



EFEKTIFITAS PENGGUNAAN COLLISION AVOIDANCE SYSTEMS PADA HAUL DUMP TRUCK UNTUK MENGURANGI INSIDEN TABRAKAN

Djoko Prasodjo, Muhibbudin Ikhwan

PT Putra Perkasa Abadi site PT Bukit Asam Tbk, Indonesia

Email : djoko.prasodjo@ppa.co.id, muhibbudin.ikhwan@ppa.co.id

Abstrak

Pengangkutan berkapasitas besar terus menjadi masalah keamanan industri pertambangan. Setiap tahun kegiatan tersebut menyumbang 50% kecelakaan pada aktivitas pertambangan, kecelakaan truk angkut adalah yang paling umum terjadi dengan perbandingan 6 banding 28 di tahun 2017 dan 6 banding 27 di tahun 2018. Perusahaan otomotif telah mengembangkan berbagai sistem keselamatan, seperti sabuk pengaman, air bag, anti-lock braking system, electronic stability control (ESC), otonom emergency braking (AEB), blind spot monitoring (BSM), daytime running lights, sampai ke collision avoidance systems (CAS) Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas penggunaan CAS ketika digunakan di Haul Dump Truck. Kecelakaan dapat disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu hilangnya kesadaran situasional atau kehilangan kendali sehingga menyebabkan unit tidak terkontrol dan salah satunya bisa mengakibatkan tabrakan antar unit, karena itu penggunaan "collision avoidance systems" diperlukan untuk mengurangi tabrakan antar unit. Collision Avoidance Systems akan dipasang di Haul Dump Truck milik PT Putra Perkasa Abadi site project PT Bukit Asam Tbk dengan tujuan untuk mengurangi resiko tabrakan karena disebabkan hilangnya kesadaran situasional atau kehilangan kendali.

Kata kunci: Keamanan Industri Pertambangan; Collision Avoidance Systems; Haul Dump Truck

Abstract

Large capacity haulage continues to be a safety issue for the mining industry. Each year these activities account for 50% of accidents in mining activities, haul truck accidents are the most common with a ratio of 6 to 28 in 2017 and 6 to 27 in 2018. Automotive companies have developed various safety systems, such as seat belts, air bags, anti-lock braking systems, electronic stability control (ESC), autonomous emergency braking (AEB), blind spot monitoring (BSM), daytime running lights, to collision avoidance systems (CAS) This study aims to determine the effectiveness of using CAS when used in Haul Dump Trucks. Accidents can be caused by several factors, one of which is loss of situational awareness or loss of control causing units to be out of control and one of which can result in collisions between units, therefore the use of "collision avoidance systems" is needed to reduce collisions between units. Collision Avoidance Systems will be installed in the Haul Dump Truck owned by PT Putra Perkasa Abadi site project PT Bukit Asam Tbk with the aim of reducing the risk of collisions due to loss of situational awareness or loss of control.

Keywords: Mining Industry Safety; Collision Avoidance Systems; Haul Dump Truck

PENDAHULUAN

Selama beberapa dekade Perusahaan otomotif telah mengembangkan berbagai sistem keselamatan, seperti sabuk pengaman, air bag, anti-lock braking system, electronic stability control (ESC), otonom emergency braking (AEB), blind spot monitoring (BSM), daytime running lights, sampai ke collision avoidance systems (CAS) (Abdulhamid & Amondi, 2020). Salah satu fungsi dari sistem tersebut yaitu untuk mengurangi risiko kecelakaan kendaraan dan menyelamatkan nyawa. Kecelakaan kendaraan adalah insiden lalu lintas jalan yang melibatkan kendaraan di jalan yang bertabrakan dengan kendaraan lain, atau setiap pengguna jalan lain, atau objek jalan lainnya sehingga dapat mengakibatkan kematian, kerusakan dan/atau kerugian harta benda (Joukhadar et al., 2018; Sanjana et al., 2018).

