

INOVASI PELATIHAN MENGEMUDI TRUK DAN BUS DALAM RANGKA MEMINIMALISIR KECELAKAAN BERBASIS TEKNOLOGI *HINO SAFETY DRIVING SIMULATOR*

Ni Kadek Priska Windhyani

Teknologi Otomotif,
Politeknik Transportasi Darat Bali,
Jl. Cemp. Putih, Samsam, Kec. Tabanan,
Kabupaten Tabanan, Bali (82111)
priskawindhyani@gmail.com

Muhammad Hendri Ardiansyah

Teknologi Otomotif
Politeknik Transportasi Darat Bali
Jl. Cemp. Putih, Samsam, Kec. Tabanan, Kabupaten
Tabanan, Bali (82111)
hendriardiansyah2003@gmail.com

Joe Graciano Halomoan Tefa

Teknologi Otomotif
Politeknik Transportasi Darat Bali
Jl. Cemp. Putih, Samsam, Kec. Tabanan, Kabupaten
Tabanan, Bali (82111)
joeano06@gmail.com

Arif Devi Dwipayana

Teknologi Otomotif
Politeknik Transportasi Darat Bali
Jl. Cemp. Putih, Samsam, Kec. Tabanan, Kabupaten
Tabanan, Bali (82111)
ariv.devi@poltradabali.ac.id

Abstract

Accidents involving trucks and buses often occur in Indonesia, caused by the lack of professional drivers and high workloads that cause fatigue and lack of concentration. The use of the Hino Safety Driving Simulator as an innovation in training truck and bus drivers is the right step to improve skills and safety. Experimental method in this study tested the effectiveness of the simulator, with data before and after the trial showing significant changes in the number of driver errors. The highest error was found in stepping on the exhaust brake (46.42%), followed by engine over running (20.53%), panic braking (15.17%), low RPM (12.5%), and not using the exhaust brake (5.35%). The results of statistical calculations and SPSS calculations show that use of the simulator is effective in providing improvements in driver skills and safety. The implementation this technology is strategic step for transportation companies to improve safety and operational efficiency.

Keywords: Accidents, Training, Simulator, Traffic, Drivers

Abstrak

Kecelakaan yang melibatkan truk dan bus sering terjadi di Indonesia, disebabkan oleh kurangnya sopir profesional dan beban kerja tinggi yang menyebabkan kelelahan dan kurangnya konsentrasi. Penggunaan Hino Safety Driving Simulator sebagai inovasi dalam pelatihan pengemudi truk dan bus menjadi langkah tepat untuk meningkatkan keterampilan dan keselamatan. Metode eksperimen dalam penelitian ini menguji efektivitas simulator, dengan data sebelum dan sesudah uji coba yang menunjukkan perubahan signifikan dalam jumlah kesalahan pengemudi. Kesalahan tertinggi ditemukan pada penginjakan exhaust brake (46.42%), diikuti oleh engine over running (20.53%), panic braking (15.17%), RPM rendah (12.5%), dan tidak menggunakan exhaust brake (5.35%). hasil perhitungan statistik dan perhitungan SPSS menunjukkan bahwa penggunaan simulator efektif digunakan untuk memberikan peningkatan keterampilan dan keselamatan pengemudi. Implementasi teknologi ini menjadi langkah strategis bagi perusahaan transportasi untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional.

