

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi digital di era *Industry 4.0* telah mendorong berbagai sektor industri untuk mengoptimalkan sistem kerja berbasis otomatisasi dan data real-time. Salah satu komponen utama dari revolusi industri ini adalah *Internet of Things (IoT)*, yang memungkinkan integrasi antara sensor, perangkat keras, dan sistem analitik untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi proses industri. Menurut Lu (2017), penerapan IoT di sektor industri mampu meningkatkan produktivitas hingga 25% dan mengurangi kesalahan operasional secara signifikan. Tren tersebut semakin relevan dalam pengelolaan inventaris, di mana data yang akurat dan diperbarui secara otomatis menjadi kunci dalam menjaga keseimbangan antara stok, distribusi, dan kebutuhan pelanggan.

PT. Caraka Cipta Prima merupakan perusahaan yang bergerak di bidang distribusi tabung gas LPG untuk kebutuhan rumah tangga dan industri. Perusahaan ini menghadapi tantangan dalam memantau dan mengelola stok tabung gas secara efisien di gudang pusatnya. Berdasarkan hasil observasi lapangan (Data Internal, 2024), perusahaan masih menggunakan metode pencatatan manual menggunakan formulir dan spreadsheet, yang sering menyebabkan kesalahan data antara catatan administrasi dan kondisi stok aktual. Ketidaksesuaian data stok ini dapat mencapai 15–20% setiap bulannya, menunjukkan perlunya inovasi dalam sistem pengelolaan inventaris berbasis teknologi digital.

Sistem inventaris manual menimbulkan berbagai permasalahan, seperti kesalahan pencatatan, keterlambatan pembaruan data, dan kesulitan dalam proses audit. Supriyadi dan Santoso (2023) menemukan bahwa ketergantungan pada metode pencatatan manual menyebabkan penurunan efisiensi kerja hingga 27% serta meningkatkan risiko kehilangan aset akibat keterlambatan pelaporan stok. Dalam konteks distribusi tabung gas, kesalahan semacam ini dapat berdampak langsung terhadap rantai pasokan yang tidak berkesinambungan dengan keadaan di gudang gas sesuai aturan

keamanan distribusi, terutama karena tabung gas merupakan produk berisiko tinggi yang membutuhkan kontrol ketat terhadap jumlah dan pergerakannya.

Ketidaktepatan data inventaris tidak hanya mempengaruhi efisiensi operasional, tetapi juga aspek keamanan dan transparansi perusahaan. Sistem pencatatan manual cenderung memperlambat proses pelacakan dan audit, sehingga menyulitkan identifikasi tabung yang rusak, hilang, atau belum kembali ke depot. Astutik dan Kurniawan (2023) menunjukkan bahwa integrasi sistem IoT dalam monitoring gudang mampu mengurangi waktu pelaporan hingga 60% dibandingkan metode manual. Hal ini membuktikan bahwa otomatisasi proses melalui teknologi IoT berperan penting dalam meningkatkan kecepatan dan ketepatan pelaporan data logistik, sekaligus mengurangi potensi kehilangan aset.

Salah satu pendekatan yang potensial dalam mengatasi permasalahan ini adalah kombinasi antara teknologi IoT dan *Computer Vision* berbasis OpenCV. Teknologi IoT berfungsi untuk mengumpulkan dan mengirimkan data stok secara otomatis melalui jaringan sensor yang terhubung ke sistem cloud, sementara OpenCV memungkinkan sistem mendeteksi dan menghitung objek secara visual menggunakan kamera atau sensor citra (Bradski & Kaehler, 2022). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Anwar, Rahman, dan Porikli (2022), sistem penghitungan objek berbasis *edge computing* dan *OpenCV* menunjukkan tingkat akurasi hingga **96%**, bahkan ketika diterapkan di lingkungan industri dengan pencahayaan variatif. Hal ini menunjukkan potensi besar penerapan sistem serupa untuk pengawasan stok tabung gas di PT. Caraka Cipta Prima.

Penelitian ini menjadi penting karena dapat menjawab tantangan pengelolaan inventaris pada perusahaan distribusi gas yang memiliki tingkat mobilitas barang tinggi. Dengan mengintegrasikan teknologi OpenCV dan IoT, sistem yang diusulkan dapat mendeteksi jumlah tabung gas secara otomatis dan menampilkan datanya secara real-time pada dashboard berbasis web. Pendekatan ini selaras dengan temuan Zhang, Wang, dan Li (2023), yang menegaskan bahwa penerapan *computer vision* dalam

lingkungan *smart warehouse* mampu menekan kesalahan inventaris hingga 40% dibandingkan sistem semi-manual. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki urgensi tinggi dalam meningkatkan efisiensi, akurasi, serta transparansi operasional di PT. Caraka Cipta Prima.

