

Pengembangan Prototipe Sistem Peringatan Dini Tabrakan Belakang Pada Truk Berbasis Arduino

Achmad Fadli^{*1}, Tri Wahyu Supardi²

¹Program Studi Elektronika dan Instrumentasi, DIKE, FMIPA, UGM, Yogyakarta, Indonesia

²Departemen Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA UGM, Yogyakarta, Indonesia

e-mail: ^{*1}ildafadli16@mail.ugm.ac.id, ²twsupardi@ugm.ac.id

Abstrak

Kecelakaan tabrak belakang pada truk kerap terjadi akibat kurangnya kesadaran pengemudi menjaga jarak aman serta adanya area titik buta di sekitar truk, terutama di bagian belakang. Titik buta ini membuat kendaraan yang terlalu dekat dengan truk sulit terdeteksi oleh pengemudi, sehingga meningkatkan risiko tabrakan, terutama saat terjadi pengereman mendadak. Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini mengembangkan prototipe sistem peringatan dini tabrakan belakang berbasis Arduino menggunakan sensor TF02-Pro LiDAR dan sensor kecepatan MK421137. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi jarak dan kecepatan kendaraan di belakang secara real-time serta memberikan peringatan berupa alarm jika kondisi jarak dan kecepatan mencapai ambang batas berbahaya.

Pengujian dilakukan menggunakan simulasi dengan variasi kecepatan kendaraan belakang sebesar 15 km/jam, 20 km/jam, dan 30 km/jam. Hasil menunjukkan bahwa sistem berhasil mendeteksi kecepatan kendaraan belakang dengan akurasi 97,75% dan rata-rata kesalahan 2,25%. Selain itu, status alarm berhasil aktif sesuai dengan ambang batas jarak dan kecepatan yang ditentukan. Prototipe ini diharapkan mampu meningkatkan keselamatan berkendara dengan memberikan peringatan dini yang efektif kepada pengemudi di belakang truk..

Kata kunci— titik buta, tabrak belakang, sistem peringatan dini

Abstract

Rear-end collisions with trucks often occur due to the lack of driver awareness in maintaining a safe following distance, as well as the presence of blind spots around the truck, especially at the rear. These blind spots make it difficult for drivers of vehicles too close to the truck to be detected, thus increasing the risk of collision, especially during sudden braking. To address this issue, this study develops a prototype of a rear-end collision early warning system based on Arduino, using TF02-Pro LiDAR and MK421137 speed sensors. This system is designed to detect the distance and speed of vehicles behind in real-time and provide an alarm warning if the distance and speed conditions reach dangerous thresholds.

Testing was carried out using simulations with variations in the speed of the following vehicle at 15 km/h, 20 km/h, and 30 km/h. The results showed that the system successfully detected the speed of the following vehicle with an accuracy of 97.75% and an average error of 2.25%. Furthermore, the alarm status was successfully activated based on the predefined distance and speed thresholds. This prototype is expected to enhance road safety by providing effective early warnings to drivers behind trucks.

Keywords— blind spots, rear-end collision, early warning system

1. PENDAHULUAN

Truk, sebuah kendaraan yang digunakan untuk memindahkan berbagai jenis material, telah menjadi bagian penting dari berbagai sektor industri, seperti industri konstruksi, pertambangan, dan pertanian. Dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan truk telah mengalami peningkatan signifikan. Jumlah truk yang digunakan di Indonesia sekitar 5,49 juta unit pada tahun 2022 yang meningkat sekitar 190 ribu unit dari tahun sebelumnya [1].

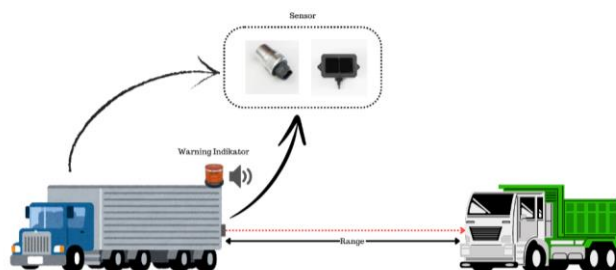
Jumlah truk yang terus bertambah, angka kecelakaannya pun meningkat. Kecelakaan truk menjadi perhatian serius karena merupakan salah satu kecelakaan di jalan tol yang banyak memakan korban jiwa yaitu kecelakaan tabrak belakang [2]. Data menunjukkan bahwa lebih dari 90 persen kecelakaan tabrak belakang truk berujung pada kematian [3]. Kecelakaan tabrak belakang yang dimaksud yaitu suatu kendaraan menabrak bagian belakang kendaraan lain. Banyak penyebab yang melandasi terjadinya kecelakaan tabrak belakang, antara lain perbedaan kecepatan, pengereman mendadak, tidak menjaga jarak aman, serta kurangnya visibilitas karena gelap atau ketidaksadaran pengemudi karena mengantuk. Posisi tabrak depan-belakang menempati urutan ke-3 teratas, setelah tabrakan depan-samping dan tabrakan depan-depan, sebagai kecelakaan dengan jumlah korban terbanyak nasional selama periode Januari-Oktober 2021 mencapai 16.045 orang [4]. Berdasarkan data Kementerian Perhubungan, truk menduduki urutan kedua sebagai kendaraan terbanyak yang terlibat kecelakaan setelah motor dalam kurun tiga tahun terakhir, dengan selisih 8-12 persen dari total kecelakaan kendaraan yang terlibat [5]. Selain itu, data dari Korlantas Polri menunjukkan bahwa selama kurun waktu Januari hingga November 2024, terdapat 17.280 kecelakaan yang melibatkan truk maupun tronton di seluruh Indonesia [6].

