

Analisis Faktor Kelelahan Sopir Truk Terhadap Risiko Kecelakaan Menggunakan Pendekatan *Human Reliability Assessment* (HRA) Dengan Metode *Human Error Assessment And Reduction Technique* (HEART) (Studi Kasus: PT. Aruna Cahaya Parama)

M. Bagas Audi Hidayatullah¹, Untung Usada^{2*}

^{1,2}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo
Jl. Lingkar Timur KM 5,5, Rangkah Kidul, Kec. Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur 61234
Email: untung_usada.tin@unusida.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi human error yang berkaitan dengan kondisi kelelahan kerja pada pengemudi truk dengan menggunakan pendekatan *Human Reliability Assessment* (HRA) melalui metode *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART). Studi ini dilakukan pada sopir truk di PT. Aruna Cahaya Parama memiliki tingkat aktivitas distribusi tinggi dan beban kerja yang signifikan. Proses analisis diawali dengan penyusunan *Hierarchical Task Analysis* (HTA) untuk mengidentifikasi tahapan pekerjaan, kemudian dilanjutkan dengan penentuan *Generic Task Type* (GTT), identifikasi *Error Producing Conditions* (EPC), serta penilaian kontribusi masing-masing faktor melalui *Assessed Proportion of Effect* (APOE). Tahap akhir dilakukan dengan menghitung nilai *Human Error Probability* (HEP) untuk mengetahui tingkat kemungkinan terjadinya kesalahan manusia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelelahan kerja memiliki pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan potensi *human error* dalam aktivitas mengemudi. Nilai HEP yang relatif tinggi mengindikasikan besarnya peluang terjadinya kesalahan, sedangkan nilai *Human Reliability Total* (Rm) yang rendah menunjukkan tingkat keandalan operator yang belum optimal. Kondisi ini berimplikasi langsung pada meningkatnya risiko kecelakaan kerja. Oleh karena itu, diperlukan upaya perbaikan seperti pengaturan jadwal kerja yang lebih efektif, optimalisasi waktu istirahat, serta penguatan sistem keselamatan kerja guna meminimalkan risiko kecelakaan secara berkelanjutan.

Kata kunci: Kelelahan Kerja, *Human Error*, *Human Reliability Assessment*, HEART, *Human Error Probability*, Keselamatan Transportasi.

ABSTRACT

This study aims to analyze the effect of work fatigue on accident risk among truck drivers using the Human Reliability Assessment (HRA) approach with the Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART) method. The study was conducted on truck drivers at PT. Aruna Cahaya Parama has a high level of distribution activity and a significant workload. The analysis process began with the development of a Hierarchical Task Analysis (HTA) to identify work stages, followed by the determination of Generic Task Types (GTT), identification of Error Producing Conditions (EPC), and assessment of each factor's contribution using the Assessed Proportion of Effect (APOE). The final stage involved calculating the Human Error Probability (HEP) to determine the likelihood of human error. The results indicate that work fatigue significantly increases the risk of human error in driving activities. A relatively high HEP value reflects a substantial probability of errors, while a low Human Reliability Total (Rm) value indicates that the operator's reliability level is not yet optimal. This condition has direct implications for the increased risk of occupational accidents. Therefore, improvements are necessary, including more effective work scheduling, optimization of rest periods, and strengthening of occupational safety systems to minimize accident risks sustainably.

Keywords: *Work fatigue; Human error; Human Reliability Assessment (HRA); Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART); Human Error Probability (HEP); Transportation safety.*

Pendahuluan

Transportasi darat, khususnya kendaraan truk, memiliki peran vital dalam sistem distribusi logistik nasional karena menjadi tulang punggung penyaluran berbagai komoditas industri, kebutuhan pokok, hingga material konstruksi. Tingginya intensitas penggunaan armada truk dalam aktivitas distribusi tersebut diiringi dengan

peningkatan risiko kecelakaan lalu lintas, yang cenderung memiliki tingkat fatalitas lebih tinggi dibandingkan kendaraan lainnya. Oleh karena itu, pengelolaan risiko pada sektor transportasi logistik menjadi aspek penting dalam upaya peningkatan keselamatan [1].

Analisis *human error* dalam penelitian ini menggunakan metode *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART). Metode HEART digunakan untuk mengidentifikasi serta mengukur probabilitas terjadinya kesalahan manusia (*human error probability*) dalam pelaksanaan tugas kerja. Dalam konteks penelitian ini, penerapan metode HEART difokuskan pada aktivitas kerja sopir yang mencakup berbagai *jobdesk*, seperti persiapan sebelum berkendara, proses mengemudi, serta pengelolaan kondisi fisik selama perjalanan. Pendekatan ini mempertimbangkan berbagai faktor yang memengaruhi kinerja pengemudi, antara lain kondisi kerja, kompleksitas tugas, serta faktor lingkungan yang berpotensi meningkatkan kemungkinan terjadinya kesalahan. Dengan demikian, metode HEART mampu memberikan gambaran kuantitatif mengenai tingkat keandalan pengemudi dalam menjalankan tugasnya [2]. Salah satu faktor utama yang berkontribusi terhadap kecelakaan adalah kelelahan kerja (*fatigue*) pada pengemudi [3]. Kelelahan dapat menurunkan kewaspadaan, mengganggu fungsi kognitif, memperlambat waktu reaksi, serta meningkatkan kemungkinan terjadinya kesalahan manusia (*human error*) [4]. Kondisi ini umumnya dipengaruhi oleh durasi kerja yang panjang, keterbatasan waktu istirahat, sistem kerja shift, serta tekanan target pengiriman. Dalam praktiknya, sopir truk sering dihadapkan pada perjalanan jarak jauh dengan batas waktu tertentu, sehingga akumulasi kelelahan menjadi faktor risiko yang signifikan terhadap keselamatan berkendara.

