

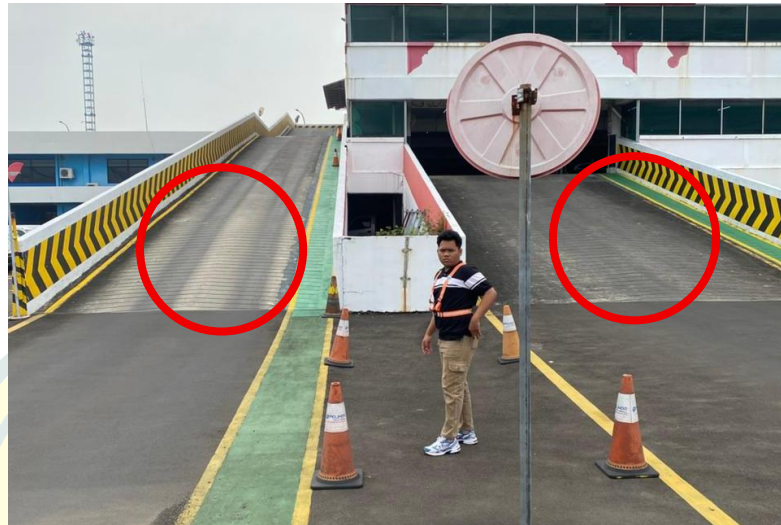
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Aktivitas operasional di terminal kendaraan memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi, khususnya pada area penumpukan digunakan untuk kegiatan bongkar muat, penempatan kendaraan sementara, serta pengaturan distribusi kendaraan sehingga memiliki tingkat mobilitas yang cukup tinggi (Zulfadilah et al., 2025). Intensitas lalu lintas kendaraan operasional, keterbatasan ruang gerak, serta dinamika bongkar muat yang berlangsung secara bersamaan menuntut pengelolaan keselamatan kerja yang terencana dan berkelanjutan, tingginya aktivitas operasional dan kompleksitas di pelabuhan meningkatkan tantangan keselamatan (Nawawi et al., 2024). Dalam kondisi tersebut, potensi terjadinya kecelakaan kerja, terutama tabrakan antar unit CBU, menjadi risiko yang perlu mendapatkan perhatian serius dari seluruh pemangku kepentingan di lingkungan pelabuhan.

Untuk memperkuat identifikasi permasalahan yang ditemukan melalui observasi lapangan, peneliti melakukan wawancara dengan beberapa pihak yang terlibat secara langsung dalam kegiatan operasional, yaitu *Driver*, *Foreman*, dan *Deputy Branch Manager* PT Indonesia Kendaraan Terminal. Berdasarkan hasil wawancara, diperoleh informasi bahwa aktivitas lalu lintas kendaraan di area penumpukan memiliki intensitas yang cukup tinggi, terutama pada jalur utama yang menjadi akses keluar masuk kendaraan. Selain itu, narasumber menyampaikan bahwa terdapat beberapa titik persimpangan yang memiliki keterbatasan pandangan (*blind spot*), sehingga pengemudi mengalami kesulitan untuk mengetahui keberadaan kendaraan yang datang dari arah lain. Kondisi tersebut menyebabkan pengemudi harus meningkatkan kewaspadaan ketika melintasi area tersebut, terutama pada saat aktivitas bongkar muat berlangsung dengan intensitas yang tinggi.



Gambar 1. 1 Foto Kondisi Akses Jalan Bercabang

Sumber: Data diolah, 2026

PT Indonesia Kendaraan Terminal Tbk sebagai operator terminal khusus kendaraan memiliki tanggung jawab besar dalam memastikan kegiatan operasional berjalan secara aman dan tertib. Tantangan utama yang dihadapi adalah kondisi area penumpukan ditandai dengan keberadaan titik *blind spot*, jalur kendaraan dengan jarak pandang terbatas, serta pola jalan yang bercabang yang menuntut kewaspadaan tinggi dalam pengaturan lalu lintas internal. Pada Gambar 1.1 foto kondisi akses jalan bercabang yang ditandai dengan lingkaran merah menggambarkan salah satu kondisi jalur kendaraan yang bercabang. Kondisi ini meningkatkan kemungkinan terjadinya kecelakaan akibat keterlambatan respons pengemudi terhadap keberadaan kendaraan lain di sekitarnya (Cui et al., 2024). Meskipun prosedur operasional dan rambu keselamatan telah diterapkan, karakteristik lapangan yang dinamis menuntut adanya dukungan tambahan berupa sistem peringatan dini yang bersifat preventif.

Dalam kegiatan operasional di area penumpukan, diperlukan suatu sistem yang dapat mendukung keselamatan kerja, khususnya dalam membantu pengemudi dalam mengenali kondisi di sekitar kendaraan. Pada area dengan potensi risiko seperti jalur bercabang dan titik dengan keterbatasan jarak pandang, perkembangan

teknologi berbasis sensor membuka peluang penerapan solusi keselamatan kerja yang lebih adaptif dan aplikatif, hal tersebut dikarenakan menjadi hal yang penting untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan (Keall & Newstead, 2026). Sistem tersebut diharapkan mampu memberikan informasi secara langsung kepada *driver*, baik dalam bentuk visual (lampu rotary) maupun suara (sirine buzzer), sehingga dapat meningkatkan kewaspadaan saat berkendara (König et al., 2024). Dengan adanya dukungan teknologi yang tepat, proses pergerakan kendaraan di area operasional dapat berjalan dengan lebih aman dan terkendali.

