

## **TEKNOLOGI *COLLISION AVOIDANCE SYSTEM* (CAS) TERHADAP *UNSAFE ACTION* DI PT XX**

**Riyan Saputra<sup>1</sup>, Dwi Yulia Maritasari<sup>2</sup>, Nur Sefa Arief Hermawan<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Kesehatan Masyarakat, Universitas Mitra Indonesia

<sup>2</sup>Kesehatan Masyarakat, Universitas Mitra Indonesia

<sup>3</sup>Kesehatan Masyarakat, Universitas Mitra Indonesia

Korespondensi : <sup>1</sup>saputrariyan06@gmail.com

### **Abstrak**

Berdasarkan data, angka kecelakaan lalu lintas di PT XX tahun 2020-2022 cukup tinggi, sehingga diperlukan perbaikan untuk mencegah kecelakaan lalu lintas dengan cara mengimplementasikan teknologi *Collision Avoidance System* (CAS). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penggunaan teknologi CAS terhadap Tindakan Tidak Aman lalu lintas pertambangan oleh operator *dump truck* di PT. XX dari tahun 2020-2022 berdasarkan waktu, area, dan jenis tindakan tidak aman. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif yang bersifat survei deskriptif. Analisis data yang digunakan adalah analisis univariat. Hasil penelitian menunjukkan 85,4% operator melakukan Tindakan Tidak Aman. Tindakan Tidak Aman berdasarkan waktu paling tinggi terjadi pada tahun 2021 yaitu 414.674. Tindakan Tidak Aman berdasarkan area paling tinggi terjadi pada *Coal Mining Hauling* yaitu 297.084. Tindakan Tidak Aman berdasarkan jenis Tindakan Tidak Aman paling tinggi terjadi pada *stopsign* yaitu 388.539. Saran pada penelitian ini adalah perbaikan segmen jalan tanjakan (*overgrade*) diatas 8% dan penambahan suara *alert* teknologi CAS.

**Kata kunci:** Lalu lintas, Tindakan tidak aman, Teknologi CAS (*Collision Avoidance System*)

## ***COLLISION AVOIDANCE SYSTEM (CAS) ON UNSAFE TRAFFIC ACTIONS IN PT XX***

### **Abstract**

*Based on the data, the traffic accident numbers at PT XX from 2020 to 2022 are quite high, necessitating improvements to prevent traffic accidents by implementing Collision Avoidance System (CAS) technology. The objective of this research is to determine the usage of CAS technology in mitigating Unsafe Acts in mining traffic by dump truck operators at PT. XX from 2020 to 2022 based on time, area, and types of unsafe acts. The research method used is quantitative descriptive survey. The data analysis utilized is univariate analysis. The research results show that 85.4% of operators engage in Unsafe Acts. The highest frequency of Unsafe Acts based on time occurred in 2021, with 414,674 instances. The highest frequency of Unsafe Acts based on area occurred in Coal Mining Hauling, with 297,084 instances. The highest frequency of Unsafe Acts based on the type of Unsafe Act occurred in stop signs, with 388,539 instances. Recommendations for this research include improving road segments with grades over 8% and adding auditory alerts in CAS technology.*

**Keywords:** *Collision Avoidance System, Traffic, Unsafe action*

## PENDAHULUAN

*Traffic* merupakan salah satu kegiatan yang tidak bisa dilepaskan dari proses *mining* (tambang), karena *traffic* sendiri adalah proses pemindahan atau pengangkutan yang dilakukan dijalar *hauling* dan jalur tambang (Abdullah, 2019). Jarak tempuh yang jauh berdampak terhadap perilaku tidak aman (*unsafe action*) operator *dump truck* yang cenderung menyebabkan kecelakaan lalu lintas (*traffic accident*) seperti melebihi batas kecepatan dan tidak menjaga jarak aman saat beriringan. (Tpt & Perhapi, 2022).