Permasalahan tersebut juga terjadi pada aktivitas distribusi di PT. Aruna Cahaya Parama memiliki cakupan pengiriman antar kota dan antar provinsi dengan intensitas tinggi. Jadwal pengiriman yang padat dan target waktu yang ketat menyebabkan pengemudi memiliki waktu istirahat yang terbatas, sehingga berpotensi meningkatkan kelelahan kerja. Dampak dari kondisi ini dapat berupa penurunan konsentrasi, keterlambatan respons terhadap kondisi lalu lintas, serta pengambilan keputusan yang kurang optimal selama mengemudi.

Dalam rangka menganalisis kontribusi faktor manusia terhadap risiko kecelakaan, pendekatan *Human Reliability Assessment* (HRA) digunakan sebagai metode sistematis untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi kesalahan manusia [5]. Salah satu metode dalam HRA yang banyak digunakan adalah *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART), yang mampu mengklasifikasikan jenis tugas, mengidentifikasi faktor pemicu kesalahan, serta menghitung probabilitas kesalahan manusia atau *Human Error Probability* (HEP). Penerapan metode HEART pada aktivitas mengemudi sopir truk dinilai relevan karena pekerjaan tersebut memiliki tingkat risiko tinggi dan sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik serta mental pengemudi [6].

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor kelelahan kerja pada sopir truk serta potensi peningkatan risiko kesalahan manusia menggunakan pendekatan HEART [7]. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran kuantitatif mengenai tingkat risiko kecelakaan akibat kelelahan kerja, serta menjadi dasar dalam penyusunan rekomendasi perbaikan, seperti pengaturan waktu kerja dan istirahat yang lebih ergonomis, peningkatan pengawasan, serta penerapan kebijakan keselamatan kerja yang berorientasi pada faktor manusia guna meningkatkan keselamatan transportasi secara berkelanjutan.

Metode Penelitian

Data primer diperoleh melalui penyebaran kuesioner kepada sopir truk di PT. Aruna Cahaya Parama. Kuesioner tersebut diisi oleh responden berdasarkan kondisi kerja yang dialami selama menjalankan aktivitas distribusi. Selain itu, pengumpulan data primer juga dilakukan melalui observasi lapangan serta wawancara langsung dengan sopir truk.

Data sekunder berupa SOP dan jadwal kerja, data armada dan rute distribusi, data ketepatan waktu pengiriman yang didapatkan dari perusahaan. Penelitian ini dilakukan melalui observasi langsung terhadap aktivitas kerja, wawancara terstruktur dengan pekerja dan *supervisor* pengiriman. Sampling ini menggunakan purposive sampling, yaitu sampling yang didasarkan pada tujuan penelitian. Pendapat *supervisor* pengiriman digunakan untuk mengidentifikasi jenis tugas, menentukan *Generic Task Types* (GTT), serta menilai *Error Producing Conditions* (EPCs) dalam penerapan metode *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART). [8] *Expert judgement* merupakan penilaian atau pandangan yang diberikan oleh individu yang memiliki keahlian serta pengalaman pada bidang tertentu. Dalam penelitian ini, pekerja dipilih sebagai responden berdasarkan beberapa kriteria yang harus dipenuhi yaitu [6]:

- a. Memiliki pengalaman dalam pekerjaan *driver truk*
- b. Memiliki pengetahuan yang memadai mengenai kegiatan *driver* terutama driver yang berpengalaman,
- c. Memiliki reputasi yang baik di lingkungan perusahaan, serta mampu bersikap netral, objektif, dan jujur dalam memberikan penilaian.

Berdasarkan pertimbangan di atas, penulis menentukan 7 responden driver, Seluruh responden berasal dari divisi yang sama dengan pengalaman kurang lebih 4 tahun, yaitu sebagai sopir/driver distribusi. Tugas utama mereka adalah melakukan pengiriman barang kepada pelanggan sesuai dengan rute dan target waktu yang telah

ditentukan oleh perusahaan. Pekerjaan ini menuntut konsentrasi tinggi, ketahanan fisik yang baik, serta kemampuan mengemudi dalam durasi yang cukup panjang.

Sebagai sopir distribusi, para responden memiliki tanggung jawab terhadap keselamatan diri sendiri, kendaraan, serta barang yang dikirimkan. Selain itu, mereka juga dituntut untuk memenuhi target waktu pengiriman yang telah ditetapkan Perusahaan [9]. Karakteristik pekerjaan ini berkaitan erat dengan potensi kelelahan kerja karena durasi mengemudi yang panjang, tekanan target waktu, serta kondisi jalan yang beragam.

Berdasarkan hasil wawancara, sebagian besar responden menyatakan bahwa mereka bekerja kurang dari 8 jam hingga 9–10 jam per hari, dengan durasi mengemudi tanpa istirahat berkisar antara 3–4 jam, dan beberapa di antaranya mencapai 5–6 jam. Mayoritas responden mengaku jarang mengalami rasa mengantuk yang berat, namun terdapat beberapa yang menyatakan kadang-kadang merasa lelah, terutama saat jam kerja panjang atau ketika target pengiriman meningkat. Faktor utama yang menyebabkan kelelahan antara lain kurangnya waktu istirahat, tekanan target waktu, jam kerja yang panjang, serta kondisi jalan yang kurang mendukung [10].