Penelitian ini difokuskan pada perancangan sistem deteksi otomatis jumlah tabung gas di gudang PT. Caraka Cipta Prima. Sistem bekerja dengan mengintegrasikan kamera dan modul IoT (seperti ESP32 atau Raspberry Pi) untuk mendeteksi tabung melalui citra visual dan mengirimkan hasil deteksi ke server. Sistem ini tidak dirancang untuk menilai kondisi fisik atau isi tabung, melainkan hanya untuk menghitung jumlah tabung yang terdeteksi secara otomatis menggunakan algoritma OpenCV berbasis Python. Cakupan penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran awal bagi pengembangan sistem otomatisasi inventaris skala industri.

Konsep sistem ini sejalan dengan arah perkembangan *Industry 4.0* dan digitalisasi logistik, di mana otomatisasi berbasis *data-driven systems* menjadi fondasi utama efisiensi rantai pasok. Zhang et al. (2023) menekankan bahwa penerapan *smart warehouse systems* berbasis *computer vision* dan IoT tidak hanya meningkatkan kecepatan pengambilan keputusan, tetapi juga memberikan visibilitas menyeluruh terhadap seluruh rantai pasok. Dalam konteks distribusi energi, hal ini menjadi sangat penting karena keterlambatan data atau kesalahan stok dapat menimbulkan gangguan signifikan terhadap suplai LPG ke pelanggan industri dan rumah tangga.

Sejumlah penelitian sebelumnya telah membuktikan efektivitas OpenCV dan IoT secara terpisah dalam sistem deteksi objek dan monitoring gudang. Namun, sebagian besar studi tersebut berfokus pada sektor manufaktur atau ritel, bukan pada distribusi gas industri. Penelitian Anwar et al. (2022) hanya menyoroti deteksi objek berbasis *deep learning*, sementara Astutik dan Kurniawan (2023) menitikberatkan pada integrasi IoT tanpa visual recognition. Oleh karena itu, terdapat *research gap* pada integrasi simultan antara OpenCV dan IoT untuk sistem inventaris stok

tabung gas, yang menjadi dasar dari penelitian ini. Berdasarkan permasalahan dan peluang yang telah dijabarkan, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem inventaris stok tabung gas menggunakan teknologi OpenCV berbasis IoT di PT. Caraka Cipta Prima. Sistem ini diharapkan dapat melakukan deteksi otomatis terhadap jumlah tabung gas dan mengirimkan data ke server untuk ditampilkan secara real-time. Secara akademik, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan penerapan *computer vision* dan IoT di sektor distribusi energi, sementara secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi, transparansi, serta akurasi pengelolaan stok tabung gas di lapangan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah diuraikan, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan utama yang terjadi dalam pengelolaan inventaris stok tabung gas di PT. Caraka Cipta Prima, antara lain sebagai berikut:

1. Pencatatan stok tabung gas masih dilakukan secara manual, sehingga sangat bergantung pada ketelitian operator dan berpotensi menimbulkan kesalahan input data.
2. Terjadi ketidaksesuaian antara data stok administrasi dengan kondisi stok aktual di gudang, yang menyebabkan kesulitan dalam proses monitoring dan audit inventaris.
3. Proses penghitungan stok tabung gas membutuhkan waktu yang relatif lama, karena harus dilakukan secara langsung dan berulang, sehingga mengurangi efisiensi operasional gudang.
4. Tidak tersedianya sistem monitoring stok tabung gas secara real-time, yang mengakibatkan keterlambatan dalam pengambilan keputusan terkait distribusi dan pengadaan tabung gas.
5. Tingginya potensi human error dalam proses pencatatan dan pelaporan stok, terutama pada kondisi aktivitas gudang yang padat dan jumlah tabung gas yang besar.

6. Belum diterapkannya teknologi otomatisasi berbasis IoT dan computer vision dalam sistem inventaris, sehingga proses pengelolaan stok belum optimal dan belum selaras dengan konsep Industry 4.0.
7. Kesulitan dalam melakukan pelacakan dan evaluasi histori data stok tabung gas, karena data tidak tersimpan secara terintegrasi dan terdokumentasi dengan baik dalam satu sistem terpusat.

Berdasarkan identifikasi permasalahan tersebut, diperlukan suatu solusi berupa sistem inventaris stok tabung gas yang mampu melakukan pendekripsi dan pencatatan secara otomatis, akurat, dan real-time dengan memanfaatkan teknologi OpenCV berbasis Internet of Things (IoT).