Titik buta (*blind spot*) menjadi masalah serius yang sering kali diabaikan. Truk memiliki titik buta yang cukup besar di sekitar kendaraan, terutama di bagian belakang dan samping, sehingga truk lebih rentan untuk mengalami kecelakaan [7]. Titik buta ini membuat pengemudi truk sulit mendeteksi kendaraan yang terlalu dekat di belakangnya, sehingga meningkatkan risiko kecelakaan, terutama saat terjadi pengereman mendadak [8][9]. Ketika kendaraan lain terlalu dekat dengan bagian belakang truk, mereka berada dalam posisi yang berbahaya karena bisa tiba-tiba menabrak jika truk melakukan pengereman mendadak. kendaraan besar biasanya memasang stiker sebagai tanda (*sign*) bagi kendaraan di belakang untuk tetap menjaga jarak aman. Namun, stiker himbauan tersebut memiliki kekurangan karena dalam perannya sebagai pencegah kecelakaan masih bersifat pasif.

2. METODE PENELITIAN

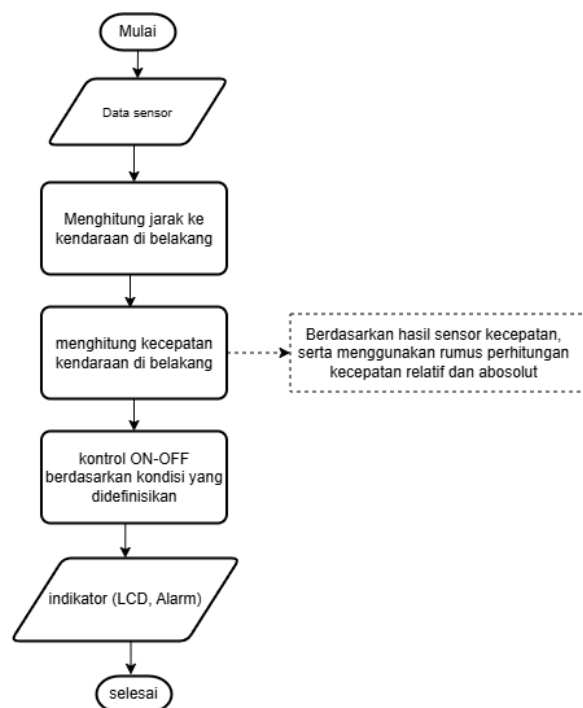
2.1 Analisis Sistem

Sistem yang akan dikembangkan yaitu berupa prototipe. Sistem peringatan tabrak belakang yang dirancang pada penelitian ini berfokus pada pemberian peringatan jarak aman berkendara ke pengemudi kendaraan di belakang berdasarkan jarak dan kecepatannya di area titik buta bagian belakang truk. Ilustrasi sistem yang akan dibuat ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Ilustrasi Penerapan Sistem

Secara garis besar, sistem yang akan dirancang pada penelitian ini dimulai dari bekerjanya sensor jarak TF02-Pro IP65 LiDAR Rangefinder dan sensor kecepatan Sensor MK421137 yang hasilnya dijadikan sebagai input. Sensor TF02-Pro IP65 LiDAR Rangefinder juga digunakan untuk mendeteksi perubahan jarak untuk mendapatkan nilai kecepatan relatif. Data input akan diproses oleh mikrokontroler. Dalam mikrokontroler terdapat perhitungan kecepatan absolut kendaraan di belakang berdasarkan rumus kecepatan relatif. Setelah didapatkan data jarak dan kecepatan absolut kendaraan di belakang, mikrokontroler akan memproses hubungan kedua data tersebut sebagai pemicu ON-OFF alarm. Lebih jelas dari cara kerja sistem ditampilkan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 2.