Selain itu, beberapa responden mengaku pernah mengalami kejadian hampir celaka (near miss) saat bekerja, meskipun dengan frekuensi yang berbeda-beda. Hal ini menunjukkan bahwa kelelahan dan tekanan kerja berpotensi meningkatkan risiko kecelakaan [11]. Terkait kebijakan perusahaan, sebagian responden menyatakan bahwa terdapat aturan mengenai jam kerja dan istirahat, namun penerapannya belum sepenuhnya konsisten. Temuan ini menunjukkan adanya hubungan antara beban kerja, manajemen waktu istirahat, dan tingkat risiko keselamatan kerja pada divisi sopir distribusi.

Untuk mengetahui nilai *Human Error Probability* (HEP) sopir truk dalam metode HEART, diperlukan serangkaian tahapan analisis yang dilakukan secara sistematis. Tahapan-tahapan tersebut meliputi [12]:

1. Menentukan Hierarcical Task Analysis (HTA)
2. Mengklasifikasikan tugas/task berdasarkan Generic Task Types (GTTs) [13].

Tabel 1. Generic Task Types (GTTs)

Kode Task GTT	Generic Task Types	Nilai Nominal Human Unreliability
A	Pekerjaan yang benar-benar asing, dilakukan pada suatu kecepatan tanpa mengetahui konsekuensi yang jelas	0,55
B	Mengubah atau mengembalikan sistem ke keadaan baru atau awal dengan upaya tunggal tanpa pengawasan atau prosedur	0,26
C	Pekerjaan yang kompleks dan membutuhkan tingkat pemahaman dan keterampilan tinggi	0,16
D	Pekerjaan yang cukup sederhana, dilakukan dengan cepat atau membutuhkan sedikit perhatian	0,09
E	Pekerjaan yang rutin, terlatih, memerlukan keterampilan yang tidak begitu tinggi	0,02
F	Mengembalikan atau memindahkan sistem ke kondisi semula atau baru dengan mengikuti prosedur, dengan beberapa pemeriksaan	0,003
G	Pekerjaan yang sudah dikenal, dirancang dengan baik. Merupakan tugas rutin yang terjadi beberapa kali perjam dilakukan berdasarkan standard yang tinggi oleh personel yang telah terlatih dan berpengalaman dengan waktu untuk memperbaiki kesalahan yang potensial	0,0004
H	Menanggapi perintah sistem dengan benar bahkan ada sistem pengawasan otomatis tambahan yang menyediakan interpretasi akurat	0,00002

3. Menentukan nilai Error Producing Condition (EPC) [13].

Tabel 2. Error Producing Condition (EPC)

Error Producing Condition (EPC)	Nilai EPC
Ketidak biasaan dengan sebuah situasi yang sebenarnya penting namun kejadiannya jarang	17
Waktu singkat untuk mendeteksi kegagalan dan tindakan koreksi	11
Rasio bunyi sinyal yang rendah	10
Penolakan informasi yang sangat mudah untuk diakses	9
Tidak adanya alat untuk menyampaikan informasi spesial dan fungsional kepada operator dalam bentuk form dimana akan segera dipahami	8
Ketidak sesuaian antara SOP dan kenyataan lapangan	8
Tidak adanya cara untuk membalikkan kegiatan yang tidak diharapkan	8
Kapasitas yang berlebihan dalam saluran, khususnya salah satunya diakibatkan oleh informasi yang datang secara bersamaan dalam suatu informasi yang tidak Berlebihan	6
Sebuah kebutuhan untuk tidak mempelajari sebuah teknik dan melaksanakan sebuah kegiatan yang diinginkan dari filosofi yang berlawanan	6

Kebutuhan untuk mentransfer pengetahuan yang spesifik dari kegiatan ke kegiatan tanpa kehilangan	6
Keraguan pada standar performansi yang diharuskan	5,5
Ketidaksesuaian antara yang dirasakan dan risiko yang sebenarnya	4
System feedback yang tidak baik	4
Ketidajelasan pada waktu dari aksi yang diharapkan pada suatu sistem dimana adanya pengendalian	4
Operator yang tidak berpengalaman	3
Kualitas informasi yang tidak baik dalam menyampaikan prosedur dan interaksi antar manusia	3
Sedikit atau tidak ada pengecekan independen atau percobaan pada hasil	3
Adanya konflik antara tujuan jangka pendek dan jangka panjang	2,5
Tidak adanya perbedaan dari input informasi untuk pengecekan ketelitian	2
Ketidaksesuaian antara level edukasi yang telah dimiliki oleh individu dengan kebutuhan Pekerja	2
Adanya dorongan menggunakan prosedur yang berbahaya	2
Sedikit kesempatan untuk melatih pikiran dan tubuh diluar jam kerja	1,8
Alat yang tidak dapat diandalkan	1,6
Kebutuhan untuk membuat suatu keputusan yang diluar kapasitas atau pengalaman dari pekerja	1,6
Alokasi fungsi dan tanggung jawab yang tidak jelas	1,6
Tidak adanya kejelasan langkah untuk mengamati kejelasan selama aktivitas	1,4
Adanya bahaya dari keterbatasan kemampuan fisik	1,4
Tidak ada arti atau makna dalam melakukan aktivitas	1,4
Level emosional yang tinggi	1,3
Adanya gangguan kesehatan khususnya demam	1,2
Tingkat kedisiplinan yang rendah	1,2
Ketidak konsistenan dari prosedur	1,2
Lingkungan yang tidak mendukung	1,15
Siklus berulang yang tinggi dari pekerjaan dengan beban kerja mental rendah	1,1
Terganggunya siklus tidur normal	1,05
Melewatkan kegiatan karena intervensi dari orang lain	1,06
Penambahan anggota tim yang sebenarnya tidak dibutuhkan	1,03
Usia yang melakukan kerja	1,02