Kata Kunci : Kecelakaan, Pelatihan, Simulator, Lalu lintas, pengemudi

PENDAHULUAN

Kecelakaan yang melibatkan truk atau kendaraan besar lainnya seperti bus sering terjadi di Indonesia. Dimensi dan beratnya yang besar serta cara mengemudikannya tidak bisa disamakan dengan kendaraan pada umumnya. Kecelakaan yang melibatkan truk atau kendaraan besar lainnya seperti bus masih banyak terjadi di jalan Indonesia. Prevalensi kecelakaan lalu lintas angkutan jalan (LLAJ) hasil dari Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) tahun 2019 meningkat dibandingkan tahun 2023 (KNKT, 2024). Berdasarkan jenis peristiwa 10 tahun terakhir kecelakaan yang disebabkan karena tabrakan tertinggi pada tahun 2022 sebanyak 14 kasus, kecelakaan yang mengakibatkan kebakaran tertinggi ditahun 2019 sebanyak 5 kasus, dan kecelakaan yang mengakibatkan kendaraan terguling ditahun 2018 sebanyak 5 kasus (KNKT, 2024). Kendaraan truk dan bus yang memiliki beban yang lebih besar dibandingkan kendaraan pribadi memerlukan perhatian dan keterampilan khusus saat mengemudi. Beberapa faktor yang menyebabkan kecelakaan antara lain faktor manusia, kondisi jalan, kendaraan, serta faktor lingkungan (Utomo, 2012). Human error merupakan penyebab utama dalam kecelakaan yang melibatkan truk dan bus. Kecelakaan sering terjadi diakibatkan pengemudi tidak memiliki keterampilan yang cukup dalam mengendarai kendaraan. Berdasarkan hasil investigasi KNKT, faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya kecelakaan meliputi faktor teknis, cuaca, dan manusia. Dari tahun 2019 hingga semester pertama tahun 2022, KNKT mengidentifikasi total 24 faktor penyebab kecelakaan. Faktor manusia menjadi penyebab dominan dengan 13 kecelakaan, sedangkan faktor teknis berkontribusi pada 11 kecelakaan selama periode tersebut. (Tjahjono, Soerjanto et al, 2022)

Kurangnya jumlah sopir profesional di Indonesia memperburuk situasi ini. Sopir truk dan bus sering menghadapi beban kerja yang tinggi dan kondisi kerja yang menantang, yang mengakibatkan kelelahan dan kurangnya konsentrasi saat mengemudi. Pada tahun 2022, tercatat 139.258 kecelakaan lalu lintas terjadi di Indonesia, mengakibatkan kerugian materiil sebesar 280.009 juta rupiah. Kecelakaan-kecelakaan ini mengakibatkan 28.131 korban meninggal, 13.364 orang mengalami cedera serius, dan 160.449 orang mengalami cedera ringan (BPS, 2022). Data ini menggambarkan tingginya frekuensi dan dampak kecelakaan lalu lintas di Indonesia, baik dari segi kerugian materiil maupun jumlah korban jiwa dan cedera. Kerugian materiil mencakup kerusakan kendaraan, infrastruktur, serta biaya penanganan kecelakaan. Tingginya jumlah korban, baik yang meninggal maupun yang mengalami luka berat dan ringan, mencerminkan betapa seriusnya kecelakaan lalu lintas di Indonesia. Data ini menegaskan perlunya upaya intensif dan terkoordinasi untuk meningkatkan keselamatan jalan, yang salah satunya adalah pelatihan dan edukasi pengemudi. Langkah-langkah komprehensif ini diharapkan dapat mengurangi angka kecelakaan lalu lintas dan dampaknya secara signifikan.

Untuk mengatasi hal tersebut maka perlu dilakukan suatu inovasi yang dapat membantu pengemudi bus dan truk agar lebih siap menghadapi hal tersebut. Inovasi yang dapat membantu adalah dengan menggunakan simulator. Simulator merupakan perangkat lunak yang berfungsi untuk meniru gerakan suatu objek secara realistis, lengkap dengan berbagai fitur yang dapat disimulasikan. Salah satu contoh konkret dari penggunaan teknologi ini adalah pada Driving Simulator. Driving Simulator adalah sebuah sistem yang memberikan pengalaman mengemudi yang sangat mirip dengan kondisi sebenarnya, sehingga pengemudi

merasa seperti sedang mengendarai kendaraan nyata (Taufan & Hartawan, n.d.). Salah satu bentuk inovasi yang terkini dalam pelatihan pengemudi adalah penggunaan simulator *safety driving* seperti *Hino Safety Driving Simulator*. Teknologi ini merepresentasikan langkah maju yang signifikan. Driving Simulator memiliki peran penting dalam berbagai aspek, mulai dari pendidikan hingga penelitian. Dalam konteks pendidikan, Driving Simulator digunakan sebagai alat bantu untuk melatih pengemudi baru, memberikan mereka kesempatan untuk mempraktikkan keterampilan mengemudi dalam lingkungan yang aman dan terkendali. Hal ini sangat bermanfaat dalam mengurangi risiko kecelakaan selama proses pembelajaran. Untuk meningkatkan efektifitas dari penggunaan simulator ini maka kami melakukan penelitian dengan mengangkat judul “Inovasi Mitigasi Kecelakaan Dengan Menggunakan *Virtual Reality Driving Simulator*”.