Namun, kondisi yang ditemukan di lapangan menunjukkan bahwa sistem peringatan semacam ini belum tersedia secara optimal pada beberapa titik di area penumpukan. Pengendalian lalu lintas internal saat ini masih bertumpu pada kewaspadaan pengemudi, rambu statis, serta pengaturan prosedural. Pendekatan tersebut memerlukan tingkat konsentrasi tinggi dan belum sepenuhnya mampu memberikan notifikasi secara langsung terhadap potensi bahaya di titik *blind spot* (Shi et al., 2022). Hal ini dapat meningkatkan risiko terjadinya tabrakan antar kendaraan, khususnya pada situasi dengan tingkat aktivitas yang cukup tinggi (Zhang et al., 2024). Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu upaya yang dapat membantu meningkatkan kewaspadaan pengemudi melalui pemanfaatan teknologi yang sederhana namun efektif. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pengembangan prototipe sensor gerak berbasis mikrokontroler sebagai sistem peringatan dini yang diharapkan dapat memberikan informasi secara langsung kepada pengemudi/*driver* di area rawan. Prototipe sensor gerak ini dirancang untuk dipasang pada area penumpukan, khususnya di titik *blind spot*, jalur kendaraan dengan jarak pandang terbatas, serta pola jalan yang bercabang. Dengan adanya prototipe ini, keselamatan operasional tidak hanya bergantung pada prosedur dan kesadaran manusia, tetapi juga diperkuat oleh tindakan preventif dengan dukungan teknologi yang dirancang sesuai dengan karakteristik lingkungan kerja pelabuhan kendaraan untuk menunjang budaya keselamatan kerja (Wang et al., 2024).

1.2 Fokus Penelitian

Penelitian ini difokuskan pada perancangan prototipe sensor gerak sebagai sistem peringatan dini untuk mendukung keselamatan operasional di area penumpukan PT Indonesia Kendaraan Terminal Tbk. Prototipe yang dikembangkan berupa perangkat keras yang terdiri atas sensor gerak, mikrokontroler, serta komponen keluaran berupa alarm suara dan lampu indikator. Perangkat ini dirancang untuk dipasang pada titik-titik strategis, khususnya pada jalur kendaraan yang bercabang dan area dengan jarak pandang terbatas.

Fokus utama penelitian diarahkan pada proses perancangan alat yang sesuai dengan kondisi lapangan serta kebutuhan operasional di area penumpukan. Penelitian ini tidak membahas integrasi sistem dengan jaringan digital skala besar maupun pengembangan perangkat lunak berbasis internet, melainkan menitikberatkan pada fungsi deteksi pergerakan kendaraan dan efektivitas sistem peringatan yang dihasilkan. Pengujian dilakukan secara terbatas untuk menilai respons sensor terhadap pergerakan objek serta kejelasan sinyal peringatan yang diberikan. Fokus utama dalam penelitian ini meliputi:

1. Mengidentifikasi kondisi operasional di area penumpukan yang memiliki potensi risiko tabrakan antar CBU, khususnya pada titik *blind spot* dan jalur kendaraan bercabang.
2. Merancang prototipe sensor gerak berbasis mikrokontroler yang mampu mendeteksi pergerakan kendaraan dalam radius tertentu.
3. Mengimplementasikan sistem peringatan berupa alarm suara dan lampu indikator sebagai respons terhadap deteksi pergerakan.
4. Melakukan pengujian terbatas untuk menilai kinerja alat dalam memberikan peringatan dini serta relevansinya terhadap upaya pencegahan kecelakaan di area penumpukan.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang ditemukan di area operasional, khususnya pada titik *blind spot* dan jalur kendaraan yang bercabang, maka rumusan masalah

dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut: Bagaimana merancang prototipe sensor gerak sebagai sistem peringatan dini untuk membantu mencegah terjadinya tabrakan antar *Completely Built Up* (CBU) pada titik *blind spot*, jalur kendaraan dengan jarak pandang terbatas, serta pola jalan yang bercabang di area penumpukan PT Indonesia Kendaraan Terminal Tbk?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan di atas, tujuan penelitian ini adalah merancang prototipe sensor gerak sebagai sistem peringatan dini pada titik *blind spot*, jalur kendaraan dengan jarak pandang terbatas, serta pola jalan yang bercabang di area penumpukan PT Indonesia Kendaraan Terminal Tbk.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis: Penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi ilmiah mengenai penerapan teknologi sensor dan mikrokontroler dalam mendukung keselamatan operasional di lingkungan terminal kendaraan. Kajian ini juga memberikan kontribusi dalam pengembangan konsep sistem peringatan dini berbasis perangkat keras pada area dengan potensi risiko tinggi. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi rujukan bagi penelitian lanjutan yang membahas pengendalian risiko kecelakaan kendaraan di kawasan pelabuhan maupun area industri dengan karakteristik pergerakan yang serupa.
2. Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat membantu manajemen dan pihak operasional PT Indonesia Kendaraan Terminal Tbk dalam meningkatkan aspek keselamatan kerja di area penumpukan. Prototipe yang dirancang dapat digunakan sebagai alat bantu peringatan pada titik *blind spot*, jalur kendaraan dengan jarak pandang terbatas, serta pola jalan yang bercabang, sehingga diharapkan mampu mendukung upaya pencegahan tabrakan antar CBU serta menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan tertib.