4. Menentukan Assessed Proportion of Effect (APOE)[13].

Tabel 3. Assessed Proportion of Effect (APOE)

<i>Assessed Proportion</i>	Keterangan
0	EPC tidak berpengaruh terhadap HEP
0,1	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi > 5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 3 EPC yang lain
0,2	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi > 5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 2 EPC yang lain
0,3	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi > 5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 1 EPC yang lain
0,4	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi > 5 kali setiap shift) terjadi tanpa disertai EPC yang lain
0,5	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC jarang (frekuensi= 2-5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 2 EPC yang lain
0,6	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC jarang (frekuensi= 2-5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 1 EPC yang lain
0,7	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC jarang (frekuensi= 2-5 kali setiap shift) terjadi tanpa disertai EPC yang lain
0,8	Dapat langsung berpengaruh terhadap HEP jika EPC satu kali terjadi dan disertai dengan minimal 2 EPC
0,9	Dapat langsung berpengaruh terhadap HEP jika EPC satu kali terjadi dan disertai dengan minimal 1 EPC
1	Dapat langsung berpengaruh terhadap HEP jika EPC satu kali terjadi tanpa disertai dengan EPC yang lain

5. Menghitung nilai Assessed Effect (AE) dengan rumus :

$$AE_i = [(EPC_n - 1) \times APOE_n] + 1$$

6. Menghitung Human Error Probability (HEP) dengan rumus :

$$HEP = GTT_1 \times AE_1 \times AE_2 \times AE_3 \times AE_n$$

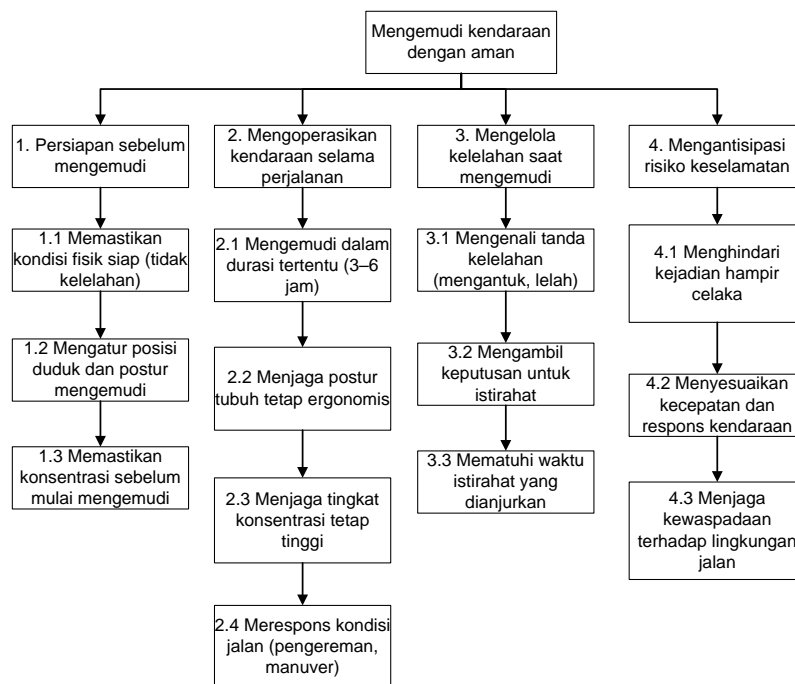
7. Menghitung nilai Human Reliability Total dengan rumus :

$$R_m = 1 - (\text{II probability of failure})$$

Hasil Dan Pembahasan

Hierarchical Task Analysis

Dalam penerapan metode HEART, tahap awal yang dilakukan adalah mengidentifikasi *Hierarchical Task Analysis* (HTA). HTA digunakan untuk menguraikan aktivitas kerja sopir truk ke dalam struktur tugas dan sub-tugas secara sistematis sehingga alur pekerjaan dapat dipahami dengan jelas [14]. Tujuan utama pekerjaan ini adalah mengemudi kendaraan dengan aman, yang kemudian diuraikan ke dalam beberapa tahapan aktivitas utama dan sub-aktivitas. Sebelum terbentuknya struktur HTA secara sistematis, terlebih dahulu dilakukan identifikasi tugas berdasarkan alur kerja pengemudi di lapangan sebagai berikut [2]:



Gambar 1. Hierarchical Task Analysis (HTA) mengemudi kendaraan dengan aman

Setelah dilakukan proses identifikasi, diperoleh *Hierarchical Task Analysis* (HTA) secara sistematis berdasarkan hasil analisis penelitian. HTA yang telah ditentukan tersebut disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil dari identifikasi Hierarchical Task Analysis (HTA) secara sistematis mengemudi kendaraan dengan aman

Kode Task	Tugas Utama	Sub-Task
2	Mengoperasikan kendaraan selama perjalanan	2.1 Mengemudi dalam durasi tertentu (3–6 jam)
		2.3 Menjaga tingkat konsentrasi tetap tinggi
		2.4 Merespons kondisi jalan (pengereman, manuver)
3	Mengelola kelelahan saat mengemudi	3.1 Mengenali tanda kelelahan
		3.2 Mengambil keputusan untuk istirahat
		3.3 Mematuhi waktu istirahat yang dianjurkan
4	Mengantisipasi risiko keselamatan	4.1 Menghindari kejadian hampir celaka
		4.2 Menyesuaikan kecepatan dan respons kendaraan

Generic Task Types (GTT)

Generic Task Types ditentukan berdasarkan hasil analisis *Hierarchical Task Analysis* (HTA) yang telah dilakukan. Selanjutnya, nilai *Generic Task Types* untuk setiap proses kerja ditetapkan sesuai dengan karakteristik dan tingkat kompleksitas masing-masing aktivitas sebagai berikut [15]:

Tabel 5. Hasil menentukan Generic Task Types (GTT)

Kode Task	Sub-Task	Deskripsi Aktivitas	Kategori GTT	Nilai GTT
2.1	Mengemudi dalam durasi tertentu (3–6 jam)	Pengemudi melakukan aktivitas mengemudi dalam waktu yang relatif lama yang dapat memicu kelelahan fisik dan mental.	GTT C	0,16
2.3	Menjaga tingkat konsentrasi tetap tinggi	Pengemudi mempertahankan fokus dan kewaspadaan selama perjalanan untuk menghindari kesalahan saat mengemudi.	GTT C	0,16
2.4	Merespons kondisi jalan (pengereman, manuver)	Pengemudi melakukan respon cepat terhadap kondisi lalu lintas dan jalan untuk mencegah terjadinya kecelakaan.	GTT D – <i>Fairly simple task performed rapidly or given scant attention</i>	0,09
3.1	Mengenali tanda kelelahan	Pengemudi menyadari kondisi fisik seperti mengantuk dan lelah yang dapat menurunkan performa mengemudi.	GTT C	0,16
3.2	Mengambil keputusan untuk istirahat	Pengemudi menentukan waktu yang tepat untuk berhenti dan beristirahat demi keselamatan.	GTT C	0,16
3.3	Mematuhi waktu istirahat yang dianjurkan	Pengemudi menjalankan waktu istirahat sesuai aturan yang berlaku sebelum melanjutkan perjalanan.	GTT D	0,09
4.1	Menghindari kejadian hampir celaka	Pengemudi melakukan tindakan pencegahan untuk menghindari potensi kecelakaan.	GTT D	0,09
4.2	Menyesuaikan kecepatan dan respons kendaraan	Pengemudi menyesuaikan kecepatan dan reaksi kendaraan sesuai kondisi jalan dan lalu lintas.	GTT D	0,09
Total dari nilai GTT				1

Pengambilan nilai GTT setiap kategori GTT mengacu pada tabel 1. Generic Task Types (GTTs) Sub-tugas 2.1, 2.3, 3.1, dan 3.2 termasuk dalam kategori GTT C dengan nilai 0,16, yang menunjukkan probabilitas dasar terjadinya kesalahan dalam kondisi normal. Kategori ini menggambarkan tugas yang memerlukan tingkat konsentrasi cukup tinggi dan dipengaruhi oleh kondisi mental serta fisik pengemudi. Sementara itu, sub-tugas 2.4, 3.3, 4.1, dan 4.2 termasuk dalam kategori GTT D dengan nilai 0,09. Tugas pada kategori ini umumnya bersifat lebih sederhana, rutin, dan membutuhkan respons cepat.

Seluruh nilai GTT dari masing-masing aktivitas mengacu pada tabel 1. Generic Task Types (GTT) dan selanjutnya dijumlahkan untuk memperoleh total nilai GTT. Berdasarkan perhitungan, total nilai GTT yang diperoleh adalah sebesar 1, yang menunjukkan bahwa seluruh aktivitas telah terakomodasi dalam analisis dan dapat digunakan sebagai dasar untuk perhitungan selanjutnya.

Error Producing Condition (EPC)

Penentuan *Error Producing Condition* (EPC) ini diambil dari tabel *Generic Task Types* (GTT). [16] Pada sub-tugas kategori GTT C, seperti mengemudi dalam durasi lama, menjaga konsentrasi, mengenali kelelahan, dan mengambil keputusan untuk istirahat (kode 2.1, 2.3, 3.1, dan 3.2), risiko kesalahan cenderung dipengaruhi oleh faktor kelelahan fisik dan mental (EPC 1), tingginya tuntutan konsentrasi (EPC 2), serta kemampuan dalam mengenali dan mengelola kelelahan (EPC 4). Hal ini menunjukkan bahwa tugas dengan kebutuhan perhatian tinggi sangat rentan terhadap kondisi internal pengemudi.

Sementara itu, pada sub-tugas kategori GTT D, seperti merespons kondisi jalan, mematuhi waktu istirahat, menghindari kejadian hampir celaka, dan menyesuaikan kecepatan kendaraan (kode 2.4, 3.3, 4.1, dan 4.2), risiko kesalahan lebih banyak dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti kebutuhan respons cepat (EPC 3) serta kondisi jalan yang tidak terduga atau situasi hampir celaka (EPC 5). Tugas-tugas ini menuntut reaksi cepat sehingga sangat dipengaruhi oleh dinamika lingkungan kerja. yang akan dijelaskan pada tabel berikut ini [17]:

Tabel 6. Hasil dari menentukan Error Producing Condition (EPC)

Kode EPC	Faktor Penyebab Kesalahan	Nilai EPC
EPC 1	Kelelahan fisik dan mental akibat mengemudi dalam durasi panjang.	1,6
EPC 2	Tingginya tuntutan konsentrasi dan kewaspadaan selama mengemudi.	1,3
EPC 3	Kebutuhan respon cepat terhadap kondisi jalan dan lalu lintas.	1,4

EPC 4	Kegagalan mengenali dan mengelola kelelahan serta ketidakpatuhan waktu istirahat.	1,2
EPC 5	Situasi hampir celaka dan kondisi jalan yang tidak terduga.	1,5
Total Nilai EPC		7

Pengambilan nilai EPC setiap faktor penyebab kesalahan mengacu pada tabel 2. *Error Producing Condition (EPC)*

Assessed Proportion of Effect (APOE)

