

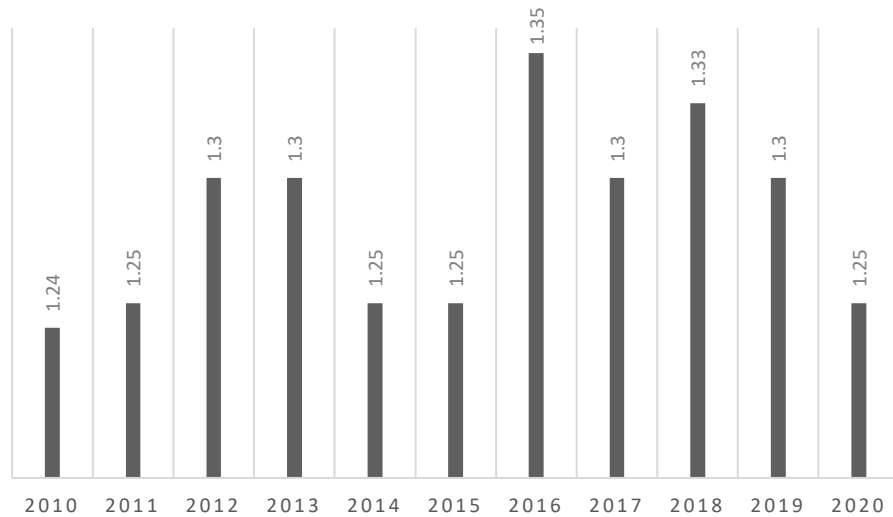
BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Badan Riset dan Inovasi Nasional disingkat BRIN adalah lembaga pemerintah yang berada di bawah dan bertanggung jawab kepada Presiden dalam menyelenggarakan penelitian, pengembangan, pengkajian, dan penerapan, serta invensi dan inovasi, penyelenggaraan ketenaganukliran, dan penyelenggaraan keantariksaan yang terintegrasi (Peraturan Presiden Republik Indonesia, 2021). Salah satu penelitian yang dilakukan di BRIN adalah *Autonomous Personal Mobility Vehicle* yang dinamakan SEATER. *Single-Passenger Electric Autonomous Transporter* atau SEATER adalah robot kendaraan listrik satu penumpang yang merupakan salah satu riset di Pusat Riset Mekatronika Cerdas (PRMC), BRIN. Robot kendaraan ini merupakan tipe kendaraan mobilitas perorangan yang dapat beroperasi secara otonom atau tanpa pengemudi di kawasan khusus seperti di Kawasan Sains dan Teknologi BRIN (BRIN, 2024). SEATER, yang merupakan *Autonomous Personal Mobility Vehicle*, diharapkan dapat menjadi solusi transportasi modern yang ramah lingkungan dan efisien.

Meskipun telah dirancang untuk mampu bergerak secara mandiri, pada riset yang sudah dilakukan SEATER masih belum dilengkapi dengan sistem keamanan yang efisien, sehingga berpotensi menimbulkan risiko keselamatan, terutama ketika robot kendaraan harus berhenti mendadak akibat adanya hambatan di jalur lintasan. Berdasarkan data dari (World Health Organization, 2023) Kecelakaan lalu lintas yang mengakibatkan kematian tiap tahunnya tidak pernah mengalami penurunan yang signifikan, selalu stabil di angka ~1,25 juta. Data angka kecelakaan lalu lintas yang mengakibatkan kematian dalam satuan juta dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Grafik Estimasi Total Kecelakaan Lalu Lintas

Data dari Korlantas Polri menunjukkan bahwa faktor teknologi sebagai pemicu kecelakaan didominasi oleh kegagalan pengereman yang mencapai 44 persen. Oleh sebab itu, untuk meningkatkan aspek keselamatan, dibutuhkan pengembangan sistem keamanan yang baik dan efektif untuk diterapkan pada robot kendaraan SEATER. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan berupa sistem pengereman kaliper berbasis servo motor, yang dapat dikendalikan secara elektronik dan diintegrasikan dengan *Robot Operating System (ROS) 2* sebagai sistem kendali utama. Servo motor tersebut nantinya dapat melakukan pengereman dengan presisi dan cepat berdasarkan perintah dari sistem kontrol.

Selain itu, untuk mendukung peningkatan dalam sistem keamanan SEATER dalam berkendara, SEATER akan dilengkapi dengan sensor LiDAR yang ditempatkan pada bagian depan robot kendaraan SEATER untuk mendeteksi keberadaan hambatan di sekeliling robot kendaraan. Data dari sensor-sensor ini akan diproses oleh sistem kontrol untuk memberikan perintah pengereman secara otomatis jika terdeteksi potensi tabrakan, sehingga meningkatkan keselamatan dalam berbagai kondisi.

