterbatasan sumber daya (Erlina & Fikri).

Untuk menjawab tantangan tersebut, berbagai teknologi telah mulai diadopsi guna meningkatkan efektivitas sistem pengamanan. Salah satu teknologi yang umum digunakan adalah sistem kamera pengawas (*Closed Circuit Television/CCTV*).

Meskipun banyak digunakan, sistem CCTV tradisional masih memerlukan pemantauan secara langsung oleh tenaga manusia, yang rentan terhadap bias subjektif dan kurang efisien dari segi operasional (Saluja dkk., 2023). Sebagai bentuk inovasi, telah dikembangkan sistem deteksi otomatis berbasis algoritma You Only Look Once (YOLOv5) dan DeepSORT yang mampu menganalisis video pengawasan menggunakan koordinat *bounding box* untuk mendeteksi perilaku mencurigakan (Nazir dkk., 2023). Meskipun demikian, teknologi ini masih menghadapi keterbatasan, khususnya dalam kondisi pencahayaan rendah atau area dengan hambatan visual yang tinggi, sehingga diperlukan pendekatan yang lebih komprehensif dan adaptif dalam pengembangan sistem pengawasan ritel ke depan.

Sebagai respons terhadap keterbatasan sistem CCTV tradisional dan tantangan dalam deteksi visual menggunakan metode *bounding box* saja, pendekatan berbasis *pose segmentation* dan *Convolutional Neural Network* (CNN) mulai dikembangkan sebagai solusi alternatif yang lebih adaptif dalam mendeteksi perilaku mencurigakan (Meng dkk., 2020). Dalam pendekatan ini, *pose estimation* digunakan untuk mengenali koordinat sendi tubuh manusia pada citra yang kemudian digunakan untuk menyegmentasi gambar tubuh menjadi bagian-bagian tertentu. (Meng dkk., 2020). Berbeda dengan metode deteksi objek seperti YOLO yang hanya fokus pada keberadaan objek. Pendekatan *pose estimation* memungkinkan untuk menganalisis pola gerakan tubuh pelanggan untuk mengidentifikasi anomali perilaku seperti gerakan tangan mencurigakan atau interaksi tubuh terhadap produk yang tidak wajar (Meng dkk., 2020). Pendekatan ini dianggap lebih kontekstual karena mampu mendeteksi deviasi dari pola gerak normal, bukan hanya berdasarkan keberadaan objek. Namun demikian, refleksi tubuh yang bervariasi serta kondisi lingkungan yang dinamis masih menjadi tantangan yang dapat menurunkan akurasi, sehingga dibutuhkan kemampuan generalisasi yang lebih kuat untuk berbagai skenario ritel.

Pendekatan pembelajaran mesin berbasis klasifikasi juga telah diterapkan dalam konteks berbeda namun relevan, seperti deteksi pencurian listrik oleh (Kawoosa dkk., 2023). Ketidakseimbangan data menjadi tantangan dalam deteksi perilaku mencurigakan di toko retail dikarenakan aktivitas normal cenderung lebih sering

terekam dibandingkan dengan kejadian pencurian yang sulit tertangkap (Rashvand dkk., 2025). Konsep ini relevan jika diterapkan di sektor ritel, yaitu untuk mengklasifikasikan pola gerak dan perilaku pelanggan guna mengidentifikasi aktivitas mencurigakan secara otomatis. Meski demikian, tantangan tetap muncul dalam bentuk potensi *false positive* yang tinggi, ketika pelanggan dengan gerakan tidak biasa namun tidak berbahaya tetap terdeteksi sebagai ancaman (Kawoosa dkk., 2023).