Setiap *Error Producing Condition (EPC)* akan dilanjutkan untuk untuk menentukan *Assessed Proportion of Effect (APOE)* yang akan dijelaskan pada tabel berikut ini:

Tabel 7. Hasil dari menentukan Assessed Proportion of Effect (APOE)

Kode EPC	Faktor Penyebab	Nilai APOE
EPC 1	Kelelahan fisik dan mental akibat mengemudi dalam durasi panjang	0,7
EPC 2	Tingginya tuntutan konsentrasi dan kewaspadaan selama mengemudi	0,6
EPC 3	Kebutuhan respon cepat terhadap kondisi jalan dan lalu lintas	0,5
EPC 4	Kegagalan mengenali dan mengelola kelelahan serta ketidakpatuhan waktu istirahat	0,4
EPC 5	Situasi hampir celaka dan kondisi jalan yang tidak terduga	0,6
Total Nilai APOE		2,8

Pengambilan nilai APOE setiap faktor penyebab mengacu pada tabel 3. *Assessed Proportion of Effect (APOE)*

Assessed Effect

Perhitungan *Assessed Effect* dengan cara nilai EPC dan Nilai APOA setiap tasknya dimasukan jadi satu sehingga bisa menghasilkan nilai *Assessed Effect* dengan formula sebagai berikut:

$$AE_i = [(EPC_n - 1) \times APOE_n] + 1$$

Berikut adalah penyajian nilai data *Assessed Effect* pada tabel berikut:

Tabel 8. hasil perhitungan Assessed Effect

EPC	Nilai EPC	APOA	Perhitungan	Nilai AE
EPC1	1,6	0,7	$((1,6 - 1) \times 0,7) + 1$	1,42
EPC2	1,3	0,6	$((1,3 - 1) \times 0,6) + 1$	1,18
EPC3	1,4	0,5	$((1,4 - 1) \times 0,5) + 1$	1,2
EPC4	1,2	0,4	$((1,2 - 1) \times 0,4) + 1$	1,08
EPC5	1,5	0,6	$((1,5 - 1) \times 0,6) + 1$	1,3
Total Nilai AE				6,18

Nilai Human Error Probability (HEP)

Nilai *Human Error Probability (HEP)* adalah merupakan hasil dari perhitungan dengan menggunakan formula sebagai berikut [18]:

$$HEP = GTT_1 \times AE_1 \times AE_2 \times AE_3 \times AE_n$$

Berikut adalah penyajian nilai data *Human Error Probability* pada tabel berikut:

Tabel 9. Hasil Nilai Human Error Probability

Parameter	Nilai
GTT	1
AE1 (EPC1)	1,42
AE2 (EPC2)	1,18
AE3 (EPC3)	1,2
AE4 (EPC4)	1,08
AE5 (EPC5)	1,3
Hasil	7,18

Secara keseluruhan, tabel tersebut menunjukkan bahwa setiap faktor *Error Producing Condition (EPC)* memberikan tingkat kontribusi risiko yang berbeda terhadap kemungkinan terjadinya kesalahan manusia. Nilai *Assessed Effect (AE)* yang diperoleh dari masing-masing faktor selanjutnya dikalikan dengan nilai *Generic Task Type (GTT)* untuk menghitung nilai akhir *Human Error Probability (HEP)*, yaitu sebesar 7,18. Semakin tinggi nilai AE, semakin besar pula potensi faktor tersebut dalam meningkatkan risiko terjadinya kesalahan pada

aktivitas mengemudi [19]. Dengan demikian, nilai HEP yang dihasilkan mencerminkan tingkat probabilitas kesalahan manusia berdasarkan kombinasi faktor-faktor risiko yang telah dianalisis.

Nilai Human Reliability Total

Nilai Human Reliability Total dihitung berdasarkan probabilitas kegagalan (*probability of failure*) yang diperoleh dari hasil konversi nilai Human Error Probability (HEP) menggunakan metode HEART. Nilai probabilitas kegagalan tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam menentukan tingkat keandalan manusia dengan menggunakan rumus yang telah ditetapkan yaitu sebagai berikut:

$$R_m = 1 - (\Pi \text{probability of failure})$$

Untuk lebih selengkapnya, bisa dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Nilai *Human Reliability Total*

No	Parameter	Nilai	Perhitungan	Hasil
1	<i>Human Error Probability</i> (HEP)	7,18	-	7,18
2	<i>Probability of Failure</i>	-	$7,18 / (1 + 7,18)$	0,878
3	<i>Human Reliability Total</i> (Rm)	-	$1 - 0,878$	0,122

Berdasarkan tabel perhitungan Human Reliability Total (Rm), diketahui bahwa nilai Human Error Probability (HEP) yang diperoleh sebesar 7,18. Nilai ini merupakan hasil dari analisis menggunakan metode HEART yang menunjukkan tingkat potensi kesalahan manusia dalam melaksanakan tugas. Namun, karena nilai HEP tersebut belum dalam bentuk probabilitas murni (0–1), maka dilakukan proses normalisasi untuk memperoleh nilai *probability of failure*. Proses normalisasi dilakukan dengan menggunakan rumus HEP dibagi dengan (1 + HEP), sehingga diperoleh nilai probabilitas kegagalan sebesar 0,878. Nilai ini menunjukkan bahwa kemungkinan terjadinya kesalahan dalam aktivitas kerja tergolong tinggi.

Selanjutnya, nilai Human Reliability Total (Rm) dihitung dengan mengurangkan nilai *probability of failure* dari angka 1. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai Rm sebesar 0,122. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa tingkat keandalan manusia dalam menjalankan aktivitas kerja masih tergolong rendah. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa potensi kesalahan manusia cukup tinggi, yang dalam penelitian ini berpotensi disebabkan oleh faktor kelelahan kerja pada sopir truk.