Data kecelakaan lalu lintas di pertambangan Indonesia setiap tahunnya tercatat kejadian kecelakaan kendaraan dengan jumlah yang tinggi. Data dari divisi *Occupational Health and Safety* (OHS) PT Freeport Indonesia pada tahun 2017 tercatat sejumlah 276 kecelakaan, tahun 2018 terjadi sebanyak 365 kecelakaan dan di tahun 2019 terjadi sejumlah 353 kecelakaan. (Supratikno et al., 2021). Tindakan tidak aman (*Unsafe Action*) berlalu lintas di tambang seperti melebihi kecepatan (*overspeed*), tidak menjaga jarak aman beriringan (*tailgating*), melanggar rambu lalu lintas (*stopsign*) merupakan aspek yang harus di evaluasi dalam Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).

Berdasarkan data dari departemen SHE (*Safety Health Environment*) PT. XX tahun 2019, tindakan tidak aman (*unsafe action*) berlalu lintas di tambang cukup tinggi, yaitu pada lokasi produksi area 1 terdapat 14.247 pelanggaran *overspeed*, 17.095 pelanggaran *tailgating*, dan 25.642 pelanggaran *stopsign*. Pada lokasi produksi area 2 terdapat 9.380 pelanggaran *overspeed*, 11.255 pelanggaran *tailgating*, dan 16.882 pelanggaran *stopsign*. Dan Pada lokasi *Coul Mining Hauling* terdapat 12.723 pelanggaran *overspeed*, 15.266 pelanggaran *tailgating*, dan 22.899 pelanggaran *stopsign*. Tingginya kejadian pelanggaran tersebut dapat berpotensi menyebabkan kecelakaan lalu lintas (*traffic accident*).

Dalam mengurangi tindakan tidak aman berlalu lintas di pertambangan, penggunaan teknologi banyak digunakan sebagai salah satu solusi untuk meningkatkan keselamatan pada operator. Secara khusus, MSHA (*US Mine Safety and Health Administration*) dan perusahaan tambang melakukan pengembangan peningkatan

teknologi CXS (*Collision Avoidance/Warning Systems*) yang akan dapat meningkatkan kemampuan operator untuk memantau area sekitar kendaraan, melihat semua area di dekat alat berat dan memberikan peringatan jika ada objek atau kendaraan yang mendekati kendaraan mereka. Teknologi CXS (*Collision Avoidance/Warning Systems*) memiliki kemampuan untuk mendeteksi dan memperkirakan jarak kendaraan yang ada di sekitar, memberikan peringatan visual dan suara jika terdeteksi objek dalam jarak tertentu yang berpotensi bahaya tabrakan, (Hrica et al., 2023). Selain itu juga penggunaan teknologi CAS di operator *dump truck* dapat mengurangi tindakan tidak aman dalam mengemudi hingga 80% (Vanitha., 2020).

Tingginya angka tindakan tidak aman (*unsafe action*) berlalu lintas di tambang PT XX seperti *Overspeed*, *Tailgating*, *Stopsign*, diperlukan suatu *improvement* untuk mencegah *Traffic Accident* dengan cara mengimplementasikan teknologi *Collision Avoidance System* (CAS) di Pertambangan dengan fitur *Proximity Detection* untuk menjaga jarak aman beriringan (*Tailgating*), *Mine Awareness* untuk mematuhi rambu (*Stopsign*), dan *Overspeed Awareness* (Kecepatan Kendaraan). PT XX sudah menggunakan teknologi *Collision Avoidance System* (CAS) pada tahun 2020.

Oleh karena itu, berdasarkan data di atas tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penggunaan teknologi CAS terhadap Tindakan Tidak Aman lalu lintas pertambangan oleh operator *dump truck* di PT. XX dari tahun 2020-2022 berdasarkan waktu, area, dan jenis tindakan tidak aman. Dengan diketahui jumlah tindakan tidak aman berdasarkan waktu, area, dan jenis tindakan tidak aman dapat dilihat penggunaan teknologi CAS diyakini dapat mengurangi tindakan tidak aman melalui fitur-fitur yang tersedia dalam teknologi CAS yaitu *Proximity Detection* untuk menjaga jarak aman beriringan (*Tailgating*), *Mine Awareness* untuk mematuhi rambu (*Stopsign*), dan *Overspeed Awareness* (Kecepatan Kendaraan).

