

Assessment Of Human Reliability Using The Sherpa And Heart Approach To Container Crane Operation Activities. (Case Study PT Petikemas Surabaya)

Asri Dwi Puspita¹, Anthon De Fretes²

¹ Universitas Maarif Hasyim Latif, Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia

² Universitas Khatolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received 8/8/2022

Revised 17/10/2022

Accepted 9/12/2022

JEL Classification: I12, I21, L89, M20

Key words:

SHERPA, HEART, container crane

DOI:

<http://dx.doi.org/10.51804/iej.v4i2>

ABSTRACT

The port is a sea transportation infrastructure that plays an essential role in the growth of industry and trade. Ports are required to be able to serve operational activities 24/7, meaning 24 hours and 7 full days. Container Crane mainly carries out loading/unloading activities for containers (container B/M) for activities at the wharf. From 2015 to 2021, there have been accidents at PT TPS, as many as 1,074 incidents with an average annual incidence + 175 accident incidents. Errors from operating equipment or human error mainly cause accidents. This study aims to analyze human reliability assessment on CC operations using the Systematic Human Error Reduction and Prediction (SHERPA) and Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART) methods in conducting research using primary data through interviews with expert judgment. Based on the approach to using this method, it is hoped that recommendations can be made to control and prevent work accidents resulting from human error. Based on the results of error identification using the SHERPA method in CC operation, 14 error sub-tasks result in work accidents, 13 work sub-tasks must be recovered immediately, there are 2 sub-tasks with high probability, and there are 13 sub-tasks with a critical level of loss Not acceptable.

ABSTRAK

Pelabuhan merupakan infrastruktur transportasi laut berperan penting dalam pertumbuhan industri dan perdagangan. Pelabuhan dituntut dapat melayani kegiatan operasional selama 24/7 artinya adalah 24 jam dan 7 hari penuh. Kegiatan Bongkar/Muat petikemas (B/M petikemas) utamanya dilakukan oleh Container Crane untuk kegiatan di dermaga. Dalam kurun waktu 2015 sampai dengan 2021 telah terjadi kejadian kecelakaan di PT. TPS sebanyak 1.074 kejadian dengan rata-rata kejadian setiap tahunnya + 175 kejadian kecelakaan. Kejadian kecelakaan di PT. TPS disebabkan karena terjadinya kesalahan dari pengoperasian peralatan atau faktor human error. Penelitian ini bertujuan melakukan analisis human reliability assessment pada pengoperasian CC dengan menggunakan metode Systematic Human Error Reduction and Prediction (SHERPA) dan Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART), dalam pelaksanaan penelitian menggunakan data primer melalui wawancara dengan expert judgement. Berdasarkan pendekatan penggunaan metode tersebut diharapkan dapat dibuatkan rekomendasi untuk pengendalian dan pencegahan terjadinya kecelakaan kerja yang diakibatkan dari kejadian human error. Berdasarkan hasil identifikasi error dengan menggunakan metode SHERPA pada pengoperasian CC terdapat 14 sub task error yang mengakibatkan terjadinya kecelakaan kerja, terdapat 13 sub task pekerjaan yang harus segera di pulihkan, terdapat 2 sub task dengan probabilitas high, dan terdapat 13 sub task dengan tingkat kekritisan kerugian tidak dapat diterima.

1. INTRODUCTION

PT. Terminal Petikemas Surabaya merupakan salah satu anak usaha milik PT. Pelabuhan Indonesia III (persero) yang

bergerak di bidang jasa bongkar dan muat petikemas dengan operasional 24/7 artinya adalah 24 jam kerja selama 7 hari penuh. Kegiatan Bongkar/Muat petikemas (B/M