Gambar 2 Diagram Alir Sistem Secara Umum

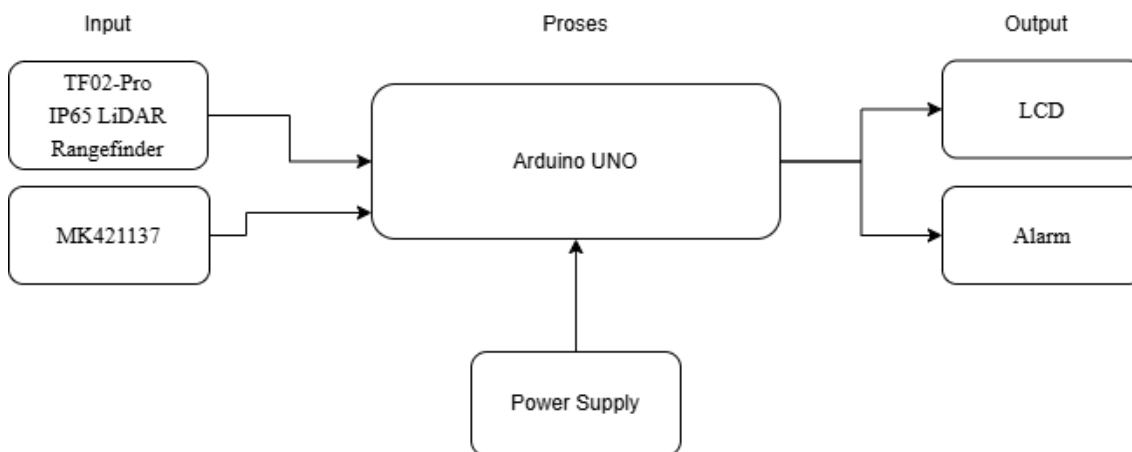
Agar sistem tersebut dapat terwujud, diperlukan beberapa alat dan bahan yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Alat dan Bahan

No	Komponen	Fungsi
1	Sensor MK421137	Mendeteksi kecepatan
2	Arduino Uno	Memproses data
4	TF02-Pro IP65 LiDAR Rangefinder	Mendeteksi jarak
5	LCD	Menampilkan informasi visual
6	Power Supply	Memberi tegangan ke komponen lain
7	Arduino IDE	<i>Software</i> untuk memrogram arduino
8	Alarm (Atret M-171)	Indikator suara

2.2 Rancangan perangkat keras

Sistem yang akan dirancang pada penelitian ini membutuhkan perangkat keras sebagai perangkat untuk menjalankan perangkat lunak yang berisi program, perangkat keras yang akan digunakan pada penelitian ini berupa Arduino UNO, Sensor TF02-Pro LiDAR, Sensor MK421137, dan catu daya. Interkoneksi perangkat keras pada penelitian ini disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3 Interkoneksi Perangkat Keras