**BAHAN dan METODE**

Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif yang bersifat survei deskriptif (Ahyar et al., 2020). Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni-Juli 2023 di PT XX. Sebelum melakukan pengumpulan data, peneliti mengajukan permohonan laik etik ke bagian Universitas Mitra Indonesia, kemudian mengajukan surat izin penelitian, surat izin penelitian diajukan ke Pimpinan Perusahaan PT XX untuk memperoleh izin pengambilan data penelitian. Sampel pada penelitian ini adalah 500 operator *dump truck* PT. XX, teknik pengambilan sampel operator *dump truck* menggunakan teknik sampling *non probability* dengan metode total sampel (Sugiyono, 2018). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data tindakan tidak aman (*unsafe action*) berlalu lintas di tambang berdasarkan waktu, area, dan jenis tindakan tidak aman yang diunduh dari *dashboard review* CAS dari tahun 2020-2022. Instrumen yang digunakan adalah alat ukur teknologi CAS dengan cara pengukuran data langsung yang sudah diuji validitas dan reliabilitasnya. Analisis data yang digunakan adalah analisis univariat dengan menggunakan SPSS.

**HASIL**

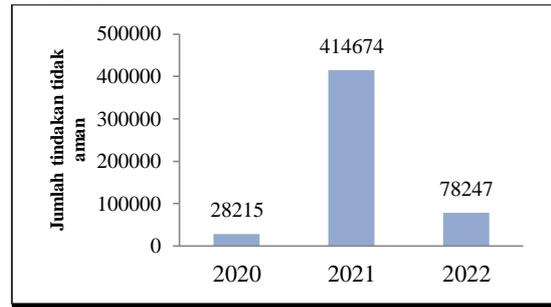
**Tindakan Tidak Aman Pada Operator**

**Tabel 1. Distribusi Frekuensi dan Persentase Tindakan Tidak Aman Operator**

| Tindakan            | Frekuensi | Persentase |
|---------------------|-----------|------------|
| Tindakan Aman       | 73        | 14,6 %     |
| Tindakan Tidak Aman | 427       | 85,4 %     |
| Jumlah              | 500       | 100 %      |

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa dari 500 operator, yang melakukan tindakan aman adalah 73 operator (14,60%) dan Tindakan tidak aman adalah 427 operator (85,40%).

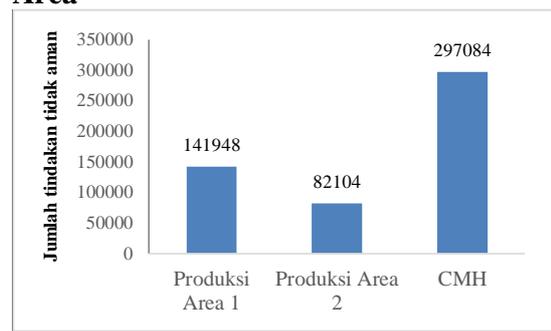
**Tindakan Tidak Aman Berdasarkan Waktu**



**Gambar 1. Grafik Tindakan Tidak Aman Berdasarkan Waktu**

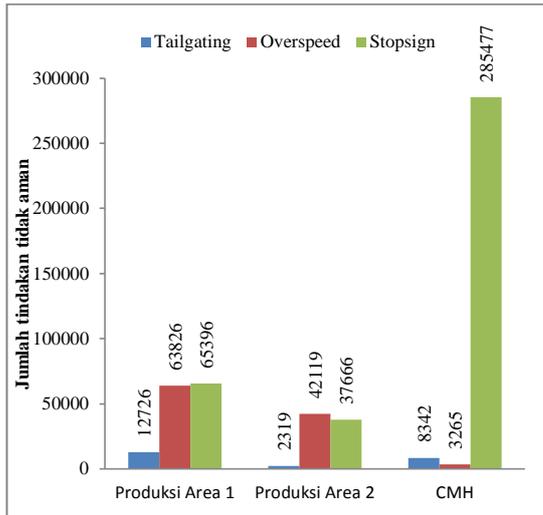
Pada Gambar 1 Jumlah tindakan tidak Aman Berdasarkan Waktu, pada tahun 2020 terdapat 28.215, tahun 2021 terdapat 414.674, dan tahun 2022 terdapat 78.247. Tindakan tidak aman paling tinggi terjadi pada tahun 2021 dan paling rendah terjadi pada tahun 2020.

