

Implementasi Metode HEART untuk Analisis *Human Error* pada Operator *Dump Truck* di Perusahaan Jasa Pertambangan

Hanif Akbar Fadlurrohman¹, Mey Rohma Dhani^{1*} dan Lukman Handoko¹

¹Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: meyrohmadhani@ppns.ac.id

Abstrak

Perusahaan jasa pertambangan di Kabupaten Tuban saat ini mengerjakan proyek penambangan batu kapur dan tanah liat, dengan kegiatan utama *loading* dan *hauling*. Pekerjaan tersebut melibatkan tenaga manusia dan *dump truck*, sehingga peran manusia sangat penting. Perusahaan menghadapi banyaknya kecelakaan kerja ataupun kejadian berbahaya setiap tahunnya, yang sebagian besar disebabkan oleh faktor *human error* seperti kesalahan *hauling*, *fatigue*, kurang waspada, dan lupa menurunkan vessel. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui probabilitas *human error* pada pengoperasian *dump truck*, serta memberikan solusi dari analisis yang dilakukan. Metode yang digunakan untuk menganalisis yaitu metode HEART (*Human Error Assessment and Reduction Technique*) karena relatif cepat dan mudah digunakan dalam menentukan probabilitas *human error*. Langkah pertama adalah menentukan HTA (*Hierarchical Task Analysis*) dari instruksi kerja perusahaan dan diskusi bersama *expert*. Setelah HTA diperoleh, melakukan penilaian GTTS (*Generic Task Types*), EPCs (*Error Producing Condition*), APOA (*Assessed Proportion of Affect*). Langkah terakhir metode ini melakukan perhitungan AE (*Assessed Effect*) dan nilai HEP (*Human Error Probability*). Hasil analisis pada HTA dihasilkan 21 *subtask* dan setelah dilakukan perhitungan HEP terdapat 6 *subtask* yang memiliki nilai HEP dengan kategori *high*. Rekomendasi yang diberikan yaitu melakukan pelatihan mengemudi bagi operator *dump truck*, pelatihan penyegaran K3, pembuatan *rest area*, dan *safety talk*.

Kata Kunci: *dump truck*, *fatigue*, HEART, HEP, *human error*

Abstract

The mining service company in Tuban Regency is currently working on a limestone and clay mining project, with primary activities being loading and hauling. These tasks involve human labor and dump trucks, making the human role very important. The company faces numerous work accidents and hazardous incidents annually, mostly caused by human error such as hauling mistakes, fatigue, lack of alertness, and forgetting to lower the vessel. This study aims to determine the probability of human error in dump truck operations and provide solutions based on the analysis conducted. The method used for analysis is the HEART (*Human Error Assessment and Reduction Technique*) method, which is relatively quick and easy to use in determining human error probability. The first step is to determine the HTA (*Hierarchical Task Analysis*) from the company's work instructions and discussions with experts. Once the HTA is obtained, assessments of GTTS (*Generic Task Types*), EPCs (*Error Producing Condition*), and APOA (*Assessed Proportion of Affect*) are conducted. The final step of this method involves calculating the AE (*Assessed Effect*) and the HEP (*Human Error Probability*) values. The HTA analysis resulted in 21 *subtasks*, and after the HEP calculation, 6 *subtasks* were found to have a high HEP value. The recommendations given include providing refresh training operational dump truck, refreshment K3, rest area development, and conducting safety talks.

Keywords: *dump truck*, *fatigue*, HEART, HEP, *human error*

1. PENDAHULUAN

Perusahaan jasa pertambangan di Kabupaten Tuban ini bergerak pada bidang pertambangan, kontraktor, rental unit, *earth moving*, perdagangan dan jasa. Pada saat ini perusahaan jasa pertambangan hanya berfokus pada bidang kontraktor penambangan batu kapur dan tanah liat saja atau biasa disebut sebagai penambangan kuari. Penambangan kuari yang dilakukan perusahaan menggunakan desain penambangan kapur dengan kombinasi metode "*Single Continous Bench*" dan "*Block System*" yang berarti untuk menjaga keseimbangan