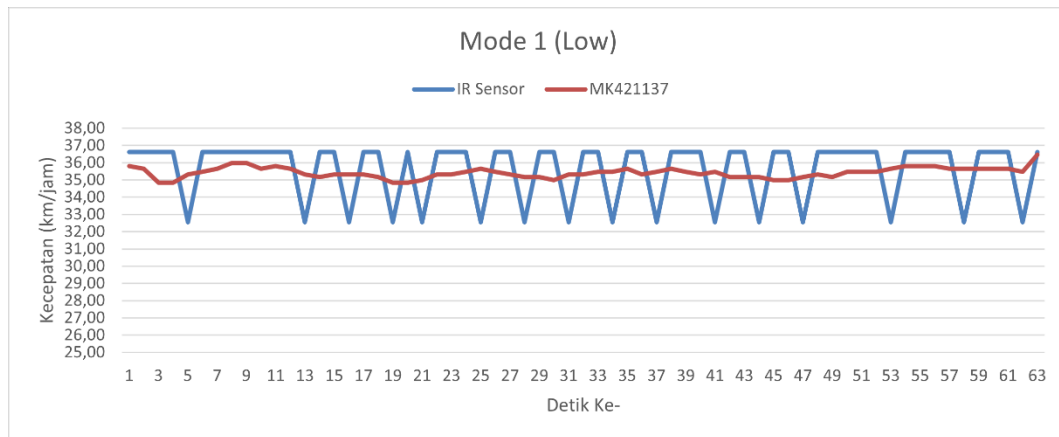
2.3 Rancangan perangkat lunak

Penelitian yang akan dirancang membutuhkan beberapa proses yang dilakukan oleh perangkat lunak di arduino IDE. Pembacaan nilai dari sensor jarak dan kecepatan perlu disesuaikan oleh arduino. Sensor TF02-Pro IP65 LiDAR Rangefinder mengirimkan data jarak dalam format paket data serial melalui antarmuka UART. Format data yang dikirim oleh sensor TF02-Pro terdiri dari 9 byte yang menyampaikan informasi penting, mencakup header, jarak, dan checksum untuk verifikasi integritas data. Pada Arduino, data ini dibaca melalui pin digital yang terhubung dengan TX dan RX dari TF02-Pro. Sedangkan sensor MK421137 bekerja dengan mendeteksi perubahan medan magnet yang menghasilkan pulsa setiap kali medan magnet berubah, yang setiap pulsa mewakili jumlah putaran tertentu dari roda atau poros transmisi. Pada Arduino, menggunakan fitur interrupt untuk mendeteksi setiap perubahan sinyal dari sensor, yang kemudian dihitung dalam interval waktu tertentu untuk menentukan kecepatan. Dalam program Arduino, pin sensor diatur sebagai input, dan interrupt diaktifkan untuk menambah jumlah pulsa setiap kali sinyal dari sensor berubah dari LOW ke HIGH.

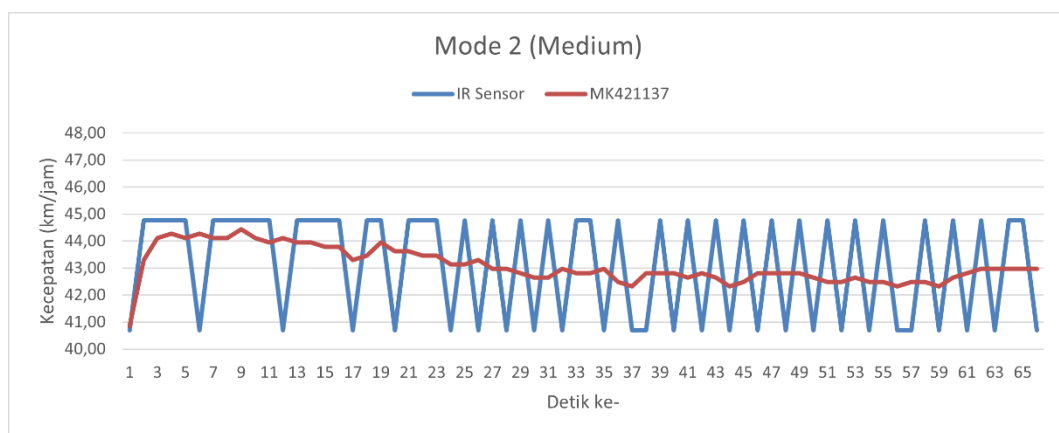
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kecepatan Kendaraan Depan (V_a)

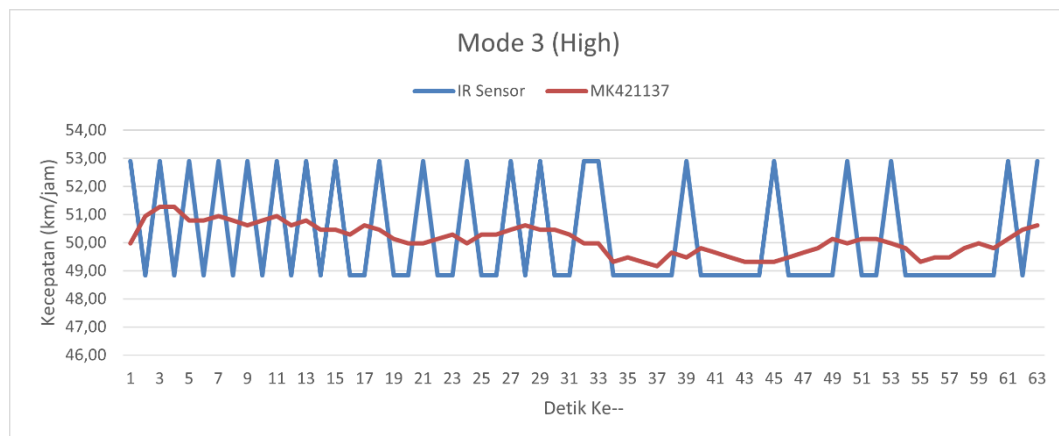
Pengujian ini dilakukan dengan cara menjalankan sensor MK421137 dengan objek putarnya yaitu kipas angin. Untuk memvalidasinya dijalankan juga sensor lain sebagai referensi. Kipas angin yang digunakan memiliki 3 mode kecepatan, yaitu mode lambat, sedang dan cepat, dengan diameter baling-balingnya yaitu 36 cm (0,36 m).