Selain risiko kecelakaan berkapasitas besar terus menjadi masalah keamanan industri pertambangan. Setiap tahun kegiatan tersebut menyumbang 50% kecelakaan pada aktivitas pertambangan AlMBERG et al., 2018; Bellanca et al.,(2021), kecelakaan terkait truk angkut adalah yang paling umum terjadi dengan dengan 6 dari 28 dan 6 dari 27 kecelakaan fatal terjadi masing-masing pada

tahun 2017 dan 2018 (Almberg et al., 2018). Umumnya kecelakaan tersebut berhubungan dengan pengendalian kendaraan dan pengenalan bahaya, selain itu kecelakaan dapat disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu hilangnya kesadaran situasional atau kehilangan kendali sehingga menyebabkan unit tidak terkontrol dan salah satunya bisa mengakibatkan tabrakan.

Penelitian yang dilakukan dari tahun 1995 sampai 2014 terhadap 152 kematian yang disebabkan oleh kecelakaan truk angkut diketahui bahwa 42% kecelakaan diakibatkan oleh hilangnya kendali truk angkut (contohnya, ngebut, mudur saat turun, dan mengantuk) serta 11% kematian akibat menabrak tanggul (Perry & Embrace, 2016). Selain itu penelitian sebelumnya dari kecelakaan yang nonfatal menemukan bahwa kesalahan operator (contohnya, kelelahan dan kesalahan prosedur) adalah penyebab kecelakaan yang paling sering dilaporkan (Santos et al., 2010). Karena itu penggunaan collision avoidance systems (CAS) diperlukan untuk mengurangi tabrakan (Salkiawati et al., 2021). CAS merupakan sistem yang dapat digunakan dalam manajemen risiko terintegrasi untuk tambang (Sianitawati & Prasetyo, 2022). Sistem canggih tersebut membantu operator untuk meningkatkan kesadaran situasional, CAS dapat meningkatkan keselamatan di lokasi dengan meminimalkan risiko serta terbukti di lingkungan terbuka dan bawah tanah, CAS merupakan sebuah sensor yang menembakkan sinyal khusus ke depan (Steven et al., 2020). Bila sinyal tersebut memantul kembali, maka unit mengetahui bahwa ada objek di depan, sehingga dapat melakukan pengereman otomatis. Secara khusus, CAS efektif dalam mengurangi kejadian tabrakan antara kendaraan dan orang, kendaraan dan kendaraan, kendaraan dan infrastruktur (gettransportation.com).

CAS akan dipasang di Haul Dump Truck milik PT Putra Perkasa Abadi dengan tujuan untuk mengurangi risiko tabrakan karena disebabkan hilangnya kesadaran situasional atau kehilangan kendali. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas penggunaan CAS ketika digunakan di Haul Dump Truck.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berjenis penelitian lapangan, jenis penelitian ini adalah penelitian lapangan, yaitu mengamati secara langsung objek yang diteliti untuk mendapatkan data yang relevan (Sugiono, 2008). Metode analisis kualitatif akan digunakan dalam penelitian ini, adapun sumber data yang akan digunakan dalam penelitian itu adalah data primer. Data primer adalah data yang diperoleh dari sumber primer, baik individu maupun pribadi, seperti hasil wawancara atau pengisian kuesioner. Dalam upaya pengumpulan data, penulis menggunakan teknik observasi. Teknik observasi adalah metode pengumpulan data yang dilakukan melalui pengamatan, disertai pencatatan terhadap keadaan atau objek sasaran yaitu Komatsu HD 785 dan CAT UHT 777.

Teknik analisa yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis kualitatif. data dalam penelitian ini menggunakan analisis kualitatif berjenis induktif. Pendekatan berjenis induktif tersebut adalah analisis yang dilakukan berdasarkan data yang diperoleh, kemudian dikembangkan melalui pola hubungan tertentu. Langkah-langkah yang dilaksanakan dalam analisis tersebut yang pertama adalah reduksi data, display data, dan conclusion drawing atau verification (Nasution, 2023).