TINJAUAN PUSTAKA

Kecelakaan lalu lintas

Kecelakaan lalu lintas merupakan masalah kesehatan global yang sangat serius, menyebabkan kematian dan menduduki peringkat kesembilan di dunia (Utomo, 2012). Kata dasar "kecelakaan" berasal dari kata "celaka", yang dapat didefinisikan sebagai "selalu mendapat kesulitan, kemalangan, kesusahan, malang, dan sial. Sedangkan "kecelakaan" adalah kejadian (peristiwa) yang menyebabkan orang celaka (Feni et al., 2023). Kecelakaan ini bisa saja terjadi kapan saja. Kecelakaan lalu lintas terjadi ketika kendaraan bermotor menabrak objek lain dan menyebabkan kerusakan. Kecelakaan ini terkadang dapat mengakibatkan cedera atau kematian pada manusia. Menurut Undang - Undang Nomor 22 Tahun 2009 yang dimaksud dengan kecelakaan lalu lintas adalah suatu peristiwa yang tidak diduga dan tidak disengaja di jalan yang melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengguna jalan lain, yang mengakibatkan korban manusia dan/atau kerugian harta benda.

Virtual Reality (VR)

Virtual reality (VR) adalah teknologi yang memungkinkan pengguna merasakan dan berinteraksi dengan lingkungan virtual. Teknologi ini bekerja dengan mengintegrasikan perangkat input dan output khusus berbasis komputer, sehingga pengguna dapat berinteraksi dengan dunia maya seakan-akan mereka berada di dunia nyata. (Ardiaz Kesani, Hanani, Zarkasyi Rahman, & Soedarto, n.d.). *Virtual reality* (VR) adalah teknologi yang memungkinkan pengguna untuk memasuki dan berinteraksi dengan lingkungan virtual. Teknologi ini mengintegrasikan perangkat input dan output khusus berbasis komputer, sehingga pengguna dapat berinteraksi dengan dunia maya seolah-olah mereka berada di dunia nyata (Muttaqin et al., n.d.). Selain itu, dengan menggunakan komputer yang mampu menghasilkan suasana tiga dimensi, VR ini memungkinkan seseorang melakukan simulasi terhadap suatu objek nyata, yang membuat pemakai merasa terlibat secara fisik (Putra, Indriyani, Pralienka, Muhammaduthor, & Nurcahyon, n.d.). *Virtual reality* merupakan suatu teknologi yang dapat menggambarkan secara nyata melalui suatu perangkat sehingga dapat divisualisasikan di dunia maya, dengan adanya teknologi ini sangat membantu bagi manusia untuk mengetahui bagaimana gambaran tanpa terjun langsung ke lapangan.

Driving simulator

Driving Simulator adalah program yang dapat mengoprasikan gerakan objek dan melakukan berbagai fungsi. Simulator ini membuat pengemudi seolah-olah sedang mengemudi secara langsung (Félez, Maroto, Romero, & Cabanellas, 2007).



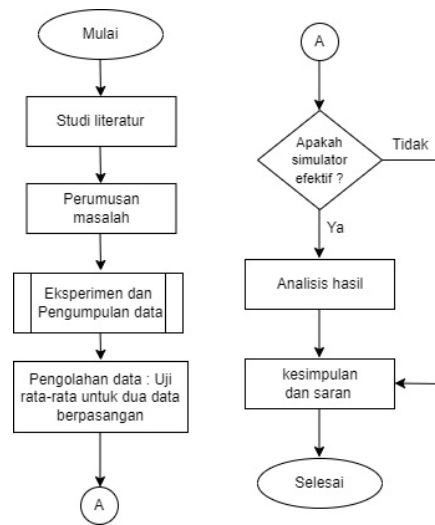
Gambar 1. Hino safety driving simulator

Mengendarainya seperti melakukannya pada struktur sebenarnya sehingga memberikan pengalaman asli pada para pengemudi. Pada simulator ini terdapat dua gerakan, yaitu gerakan pitch (atas bawah atau mengangguk), dan roll (kiri-kanan) yang dihasilkan secara mekanik (Muttaqin et al., n.d.). Selain itu simulator ini juga memiliki sistem kontrol tambahan. Selama pelatihan, sopir diberi waktu untuk berkendara dan diawasi sistem secara otomatis. Ini melacak setiap pelanggaran dan mencatat nilainya. Jika pengemudi melakukan pelanggaran atau menabrak sesuatu, ia dinyatakan tidak lulus dan harus mengulang tes.

