

BAB III

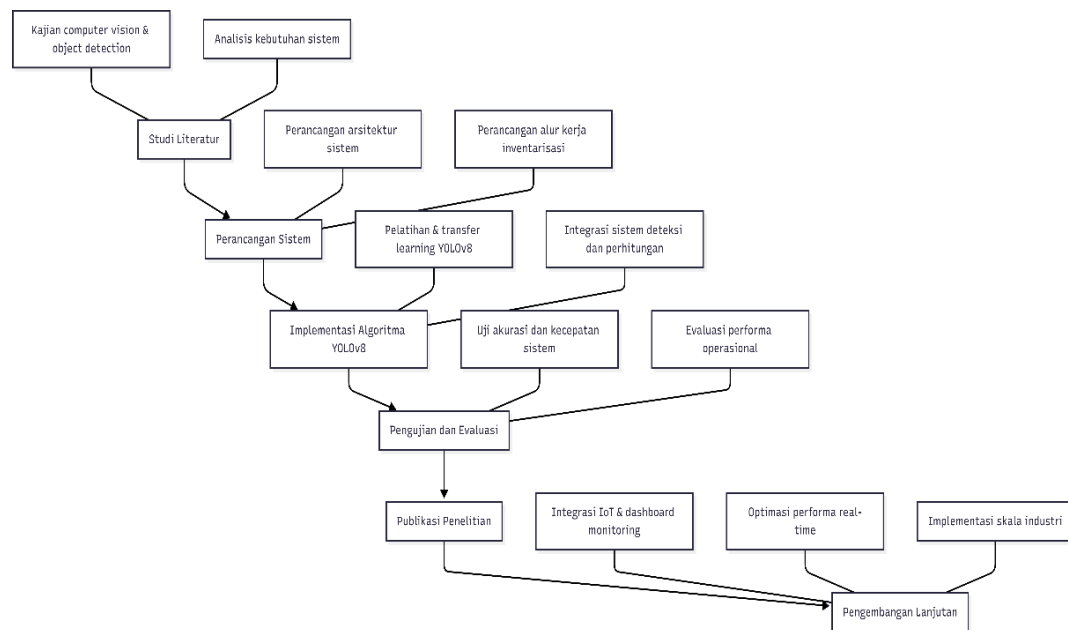
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Peta Jalan (*Roadmap*) Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam rangkaian pengembangan sistem otomatisasi *inventaris* berbasis visi komputer (*computer vision*) di sektor industri distribusi. Peta jalan penelitian mencakup beberapa tahap yang saling berkelanjutan, dimulai dari kajian literatur, perancangan sistem, penerapan algoritma *YOLOv8*, hingga proses evaluasi serta publikasi hasil penelitian. Untuk memperjelas alur kegiatan yang dilakukan, tahapan penelitian ini digambarkan secara visual dalam peta jalan penelitian. Bagan tersebut menunjukkan urutan proses mulai dari tahap awal hingga akhir, yang menjadi panduan dalam pelaksanaan penelitian secara sistematis dan terarah.

Setiap fase dalam peta jalan penelitian saling terhubung dan disusun secara terstruktur untuk menunjang tercapainya tujuan penelitian secara maksimal. Tahap studi literatur berfungsi sebagai dasar dalam penentuan metode dan pemilihan algoritma yang sesuai, sementara tahap perancangan sistem diarahkan pada pengembangan arsitektur serta alur kerja sistem *inventarisasi* otomatis. Berdasarkan rancangan tersebut, algoritma *YOLOv8* kemudian diimplementasikan dan dilanjutkan dengan tahap pengujian serta evaluasi guna mengukur kinerja sistem pada kondisi operasional yang mendekati situasi nyata. Melalui pendekatan bertahap ini, penelitian diharapkan mampu menghasilkan sistem yang tidak hanya berjalan dengan baik, tetapi juga memiliki tingkat akurasi dan keandalan yang

sejalan dengan kebutuhan industri distribusi.



Gambar 3. 1 Peta Jalan Penelitian

Berdasarkan Gambar 3.1, setiap tahap dalam peta jalan penelitian saling berkaitan dan membentuk alur yang berkesinambungan. Proses dimulai dari pengumpulan dan analisis literatur sebagai dasar teoritis, dilanjutkan dengan perancangan sistem serta akuisisi data untuk mendukung pelatihan model *YOLOv8*. Hasil pelatihan kemudian diimplementasikan ke dalam sistem otomatisasi *inventarisasi*, yang selanjutnya diuji melalui tahap evaluasi sebelum akhirnya dipublikasikan sebagai keluaran penelitian.