ekosistem dan keberadaan air bawah tanah dilanjutkan dengan penanaman tanaman *green belt* (lebar 50m) mengelilingi lahan tambang. Selain itu juga melakukan reklamasi dan penutupan tambang yang mengacu pada (PERMEN ESDM RI No. 26, 2018). Kegiatan yang sering dikerjakan pada perusahaan jasa pertambangan ini adalah kegiatan *loading* dan *hauling*. Pekerjaan tersebut dilakukan dengan bantuan tenaga manusia dan unit *dump truck*. *Dump truck* adalah mobil besar dengan bak besar dibelakang dan suatu alat berat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pengangkutan barang dan merupakan faktor penting didalam proyek, terutama proyek-proyek konstruksi maupun pertambangan dan kegiatan lainnya untuk memindahkan barang dengan skala besar (Okta Saputri *et al.*, 2021). Adapun tingkat potensi bahaya pada pengoperasian *dump truck* diantaranya yaitu ban unit *dump truck* bocor atau pecah, patahnya as, menabrak tanggul pengaman, terperosok, benturan antara bucket dan *dump truck*, jatuh, terkilir, terkena batuan, dan terkena bucket (Kelvin *et al.*, 2020).

Sistem Manajemen Keselamatan Pertambangan (SMKP) dalam perusahaan pertambangan adalah salah satu aspek yang penting untuk diketahui, karena keberhasilan dari suatu perusahaan dalam mencapai produksi ditentukan oleh keselamatan kerja dari karyawan dengan kondisi pertambangan yang memiliki resiko sangat tinggi. Dalam mengelola dan mengendalikan bahaya serta risiko K3, Setiap pihak di perusahaan harus terlibat dalam menerapkan dan melaksanakan SMKP mulai dari level manajemen tertinggi hingga pelaksana di lapangan (Wardani *et al.*, 2019). Setiap perusahaan wajib menerapkan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja yang terintegrasi dengan sistem manajemen perusahaan serta dituntut untuk memiliki pemahaman dalam melakukan perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan keselamatan di lingkungan kerja, sebagai salah satu upaya pencegahan kecelakaan dan penyakit akibat kerja (Mudzakir *et al.*, 2022). Meski telah dilakukan pencegahan dengan cara berkomitmen pada keselamatan dan kesehatan kerja (K3) serta penerapan ISO, kecelakaan kerja dengan kategori *property damage* dan *nearmiss* masih terjadi hingga saat ini. Berdasarkan data kecelakaan kerja pada pengoperasian *dump truck* tahun 2020-2023 diketahui bahwa faktor yang memengaruhi terjadinya kecelakaan kerja pada pengoperasian *dump truck* adalah faktor *human error* yaitu sebanyak 34 kejadian. Terdapat kecenderungan manusia sebagai penyebab utama dalam kasus dimana suatu pekerjaan mengalami kegagalan atau kesalahan yang mengakibatkan kerugian pada material, finansial, hingga nyawa manusia (Qotrunnada *et al.*, 2022). *Human error* atau kesalahan manusia adalah kegagalan dalam menyelesaikan tugas atau pekerjaan tertentu yang dapat mengganggu jadwal operasi atau menyebabkan kerusakan pada peralatan (Ridwan Gucci & Nalendra, 2022). *Human error* merupakan tindakan atau perilaku yang menyimpang dari seharusnya dan dapat menurunkan keselamatan maupun performa dari kinerja suatu sistem (Nurhayati *et al.*, 2017). Selain disebabkan oleh faktor manusia, *human error* juga dapat terjadi akibat kesalahan dalam perancangan atau prosedur kerja (Alfano & Rusindiyanto, 2021). Menurut (Tahapary & Saptadi, 2022) faktor yang menyebabkan terjadinya *human error* ada dua faktor yaitu faktor situasional dan faktor individual, atau bahkan kombinasi keduanya. Untuk mengurangi angka kecelakaan di perusahaan jasa pertambangan ini, diperlukan analisis *human error* pada operator *dump truck* menggunakan metode *Human Reliability Assessment* (HRA) (Rosyidah *et al.*, 2023).