Berbagai penelitian terkait sistem pengereman otomatis telah dilakukan, menunjukkan hasil yang menjanjikan. Penelitian oleh (Rakhi Pete & Dr. Manik Deosarkar, 2024) mengembangkan *Automatic Braking System* yang mampu bekerja secara efektif mulai dari jarak 15 meter dengan dukungan sensor jarak ke depan (*forward*) maupun ke belakang (*reverse*). Sementara itu, (Ataur et al., 2024)

merancang *Autonomous Servo-Electro Braking System* untuk kendaraan listrik berkecepatan tinggi dengan menggunakan dua aktuator, yaitu motor elektromagnetik yang mampu menekan beban sebesar 80 N dan motor linier dengan daya tekan hingga 500 N.

Selain itu, (Hartono et al., 2019) Berhasil mengotomatisasi sistem pengereman mobil menggunakan sensor jarak yang mampu beroperasi dalam tiga skenario berbeda, sehingga dapat memaksimalkan fungsi pengereman sesuai kondisi. Penelitian oleh (Ramaprabha et al., 2022) Juga mengembangkan *Autonomous Braking System* berbasis *linear actuator* yang dapat diterapkan pada tiga situasi jalan berbeda, seperti kondisi jalan kering, jalan licin, dan menggunakan pendekatan *work-energy*. Sementara itu, (Sorrentino et al., 2021) Merancang Remote Emergency Braking System untuk kendaraan listrik otonom balap yang mampu menghasilkan perlambatan lebih dari 8 m/s^2 , bahkan mencapai $21,8 \text{ m/s}^2$ pada kondisi ideal, sehingga sangat efektif pada kecepatan tinggi.

Walaupun beberapa pengembangan menunjukkan performa yang baik, sebagian besar sistem yang menggunakan *linear actuator* masih memiliki respons yang relatif lambat. Oleh karena itu, melalui penelitian ini akan dikembangkan sistem pengereman kaliper berbasis servo yang terintegrasi dengan sensor LiDAR dan sistem kontrol berbasis ROS 2 untuk robot kendaraan SEATER. Diharapkan sistem ini dapat mengatasi kekurangan dari teknologi yang sebelumnya dengan memberikan respons pengereman yang lebih cepat, lebih presisi, dan sesuai dengan standar keselamatan nasional.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan tersebut, rumusan masalah dalam proyek akhir ini meliputi perancangan sistem pengereman kaliper berbasis aktuator servo yang sesuai dengan kebutuhan operasional SEATER. Selanjutnya, diperlukan integrasi antara sistem pengereman, kamera, LiDAR, dan *framework* Robot Operating System 2 (ROS 2) guna mendeteksi hambatan di sekitar robot-robot kendaraan. Melalui metode yang diterapkan, nantinya akan dievaluasi efektivitas sistem pengereman terhadap keamanan pada operasional robot kendaraan SEATER.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan – batasan masalah pada proyek akhir ini berupa:

- 1) Penelitian ini difokuskan pada pengembangan sistem pengereman kaliper berbasis servo, tanpa memodifikasi sistem penggerak utama SEATER.
- 2) Sensor yang digunakan terbatas pada sensor LiDAR yang dipasang pada bagian depan robot kendaraan SEATER serta kamera RGB-D.
- 3) Sistem kendali hanya menggunakan ROS 2 sebagai *framework* kontrol dan Arduino Nano sebagai mikrokontroler.
- 4) Sistem pengereman tidak diintegrasikan dengan Nav2 sebagai kendali cerdas dalam ROS 2.
- 5) Pengujian dilakukan di Kawasan Sains dan Teknologi BRIN Bandung.

1.4 Tujuan

Terdapat tujuan dilakukan penelitian ini, yaitu:

- 1) Merancang dan mengimplementasikan sistem pengereman kaliper berbasis servo pada robot kendaraan SEATER.
- 2) Mengintegrasikan sistem pengereman dengan sensor LiDAR guna mendeteksi hambatan secara *real-time* serta kamera guna mendeteksi manusia.
- 3) Menguji kinerja dan efektivitas sistem pengereman berbasis servo dalam meningkatkan keselamatan SEATER pada saat beroperasi secara otonom.

1.5 Manfaat

Manfaat – manfaat yang diharapkan pada penelitian ini berupa:

- 1) Meningkatkan keselamatan operasional robot kendaraan SEATER melalui pengembangan sistem pengereman yang terintegrasi.
- 2) Memberikan hasil penelitian yang berpotensi untuk dikembangkan ke tahap produksi yang lebih lanjut atau bahkan komersialisasi.