3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini dirancang secara terstruktur untuk memastikan setiap proses berjalan searah dengan tujuan utama, yaitu merancang dan menerapkan sistem berbasis visi komputer (*vision-based*) guna melakukan pemindaian serta *inventarisasi* dus air mineral dengan algoritma *YOLOv8*. Penelitian ini tidak hanya

berfokus pada aspek teknis pembangunan sistem, tetapi juga menekankan pada relevansi dan penerapan nyata solusi yang dihasilkan terhadap kebutuhan operasional di lapangan.

Metodologi yang digunakan menggabungkan pendekatan deskriptif kuantitatif dan eksperimental. Pendekatan deskriptif berfungsi untuk menganalisis kebutuhan sistem serta kondisi aktual proses *inventarisasi* di lapangan, sedangkan pendekatan eksperimental diterapkan dalam proses pengembangan, pelatihan, dan pengujian model deteksi objek berbasis *YOLOv8*. Setiap tahap penelitian saling berkaitan dan membentuk siklus pengembangan yang bersifat iteratif, dimulai dari pengumpulan data, perancangan, implementasi, hingga evaluasi dan penyempurnaan sistem.

3.2.1 Studi Literatur

Tahapan studi literatur dilakukan untuk membentuk dasar teoritis yang komprehensif sebagai pijakan dalam pengembangan sistem. Pada tahap ini, dilakukan kajian terhadap berbagai sumber ilmiah, meliputi jurnal, prosiding konferensi, buku referensi, serta publikasi daring yang berkaitan dengan visi komputer, deteksi objek, *deep learning*, dan penerapan *algoritma YOLO* dalam sistem *inventarisasi* serta bidang logistik industri.

Fokus studi literatur diarahkan pada pemahaman prinsip deteksi objek berbasis *convolutional neural network* (CNN), arsitektur YOLO khususnya versi YOLOv8, metode *preprocessing* citra, serta metrik yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja model. Temuan dari tahap ini kemudian dijadikan sebagai dasar dalam penentuan pendekatan metodologi dan pemilihan teknologi yang diterapkan dalam penelitian.

3.2.2 Analisis Kebutuhan Sistem

Setelah landasan teoritis dirumuskan secara komprehensif, penelitian ini dilanjutkan pada tahap analisis kebutuhan yang dilakukan langsung di lingkungan operasional distribusi air mineral. Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan faktual yang terjadi dalam proses *inventarisasi*, sekaligus merumuskan spesifikasi kebutuhan sistem yang sesuai dengan kondisi dan karakteristik operasional di lapangan.

Proses analisis dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara dengan staf gudang, serta penelaahan alur bisnis yang sedang berjalan. Dari kegiatan ini diperoleh pemahaman menyeluruh mengenai proses *inventarisasi* manual yang masih diterapkan, termasuk hambatan yang kerap muncul seperti kesalahan pencatatan dan keterlambatan input data. Hasil analisis menunjukkan adanya peluang signifikan untuk peningkatan efisiensi melalui penerapan teknologi visi komputer.

Kebutuhan sistem yang teridentifikasi terbagi menjadi dua kategori:

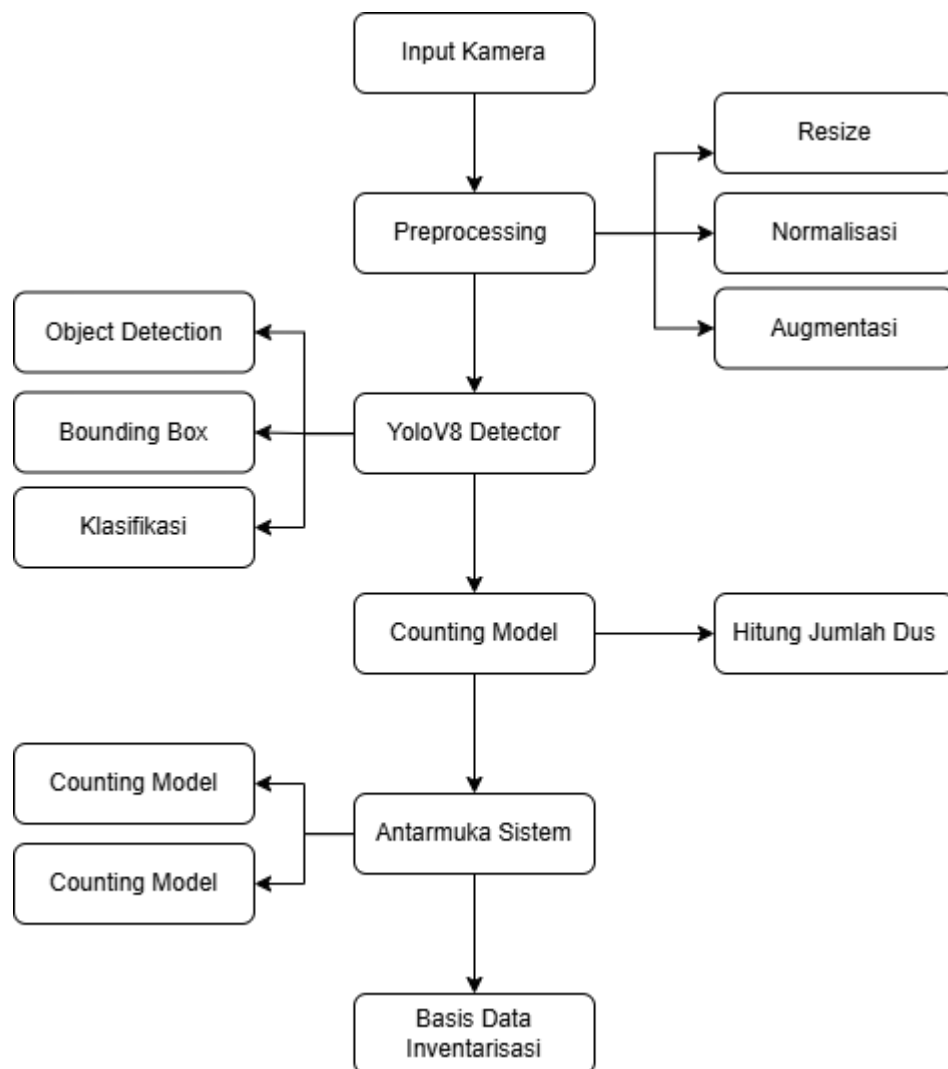
- a. Kebutuhan fungsional, mencakup fitur utama yang wajib tersedia, seperti kemampuan menangkap citra, mendeteksi dus air mineral, menghitung jumlah secara otomatis, serta menampilkan hasil deteksi secara *real-time*.
- b. Kebutuhan nonfungsional, meliputi karakteristik kinerja sistem seperti waktu respon kurang dari 1 detik per frame, tingkat akurasi di atas 90%, kestabilan terhadap kondisi lingkungan, dan antarmuka yang mudah dioperasikan oleh pengguna non-teknis.

Tahapan ini menjadi pijakan penting untuk memastikan rancangan sistem yang dikembangkan tidak hanya efektif dari sisi teknis, tetapi juga efisien dan sesuai dengan kebutuhan operasional pengguna.

3.2.3 Perancangan Sistem

Tahap ini berfungsi untuk menerjemahkan hasil analisis kebutuhan menjadi rancangan konseptual dan arsitektur sistem berbasis visi komputer. Tujuannya adalah menciptakan desain yang terstruktur, modular, serta mudah diimplementasikan dan dikembangkan lebih lanjut.

1. Lapisan Akuisisi (*Input Layer*) berfokus pada penentuan posisi dan konfigurasi kamera untuk menangkap citra dus air mineral. Kamera ditempatkan di area strategis seperti jalur masuk dan rak penyimpanan agar cakupan deteksi lebih optimal.
2. Lapisan Pemrosesan (*Processing Layer*) menggambarkan alur kerja pengolahan citra, mulai dari *preprocessing* (*resize*, *normalisasi*, *augmentasi*), deteksi objek menggunakan *YOLOv8*, hingga perhitungan jumlah dus berdasarkan *bounding box* hasil deteksi.
3. Lapisan Keluaran (*Output Layer*) menampilkan hasil deteksi secara *real-time* melalui antarmuka grafis dan menyimpan data ke basis data untuk kebutuhan pelaporan stok.