Gambar 4 Hasil Pengujian dengan Kipas Angin Kecepatan Rendah



Gambar 5 Hasil Pengujian dengan Kipas Angin Kecepatan Sedang



Gambar 5 Hasil Pengujian dengan Kipas Angin Kecepatan Tinggi

Berdasarkan Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6, hasil pengujian menunjukkan bahwa kedua sensor, baik sensor IR maupun sensor MK421137, mampu mendeteksi kecepatan dengan baik dalam ketiga mode kecepatan kipas angin. Hasil pengujian menunjukkan bahwa baik sensor IR maupun sensor MK421137 mampu mendeteksi kecepatan dengan baik pada tiga mode kecepatan kipas angin (low, medium, dan high), di mana hasil dari sensor MK421137 dibandingkan dengan sensor IR sebagai referensi. Sensor IR menghasilkan nilai RPS diskrit, sementara sensor MK421137 menghasilkan rentang RPS kontinu dengan rata-rata error relatif terhadap sensor IR yang semakin kecil seiring meningkatnya kecepatan, yaitu 4,57% pada mode

low, 4,12% pada mode medium, dan 3,26% pada mode high. Pengujian dilakukan selama satu menit per mode, menghasilkan sekitar 60 sampel data untuk masing-masing sensor. Faktor penyebab error meliputi ketidaksesuaian interval waktu sampling, variasi kecepatan kipas, dan noise pada sinyal pulsa MK421137. Meskipun terdapat error, hasil pengujian tetap berada dalam batas toleransi wajar, dengan akurasi sensor MK421137 yang lebih baik pada kecepatan tinggi.

3.2 Pengukuran Jarak

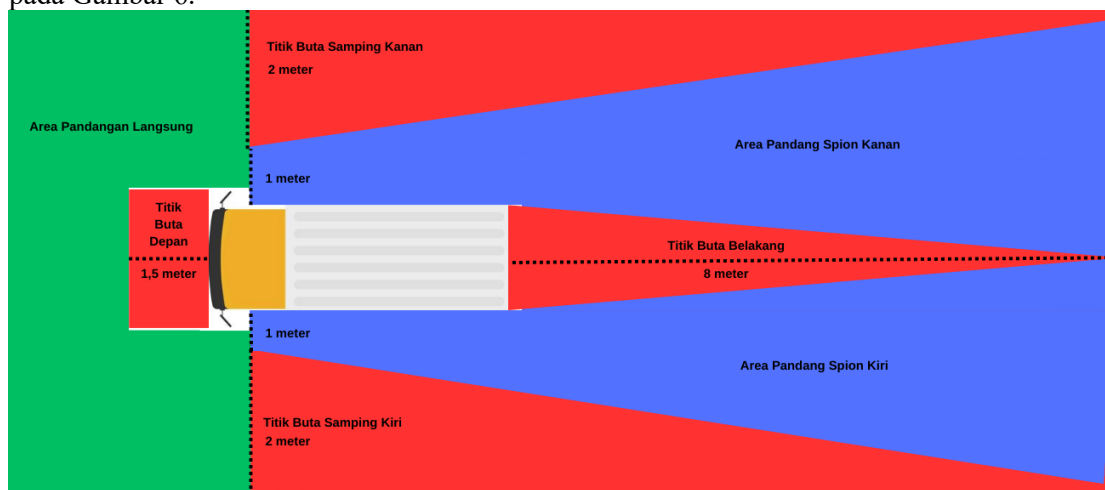
Hasil pengujian, Tabel 2, menunjukkan bahwa sensor TF02-Pro LiDAR mampu membaca jarak dengan tingkat akurasi yang sangat baik. Pada pengujian di jarak 0,30 m, 1,50 m, dan 3,00 m, hasil pembacaan sensor sepenuhnya sesuai dengan pengukuran manual, menghasilkan error 0,00%. Ketika diuji pada jarak 3,02 m, terjadi sedikit deviasi dengan error sebesar 0,67%. Pada pengukuran jarak 4,51 m dan 6,03 m, error yang dihasilkan masing-masing adalah 0,22% dan 0,50%. Pada jarak terjauh dalam pengujian, yaitu 9,07 m, error tercatat sebesar 0,78%. Secara keseluruhan, rata-rata error dari pengujian ini adalah 0,36%.

Tabel 2 Pengujian Jarak Dibandingkan Pengukuran Manual

No.	TF02-Pro LiDAR (m)	Manual (m)	Error (%)
1.	0,30	0,30	0,00%
2.	1,50	1,50	0,00%
3.	3,02	3,00	0,67%
4.	4,51	4,50	0,22%
5.	6,03	6,00	0,50%
6.	9,07	9,00	0,78%
Rata-rata error			0,36%

3.3 Analisis Area Blind Spot Truk Bagian Belakang

Truk boks Mitsubishi tipe FE 304 digunakan sebagai sampel dengan dimensi panjang 4,3 meter, lebar 2,1 meter, dan tinggi 2,8 meter. Dimensi ini memberikan gambaran tentang ukuran truk yang akan dipasang sistem deteksi objek di area blind spot. Dengan panjang 4,3 meter, truk ini memiliki area belakang yang cukup luas, yang dapat menjadi area blind spot berbahaya yaitu mencapai 3 meter, terutama ketika pengemudi melakukan manuver mundur atau berhenti mendadak. Hasil pengukuran dan ilustrasi area titik buta pada truk ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 5 Ilustrasi Blind Spot Area Truk