**Tindakan Tidak Aman Berdasarkan Area**



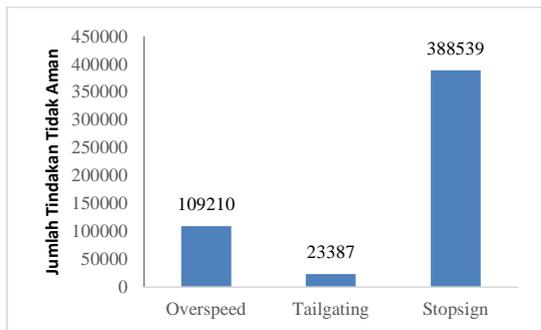
**Gambar 2. Grafik Tindakan Tidak Aman Berdasarkan Area**

Pada Gambar 2. Tindakan Tidak Aman Berdasarkan Area di Produksi Area 1 terdapat 141.948 tindakan tidak aman, Produksi Area 2 terdapat 82.104 tindakan tidak aman, dan *Coal Mining Hauling* (CMH) terdapat 297.084 tindakan tidak aman. Tindakan tidak aman paling tinggi terjadi di CMH dan paling rendah terjadi di Produksi Area 2.



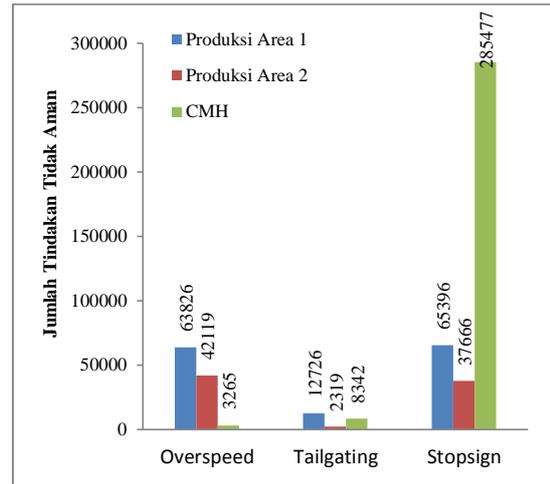
**Gambar 3. Grafik Tindakan Tidak Aman Area Berdasarkan Jenis Tindakan Tidak Aman**

Berdasarkan Gambar 3. Jumlah tindakan tidak aman di Produksi Area 1 *stopsign* sebesar 65.396, *overspeed* sebesar 63.826, dan *tailgating* sebesar 12.726. Jumlah tindakan tidak aman yang terjadi di Produksi Area 2 *stopsign* sebesar 37.666, *overspeed* sebesar 42.119, dan *tailgating* sebesar 2.319. Jumlah tindakan tidak aman yang terjadi di CMH *stopsign* sebesar 285.477, *overspeed* sebesar 3.265, dan *tailgating* sebesar 8.342.



**Gambar 4. Grafik Tindakan Tidak Aman Berdasarkan Jenis Tindakan Tidak Aman**

Gambar 4 menunjukkan jumlah tindakan tidak aman berdasarkan jenis tindakan tidak aman, yaitu *overspeed*, *tailgating*, dan *stopsign*. Jumlah jenis tindakan tidak aman *overspeed* sebesar 109.210, *tailgating* sebesar 23.387, dan *stopsign* sebesar 388.539. Jenis tindakan tidak aman paling tinggi adalah *stopsign* dan yang paling rendah adalah *tailgating*.