Analisis *human error* pada operator *dump truck* menggunakan salah satu metode HRA, yaitu metode *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART). Metode ini secara umum dapat digunakan di segala situasi atau industri dimana *human reliability* menjadi suatu faktor yang penting (Zhang *et al.*, 2020). Tujuan dari analisis reliabilitas manusia adalah menilai kesalahan manusia berdasarkan identifikasi kemungkinan kesalahan, menentukan seberapa besar kemungkinan kesalahan terjadi, meningkatkan keandalan manusia dengan mengurangi kemungkinan kesalahan tersebut (Lukman Handoko, 2019). Metode ini juga konsisten dan rinci dalam mengidentifikasi mengenai faktor *error* yang disebabkan oleh manusia (Pratiwi *et al.*, 2019). Prinsip dari metode ini yaitu kegiatan kritis pada tugas tertentu dengan kemungkinan *error* yang dipengaruhi oleh *Error Producing Conditions* (EPCs) (Noventya Cahyani *et al.*, 2022). Dari hasil analisis menggunakan metode HEART, akan didapatkan nilai *Human Error Probability* (HEP). *Error* yang mendapatkan nilai HEP tinggi atau *high* nantinya akan diberikan rekomendasi.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan meliputi wawancara dari *expert judgement* dan observasi lapangan. Data sekunder didapatkan dari instruksi kerja pengoperasian *dump truck* dan data investigasi kecelakaan kerja tahun 2020-2023. Berikut ini tahapan pengolahan data menggunakan metode HEART menurut (Kirwan, 1996):

- a. Menyusun *Hierarchical Task Analysis* (HTA)
- b. Menentukan nilai ketidakandalan manusia dari setiap *subtask* (GTTs)

- c. Menentukan kondisi yang dapat menyebabkan terjadinya *error* (EPCs)
- d. Menentukan nilai asumsi proporsi kesalahan (APOA)
- e. Menentukan nilai *Assessed Effect* (AE)

$$AE = [pi(fi - 1)+1]$$

pi : *Assessed Proportion*

fi : *Total Effect*

- f. Menghitung nilai *Human Error Probability* (HEP)
- $$[rx \prod pi (fi - 1)]$$

r : *Nominal Human Error Probability*

$$pi : (fi - 1) + 1$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang sudah didapatkan dan lengkap, maka selanjutnya dilakukan pengolahan data menggunakan metode HEART sebagai berikut :

a. *Hierarchical Task Analysis* (HTA) Pengoperasian *Dump Truck*

HTA dibuat berdasarkan instruksi kerja pengoperasian *dump truck* yang ada di perusahaan jasa pertambangan dan disusun dengan diskusi bersama *expert*. Hasil HTA pengoperasian *dump truck* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. HTA Pekerjaan Pengoperasian *Dump Truck*.

No.	Task Analysis	Subtask
1.	Persiapan umum operator	1.1 Melakukan absensi 1.2 Mengikuti P5M 1.3 Memakai APD
2.	Persiapan operator sebelum mulai pengoperasian	2.1 Melakukan pemeriksaan sebelum beroperasi 2.2 Melakukan pemeriksaan dengan mengisi formulir di aplikasi 2.3 Memastikan lampu rotari dan <i>headlamp</i> menyala selama mengoperasikan <i>dump truck</i> 2.4 Menggunakan sabuk pengaman 2.5 <i>Handle lock</i> kondisi <i>on</i> selama mengoperasikan <i>dump truck</i> 2.6 Mengikuti arahan <i>foreman</i> melalui radio VHF
3.	Pengoperasian <i>dump truck</i> pada proses <i>loading</i> dan <i>dumping</i>	3.1 Membawa <i>dump truck</i> dari tempat parkir menuju area kerja 3.2 Mengantre untuk <i>loading</i> muatan 3.3 Menempatkan vessel <i>dump truck</i> sesuai permintaan bucket alat muat 3.4 Mengangkut muatan menuju ke area gudang penyimpanan 3.5 Menempatkan <i>dump truck</i> di tempat penumpahan material dengan memerhatikan kondisi sekitar 3.6 Tetap melakukan monitoring unit dengan memerhatikan panel fungsi kontrol dan bunyi aneh selama operasi 3.7 Melaporkan kepada <i>foreman</i> apabila menemukan kejadian berbahaya atau kecelakaan kerja
4.	Pasca pengoperasian <i>dump truck</i>	4.1 Memarkir <i>dump truck</i> di area yang rata dan bebas longsor (jarak >20 meter dari tebing) dengan <i>hand brake</i> posisi <i>on</i> 4.2 Melakukan P2H kembali untuk mengecek fisik unit dan kebocoran oli 4.3 Mematikan mesin serta lampu utama, rotari dan <i>handle lock</i> posisi <i>off</i> 4.4 Melakukan serah terima unit dengan mekanik apabila terjadi kerusakan untuk segera dilakukan tindakan perbaikan 4.5 Melaporkan kepada <i>foreman</i> bahwa kegiatan sudah selesai