METODOLOGI

Bagan alir penelitian

Berikut ini bagan alir penelitian untuk inovasi mitigasi kecelakaan menggunakan *virtual reality driving simulator*.



Gambar 2. Bagan alir penelitian

Teknik pengumpulan data

Dalam penelitian ini, pengambilan sampel dilakukan dengan metode simple random sampling. Metode ini, yang dikenal sebagai Random Sampling, adalah cara pengambilan sampel di mana setiap anggota populasi memiliki kesempatan yang sama untuk terpilih sebagai bagian dari sampel. Untuk menerapkan metode ini, beberapa syarat harus diperhatikan, antara lain anggota populasi harus tidak memiliki strata sehingga bersifat relatif homogen, dan perlu adanya kerangka sampel, yaitu daftar elemen-elemen populasi yang digunakan sebagai dasar untuk pengambilan sampel. Cara penentuan jumlah sampel, menurut gay dan dehl (1996), untuk penelitian eksperimen, dianjurkan minimal 15 subjek perkelompok. Yang mana pada penelitian ini, meneliti 15 dengan subjek kelompok berjumlah 25 orang, maka jumlah sampel yang diambil sebanyak 15 orang dalam satu kelas tersebut. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah merupakan Siswa Diklat Pendidikan dan Pelatihan Sertifikasi Pengemudi Angkutan Umum (SPAU) yang sedang menempuh pendidikan dan wajib memiliki kompetensi keterampilan mengemudi bus dan truk, oleh karena itu pada Pendidikan dan Pelatihan Sertifikasi Pengemudi Angkutan Umum (SPAU) akan diberikan pelatihan mengemudi yang mencakup penggunaan *Driving Simulator* dan mengemudikan bus atau truk secara langsung pada jalan.

Analisis data

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang menguji hipotesis dengan mengamati perlakuan sebelum dan sesudah yaitu hubungan sebab akibat. Data yang dikumpulkan sebelum dan sesudah uji coba digunakan untuk mengetahui efektivitas simulator dalam meningkatkan keterampilan mengemudi dan keselamatan para pengemudi. Setelah data dikumpulkan kemudian data akan diolah dengan metode statistik sehingga menghasilkan sebuah kesimpulan apakah efektif atau tidak inovasi tersebut. Untuk menganalisis data tersebut maka digunakan pengujian hipotesis sampel ganda dependent. Pengujian hipotesis sampel ganda dependent, juga dikenal sebagai uji t berpasangan atau paired samples t-test, adalah metode statistik yang digunakan untuk menentukan apakah

terdapat perbedaan signifikan antara dua set data yang berkorelasi atau berpasangan. Pengujian ini biasanya digunakan dalam situasi di mana pengukuran dilakukan pada subjek yang sama pada dua waktu yang berbeda atau dalam dua kondisi yang berbeda. Dalam pengujian hipotesis sampel ganda dependent, data berasal dari subjek yang sama yang diukur dua kali, sehingga setiap pengamatan dalam satu set data memiliki pasangan dalam set data yang lain. Perhitungan ini menggunakan pengujian hipotesis sampel ganda dependent dan dapat dihitung menggunakan aplikasi SPSS, selain itu untuk perhitungan manual langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian

Hasil penelitian dari 15 sampel yang diuji terdapat pada tabel 1, yang mana pada penelitian ini dilakukan sebelum dan sesudah, pada sebelum perlakuan pengemudi bus dan truk menggunakan simulator selama 5 menit untuk pertama kali mengemudikan kendaraan bus pada *Hino Safety Driving Simulator*, setelah itu dilakukan pelatihan mengenai cara mengemudi yang baik dan benar berdasarkan jumlah kesalahan yang diperoleh. Setelah mendapatkan pelatihan, selanjutnya pengemudi bus dan truk Kembali mencoba selama 5 menit. Berikut adalah hasil penelitian penggunaa *Hino Safety Driving Simulator*.