Gambar 3. 2 Arsitektur Sistem

Gambar Arsitektur Sistem menggambarkan alur kerja sistem *inventarisasi* dus air mineral berbasis computer vision menggunakan algoritma YOLOv8. Proses dimulai dari kamera yang menangkap citra/video dus air mineral di area gudang.

Citra yang diperoleh kemudian diproses pada tahap preprocessing sebelum dianalisis oleh model YOLOv8 untuk mendeteksi objek dus air mineral dan menghasilkan bounding box. Hasil deteksi tersebut selanjutnya digunakan oleh modul counting untuk menghitung jumlah dus secara otomatis.

Informasi jumlah dus ditampilkan secara *real-time* melalui antarmuka sistem dan disimpan ke dalam basis data *inventaris* sebagai bahan pencatatan stok dan pelaporan. Dengan arsitektur ini, sistem mampu mendukung proses *inventarisasi* yang lebih cepat, akurat, dan efisien.

3.2.5 Akuisisi dan Persiapan Data

Tahapan ini bertujuan untuk mengumpulkan serta menyiapkan data yang akan digunakan dalam pelatihan model *YOLOv8*. Data diperoleh langsung dari lingkungan operasional nyata pada proses distribusi dan penyimpanan dus air mineral, sehingga model dapat beradaptasi dengan kondisi penggunaan sebenarnya.

1. Mengambil gambar dan video dus air mineral dari berbagai sudut pandang dan kondisi pencahayaan, baik terang maupun redup.
2. Mengumpulkan dataset sebanyak 50 - 100 citra beresolusi tinggi (1080p).
3. Melakukan pelabelan *bounding box* dan kelas objek menggunakan aplikasi *LabelImg* atau *Roboflow*.
4. Membagi dataset menjadi 70% data pelatihan, 20% validasi, dan 10% pengujian.
5. Menerapkan teknik *data augmentation* seperti *rotasi*, *flipping*, dan penyesuaian kecerahan untuk meningkatkan kemampuan generalisasi model.

Kualitas dataset menjadi faktor penentu utama keberhasilan sistem, karena secara langsung memengaruhi akurasi dan kemampuan model dalam mengenali objek pada kondisi nyata.

3.2.6 Pelatihan Model YOLOv8

Pada tahap ini dilakukan proses pelatihan model YOLOv8 menggunakan dataset yang telah disiapkan. Pelatihan dijalankan di lingkungan *Python* dengan *framework Ultralytics YOLOv8* dan dukungan GPU untuk mempercepat komputasi.

1. Menetapkan parameter utama seperti *batch size*, *epoch*, *learning rate*, dan ukuran citra (misalnya 640×640 piksel).
2. Menggunakan *transfer learning* dari model dasar YOLOv8s (*small version*) agar pelatihan berlangsung lebih efisien.
3. Melakukan proses *training* dan *validation* dengan memantau metrik performa seperti *precision*, *recall*, *F1-score*, serta *mean Average Precision* (mAP).
4. Memilih model terbaik berdasarkan hasil validasi tertinggi dengan waktu inferensi terendah.

Model terbaik kemudian disimpan dalam format *.pt* (*PyTorch*) untuk selanjutnya diintegrasikan ke sistem aplikasi.

3.2.7 Implementasi Sistem

Tahapan implementasi berfokus pada integrasi model YOLOv8 terlatih ke dalam aplikasi *inventarisasi*. Aplikasi dikembangkan menggunakan bahasa Python dengan dukungan pustaka seperti *OpenCV* untuk pengolahan citra, serta *Flask* atau *Streamlit* untuk membangun antarmuka pengguna.

Fitur utama sistem meliputi:

1. Deteksi dan penghitungan dus secara otomatis dari video *streaming*.

2. Visualisasi hasil deteksi berupa *bounding box* dan label objek secara langsung di layar.
3. Penyimpanan hasil deteksi ke basis data untuk mendukung proses pelaporan stok.
4. Antarmuka yang sederhana, responsif, dan mudah digunakan oleh operator non-teknis.

Pengujian awal dilakukan di lingkungan gudang penyimpanan untuk menilai performa sistem pada kondisi nyata, termasuk stabilitas, akurasi, dan efisiensi waktu dalam proses *inventarisasi*.

3.2.8 Evaluasi Sistem

Tahap ini bertujuan mengevaluasi efektivitas sistem dari aspek teknis maupun operasional. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil deteksi otomatis dengan hasil penghitungan manual oleh staf gudang.