**Gambar 5. Tindakan Tidak Aman Jenis Tindakan Tidak Aman Berdasarkan Area**

Berdasarkan Gambar 5. Jumlah jenis tindakan tidak aman *overspeed* jumlah tindakan tidak aman di Produksi Area 1 adalah 63.826, Produksi Area 2 sebesar 42.119, dan di CMH sebesar 3.265. Jumlah tindakan tidak aman *tailgating* di Produksi Area 1 adalah sebesar 12.726, di Produksi Area 2 sebesar 2.319, dan di CMH sebesar 8.342. Jumlah tindakan tidak aman *stopsign* di Produksi Area 1 adalah sebesar 65.396, di Produksi Area 2 sebesar 37.666, dan di CMH sebesar 285.477.

## PEMBAHASAN

### Tindakan Tidak Aman Pada Operator

Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat distribusi frekuensi persentase terbesar adalah operator melakukan tindakan tidak aman berlalu lintas di tambang. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar operator melakukan tindakan tidak aman. Semakin banyak operator yang melakukan tindakan tidak aman, akan semakin meningkatkan kemungkinan terjadinya kecelakaan lalulintas di area tambang (*traffic accident*).

Hal ini sesuai dengan penelitian Asshidiqi (2013) diketahui bahwa *unsafe action* masih mendominasi terjadinya *traffic accident*. (Asshidiqi et al., 2013). Teori Heinrich juga menyatakan bahwa 88% dari semua kecelakaan disebabkan oleh keputusan manusia untuk melakukan tindakan yang tidak aman. (Susanty, 2023).

### **Tindakan Tidak Aman Berdasarkan Waktu**

Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat bahwa tindakan tidak aman berdasarkan waktu yaitu tahun 2020-2022 trendnya meningkat dari tahun 2020 ke 2021 dan menurun dari tahun 2021 ke tahun 2022. Tindakan tidak aman yang paling tinggi terjadi pada tahun 2021. Terjadi penurunan yang signifikan pada tahun 2022 setelah menggunakan CAS.

Hal ini disebabkan karena pada tahun 2020 masih dilakukan proses pengembangan terhadap teknologi CAS mulai dari penyiapan infrastruktur dan pemasangan perangkat teknologi CAS pada kendaraan alat berat, sehingga belum semua tindakan tidak aman berlalu lintas di tambang terekam oleh sistem perangkat CAS. Pada tahun 2021, teknologi CAS sudah terimplementasi pada seluruh alat berat *dump truck* yang ada di PT. XX sehingga seluruh tindakan tidak aman berlalu lintas di tambang dapat terdeteksi secara obyektif. Setelah dilakukan tindak lanjut terhadap operator yang melakukan tindakan tidak aman, sehingga pada tahun 2022 terjadi penurunan yang cukup signifikan hal ini dikarenakan setiap temuan tindakan tidak aman yang dilakukan operator dilakukan tindak lanjut oleh pengawas.

Penelitian sebelumnya menyatakan penggunaan teknologi CAS di operator *dump truck* dapat mengurangi tindakan tidak aman dalam mengemudi hingga 80% (Vanitha, 2020). Dalam mengurangi tindakan tidak aman berlalu lintas di pertambangan, peningkatan penggunaan teknologi banyak digunakan sebagai salah satu solusi untuk meningkatkan keselamatan pada operator. Secara khusus, MSHA (*US Mine Safety and Health Administration*) dan perusahaan tambang melakukan pengembangan peningkatan teknologi CXS (*Collision Avoidance/Warning Systems*) yang akan meningkatkan kemampuan operator untuk memantau area sekitar kendaraan (Hrica et al., 2023). Dengan dipasangkannya perangkat CAS pada kendaraan *dump truck* operator akan terbantu karena perangkat CAS memberikan informasi kepada operator berupa *mine awareness*, area jalan tambang, persimpangan jalan, rambu stop, rambu *give way*, jarak aman, posisi unit lain, posisi

kendaraan lain, dan *overspeed*. (Nieto & Dagdelen, 2003).