Tabel 1 Jumlah kesalahan pengguna *hino safety driving simulator*

No	Nama	Sebelum	Sesudah
1.	Adang	6	2
2.	Agus S.	12	5
3.	Yani	32	12
4.	Fajar	6	1
5.	Eka	5	1
6.	Anton	3	0
7.	Tri	13	5
8.	Gunawan	7	2
9.	Usbari	12	5
10.	Sugiarto	3	0
11.	Hermawan	3	0
12.	Kurniawan	4	0
13.	Ishak	3	0
14.	Herman	8	3
15.	Efandi	2	0
Jumlah		119	36

Dari tabel diatas menunjukan kesalahan pengemudi pada saat menggunakan Hino Safety Driving Simulator sebelum dan sesudah dilakukan pelatihan. Dari tabel tersebut jumlah total kesalahan menurun dari 119 hingga 36. Untuk mengetahui efektif atau tidaknya penggunaan Hino Safety Driving Simulator maka perlu dilakukan perhitungan secara statistik sebagai berikut.

1. Perumusan Hipotesis

$H_0: \mu_d = 0$ (program baru sama saja dengan program lama)

$H_1: \mu_d \neq 0$ (program baru lebih baik daripada program lama)

2. Menentukan taraf signifikan

$$\alpha = 0,05 \quad (1)$$

$$t_{\text{tabel}} = t(0,025;14) = 2,14479 \quad (2)$$

3. Menghitung $\bar{d}$ Tabel 2 Perhitungan nilai $\bar{d}$

No	Nama	Sebelum	Sesudah	d	d - $\bar{d}$	(d - $\bar{d}$) ²
1	Adang	6	2	-4	1.533333	2.351111
2	Agus S	12	5	-7	-1.46667	2.151111
3	Yani	32	12	-20	-14.4667	209.2844
4	Fajar	6	1	-5	0.533333	0.284444
5	Eka	5	1	-4	1.533333	2.351111
6	Anton	3	0	-3	2.533333	6.417778
7	Tri	13	5	-8	-2.46667	6.084444
8	Gunawan	7	2	-5	0.533333	0.284444
9	Usbari	12	5	-7	-1.46667	2.151111
10	Sugiarto	3	0	-3	2.533333	6.417778
11	Hermawan	3	0	-3	2.533333	6.417778
12	Kurniawan	4	0	-4	1.533333	2.351111
13	Ishak	3	0	-3	2.533333	6.417778
14	Herman	8	3	-5	0.533333	0.284444
15	Efandi	2	0	-2	3.533333	12.48444
		119	36	-83		265.7333

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{n} \quad (3)$$

$$\bar{d} = \frac{-83}{15} = -5.53 \quad (4)$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (d - \bar{d})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{265.733}{14}} = 4.356 \quad (5)$$

$$t_{\text{hitung}} = \frac{\bar{d} - \mu d}{\frac{Sd}{\sqrt{n}}} = \frac{-5.53 - 0}{\frac{4.356}{\sqrt{15}}} = \frac{-5.53}{1.125} = -4.915 \quad (6)$$

4. Hasil akhir

Jika nilai t hitung masih masuk dalam rentang tersebut maka H_0 diterima, namun jika tidak maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