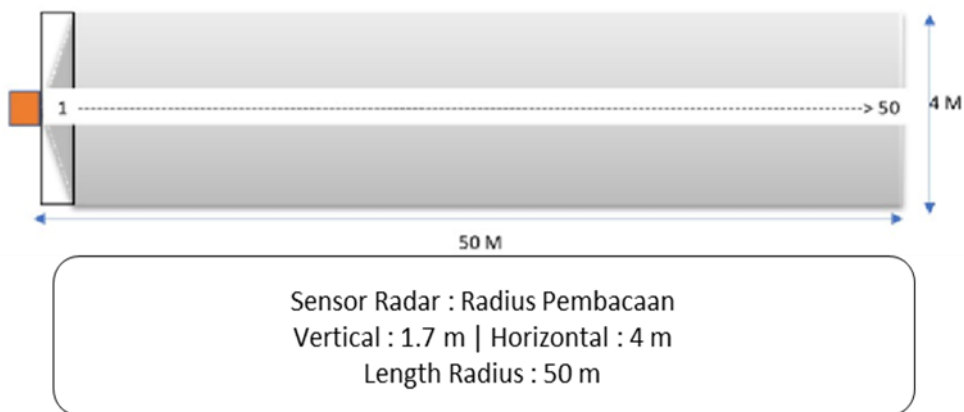
Tahapan reduksi data bertujuan untuk mempertajam, menyeleksi, memfokuskan dan menyusun data sedemikian rupa sehingga dapat ditarik kesimpulan dan dibuktikan kebenarannya (Hidayat, 2011). Kemudian untuk tahapan display data adalah untuk memahami sesuatu terjadi selanjutnya dibuat analisis lebih lanjut berdasarkan pemahaman terhadap data yang disajikan (Sugiyono, 2018). Langkah selanjutnya adalah menarik kesimpulan awal dan verifikasi, kesimpulan awal yang ditarik bersifat sementara dan ketika didukung oleh bukti yang valid maka kesimpulan yang akan menjadi kredibel (Sugiyono, 2010). Analisis data kualitatif dilakukan secara intraktif dan dilakukan secara menerus sampai selesai, sehingga sampai terpenuhinya data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

CAS dipasang pada unit Komatsu HD 785 dan CAT UHT 777 tepatnya di bagian depan unit setinggi 1,8meter dari permukaan tanah. Adapun jangkauan radar dari CAS sejauh 50meter dengan lebar 4 meter, dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2 :



Gambar 1 Lokasi Pemasangan Collision Avoidance Systems (CAS)



Gambar 2. Ilustrasi Jangkauan Radar Collision Avoidance Systems (CAS)

Langkah selanjutnya adalah dengan membuat rencana konfigurasi jarak pengereman dan kecepatan, langkah tersebut digunakan untuk mengetahui sejauh mana CAS dapat merespon ketika berada pada kecepatan dan jarak tertentu, sehingga nantinya dapat diketahui efektifitas penggunaan CAS pada unit Komatsu HD 785 dan CAT UHT 777, dapat dilihat pada **Tabel 1**

Tabel 1 Rencana Konfigurasi Jarak Pengereman dan Kecepatan

No	Jarak Radar Meter	Kec Unit KM / Jam	Buzzer Indicator	Buzzer Brake
1	1 - 5	5 - 13	7	5
2	1 - 12	13 - 25	14	12
3	1 - 20	25 - 40	22	20
4	1 - 25	40 - up	27	25

Setelah membuat rencana konfigurasi jarak pengereman dan kecepatan, langkah selanjutnya melakukan observasi langsung. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan sebanyak 10 kali pada unit Komatsu HD 785 dan CAT UHT 777 milik PT Putra Perkasa Abadi *site* PT Bukit Asam, Tbk dengan beberapa variasi kecepatan dan jarak pengereman maka diperoleh hasil sebagai berikut, dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2 Konfigurasi Jarak dan Kecepatan pada Unit Komatsu HD 785 dan CAT UHT 77