Berdasarkan Tabel1. Dapat dilihat hasil dari *task analysis* pekerjaan pengoperasian *dump truck* berdasarkan instruksi kerja dan diskusi bersama *expert*. Pada pengoperasian *dump truck* terdapat 4 *task* yaitu persiapan umum operator yang terdiri dari 3 elemen, persiapan operator sebelum pengoperasian yang terdiri dari 6 elemen, pengoperasian *dump truck* pada proses *loading* dan *dumping* terdiri dari 7 elemen, dan pasca pengoperasian *dump truck* terdiri dari 5 elemen. Setelah HTA diperoleh, maka proses pengolahan data dapat dilakukan.

b. Menentukan Nilai *Human Error Probability* (HEP) Pengoperasian *Dump Truck*

Setelah HTA pengoperasian *dump truck* diperoleh, selanjutnya dilakukan penilaian GTTs, penilaian penyebab terjadinya *error* (EPCs), dan penilaian APOA. Kemudian dilakukan perhitungan *Assesef Effect* menggunakan rumus 1 dan perhitungan HEP menggunakan rumus 2. Berikut ini hasil perhitungan penilaian HEP menggunakan metode HEART dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. Hasil Perhitungan Penilaian HEP Pekerjaan Pengoperasian *Dump Truck*.

Sub task	Tipe GTTs	Nilai GTTs	Potential Error	Tipe EPCs	Nilai EPCs	Nilai APOA	AE	HEP
1.1	E	0,02	Tidak melakukan absensi	13	4	0,5	2,2	0,4928
				31	1,2	0,6	1,12	
1.2	E	0,02	Tidak mengikuti P5M	16	3	0,8	2,2	0,4928
				31	1,2	0,8	1,12	
1.3	D	0,09	Tidak menggunakan APD	12	4	0,6	2,5	0,23634
				31	1,2	0,4	1,04	
				34	1,05	0,4	1,01	
2.1	C	0,16	Operator tidak memeriksa unit sebelum beroperasi	17	3	0,6	2,8	0,46144
				34	1,05	0,8	1,03	
2.2	D	0,09	Operator tidak mengisi formulir pemeriksaan	31	12	0,8	1,12	0,10382
				34	1,05	0,8	1,03	
2.3	G	0,0004	Operator tidak menyalakan lampu rotari dan <i>headlamp</i> ketika mengoperasikan <i>dump truck</i>	31	1,2	0,6	1,12	0,000468
				34	1,05	0,6	1,03	
2.4	G	0,0004	Operator tidak menggunakan sabuk pengaman	31	1,2	0,8	1,12	0,000468
				34	1,05	0,6	1,045	
2.5	G	0,0004	Operator tidak mengunci <i>Handle lock</i> ketika mengoperasikan <i>dump truck</i>	31	1,2	0,4	1,12	0,000468
				34	1,05	0,6	1,045	
2.6	D	0,09	Terjadi miskomunikasi antara <i>foreman</i> dengan operator	13	4	0,9	2,8	0,29736
				31	1,2	0,8	1,18	
3.1	C	0,16	Operator kurang handal dalam mengoperasikan <i>dump truck</i>	12	4	0,9	3,7	1,6576
				15	3	0,6	2,8	
3.2	C	0,16	Operator tidak sabar mengantri <i>loading</i> muatan	15	3	0,7	3	0,48
3.3	C	0,16	Terjadi miskomunikasi antara operator PC dengan operator <i>dump truck</i>	16	3	1	3	0,48
3.4	C	0,16	Operator kurang konsentrasi dalam mengoperasikan unit	12	4	0,8	3,7	1,6576
				15	3	0,9	2,8	
3.5	C	0,16	Operator kurang konsentrasi dan salah dalam mengambil keputusan langkah kerja	15	3	1	2,8	0,8512
				21	2	0,9	1,9	
3.6	C	0,16	Operator tidak memerhatikan panel fungsi kontrol unit nya ketika beroperasi	15	3	0,9	2,8	0,60928
				23	1,6	0,8	1,36	
3.7	D	0,09	Operator tidak melapor kepada <i>foreman</i> apabila menemukan kejadian berbahaya atau kecelakaan kerja	13	4	0,6	3,7	0,9324
				16	3	0,9	2,8	
4.1	C	0,16	Operator tidak memarkir di area yang telah ditentukan dan tidak menyalakan <i>hand brake</i> nya	12	4	0,8	3,7	1,6576
				15	3	0,9	2,8	
4.2	D	0,09	Operator malas dalam melakukan P2H serta mengabaikan kondisi berisiko	17	3	0,6	2,2	0,20394
				34	1,05	0,8	1,03	