$$-T_{\text{tabel}} < T_{\text{hitung}} < T_{\text{tabel}}$$

$$-2.144 > -4.915 < 2.144 \quad (7)$$

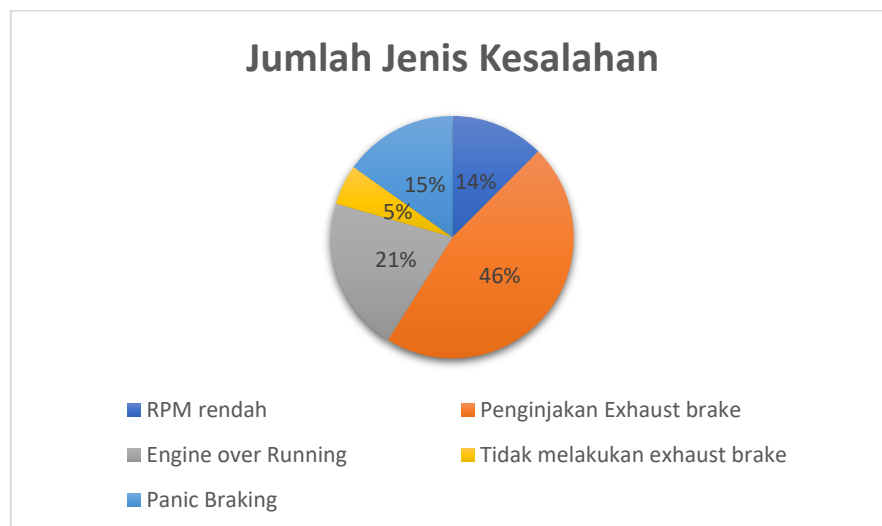
Berdasarkan kesimpulan diatas dinyatakan bahwa H_0 ditolak, dan H_1 yang diterima, yang mana H_1 merupakan hipotesis yang menyatakan bahwa program baru lebih baik dari pada program yang lama, dan dapat memberikan perubahan yang signifikan

terhadap keterampilan pengemudi. Pada aplikasi SPSS diperoleh hasil pada tabel 1. Jika $\text{sig} > \alpha$ maka H_0 diterima. Diperoleh nilai sig sebesar $0.000 < 2.144$ maka H_0 ditolak dan H_1 terima.

Tabel 3 Perhitungan SPSS

Paired Samples Test									
		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
				95% Confidence Interval of the Difference					
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1	Sesudah - Sebelum	-5.53333	4.35671	1.12490	-7.94600	-3.12067	-4.919	14	.000

Hasil uji sampel berpasangan yang dilakukan menggunakan SPSS menunjukkan perbedaan signifikan antara nilai "Sebelum" dan "Sesudah". Dua kondisi ini memiliki standar deviasi 4.35671 dan standar error 1.12490. Perbedaan rata-rata mereka adalah -5.53333. Interval kepercayaan 95% untuk perbedaan ini adalah -7.94600—3.12067. Dengan derajat kebebasan 14, nilai t-test adalah -4.919, dan nilai signifikansi 2-tailed adalah 0.000. Ini menunjukkan bahwa perbedaan antara dua kondisi sangat signifikan secara statistik.



Gambar 3. Jumlah kesalahan

Jenis kesalahan yang ada pada Hino safety driving simulator

1. RPM rendah

Jenis kesalahan ini diukur ketika pengemudi memacu RPM terlalu rendah saat ditanjakan, sehingga kendaraan sering mati saat ditanjakan, jadi pengemudi harus memperhatikan indikator ideal RPM saat mengemudikan kendaraan.

2. Penginjakan *exhaust brake*
Kesalahan ini terjadi Ketika pengemudi menginjak pedal gas saat menggunakan *exhaust brake*, hal ini tidak sesuai karena pada saat *exhaust brake* digunakan kendaraan dalam kondisi melakukan pengereman, biasanya *exhaust brake* digunakan pada jalan turunan, apabila pengemudi menginjak pedal gas, maka hal ini akan berbenturan karena penginjakan pedal gas dapat memacu kecepatan kendaraan.
3. *Engine over running*
Engine over running merupakan kondisi dimana kecepatan putaran mesin lebih lambat dari pada putaran roda saat kendaraan melewati jalan menurun.
4. Tidak melakukan *exhaust brake*
Pada saat mengemudi di jalan turunan, pada kendaraan besar seperti bus dan truk menggunakan *exhaust brake*, jenis kesalahan ini pengemudi cenderung tidak menggunakan *exhaust brake* saat di jalan turunan.
5. *Panic braking*
Ketika menghadapi medan jalan, pengemudi melakukan penginjakan rem secara tiba-tiba atau yang disebut dengan *panic braking*.