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan fokus, beberapa batasan berikut ditetapkan untuk memperjelas ruang lingkup kajian dan implementasi sistem:

1. Objek penelitian terbatas pada tabung gas LPG di gudang PT. Caraka Cipta Prima. Sistem yang dikembangkan hanya difokuskan untuk mendekripsi dan menghitung jumlah tabung gas yang tersimpan di area penyimpanan perusahaan, tanpa mencakup proses distribusi ke konsumen akhir atau mitra.
2. Sistem hanya berfungsi untuk pendekripsi dan pencatatan jumlah tabung gas. Penelitian ini tidak membahas aspek lain seperti kualitas isi tabung, tekanan gas, kondisi fisik tabung, atau keamanan distribusi. Fokus utama berada pada penghitungan otomatis menggunakan kamera dan *image processing*.
3. Pengujian dilakukan dalam skala terbatas di lingkungan gudang. Evaluasi sistem dilakukan dalam kondisi terkendali pada area penyimpanan yang memiliki pencahayaan cukup dan posisi kamera tetap. Variasi lingkungan seperti perubahan intensitas cahaya, posisi kamera, atau kondisi tabung (misal tertutup sebagian) tidak menjadi fokus utama penelitian. Serta perhitungan yang di lakukan open cv hanya pada area kamera yang telah di atur dalam keadaan yang sesuai dengan lingkungan terkondisi stabil.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah disampaikan, dapat dirumuskan beberapa masalah utama yang menjadi fokus penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi sistem inventaris stok tabung gas yang saat ini digunakan di PT. Caraka Cipta Prima, dan apa saja permasalahan yang muncul akibat penggunaan sistem manual tersebut?
2. Bagaimana penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) dan *OpenCV* dapat membantu proses deteksi dan pencatatan stok tabung gas secara otomatis dan real-time?
3. Bagaimana rancangan dan implementasi sistem inventaris stok tabung gas berbasis IoT dan OpenCV yang efektif dan sesuai dengan kebutuhan operasional di PT. Caraka Cipta Prima?
4. Sejauh mana sistem yang dikembangkan dapat meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kecepatan dalam proses pengelolaan stok tabung gas dibandingkan sistem sebelumnya?

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini disusun untuk menjawab rumusan masalah di atas dan menggambarkan arah dari penelitian yang dilakukan, yaitu:

1. Menganalisis sistem inventaris stok tabung gas yang berjalan di PT. Caraka Cipta Prima serta mengidentifikasi kelemahan dalam pencatatan manual yang menghambat efisiensi dan akurasi data stok.
2. Merancang dan mengembangkan sistem inventaris stok tabung gas berbasis IoT dan *OpenCV* yang mampu melakukan pendekripsi jumlah tabung secara otomatis melalui kamera dan mengirimkan data ke server secara real-time.
3. Menguji kinerja sistem yang diusulkan dengan mengukur tingkat akurasi pendekripsi tabung, kecepatan pemrosesan data, dan efektivitas integrasi antara komponen IoT dan *computer vision*.
4. Mengevaluasi dampak penerapan sistem terhadap efisiensi dan akurasi proses inventaris di PT. Caraka Cipta Prima, serta memberikan

rekомендasi pengembangan lebih lanjut untuk implementasi sistem otomatisasi di sektor logistik energi.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian mengenai Sistem Inventaris Stok Tabung Gas Menggunakan Teknologi OpenCV Berbasis IoT di PT. Caraka Cipta Prima diharapkan memberikan manfaat baik secara akademik maupun praktis sebagai berikut:

1. Manfaat Akademik

1. Kontribusi terhadap pengembangan ilmu di bidang IoT dan Computer Vision. Penelitian ini menambah khazanah pengetahuan di bidang *Internet of Things (IoT)* dan *OpenCV*, khususnya dalam konteks penerapannya pada sistem inventaris dan manajemen aset industri energi. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi empiris mengenai efektivitas integrasi sensor IoT dan *image processing* untuk deteksi objek industri.
2. Menjadi bahan rujukan bagi penelitian sejenis di bidang otomatisasi logistik. Kajian ini dapat dijadikan dasar atau model bagi mahasiswa atau peneliti lain yang tertarik mengembangkan sistem serupa untuk pengelolaan aset industri berbasis otomatisasi visual, terutama di lingkungan *smart warehouse* dan *industry 4.0*.
3. Memberikan pembaruan terhadap penelitian terdahulu. Dengan mengisi *research gap* pada penerapan *OpenCV* dan IoT dalam konteks tabung gas industri, penelitian ini memperkaya literatur yang sebelumnya lebih banyak berfokus pada deteksi objek umum (botol, helm, komponen mesin), seperti yang dijelaskan oleh Anwar, Rahman, & Porikli (2018).