4.3	E	0,02	Operator lupa tidak mematikan lampu utama dan rotari	31	1.2	0,3	1,14	0,0228
-----	---	------	--	----	-----	-----	------	--------

Lanjutan **Tabel 2.** Hasil Perhitungan Penilaian HEP Pekerjaan Pengoperasian *Dump Truck*.

<i>Sub task</i>	Tipe GTTs	Nilai GTTs	<i>Potential Error</i>	Tipe EPCs	Nilai EPCs	Nilai APOA	AE	HEP
4.4	E	0,02	Operator tidak menyampaikan kondisi unit kepada mekanik	13	4	0,8	2,8	0,1232
				16	3	0,5	2,2	
4.5	E	0,02	Operator tidak melapor kepada <i>foreman</i> bahwa kegiatan sudah selesai	31	1.2	0,4	1,14	0,0228

Tabel 2. Merupakan hasil perhitungan penilaian HEP menggunakan metode HEART. Berdasarkan (Stanton, 2005), kategori probabilitas yang tergolong *high* yaitu memiliki nilai probabilitas 0,5–1. Berdasarkan tabel tersebut diketahui bahwa terdapat 6 *subtask* yang termasuk *high*, yaitu pada *subtask* 3.1 membawa *dump truck* dari tempat parkir menuju area kerja memiliki nilai HEP 1,6576. *Subtask* 3.4 mengangkut muatan menuju ke area gudang penyimpanan memiliki nilai HEP 1,6576. *Subtask* 3.5 Menempatkan *dump truck* di tempat penumpahan material dengan memerhatikan kondisi sekitar memiliki nilai HEP 0,8512. *Subtask* 3.6 tetap melakukan monitoring unit dengan memerhatikan panel fungsi kontrol dan bunyi aneh selama operasi memiliki nilai HEP 0,6092. *Subtask* 3.7 melaporkan kepada *foreman* apabila menemukan kejadian berbahaya atau kecelakaan kerja memiliki nilai HEP 0,9324. *Subtask* 4.1 memarkir *dump truck* di area yang rata dan bebas longsor (jarak >20 meter dari tebing) dengan *hand brake* posisi *on* memiliki nilai HEP 1,6576. Kesalahan dalam pekerjaan pengoperasian *dump truck* dinilai tinggi dikarenakan beberapa faktor seperti operator yang kurang berpengalaman, miskomunikasi antar pekerja, operator yang tidak mematuhi instruksi kerja dan rambu-rambu yang ada, operator yang lelah bahkan stres karena target pekerjaan, kondisi area tambang yang memerlukan konsentrasi tinggi. Menurut Kirwan, (1996), jika hasil dari perhitungan nilai HEP yang didapatkan adalah lebih dari 1, maka nilai HEP diasumsikan 1 atau 100%.