Aspek evaluasi mencakup:

1. Akurasi deteksi

Akurasi deteksi dievaluasi menggunakan metrik *Precision*, *Recall*, dan *Average Precision (AP)* yang dihitung berdasarkan nilai *True Positive (TP)*, *False Positive (FP)*, dan *False Negative (FN)*.

- a. *Precision* menunjukkan tingkat ketepatan prediksi objek:

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (1)$$

- b. *Recall* menunjukkan kemampuan sistem dalam mendeteksi seluruh objek yang seharusnya terdeteksi:

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2)$$

c. *Average Precision* (AP) dihitung sebagai luas area di bawah kurva

Precision–Recall:

$$AP = \int_0^1 \text{Precision}(\text{Recall}) d(\text{Recall}) \quad (3)$$

Dalam implementasi *YOLOv8*, performa model umumnya dirangkum menggunakan nilai mAP (*mean Average Precision*), yaitu rata-rata AP dari seluruh kelas objek:

$$mAP = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N AP_i \quad (4)$$

2. Kecepatan Inferensi

Dinilai berdasarkan *frames per second* (FPS) untuk memastikan kinerja *real-time*.

$$FPS = \frac{\text{Jumlah Frame}}{\text{WaktuProses(detik)}} \quad (5)$$

3. Ketahanan Sistem

Ketahanan sistem diuji dengan membandingkan nilai akurasi pada berbagai kondisi pencahayaan, sudut kamera, dan posisi tumpukan dus. Nilai performa dihitung menggunakan rata-rata akurasi pada setiap skenario pengujian:

$$Akurasi_{rata-rata} = \frac{\sum_{i=1}^n Akurasi_i}{n} \quad (6)$$

dengan n adalah jumlah skenario pengujian.

4. Uji kegunaan (*usability test*),

Dilakukan bersama pengguna untuk menilai kemudahan penggunaan dan kepuasan terhadap antarmuka sistem.

$$\text{Persentase kepuasan} = \frac{\text{Skor diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\% \quad (7)$$

pengujian kemudian dibandingkan dengan proses manual guna menilai peningkatan efisiensi dan akurasi *inventarisasi* yang dicapai.

3.2.9 Dokumentasi dan Publikasi

Tahap terakhir meliputi penyusunan laporan penelitian serta publikasi hasil. Seluruh proses, mulai dari desain, pelatihan, hingga hasil evaluasi sistem, dirangkum dalam laporan akhir yang memuat analisis serta rekomendasi pengembangan selanjutnya.

Selain dokumentasi internal, hasil penelitian juga akan dituangkan dalam bentuk artikel ilmiah untuk diterbitkan pada jurnal nasional terakreditasi atau konferensi internasional di bidang *Artificial Intelligence*, *Machine Vision*, dan *Automation Systems*. Publikasi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik serta menjadi acuan penerapan teknologi serupa di sektor industri lain.

Sebagai bagian dari tahapan perancangan sistem dan penyusunan laporan penelitian, dilakukan analisis mendalam terhadap akar permasalahan yang menjadi dasar pelaksanaan studi ini. Analisis tersebut bertujuan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan benar-benar berorientasi pada penyelesaian permasalahan utama dalam proses *inventarisasi* dus air mineral di lingkungan distribusi. Untuk mengidentifikasi faktor penyebab utama dari permasalahan tersebut, digunakan pendekatan fishbone diagram atau diagram sebab-akibat. Metode ini dipilih karena mampu menampilkan hubungan antar berbagai faktor yang memengaruhi permasalahan secara sistematis, sehingga memudahkan dalam menelusuri akar penyebabnya.

Selain faktor prosedural, kondisi lingkungan juga memiliki pengaruh signifikan terhadap munculnya permasalahan *inventarisasi*. Variasi intensitas pencahayaan pada area penyimpanan, ketidakteraturan posisi tumpukan dus, serta konfigurasi tata letak gudang yang kurang efisien terbukti berdampak pada menurunnya akurasi proses pendeteksian dan penghitungan stok secara manual. Temuan tersebut menjadi landasan penting dalam pengembangan sistem otomatis berbasis visi komputer yang diharapkan mampu mengatasi keterbatasan tersebut serta meningkatkan efisiensi proses *inventarisasi* dus air mineral.