Meskipun masing-masing pendekatan seperti YOLO, *pose estimation*, maupun algoritma klasifikasi seperti XGBoost memiliki keunggulan tersendiri. Penerapannya secara terpisah masih menyisakan keterbatasan dalam konteks deteksi perilaku mencurigakan di toko retail. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan integrasi antara YOLOv11-pose sebagai metode deteksi objek sekaligus *pose estimation* pada tubuh manusia, serta algoritma XGBoost sebagai model klasifikasi perilaku. YOLOv11 dipilih karena kemampuannya dalam mendeteksi objek secara cepat dan akurat, sebagaimana telah digunakan dalam berbagai aplikasi industri untuk kebutuhan inspeksi otomatis. (Hussain, 2023). Model pada penelitian ini memanfaatkan *bounding box* untuk mengidentifikasi posisi pelanggan dan objek di sekitar, sementara *pose estimation* digunakan untuk memahami interaksi tubuh terhadap produk atau rak secara lebih kontekstual, seperti gerakan tangan yang mencurigakan atau interaksi tidak lazim terhadap barang (Liu dkk., 2023). Selanjutnya, fitur-fitur yang dihasilkan dari proses tersebut akan diproses menggunakan algoritma XGBoost untuk mengklasifikasikan aktivitas sebagai "normal" atau "*suspicious*" berdasarkan pola perilaku historis (Kawoosa dkk., 2023).

Sebagian besar penelitian sebelumnya cenderung menitikberatkan pada analisis visual tanpa memperhatikan pentingnya dimensi temporal pada setiap kejadian (Imtiaz dkk., 2020). Padahal, pencatatan waktu (*timestamp*) tidak hanya berfungsi sebagai penanda kronologis, tetapi juga menjadi nilai tambah dalam keamanan karena dapat menjadi bukti atas waktu terjadinya perilaku mencurigakan (Imtiaz dkk., 2020). Informasi ini penting untuk mengidentifikasi pola kejadian yang berulang pada waktu-waktu tertentu, seperti pada saat tingkat pengawasan menurun atau di luar jam operasional (Imtiaz dkk., 2020). Oleh karena itu,

penelitian ini mengintegrasikan pencatatan waktu serta pengambilan gambar secara otomatis (*automatic capture*) pada setiap aktivitas yang tergolong sebagai mencurigakan. Penelitian ini dirancang untuk membantu petugas dalam mendeteksi potensi pencurian secara lebih responsif, meminimalkan ketergantungan pada pengawasan manual, serta tetap menjaga kenyamanan pelanggan dalam lingkungan belanja yang aman dan efisien (Erlina & Fikri).

I.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang mendasari penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana model YOLOv11 dapat digunakan untuk mendeteksi perilaku mencurigakan di lingkungan toko ritel?
- b. Bagaimana hasil pengembangan algoritma XGBoost untuk mengklasifikasikan pola gerakan hasil *pose estimation* dalam membedakan antara aktivitas pelanggan normal dan mencurigakan?
- c. Bagaimana pencatatan waktu (*timestamp*) dan pengambilan gambar otomatis dapat meningkatkan efisiensi pengawasan toko dalam mendeteksi perilaku mencurigakan serta mengurangi ketergantungan terhadap pemantauan manual?

I.3 Tujuan Tugas Akhir

Penelitian ini bertujuan untuk:

- a. Mengembangkan dan mengimplementasikan model YOLOv11 untuk mendeteksi perilaku mencurigakan di lingkungan toko ritel.
- b. Menganalisis kinerja algoritma XGBoost dalam mengklasifikasikan pola gerakan yang dihasilkan dari *pose estimation* guna membedakan aktivitas pelanggan yang normal dan mencurigakan.
- c. Merancang sistem dokumentasi otomatis yang terintegrasi dengan *timestamp* dan pengambilan gambar dapat meningkatkan efisiensi pengawasan toko serta mengurangi ketergantungan terhadap pemantauan manual.