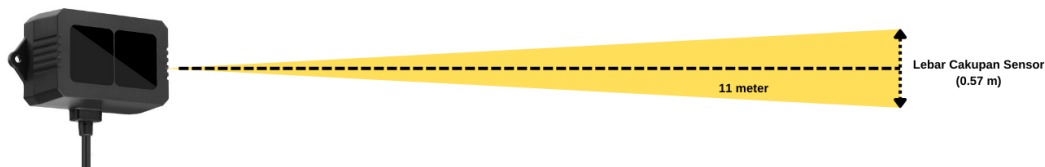
3.4 Analisis Area Efektif Sensor Jarak

Sensor LiDAR TF02-Pro dalam spesifikasinya disebutkan memiliki jarak deteksi hingga 40 meter dan sudut pandang (Field of View/FoV) horizontal sebesar 3°. FoV menghasilkan area deteksi berbentuk kerucut panjang dengan cakupan horizontal yang terbatas, memungkinkan sensor untuk fokus pada objek langsung di belakang kendaraan, tetapi kurang optimal untuk mendeteksi objek di luar jalur utama. Lebar cakupan sensor dapat dihitung dengan menerapkan prinsip geometri optik menggunakan rumus pada Persamaan (1). Dengan perhitungan tersebut, dapat dipetakan lebar cakupan sensor pada jarak tertentu melalui Tabel 3 dan ilustrasi pada Gambar 6.

$$\text{Lebar Cakupan} = 2 \times (\text{Jarak}) \times (\tan (\text{FoV}/2)) \quad (1)$$

Tabel 3 Lebar Cakupan Sensor Jarak

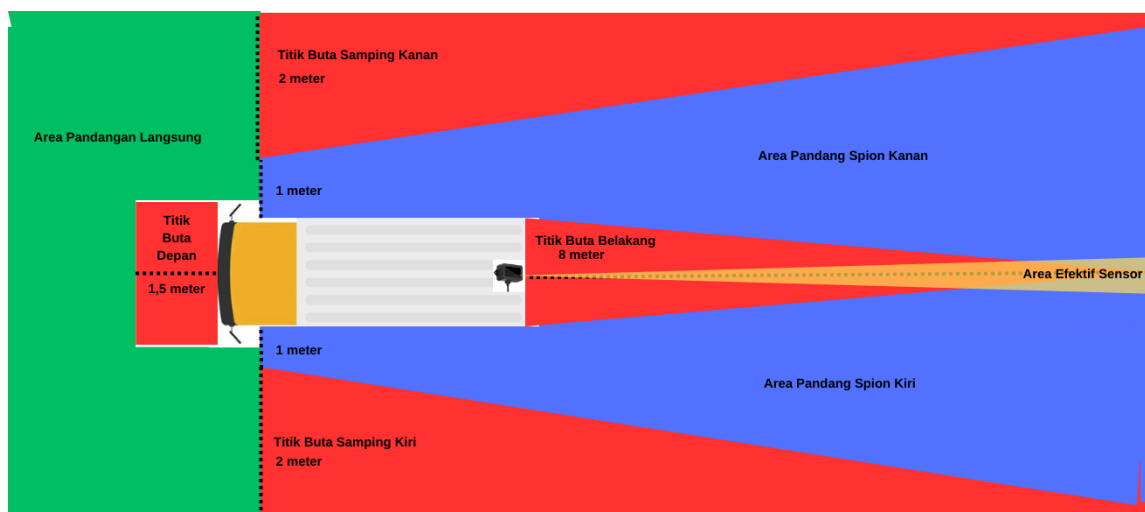
Jarak (meter)	Lebar Cakupan (centimeter)
1	5,2
2	10,4
3	15,7
4	20,9
5	26,2
6	31,4
7	36,6
8	41,9
9	47,1
10	52,4
11	57,6
12	62,8
20	104,8
30	157,2
40	209,6



Gambar 6 Ilustrasi Blind Spot Area Truk

3.5 Analisis Posisi Pemasangan Sensor Jarak

Sensor jarak dirancang untuk mendeteksi kendaraan di belakang, dengan Toyota Kijang Innova Venturer sebagai sampel uji. Kendaraan ini memiliki lebar 183 cm dan tinggi total bagian depan yang relevan untuk deteksi sebesar 82 cm (termasuk ground clearance 18 cm). Berdasarkan dimensi tersebut, sensor dipasang pada ketinggian 50 cm dari permukaan tanah, diperoleh dari membagi tinggi area depan (64 cm) menjadi dua dan menambahkan nilai ground clearance. Sensor ditempatkan di tengah lebar truk pada sumbu-x untuk memastikan jangkauan yang seimbang, mengingat penelitian ini hanya menggunakan satu sensor. Ilustrasi mengenai area blindspot truk dan jangkauan sensor ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 6 Ilustrasi Area Titik Buta, Posisi Peletakkan Sensor, dan Lebar Jangkauan Sensor