### **Tindakan Tidak Aman Berdasarkan Area**

Jumlah tindakan tidak aman di Produksi Area 1 terdapat 141.948 tindakan tidak aman, Produksi Area 2 terdapat 82.104 tindakan tidak aman, dan *Coal Mining Hauling* (CMH) terdapat 297.084 Tindakan tidak aman yang paling tinggi terjadi di *Coal Mining Hauling* (CMH). Hal ini disebabkan karena lokasi operasional *Coal Mine Hauling* (CMH) berada di seluruh pit 19A, pit 19D, pit 13 HW dan pit 13 ALT sampai ke Pelabuhan. Semakin luas lokasi operasional, maka semakin banyak titik rambu-rambu stop yang harus dilewati selain itu juga untuk mengejar target produksi batubara yaitu sebesar 6.226,638 ton dan proses pengapalan di pelabuhan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Situmorang (2018) yang menyatakan bahwa lokasi yang paling berpotensi memiliki resiko kecelakaan paling tinggi terdapat pada jalan tambang (Situmorang et al., 2018). Sehingga semakin luas area tambang, memungkinkan terjadinya tindakan tidak aman yang lebih besar.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat dilihat bahwa jumlah tindakan tidak aman area berdasarkan jenis tindakan tidak aman. Pada Produksi Area 1 jenis tindakan tidak aman paling banyak adalah *stopsign* dan *overspeed*. Hal ini dikarenakan pada Produksi Area 1, terdapat segmen jalan yang mengalami *overgrade* (tanjakan) lebih dari 8%. Jalan *overgrade* akan memperlambat laju kecepatan *dump truck* dalam kondisi muatan, sehingga pada kondisi kosong kembali ke *front*, operator akan mengejar ketertinggalan waktu untuk mengejar target produksi dengan cara mempercepat laju kendaraan. Pada area CMH jenis tindakan tidak aman yang paling banyak adalah *stopsign*, hal ini disebabkan karena lokasi operasional *Coal Mine Hauling* (CMH) berada di seluruh pit A, pit B, pit C dan pit D sampai ke Pelabuhan. Semakin luas lokasi operasional, maka semakin banyak titik rambu-rambu stop yang harus dilewati selain itu juga untuk mengejar target produksi batubara yaitu sebesar 6.226,638 ton dan proses pengapalan di pelabuhan.

Pada Produksi Area 2 jenis tindakan tidak aman paling banyak adalah *overspeed*. Hal ini dikarenakan pada Produksi Area 2 terdapat segmen jalan yang mengalami tanjakan (*overgrade*) lebih dari 8% (Gambar terlampir). Jalan tanjakan (*overgrade*) akan memperlambat laju kecepatan *dump truck* dalam kondisi muatan, sehingga pada kondisi kosong kembali ke *front*, operator akan mengejar ketertinggalan waktu untuk mengejar target produksi dengan cara mempercepat laju kendaraan.

Penelitian lain menyatakan bahwa jika di suatu area terdapat tanjakan jalan yang cukup tinggi yaitu lebih dari 8% maka harus diperhatikan, karena selain akan berpengaruh pada kecepatan juga sangat berpengaruh pada keselamatan kerja. Pengendalian yang dapat dilakukan adalah dengan cara melakukan penimbunan atau menambahkan tinggi tanggul agar mengurangi terjadinya kecelakaan kerja (Maulida et al., 2021). Penelitian lain menyatakan bahwa faktor lingkungan menyumbang persentase terbesar yang menyebabkan tindakan tidak aman di PT Buma LHI dengan persentase sebesar 47% (Ciptapratama, 2012).