I.4 Batasan dan Asumsi Tugas Akhir

Batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. *Dataset* yang digunakan merupakan video pengawasan yang diperoleh dari sumber daring yaitu iStock dan Youtube dengan rentang waktu pengambilan data pada tanggal 17 Januari 2025, serta rekaman pribadi yang diambil pada tanggal 13 Maret 2025 di tiga toko ritel berbeda dalam satu hari. Fokus *dataset* dibatasi pada pola aktivitas normal dan mencurigakan dengan jenis tindakan mengambil dan menyembunyikan produk ke dalam tas dan jaket.
- b. Sistem diuji pada lingkungan video pribadi dengan karakteristik umum toko ritel di dalam ruangan tanpa mempertimbangkan kondisi seperti area luar ruangan, pencahayaan sangat rendah, atau kepadatan kerumunan yang tinggi.

I.5 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat penelitian ini:

1. Bagi Universitas Telkom, penelitian ini menjadi kontribusi akademik Universitas Telkom di bidang *computer vision* dan *machine learning*, dengan menggabungkan YOLO, *pose estimation*, dan XGBoost dalam mengatasi masalah nyata di sektor ritel. Hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi dalam pengembangan kurikulum dan materi pembelajaran di bidang sistem informasi, *data science*, *artificial intelligence* (AI), dan *computer vision*, serta memperkuat posisi universitas sebagai pusat riset terdepan dalam teknologi-teknologi inovatif.
2. Bagi Toko Retail, Penelitian ini bermanfaat dalam meningkatkan efektivitas sistem pengawasan mereka secara otomatis. Teknologi *pose estimation* memungkinkan analisis lebih mendalam terhadap pola gerakan tubuh pelanggan, sementara YOLO mendeteksi objek dan pelanggan, dan XGBoost digunakan untuk mengklasifikasikan perilaku mencurigakan. Sistem ini dapat mendeteksi potensi pencurian dengan lebih akurat,

mengurangi ketergantungan pada pengawasan manual, serta meningkatkan efisiensi operasional toko.

3. Bagi Pelanggan Toko Retail, penelitian ini bermanfaat dalam meningkatkan keamanan, teknologi pose *estimation* dan YOLO yang digunakan dalam sistem pengawasan tidak mengganggu kenyamanan pelanggan dalam berbelanja. Pengalaman berbelanja menjadi lebih aman karena toko dapat mengidentifikasi perilaku mencurigakan tanpa intervensi langsung, menciptakan lingkungan yang lebih aman bagi pelanggan tanpa mengorbankan kenyamanan mereka.

I.6 Sistematika Laporan

Laporan tugas akhir ini terdiri dari enam bab yang disusun untuk menggambarkan keseluruhan proses penelitian dari perumusan masalah hingga kesimpulan akhir. Setiap bab memiliki fokus dan fungsi tersendiri dalam mendukung pengembangan yang model yang diusulkan.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan, batasan, serta manfaat dari penelitian. Penjelasan disusun untuk memperjelas alasan dan urgensi dilakukannya penelitian ini.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan kajian pustaka yang menjadi dasar pengembangan model dalam penelitian. Pada bab ini dibahas berbagai konsep dan teori yang relevan, serta penelitian terdahulu yang mendukung arah pendekatan yang diambil.

BAB III METODE PENYELESAIAN MASALAH

Bab ini menguraikan langkah-langkah sistematis yang digunakan dalam merancang dan menyusun solusi terhadap permasalahan yang telah diidentifikasi. Di dalamnya termasuk adanya alur pemikiran, strategi pemecahan masalah, serta tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian.

BAB IV PENYELESAIAN PERMASALAHAN

Bab ini menjelaskan mengenai implementasi dari metode yang dirancang. Bab ini dimulai dari pengumpulan data, perancangan sistem, hingga proses pengembangan. Seluruh tahapan disajikan secara teknis untuk memberikan proses nyata di lapangan.

BAB V VALIDASI, ANALISIS, HASIL, DAN IMPLIKASI

Bab ini menyajikan hasil pengujian sistem dan analisis performa berdasarkan data yang diperoleh. Pada bab ini terdapat pembahasan mengenai dampak dari penerapan model dan sistem terhadap permasalahan yang diangkat.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan. Selain itu, pada bab ini disertakan juga saran dalam pengembangan lebih lanjut sebagai bentuk evaluasi dan perbaikan di masa mendatang.