3.6 Kecepatan Kendaraan Belakang (V_b)

Hasil deteksi kecepatan kendaraan belakang (V_b) oleh sistem dibandingkan dengan kecepatan yang ditunjukkan oleh speedometer kendaraan, menggunakan variasi kecepatan 15 km/jam, 20 km/jam, dan 30 km/jam. Namun, karena speedometer cenderung menunjukkan kecepatan lebih tinggi hingga 10% dari kecepatan asli, sesuai kesepakatan internasional [10], maka kecepatan sebenarnya dalam penelitian ini dihitung sebagai 90% dari nilai speedometer. Dengan demikian, kecepatan sebenarnya masing-masing adalah 13,5 km/jam, 18 km/jam, dan 27 km/jam.

Tabel 4 Output Kecepatan Kendaraan Belakang (V_b) Oleh Sistem ketika Diuji dengan Kecepatan Objek Deteksi 15 km/jam

No.	Hasil Serial Monitor Kecepatan - Vb (km/jam)	Kecepatan Speedometer (km/jam)	Kecepatan sebenarnya (Asumsi 90% dari Speedometer) (km/jam)	Error (%)
1.	13,69	15	13,5	1,41
2.	14,15			4,81
3.	13,61			0,81
4.	14,22			5,33
5.	13,30			1,48
6.	13,69			1,41
7.	13,32			1,33
8.	14,13			4,67
Rata-rata Error (%)				2,66

Tabel 5 Output Kecepatan Kendaraan Belakang (Vb) Oleh Sistem ketika Diuji dengan Kecepatan Objek Deteksi 20 km/jam

No.	Hasil Serial Monitor Kecepatan - Vb (km/jam)	Kecepatan Speedometer (km/jam)	Kecepatan sebenarnya (Asumsi 90% dari Speedometer) (km/jam)	Error (%)
1.	17,11	20	18	4,94
2.	18,02			0,11
3.	18,65			3,61
4.	18,45			2,50
5.	17,95			0,28
6.	18,32			1,78
7.	18,12			0,67
8.	18,28			1,56
Rata-rata Error (%)				1,93

Tabel 6 Output Kecepatan Kendaraan Belakang (Vb) Oleh Sistem ketika Diuji dengan Kecepatan Objek Deteksi 30 km/jam

No.	Hasil Serial Monitor Kecepatan - Vb (km/jam)	Kecepatan Speedometer (km/jam)	Kecepatan sebenarnya (Asumsi 90% dari Speedometer) (km/jam)	Error (%)
1.	26,26	30	27	2,74
2.	26,18			3,04
3.	26,87			0,48
4.	27,36			1,33
5.	27,07			0,26
6.	27,88			3,26
7.	28,08			4,00
Rata-rata Error (%)				2,16

Hasil deteksi kecepatan kendaraan belakang (V_b) ditunjukkan pada Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6. Didapatkan sampel datanya lalu dihitung rata-rata tingkat kesalahannya (%) terhadap kecepatan sebenarnya objek deteksi. Untuk skema pengujian 1 yaitu dengan kecepatan sebenarnya objek deteksi 13,5 km/jam, didapatkan rata-rata error dari 8 sampel data yaitu 2,66%. Lalu untuk skema pengujian 2 yaitu dengan kecepatan sebenarnya objek deteksi 18 km/jam didapatkan rata-rata error dari 8 sampel data yaitu 1,93%. Dan untuk skema pengujian 3, kecepatan sebenarnya objek deteksi 27 km/jam, didapatkan rata-rata error dari 7 sampel data yaitu 2,16%. Rata-rata error sistem dari ketiga skema pengujian yaitu 2,25%. Sehingga didapatkan tingkat akurasi sistem dalam mendeteksi kecepatan kendaraan belakang yaitu 97,75%.

3.7 Status Alarm

Setelah sistem mendapatkan nilai kecepatan kendaraan belakang, maka output sistem yang lain yaitu alarm. Didapatkan hasil pengujian untuk status alarm seperti pada Tabel 7. Status alarm berhasil ON sesuai dengan threshold, kecepatan kendaraan belakang dan jarak terhadap kendaraan depan, yang didefinisikan.