Nilai HEP terendah terdapat pada *subtask* 2.3 memastikan lampu rotari dan *headlamp* menyala selama mengoperasikan *dump truck*, *subtask* 2.4 menggunakan sabuk pengaman, *subtask* 2.5 *handle lock* kondisi *on* selama mengoperasikan *dump truck* masing masing memiliki nilai HEP 0,000468 yang kemungkinan terjadinya *human error* yaitu 0,0468%. Nilai HEP yang rendah terdapat pada *task analysis* persiapan operator sebelum memulai pengoperasian. Hal ini disebabkan karena pekerjaan tersebut memiliki kemungkinan kesalahan manusia yang relatif rendah karena merupakan pekerjaan yang mudah dan memiliki peluang keberhasilan yang tinggi.

4. KESIMPULAN

Hasil identifikasi penyebab *human error* menggunakan metode HEART pada pekerjaan pengoperasian *dump truck* di perusahaan jasa pertambangan mendapatkan 6 *subtask* yang memiliki nilai HEP yang tergolong tinggi (*high*). Penyebab terjadinya *human error* pada pekerjaan pengoperasian *dump truck* yaitu operator kurang handal dalam mengoperasikan *dump truck*, operator kurang konsentrasi, operator salah dalam mengambil keputusan langkah kerja, operator tidak memerhatikan panel fungsi kontrol unit nya ketika beroperasi, operator tidak melapor kepada *foreman* apabila menemukan kejadian berbahaya atau kecelakaan kerja, operator tidak memarkir di area yang telah ditentukan dan tidak menyalakan *hand brake*. Berdasarkan penyebab terjadinya *human error* diatas upaya untuk mengurangi ataupun mencegah supaya tidak terjadinya kejadian berbahaya maupun kecelakaan kerja maka dapat diberikan rekomendasi berupa melakukan pelatihan mengemudi bagi operator *dump truck* paling sedikit satu kali dalam setahun, melakukan pelatihan penyegaran K3 paling sedikit satu kali dalam setahun, pembuatan *rest area* untuk tempat istirahat bagi operator yang mengalami kelelahan di sela waktu pekerjaan, dan memberikan *safety talk* secara rutin sebelum melakukan pekerjaan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis ditujukan kepada pihak perusahaan yang telah memberikan izin untuk dilakukannya penelitian. Terimakasih juga kepada para *expert* yang sudah bersedia meluangkan waktunya untuk diwawancari oleh penulis dan membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