Dari presentasi jumlah kesalahan diperoleh RPM rendah 12.5%, penginjakan *exhaust brake* 46.42%, *engine over running* 20.53%, tidak melakukan *exhaust brake* 5.35%, dan *panic braking* 15.17%. Presentase tersebut menunjukkan jenis kesalahan tertinggi terdapat pada penginjakan *exhaust brake*.

KESIMPULAN

Penggunaan *Hino Safety Driving Simulator* dapat diimplementasikan dalam pelatihan mengemudi truk dan bus dengan cara melakukan pre-test dan post-test sebagai perlakuan sebelum dan sesudah. Hal ini dilakukan sebelum pengemudi mengemudikan kendaraannya langsung ke jalan. Penggunaan *Hino Safety Driving Simulator* ini terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan karena dalam penggunaannya dapat diukur melalui tingkat kesalahan yang didapatkan oleh pengemudi bus dan truk yang menunjukkan adanya perubahan signifikan, yang semula sebelum diberikan pelatihan total kesalahan berjumlah 119 dan setelah diberikan pelatihan kesalahan mengalami penurunan hingga ke angka 36 kesalahan hal ini juga telah dibuktikan dengan perhitungan statistik.

Teknologi *Hino Safety Driving Simulator* dalam pelatihan mengemudi truk dan bus ini adalah inovasi terkini untuk meningkatkan keterampilan dan kesiapan pengemudi. Selain manfaat jangka pendek seperti peningkatan keterampilan mengemudi dan pengurangan insiden kecelakaan, penggunaan simulator juga memberikan dampak jangka panjang yang positif, termasuk penurunan biaya operasional, dan keselamatan jalan yang lebih baik. Dengan demikian, implementasi teknologi ini merupakan langkah strategis yang dapat diambil oleh perusahaan transportasi untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional mereka.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiaz Kesani, F., Hanani, R., Zarkasyi Rahman, A., & Soedarto, J. (n.d.). *Analisis Pelatihan Pengemudi Bus Rapid Transit (Brt) Trans Semarang*.
- BPS. 2022. Jumlah Kecelakaan, Korban Mati, Luka Berat, Luka Ringan, dan Kerugian Materi, 2022 Diakses pada 18 Juli 2024, dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NTEzIzI=/jumlah-kecelakaan--korban-mati--luka-berat--luka-ringan--dan-kerugian-materi.html>
- Félez, J., Maroto, J., Romero, G., & Cabanellas, M. J. (2007). A full driving simulator of urban traffic including traffic accidents. *Simulation*, 83(5), 415–431. <https://doi.org/10.1177/0037549707083109>
- Feni, S., Mubalus, E., Analisis, /, Penyebab, F.-F., Lalu, K., Di, L., & Sorong, K. (2023). *Analisis Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas Di Kabupaten Sorong Dan Penanggulangannya Analysis Of The Traffic Accident Factors In Sorong District And How To Manage Them*. 6(1).
- KNKT. 2024. Laporan dan Informasi Statistik. Diakses pada 15 Juli 2024, dari <https://knkt.go.id/statistik>
- Muttaqin, D., Arifin, F., Farida, L. N., Pudjoatmodjo, B., Si, S., & Gozali, A. A. (n.d.). “Aplikasi Pembelajaran Sistem Tata Surya Berbasis Virtual Reality” Planetarium “Learning Aid Aplication For Education Solar System Base On Virtual Reality Technology.” Retrieved from www.conaxe.com
- Putra, W. P., Indriyani, W., Pralienka, F., Muhammaduthor, B., & Nurcahyon, D. (n.d.). *JURNAL MIPA 8 (3) 99-100 Aplikasi 3D Virtual Reality Menggunakan Unity Berbasis Mobile Sebagai Media Pengenalan Lingkungan di SMK Negeri 1 Indramayu*.
- Tjahjono, Soerjanto. 2022. Laporan statistic investigasi kecelakaan transportasi 2022 smester 1
- Taufan, M., & Hartawan, L. (n.d.). *Pengembangkan Driving Simulator Menggunakan Sistem Kontrol Berbasis Arduino*.
- Utomo, N. (2012). Analisa Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas Pada Segmen Jalan By-Pass Krian-Balongbendo. In *Jurnal Teknik Sipil KERN* (Vol. 2).