Tabel 7 Hasil Status Alarm

Alarm		Kecepatan Absolut Kendaraan di Belakang (km/jam)			Status
		$10 \geq V_b < 16$	$16 \geq V_b < 22$	≥ 22	
Jarak (m)	≤ 5	ON	ON	ON	sesuai
	≤ 8	OFF	ON	ON	sesuai
	≤ 11	OFF	OFF	ON	Sesuai

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, sistem yang dirancang telah berhasil memberikan peringatan berupa alarm ketika kendaraan di belakang mencapai ambang batas jarak dan kecepatan yang ditetapkan. Sensor jarak dipasang di tengah bagian belakang truk pada ketinggian 0,50 meter (50 cm) dari permukaan tanah, dengan area jangkauan sensor membentuk cakupan segitiga selebar 5,2 cm hingga 57,6 cm. Hasil pengujian sistem pada model truk yang diam sementara kendaraan belakang melaju mendekat menunjukkan tingkat akurasi deteksi sebesar 97,75% dengan tingkat kesalahan sebesar 2,25%. Pengujian ini dilakukan dengan variasi kecepatan kendaraan belakang pada 15 km/jam, 20 km/jam, dan 30 km/jam.

5. SARAN

Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan agar sistem menggunakan lebih dari satu sensor. Penambahan jumlah sensor akan memungkinkan cakupan area deteksi yang lebih luas, sehingga meningkatkan akurasi serta kemampuan sistem dalam mengenali potensi bahaya dari

berbagai arah. Selain itu, pengujian sistem sebaiknya dilakukan dalam lingkungan yang lebih nyata dan kompleks. Hal ini bertujuan untuk menguji ketahanan serta efektivitas sistem dalam menghadapi berbagai kondisi dinamis di lapangan, seperti perubahan kecepatan kendaraan, variasi medan, hingga beragam jenis rintangan yang mungkin ditemui. Dengan langkah ini, diharapkan sistem dapat bekerja secara optimal dan andal dalam situasi nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Romero, "Number of trucks in use in Indonesia from 2017 to 2022," Statista, Sep. 5, 2023. [Online]. Available: <https://www.statista.com/statistics/978923/indonesia-number-of-trucks-in-use/#statisticContainer>.
- [2] G. Satria and A. Kurniawan, "Kasus-Kasus Kecelakaan Fatal Tabrak Truk, Bukan Cuma Mobil," Kompas.com, Mar. 21, 2023. [Online]. Available: <https://otomotif.kompas.com/read/2023/03/21/110200515/kasus-kasus-kecelakaan-fatal-tabrak-belakang-truk-bukan-cuma-mobil->.
- [3] P. S. L. Irawan, "Lebih dari 90 Persen Kecelakaan Tabrak Belakang Truk Tewas," Otomotif.kompas.com, 2024. [Online]. Available: <https://otomotif.kompas.com/read/2024/09/27/071200415/lebih-dari-90-persen-kecelakaan-tabrak-belakang-truk-tewas>.
- [4] V. A. Dihni, "Posisi Tabrakan Depan-Samping Paling Banyak Timbulkan Korban Laka Lantas," Katadata, Nov. 8, 2021. [Online]. Available: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/11/08/posisi-tabrakan-depan-samping-paling-banyak-timbulkan-korban-laka-lantas>.
- [5] D. S. Wijaya, "Angka Kecelakaan Truk Di Tengah Buruknya Manajemen Transportasi," Tirto.id, 2023. [Online]. Available: <https://tirto.id/angka-kecelakaan-truk-di-tengah-buruknya-manajemen-transportasi-g6XM>.
- [6] H. R. Santosa, "Angka Kecelakaan Truk di Indonesia 2024," Tirto.id, 2024. [Online]. Available: <https://tirto.id/angka-kecelakaan-truk-di-tengah-buruknya-manajemen-transportasi-g6XM>.
- [7] M. I. Rusydi, Y. Winata, D. Y. Putri, and M. Fikri, "Faktor Penyebab dan Upaya Mengatasi Area Titik Buta pada Truk," Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTRANSLOG), vol. 08, no. 03, 2021. [Online]. Available: <https://journal.itltrisakti.ac.id/index.php/jmtranslog>.
- [8] M. Kurniawan, "Risiko Kecelakaan Mematikan Tabrak Belakang: Ini Faktor Penyebab dan Cara Antisipasi," Mashable.com, 2024. [Online]. Available: <https://id.mashable.com/otomotif/1691/resiko-kecelakaan-mematikan-tabrak-belakang-ini-faktor-penyebab-dan-cara-antisipasi>.
- [9] R. S. Pratama, "Penyebab Kecelakaan Truk dan Solusinya," Otomotif.kompas.com, 2023. [Online]. Available: <https://otomotif.kompas.com/read/2023/05/22/160800015/penyebab-kecelakaan-truk-dan-solusinya>.

- [10] M. Farhan, "Bukan Curang, Ini Alasan Speedometer Motor Dibuat Tidak Akurat," GridOto.com, 26-Jul-2021. [Online]. Available: <https://www.gridoto.com/read/222806512/bukan-curang-ini-alasan-speedometer-motor-dibuat-tidak-akurat>.