Rekomendasi Perbaikan

1. Perbaikan Sistem Penjadwalan Kerja dan Waktu Istirahat
Perusahaan disarankan untuk menyusun sistem penjadwalan kerja yang lebih ergonomis dengan memperhatikan batas maksimal jam kerja sopir. Durasi mengemudi sebaiknya tidak melebihi 8–10 jam per hari dan disertai waktu istirahat minimal 30–60 menit setiap 4 jam perjalanan. Selain itu, perusahaan perlu memastikan adanya jeda istirahat yang cukup sebelum sopir melakukan perjalanan jarak jauh agar kondisi fisik tetap prima.
2. Penerapan Sistem Rotasi dan Shift Kerja
Untuk mengurangi akumulasi kelelahan, perusahaan dapat menerapkan sistem rotasi sopir pada perjalanan jarak jauh. Pengaturan shift kerja yang seimbang antara kerja siang dan malam juga perlu dilakukan agar tidak terjadi gangguan siklus tidur yang dapat memicu *fatigue*. Dengan adanya rotasi kerja, beban kerja fisik dan mental sopir dapat lebih merata [20].
3. Penyediaan Fasilitas Istirahat yang Memadai
Perusahaan disarankan menyediakan fasilitas istirahat yang layak bagi sopir, seperti ruang istirahat di gudang atau area pool kendaraan serta memberikan waktu cukup untuk tidur sebelum perjalanan. Untuk perjalanan luar kota, perusahaan dapat bekerja sama dengan rest area atau tempat singgah yang aman dan nyaman bagi sopir.
4. Peningkatan Pengawasan dan Evaluasi Kinerja Sopir
Perusahaan perlu melakukan pengawasan secara berkala terhadap kondisi sopir sebelum dan selama perjalanan. Pengawasan dapat dilakukan melalui briefing sebelum keberangkatan, pengecekan kondisi fisik, serta evaluasi rutin terkait jam kerja dan tingkat kelelahan. Penggunaan logbook perjalanan juga dapat membantu memantau waktu kerja dan istirahat sopir.
5. Pelatihan Keselamatan dan Manajemen Kelelahan
Perusahaan disarankan memberikan pelatihan keselamatan berkendara dan manajemen kelelahan secara berkala kepada sopir. Pelatihan ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran sopir mengenai bahaya *fatigue*, pentingnya menjaga kondisi fisik, serta teknik mengemudi yang aman. Selain itu, edukasi terkait pola hidup sehat dan manajemen waktu istirahat juga perlu diberikan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa risiko terjadinya human error tidak hanya terbatas pada aktivitas teknis selama proses mengemudi, tetapi juga muncul pada tahap pengelolaan kelelahan pengemudi itu sendiri. Hal ini menunjukkan bahwa faktor manusia memiliki peran yang signifikan, khususnya dalam kemampuan individu

untuk mengenali tingkat kelelahan yang dialaminya. Risiko kesalahan akan meningkat ketika pengemudi tidak mampu mengidentifikasi kondisi fisiknya secara tepat atau cenderung mengabaikan tanda-tanda kelelahan. Selain itu, kecenderungan untuk menunda pengambilan keputusan untuk beristirahat juga turut berkontribusi terhadap meningkatnya potensi kecelakaan, karena kondisi kelelahan yang tidak ditangani dengan baik dapat menurunkan konsentrasi, kewaspadaan, serta kemampuan dalam mengambil keputusan selama berkendara.

Simpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis tingkat kesalahan manusia (*human error*) pada sopir truk dengan menggunakan metode *Human Reliability Assessment* (HRA) melalui pendekatan *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART). Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, diketahui bahwa aktivitas mengemudi memiliki tingkat risiko kesalahan yang cukup tinggi, terutama pada kondisi kerja yang menuntut konsentrasi tinggi dalam waktu lama, keterbatasan waktu istirahat, serta tekanan target pengiriman. Faktor-faktor tersebut berkontribusi terhadap meningkatnya kelelahan fisik dan mental yang dialami oleh sopir.

Hasil perhitungan metode HEART menunjukkan bahwa setiap tahapan tugas dalam aktivitas mengemudi memiliki nilai probabilitas kesalahan manusia yang dipengaruhi oleh beberapa *Error Producing Conditions* (EPC), seperti kelelahan kerja, tuntutan kewaspadaan tinggi, serta keterbatasan waktu pemulihan. Dengan demikian, metode HEART dapat digunakan sebagai alat analisis yang efektif untuk mengidentifikasi potensi kesalahan manusia dan menentukan prioritas perbaikan. Penerapan perbaikan sistem kerja dan pengelolaan kelelahan diharapkan mampu menurunkan tingkat risiko kecelakaan serta meningkatkan keselamatan dan kinerja sopir dalam kegiatan operasional distribusi.

