

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Di era perkembangan teknologi yang pesat, kendaraan otonom menjadi semakin penting sebagai solusi inovatif dalam berbagai aplikasi seperti infrastruktur dan inspeksi lingkungan. Salah satu tantangan terbesar dalam mengoperasikan kendaraan otonom adalah kemampuan untuk mendeteksi dan menganalisis kondisi lingkungan secara akurat. Oleh karena itu, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) telah melakukan berbagai pengembangan pada sistem robot otonom. Sejauh ini, pengembangan robot otonom oleh BRIN masih berfokus pada navigasi berbasis jalur yang telah ditentukan, tanpa kemampuan untuk mendeteksi dan menganalisis lingkungan sekitar secara menyeluruh. Sistem visual yang digunakan juga terbatas pada pemantauan di bagian depan robot, sehingga belum mendukung persepsi spasial 360 derajat maupun respons adaptif terhadap objek di sekitarnya.

Meskipun perkembangan teknologi kendaraan otonom semakin pesat, masih terdapat berbagai tantangan dalam meningkatkan efektivitas dan efisiensi sistem inspeksi berbasis robot otonom. Robot inspeksi digunakan untuk mengumpulkan data visual dan menganalisis kondisi area tertentu, baik dalam sektor infrastruktur, lingkungan, maupun industri. Salah satu tantangan utama adalah keterbatasan sistem visual yang hanya mampu memantau ke arah depan tanpa cakupan spasial yang lebih luas. Hal ini menyebabkan robot inspeksi memiliki keterbatasan dalam mendeteksi dan menganalisis kondisi lingkungan sekitar secara menyeluruh, sehingga dapat melewati objek atau kondisi penting yang berada di luar jangkauan sensor. Selain itu, sistem inspeksi yang ada masih banyak mengandalkan kombinasi multi-sensor, seperti sensor ultrasonik atau LiDAR, yang meskipun akurat, memiliki tantangan tersendiri terkait biaya, integrasi sistem, serta performa pada kondisi pencahayaan rendah atau lingkungan yang kompleks. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan alternatif yang lebih efisien dan tetap mampu memberikan akurasi yang tinggi.

Dengan permasalahan tersebut, pemanfaatan kamera secara eksklusif dengan konfigurasi yang optimal dapat menjadi solusi. Namun hal ini belum banyak dieksplorasi. Tantangan utama adalah bagaimana sistem berbasis kamera dapat mengatasi keterbatasan pencahayaan dan memberikan informasi lingkungan yang akurat secara *real-time*. Dari pemikiran tersebut, penelitian (Abdul Aziz et al., 2024) menjadi dasar penelitian ini karena kamera dapat dioptimalkan untuk mendeteksi objek dengan menggabungkannya dengan platform NVIDIA Jetson Nano yang mampu mendeteksi objek menggunakan model YOLOv8.

Penggunaan kamera dapat dioptimalkan dengan mengusulkan pengembangan sistem sensor multi-modal yang sepenuhnya berbasis kamera. Dengan mempertimbangkan sudut pandang kamera dan sistem penggabungan data dari beberapa sensor kamera, sistem ini memanfaatkan enam kamera yang disusun dalam konfigurasi 360° untuk menciptakan pemandangan lingkungan secara menyeluruh, serta didukung oleh platform NVIDIA Jetson AGX Orin yang mampu mendeteksi objek. Pendekatan ini bertujuan untuk memberikan solusi yang lebih efisien secara biaya, dengan tetap memastikan akurasi tinggi dalam mendeteksi objek serta menganalisis kondisi lingkungan. Dengan menggabungkan data dari enam kamera menjadi satu pandangan komprehensif, sistem ini tidak hanya meningkatkan kualitas data yang ditangkap, tetapi juga memungkinkan kendaraan otonom memantau objek secara *real-time*.

Sistem robot otonom ini memiliki potensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai robot *search and rescue* (SAR). Dalam situasi darurat seperti bencana alam, kecelakaan industri, atau operasi pencarian korban di area berbahaya, robot SAR dapat membantu tim penyelamat dengan memberikan informasi *real-time* mengenai kondisi lingkungan serta mendeteksi keberadaan manusia atau objek tertentu. Integrasi dengan algoritma deteksi objek berbasis kecerdasan buatan juga memungkinkan robot untuk mengenali manusia atau objek penting lainnya dengan lebih akurat, sehingga mempercepat respons dalam situasi darurat.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa tingkat akurasi deteksi objek di lingkungan nyata pada kondisi pencahayaan terang dan kurang terang?
2. Berapa intensitas cahaya minimum yang diperlukan agar sistem dapat mendeteksi objek?
3. Berapa jarak maksimum objek dapat terdeteksi?
4. Bagaimana pengaruh kecepatan pergerakan robot terhadap waktu yang dibutuhkan untuk mencapai area deteksi manusia?
5. Berapa lama waktu yang dibutuhkan sistem untuk mendeteksi objek?

## 1.3 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup penelitian tidak terlalu luas, batasan masalah yang diterapkan adalah sebagai berikut:

1. Sistem ini digunakan sebagai aplikasi inspeksi pada robot otonom.
2. Sistem sensor visual yang dikembangkan akan dibatasi pada penggunaan enam kamera yang digabungkan dalam satu *frame* untuk menciptakan tampilan dari berbagai arah.
3. Pengujian sistem sensor visual akan dilakukan dalam kondisi pencahayaan yang bervariasi, namun tidak mencakup kondisi ekstrem seperti kegelapan total atau cuaca buruk.
4. Penelitian ini akan terbatas pada robot otonom yang sudah ada, dan tidak mencakup pengembangan atau modifikasi kendaraan itu sendiri.

## 1.4 Tujuan dan Manfaat

### 1.4.1 Tujuan

Mengembangkan sistem sensor visual multi-modal dengan enam kamera pada robot otonom untuk meningkatkan penginderaan dan deteksi objek, meningkatkan akurasi dan efisiensi inspeksi, serta memungkinkan pemantauan secara *real-time*.

#### *1.4.2 Manfaat*

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Meningkatkan akurasi dan efisiensi inspeksi.
2. Mendukung pemeliharaan preventif.
3. Meningkatkan keselamatan masyarakat dengan teknologi robot otonom.