Logic	Jarak Radar (meter)	Kec. Unit (km/jam)	Lokasi	Buzzer Aktif (meter)	rake Aktif (meter)	Hasil (Technical Instructur Operator)
1	3	2 – 5	Workshop/Front Loading	3	3	1. <i>Groundtest</i> berjalan lancar (<i>no issue</i>) 2. <i>Buzzer</i> aktif ketika melintas di jalan undulating, tanjakan, dan tikungan
2	5	5 – 10	Front Loading/ Disposal	5	5	1. <i>Groundtest</i> berjalan lancar (<i>no issue</i>) 2. <i>Buzzer</i> aktif ketika melintas di jalan undulating, tanjakan, dan tikungan
3	10	10 – 15	Front Loading/ Disposal	10	9	1. <i>Groundtest</i> berjalan lancar (<i>no issue</i>) 2. <i>Buzzer</i> aktif ketika melintas di jalan undulating, tanjakan, dan tikungan
4	12	15 – 20	Tanjakan & Turunan	12	10	1. <i>Groundtest</i> berjalan lancar (<i>no issue</i>) 2. <i>Buzzer</i> aktif ketika melintas di jalan undulating dan tikungan
5	14	20 – 30	Jalan Tambang	14	12	1. <i>Groundtest</i> berjalan lancar (<i>no issue</i>) 2. <i>Buzzer</i> aktif ketika melintas di jalan undulating dan tikungan
6	20	30 – 40	Jalan Tambang	17	14	1. <i>Groundtest</i> berjalan lancar (<i>no issue</i>) 2. <i>Buzzer</i> aktif ketika melintas di jalan undulating dan tikungan
7	25	30 – 40	Jalan Tambang	17	15	<i>Groundtest</i> berjalan lancar (<i>no issue</i>)
8	30	30 – 40	Jalan Tambang	25	20	<i>Brake</i> terlalu sering aktif dengan sendirinya
9		55 up	Over Speed	On	-	<i>Groundtest</i> berjalan lancar (<i>no issue</i>)

CAS di desain dengan jarak dan speed unit sebagai trigger untuk output buzzer indicator dan automatic brake, data jarak di dapatkan dari sensor yang di letakkan di depan unit sedangkan data kecepatan diperoleh dari transmition output sensor (Yahya, 2017). Berdasarkan tabel konfigurasi jarak dan kecepatan diatas, dapat diketahui kondisi jarak radar dan kecepatan unit untuk output buzzer indicator dan automatic brake pada unit.

Pada poin pertama yaitu dengan konfigurasi jarak radar 1-3 meter dan kecepatan Unit 0-5 km/jam untuk lokasi Workshop dan Front Loading, dimana pada kondisi ini buzzer indicator akan aktif pada

jarak 3 meter dan CAS akan mengaktifkan brake pada unit pada jarak 3 meter. Pada poin kedua dimana jarak radar 1-5 meter dengan kecepatan unit 5-10 km/jam untuk lokasi Loading dan Disposal, pada kondisi ini buzzer indicator dan brake aktif pada jarak 5 meter.

Pada poin ke tiga dengan jarak radar 1-10 meter dan kecepatan unit 1-15 km/jam pada lokasi Loading dan Disposal, pada kondisi ini buzzer indicator akan aktif pada jarak 10 meter dan brake pada unit akan aktif pada jarak radar dengan objek sejauh 9 meter. Pada poin ke empat dimana jarak radar dengan objek 1-12 meter dan kecepatan unit 15-20 km/jam, pada kondisi ini buzzer indicator akan aktif pada jarak 12 meter kemudian brake pada unit aktif pada jarak 10 meter.

Pada poin ke lima dimana jarak sensor radar semakin jauh menjadi 1-14 meter dan kecepatan unit 20-25 km/jam yang digunakan pada saat operasi normal, pada kondisi ini jarak buzzer indicator aktif pada jarak 14 meter dan brake pada jarak 12 meter. Pada poin ke enam jarak radar di atur pada jarak 1-25 meter dan kecepatan unit 25-40 km/jam yang digunakan pada lokasi atau posisi operasi normal, pada kondisi ini buzzer indicator akan aktif pada jarak 23 meter dan brake pada jarak 21 meter. Kemudian pada poin terakhir ketika kecepatan unit melebihi 55 km/jam atau pada posisi over speed yang ditandai dengan aktifnya buzzer indicator secara continue namun brake pada unit tidak aktif.