### **Tindakan Tidak Aman Berdasarkan Jenis Tindakan Tidak Aman**

Jenis tindakan tidak aman berlalu lintas di tambang yaitu *overspeed*, *tailgating*, dan *stopsign*. *Overspeed*, merupakan tindakan tidak aman operator berkendara dengan kecepatan diatas batas yang ditetapkan perusahaan. *Tailgating* merupakan tindakan tidak aman yang dilakukan operator dimana kendaraan unit yang dikendarai mengikuti kendaraan di depan dengan jarak terlalu dekat. *Stopsign* merupakan tindakan tidak aman yang dilakukan operator yaitu pada saat operator melanggar rambu-rambu lalu lintas (Kurniasih, 2018). Tindakan tidak aman *overspeed* akan tercatat jika kecepatan  $\geq 6$  km/jam dengan durasi  $\geq 10$  detik dari rambu-rambu kecepatan yang sudah ditetapkan. Tindakan tidak aman *tailgating* akan tercatat jika jarak *dump truck* dengan unit lainnya antara 16-24 m dengan kecepatan  $\geq 18$  km/jam dengan durasi  $\geq 10$  detik. Tindakan tidak aman *stopsign* akan tercatat jika operator *dump truck* tidak berhenti di rambu stop  $< 8$  detik.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat dilihat jumlah tindakan tidak aman berdasarkan jenis tindakan tidak aman yaitu *overspeed*, *tailgating*, dan *stopsign*. Jumlah jenis tindakan tidak aman *overspeed* sebesar 109.210, *tailgating* sebesar 23.387, dan *stopsign* sebesar 388.539. Jumlah tindakan tidak aman yang paling besar terjadi pada *stopsign*. Hal ini disebabkan karena operator mengejar target pencapaian produksi, dengan berhenti di rambu stop selama 8 detik, maka akan memperlambat waktu untuk menuju lokasi tambang/pelabuhan, sehingga memperlambat proses produksi.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat dilihat jumlah tindakan tidak aman *stopsigns* banyak terjadi di area CMH, hal ini disebabkan karena lokasi operasional *Coal Mine Hauling* (CMH) berada di seluruh pit A, pit B, pit C dan pit D sampai ke Pelabuhan. Semakin luas lokasi operasional, maka semakin banyak titik rambu-rambu stop yang harus dilewati selain itu juga untuk mengejar target produksi batubara yaitu sebesar 6.226,638 ton dan proses pengapalan di pelabuhan. *Tailgating* dan *overspeed* banyak terjadi di Produksi Area 1 hal ini dikarenakan terdapat segmen jalan yang mengalami *overgrade* (tanjakan) lebih dari 8%. Jalan *overgrade* akan memperlambat laju kecepatan *dump truck* dalam kondisi muatan, pada kondisi kosong kembali ke *front*, operator akan mengejar ketertinggalan waktu untuk mengejar target produksi dengan cara mempercepat laju kendaraan sehingga jarak beriringan antar kendaraan di jalan tambang saling berdekatan (*tailgating*).

### **SIMPULAN dan SARAN**

#### **Simpulan**

Kesimpulan dari penelitian ini adalah persentase tindakan tidak aman (*unsafe action*) dan tindakan aman (*safe action*) lalu lintas di PT. XX oleh 500 operator adalah 85,4% tindakan tidak aman (*unsafe action*) dan 14,6% tindakan aman (*safe action*). Jumlah tindakan tidak aman lalu lintas di PT. XX berdasarkan waktu paling banyak terjadi pada tahun 2021 yaitu sebesar 414.674 dan menurun secara signifikan pada tahun 2022 yaitu sebesar 78.274 hal ini menunjukkan penggunaan teknologi CAS dapat

menurunkan jumlah tindakan tidak aman. Jumlah tindakan tidak aman lalu lintas berdasarkan area paling banyak terjadi di area *Coal Mining Hauling* (CMH) yaitu sebesar 297.084. Jumlah tindakan tidak aman lalu lintas berdasarkan jenis tindakan tidak aman paling banyak terjadi jenis tindakan tidak aman *stop sign* yaitu sebesar 388.539.