Daftar Pustaka

- [1] S. Sahara, Y. Saputra, U. N. Jakarta, S. Sahara, And Y. Saputra, "Pengaruh Transportasi Darat Terhadap Kelancaran Distribusi Logistik," Vol. 3, Pp. 8794–8800, 2023.
- [2] A. Shiddiq *Et Al.*, "Analisis Human Error Pada Proses Produksi Keramik Dengan Menggunakan Metode Heart Dan Sherpa," Vol. 6, No. 1, Pp. 12–22, 2020.
- [3] S. Jaydarifard, K. Behara, D. Baker, And A. Paz, "Driver Fatigue In Taxi, Ride-Hailing, And Ridesharing Services: A Systematic Review," *Transp. Rev.*, Vol. 44, No. 3, Pp. 572–590, 2024, Doi: 10.1080/01441647.2023.2278446.
- [4] D. Pembimbing, I. Baihaqi, K. Pembimbing, And M. F. Sugihartanto, *Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Driver Fatigue Pada Kurir Last-Mile Delivery Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Driver Fatigue Pada Kurir Last-Mile Delivery*. 2022.
- [5] Nauval Meytovani Mufadhdal And Faradila Ananda Yul, "Penerapan Metode Heart Dalam Menganalisis Human Error Pada Kesalahan Pengiriman Barang Di Pt Xyz," *J. Surya Tek.*, Vol. 11, No. 2, Pp. 734–738, 2024, Doi: 10.37859/Jst.V11i2.8206.
- [6] A. H. Wafi, R. I. Hartanti, And R. Indrayani, "Human Reliability Assessment Menggunakan Modifikasi Metode Sherpa Dan Heart (Studi Pada Pekerjaan Pengelasan Conveyor Chute Di Area Coal Handling Pt . X)," Vol. 5, No. 1, Pp. 1–10, 2020.
- [7] E. Mas'idah, A. Syakhroni, And A. A. Rachmawati, "Analisis Kesalahan Manusia Pada Pengemudi Bus Rapid Transit (Brt) Menggunakan Metode Human Error Assessment And Reduction Technique (Heart) Dan Systematic Human Error Reduction And Prediction (Studi Kasus : Brt Koridor I, Trans Semarang)," *Opsi*, Vol. 12, No. 2, P. 77, 2019, Doi: 10.31315/Opsi.V12i2.3145.
- [8] S. Noventya Cahyani, M. T. Safirin, D. S. Donoriyanto, And N. Rahmawati, "Human Error Analysis To Minimize Work Accidents Using The Heart And Sherpa Methods At Pt. Wonojati Wijoyo," *Prozima (Productivity, Optim. Manuf. Syst. Eng.*, Vol. 6, No. 1, Pp. 48–59, 2022, Doi: 10.21070/Prozima.V6i1.1569.
- [9] L. Lady And A. Umyati, "Human_Error_Dalam_Berkendara_Berdasarkan_Kebiasaan," Vol. 08, No. 01, Pp. 21–31.
- [10] W. W. Fadillah, "Hubungan Shift Kerja Dan Kelelahan Kerja Dengan Tingkat Kinerja Driver Hauling Cv.Lintas Fortuna Nusantara," *J. Lentera Kesehat. Masy.*, Vol. 1, No. 3, Pp. 128–133, 2022, Doi: 10.69883/Jlkm.V1i3.19.
- [11] Moh. Gazal. Ella Apsil, Andriana Marwanto, "Hubungan Kelelahan Kerja Dengan Risiko Kecelakaan Pada Supir Truck," *Nber Work. Pap.*, Vol. 01, No. 2, Pp. 1–23, 2016, [Online]. Available: [Http://Www.Nber.Org/Papers/W16019](http://www.nber.org/papers/W16019)
- [12] J. Bell And J. Holroyd, "Review Of Human Reliability Assessment Methods Review Of Human Reliability Assessment Methods," 2009.

- [13] R. M. Sihaloho, J. Mende, And I. R. Rondonuwu, “Human Error Assessment And Reduction Technique (Heart) Pada Industri Pengolahan Kayu Jurnal Tekno Mesin / Volume 9 Nomor 2 Jurnal Tekno Mesin / Volume 9 Nomor 2,” Vol. 9, Pp. 62–72, 1985.
- [14] S. P. Arung And S. Novie, “Human Reliability Assesment Dengan Metode Heart Sebagai Upaya Mengurangi Human Error Pada Pt. Multipanel Intermitra Mandiri Arung Sulthan Pamuka 1 , Novie Susanto. 2,” Vol. 6, Pp. 1–7, 2018.
- [15] A. H. U. Tumanggor, C. E. F. Tjomiadi, And M. S. M. O. S. S. Tambun, “Analisis Keandalan Pekerja Sortasi Tandan Buah Segar (Tbs) Dengan Metode Human Error Assessment And Reduction Technique (Heart),” *J. Ind. Eng. Oper. Manag.*, Vol. 5, No. 2, Pp. 225–235, 2022, Doi: 10.31602/Jieom.V5i2.8360.
- [16] P. T. Xyz, “Human Reliability Assessment Pada Pengemudi Bus,” Vol. 17, No. 02, Pp. 129–136, 2025.
- [17] Y. Widharto, D. Iskandari, And D. Nurkertamanda, “Analisis Human Reliability Assessment Dengan Metode Heart (Studi Kasus Pt Abc),” Vol. 13, No. 3, Pp. 141–150, 2018.
- [18] E. W. Asih, D. Sekarini, J. T. Industri, And F. T. Industri, “Analisis Human Reliability Assessment Operator Paper,” Pp. 137–145.
- [19] O. Aristantiko, P. I , And A. S. Wahyuningsih, “98 Higeia 8 (2) (2024) Higeia Journal Of Public Health Research And Development Human Reliability Menggunakan Metode Fuzzy-Heart Pada Pekerjaan Material Handling Tambang Bawah Tanah Article Info,” Vol. 8, No. 2, Pp. 198–212, 2024, [Online]. Available: [Http://Journal.Unnes.Ac.Id/Journals/Higeia](http://Journal.Unnes.Ac.Id/Journals/Higeia)
- [20] R. Tridika, A. Arbi, And D. Andria, “Studi Kualitatif Kelelahan Kerja Pada Sopir Bus Di Terminal Tipe Batoh Kota Banda Aceh,” *J. Nurs. Public Heal.*, Vol. 12, No. 2, Pp. 513–521, 2024.