Hasil observasi yang dilakukan menyesuaikan kondisi yang ada di lapangan, sehingga perlu dilakukan penyesuaian terhadap rencana konfigurasi jarak pengereman dan kecepatan. Melalui hasil pengujian yang dilakukan (Tabel 2) menunjukkan bahwa CAS efektif untuk mencegah tabrakan pada kecepatan 1 – 40 km/jam, sedangkan pada kecepatan 55 km/jam CAS tidak efektif dalam mencegah tabrakan. Namun efektifitas penggunaan dapat ditingkatkan dengan memasang kamera AI (*Artificial Intelligence*) sehingga kamera tersebut akan mendekteksi objek yang berisiko untuk tertabrak atau objek yang tidak berisiko tertabrak, karena prinsip CAS bekerja dengan menggunakan radar sehingga tidak dapat mendeteksi karakteristik objek penghalang yang ada didepannya.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa CAS efektif untuk mencegah tabrakan karena disebabkan hilangnya kesadaran situasional atau kehilangan kendali pada kecepatan 1 – 40 km/jam, sedangkan pada kecepatan 55 km/jam CAS tidak efektif dalam mencegah tabrakan. Namun efektifitas penggunaan dapat ditingkatkan dengan memasang kamera AI (*Artificial Intelligence*) sehingga kamera tersebut akan mendekteksi objek yang berisiko untuk tertabrak atau objek yang tidak berisiko tertabrak, karena prinsip CAS bekerja dengan menggunakan radar sehingga tidak dapat mendeteksi karakteristik objek penghalang yang ada didepannya. Oleh karena itu diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat mengintegrasikan penggunaan CAS dengan Camera AI (*Artificial Intelligence*), sehingga dapat diketahui tingkat efektifitas penggunaan CAS pada unit Komatsu HD 785 dan CAT UHT 777 untuk mengurangi risiko tabrakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulhamid, M., & Amondi, O. (2020). Collision Avoidance System Using Ultrasonic Sensor. *Land Forces Academy Review*, 25(3), 259–266.
- Almberg, K. S., Friedman, L. S., Swedler, D., & Cohen, R. A. (2018). Mine Safety And Health Administration's Part 50 Program Does Not Fully Capture Chronic Disease And Injury In The Illinois Mining Industry. *American Journal Of Industrial Medicine*, 61(5), 436–443.
- Bellanca, J. L., Ryan, M. E., Orr, T. J., & Burgess-Limerick, R. J. (2021). Why Do Haul Truck Fatal Accidents Keep Occurring? *Mining, Metallurgy & Exploration*, 38(2), 1019–1029.
- Hidayat, A. A. A. (2011). *Metode Penelitian Keperawatan Dan Teknik Analisis Data*.
- Joukhadar, A., Issa, H., & Kalaji, Y. (2018). Design And Implementation Of Auto Car Driving System With Collision Avoidance. *Cogent Engineering*, 5(1), 1485458.
- Nasution, A. F. (2023). *Metode Penelitian Kualitatif*. Harfa Creative.
- Perry, R., & Embrace, R. M. (2016). *Appalachian Ohio: Where Coal Mining, Fracking, And National*

Politics Converge.

- Salkiawati, R., Alexander, A. D., & Lubis, H. (2021). Implementasi Canny Edge Detection Pada Aplikasi Pendeteksi Jalur Lalu Lintas. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 5(1), 164–169.
- Sanjana, T., Wahid, F., Habib, M. M., & Rumel, A. A. (2018). Design Of An Automatic Forward And Back Collision Avoidance System For Automobiles. *Advances In Science, Technology And Engineering Systems Journal*, 3(1), 205–212.
- Santos, B. R., Porter, W. L., & Mayton, A. G. (2010). An Analysis Of Injuries To Haul Truck Operators In The Us Mining Industry. *Proceedings Of The Human Factors And Ergonomics Society Annual Meeting*, 54(21), 1870–1874.
- Sianitawati, S., & Prasetyo, A. H. (2022). Rancangan Manajemen Risiko Korporat Terintegrasi Pada Perusahaan Pertambangan Batu Bara Tahun 2023-2024. *Jurnalku*, 2(4), 482–501.
- Steven, S., Sari, F. A., Anggraeni, W., & Nasrullah, M. I. (2020). Manajemen Risiko Kegagalan Lereng Pada Tambang Emas Menggunakan Teknologi Slope Stability Radar. *Prosiding Temu Profesi Tahunan Perhapi*, 85–94.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Dan Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. Cv. Alfabeta.
- Sugiyono, P. (2010). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*. Penerbit Alfabeta, Bandung.
- Yahya, W. (2017). *Buku Sistem Kontrol Otomotif*. Deepublish.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License