6. DAFTAR NOTASI

P5M = Pertemuan 5menit

P2H = Pemeriksaan dan Pengecekan Harian

GTTs = *Generic Task Types*

EPCs = *Error Producing Condition*

APOA = Assessed Proportion of Affect

AE = Assessed Effect

DAFTAR PUSTAKA

- Alfano, V. A., & Rusindiyanto, R. (2021). Analisis Human Error Pada Proses Produksi Gula Dengan Menggunakan Metode Sherpa Dan Heart Untuk Meminimalkan Kecelakaan Kerja Di PG Rejo Agung Baru Madiun. *Juminten*, 2(3), 47–58. <https://doi.org/10.33005/juminten.v2i3.277>
- Kelvin, M., Purwoko, B., & Syafrianto, M. K. (2020). Analisis Potensi Bahaya dan Pengendalian Risiko Pertambangan Batu pada Tahap Muat Angkut dan Dumping di PT. Sulenco Wibawa Perkasa Kabupaten Mempawah Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 7(1), 1–9.
- Kirwan, B. (1996). A guide to practical human reliability assessment. In *International Journal of Industrial Ergonomics* (Vol. 17, Issue 1). [https://doi.org/10.1016/s0169-8141\(96\)90009-8](https://doi.org/10.1016/s0169-8141(96)90009-8)
- Lukman Handoko, M. A. (2019). *Human Error Probability of Grinding Operation in Fabrication and Construction Company Using Fuzzy HEART Method*. 17(Icoemis). <https://doi.org/10.2991/icoemis-19.2019.17>
- Mudzakir, A. M., Sukwika, T., & Erislan, E. (2022). Implementation of Mining Safety Management System and Impact of Drilling Operational Accident At Pt Indodrill Banyuwangi. *Jambura Journal of Health Sciences and Research*, 5(1), 139–151. <https://doi.org/10.35971/jjhsr.v5i1.17154>
- Noventya Cahyani, S., Safirin, M. T., Donoriyanto, D. S., & Rahmawati, N. (2022). Human Error Analysis to Minimize Work Accidents Using the HEART and SHERPA Methods at PT. Wonojati Wijoyo. *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, 6(1), 48–59. <https://doi.org/10.21070/prozima.v6i1.1569>
- Nurhayati, R., Ma'rufi, I., & Hartanti, R. I. (2017). Penilaian Human Error Probability dengan Metode Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART) (Studi di Departemen Finishing PT. Eratex Djaja, Tbk). *E-Jurnal Pustaka Kesehatan*, 5(3), 565–571.
- Okta Saputri, E., Mulyana Pratiwi, Y., Alfi Khoiruman, M., Kelautan Banyuwangi Transmigrasi No, A. J., & Kalipuro Banyuwangi, K. (2021). *DISCOVERY: Jurnal Kemaritiman dan Transportasi PROSEDUR KEGIATAN TRUCKING "DUMP TRUCK" DI PT. SAMUDERA MODA INDONESIA SEMARANG*. 3(1), 30–39. <https://ejournal1.akaba-bwi.ac.id/ojs/index.php/discovery>
- PERMEN ESDM RI No. 26. (2018). Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2018 Tentang Pelaksanaan Kaidah Pertambangan Yang Baik Dan Pengawasan Pertambangan Mineral Dan Batubara. *Emen-Esdm*, 596(596), 1–46.
- Pratiwi, I., Masita, M., Munawir, H., & Fitriadi, R. (2019). Human error analysis using sherpa and heart method in Batik Cap production process. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 674(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/674/1/012051>
- Qotrunnada, L., Marlyana, N., & Khoiriyah, N. (2022). ANALISIS HUMAN ERROR PADA PROSES PEMINTALAN BENANG DI RING SPINNING FRAME MENGGUNAKAN METODE HUMAN ERROR ASSESMENT AND REDUCTION TECHNIQUE (HEART) DAN ROOT CAUSE ANALYSIS (RCA) (Studi Kasus : PT. Delta Dunia Sandang Tekstil). *JISO: Journal of Industrial and Systems Optimization*, 5(1), 47. <https://doi.org/10.51804/jiso.v5i1.47-53>
- Ridwan Gucci, D. O. D., & Nalendra, M. A. S. (2022). Identifikasi Human Error Yang Terjadi Pada Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Ergonomi Makro. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian Dan Karya Ilmiah Dalam Bidang Teknik Industri*, 8(2), 387. <https://doi.org/10.24014/jti.v8i2.19480>
- Rosyidah, U., Rohma, M., & Natsir, H. (2023). *Analisis Human Error pada Operator Head Truck di Perusahaan Jasa Tenaga Kerja dengan Metode HEART*. 2581, 3–8.
- Stanton, N. (2005). Handbook of human factors and ergonomics. *Handbook of Human Factors and Ergonomics*, February, 1–1600. <https://doi.org/10.1002/9781119636113>
- Tahapary, G. L., & Saptadi, S. (2022). Analisis Human Error Dengan Metode Systematic Error Reduction and Prediction Approach (SHERPA) dan Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART) Pada Operator CV. Catur Bhakti Mandiri Studi Kasus: CV. Catur Bhakti Mandiri. *Industrial Engineering Online Journal*, 1–13.
- Wardani, H. K., Nursanto, E., & Amri, N. A. (2019). Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Pertambangan (Smkp) Di Perusahaan Pertambangan Guna Meningkatkan Kinerja Keselamatan Operasi Dan Kesehatan Dan Keselamatan Kerja. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(4), 3590–3699.

Zhang, M., Zhang, D., Yao, H., & Zhang, K. (2020). A probabilistic model of human error assessment for autonomous cargo ships focusing on human–autonomy collaboration. *Safety Science*, *130*(May), 104838. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104838>