#### Saran

Pada penelitian ini yang digunakan hanya data sekunder yang diunduh dari *dashboard review* CAS. Sebaiknya untuk penelitian selanjutnya dapat dilengkapi dengan menggunakan data primer sehingga dapat diketahui factor-faktor apa saja yang mempengaruhi tindakan tidak aman oleh operator. Selain itu juga saran yang diberikan oleh peneliti pada penelitian ini adalah untuk mengurangi tindakan tidak aman, perlu dilakukan perbaikan segmen jalan tanjakan (*overgrade*) diatas 8% di *re-grade* menjadi dibawah 8% agar kecepatan *dump truck* sesuai dengan target waktu produksi dan penambahan suara *alert* CAS pada POI rambu stop di persimpangan “*stop! satu, dua, tiga, empat, lima, enam, tujuh, delapan, jika sudah aman silakan maju*” untuk dijadikan panduan dan pengingat operator saat berhenti di rambu stop

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. XX yang telah memberikan izin dan dukungan pada penelitian ini serta berbagai pihak yang telah memberi dukungan dan kontribusi terhadap penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, R. (2019). Analisis Property Damage di Area Tambang Pt. Pamapersada Nusantara Site Air Laya Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Bina Tambang*, 4(3), 133–142.
- Ahyar, H., Maret, U. S., Andriani, H., Sukmana, D. J., Mada, U. G., Hardani, S.Pd., M. S., Nur Hikmatul Auliya, G. C. B., Helmina Andriani, M. S., Fardani, R. A., Ustiawaty, J., Utami, E. F., Sukmana, D. J., & Istiqomah, R. R. (2020). *Buku Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif* (Issue March).
- Asshidiqi, A. B. I. H., Puspitasari, N. I. A. B., & Kunci, K. (2013). *Classification System-Mining Industry ( Hfacs-Mi ) Klasifikasi Accident*.
- Ciptapratama, Ade. (2012). Analisis Insiden Unsafe Act Berdasarkan Faktor Prakondisi di PT Bukit Makmur Mandiri Utama Jobsite Lanna Harita Indonesia Tahun 2011. *SKRIPSI*.
- Hrica, J. K., Bellanca, J. L., Benbourenane, I., Carr, J. L., & Stabryla, K. M. (2023). *Technologies for Mining Haul Trucks*. 39(4), 1357–1389. <https://doi.org/10.1007/s42461-022-00633-w.A>
- Kurniasih, Dewi. (2018). *Menguak Perilaku Safety Driving Berdasarkan Teori Accident Causation Models dan Process View of Risk*. ISBN:978-6002-1081-95-2.
- Maulida, R., Nurhakim, & Dwiyatmoko, M.U. (2021). Optimasi travel speed alat angkut area North West 2 di PT Saptaindra Sejati. *JURNAL HIMASAPTA*, Vol. 6, No. 2, Agustus 2021: 97–103
- Nieto, A., & Dagdelen, K. (2003). Development and Testing of a Vehicle Collision Avoidance System Based on GPS and Wireless Networks for Open-Pit Mines. *Proceedings of the 31st International Symposium on Application of Computers and Operations Research in the Mineral Industries (APCOM)*, January 2003.
- Services, H. (2000). *RI 9652 Test Results of Collision Warning Systems for Surface Mining Dump Trucks Report of Investigations 9652 Test Results of Collision Warning Systems for Surface Mining Dump Trucks*.
- Situmorang, Tomy Efraim & Abdullah, Rijal. (2021). Upaya Meminimalisir Kecelakaan Kerja Di Area Penambangan PT. Prima Sarana Gemilang Jobsite Muara Alam Sejahtera, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Bina Tambang*, Vol. 4, No. 3, 65–77.
- Sugiyono. (2018). *Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan RnD*. Alfabeta. Bandung
- Supratikno, O., Syarief, R., & Indrawan, D. (2021). Evaluasi Program Pencegahan Kecelakaan Kendaraan

- Di Pt Freeport Indonesia. *Jurnal Aplikasi Bisnis Dan Manajemen*, 7(3), 723–733. <https://doi.org/10.17358/jabm.7.3.723>
- Susanty, M. (2023). *Sistem Pendukung Keputusan Pengamatan Keselamatan Kerja Digital*. 10(1), 54–61.
- Tpt, P., & Perhapi, X. (2022). *Fleet Management System , Real Time ,* 503–510.
- Vanitha, N. A. (2020). Fatal Accident Reduction in Mining Industry using Collision Avoidance System Technology. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 9(8), 4075-4079.