* Corresponding author, email address: asripuspita85@dosen.umaha.ac.id

petikemas) utamanya dilakukan oleh *Container Crane* untuk kegiatan di dermaga. Banyaknya pelaksanaan kegiatan yang dilayani oleh Perusahaan Petikemas serta peningkatan produksi petikemas, maka tentu akan berpotensi terjadinya kejadian kecelakaan kerja. Dalam prosesnya kejadian kecelakaan yang terjadi telah dilakukan pencatatan dan investigasi setiap kejadian kecelakaan, namun belum ditemukan proses investigasi lanjutan mengenai kontribusi terbesar atas kasus kejadian kecelakaan yang terjadi setiap tahunnya. Hasil pencatatan pada tahun 2022 terjadi 163 kejadian, pada tahun 2021 terjadi 131 kejadian, dan pada tahun 2020 terjadi 119 kejadian. Berdasarkan data tersebut setiap tahunnya masih terjadi kecelakaan kerja. Hasil dari identifikasi faktor terjadinya kecelakaan kerja, sering terjadi pada peralatan *Container Crane* (CC). Pada kurun waktu 2020-2022 total kejadian sebanyak 128 kejadian.

Teori Henrich dalam (Kairupan, 2019) kecelakaan kerja disebabkan oleh unsafe action sebesar 80% dimana manusia sebagai faktor penyebab kecelakaan seringkali disebut *human error*. Manusia paling sering melakukan hal yang mendatangkan kecelakaan seperti, berbuat ceroboh, lengah, acuh, berbuat kekeliruan, yang biasanya disebabkan oleh tidak adanya kecocokan antara manusia dengan mesin ataupun lingkungan, kurangnya pengetahuan atau pengalaman, serta fisik dan mental yang juga kurang sehat. Kecelakaan kerja yang disebabkan oleh *human error* dapat diberikan tindakan preventif dengan mengidentifikasi *Human Reliability Assesment* (HRA) Menurut (Nurhayati, 2017). Metode SHERPA (*Systematic Human Error Reduction and Prediction*) dan metode HEART (*Human Error Assessment and Reduction Technique*) merupakan satu metode HRA dalam bidang K3 adalah

Penelitian dilakukan pada operasional peralatan CC dan karena memiliki frekuensi kerja tertinggi dalam kegiatan pelaksanaan bongkar-muat petikemas sehingga kemungkinan terjadinya *human error* yang juga akan semakin tinggi. Sehingga metode SHERPA dan HEART dapat membantu melakukan

analisis human error pada saat pengoperasian CC. Rumusan dalam penelitian ini bagaimana identifikasi pada pengoperasian peralatan CC di Perusahaan Petikemas, Bagaimana prediksi terjadinya human error, perhitungan probabilitas terjadinya human error, penilaian dan pemeringkatan risiko pada pengoperasian peralatan CC di Perusahaan Petikemas. Hasil analisis human error yang didapat nantinya akan dibuatkan rekomendasi untuk pengendalian dan pencegahan terjadinya kecelakaan kerja yang diakibatkan dari kejadian human error.

II THEORETICAL FRAMEWORK AND HYPOTHESES

Kecelakaan Kerja

OHSAS 18001 kecelakaan kerja adalah kejadian yang tidak diinginkan mengakibatkan kematian, luka, kerusakan, harta benda dan kerugian waktu. Teori domino dikenalkan oleh Heinrich sebagai teori terjadinya kecelakaan kerja. Domino Heinrich menjelaskan bahwa kecelakaan terdiri atas lima faktor yang saling berhubungan, diantaranya adalah kondisi kerja, kelalaian manusia, tindakan tidak aman, Kecelakaan dan Cedera.

Ilustrasi efek domino, bila terjadi satu bangunan roboh, kejadian tersebut akan memicu peristiwa beruntun yang menyebabkan robohnya bangunan lain. Ilustrasi teori domino memberikan gambaran bahwa kecelakaan disebabkan tidak hanya dari satu faktor saja, namun diantaranya adalah: *Hereditas/ancestry and social environment*, kesalahan manusia/*fault of person*, tindakan dan kondisi tidak aman/*unsafe act or condition*.

3. RESEARCH METHOD

Menurut Heinrich dan ditegaskan oleh Petersen dalam buku "*The Human Error Reduction and Safety Management*", maupun CCPS dalam model "*System Induced Error Approach*" menyampaikan bahwa lingkup *human error* yaitu semua pekerja/manusia yang terlibat proses produksi mulai dari pimpinan tertinggi, ahli perancangan, ahli teknik, petugas pengadaan alat, pengawas, operator dan semua orang yang terlibat produksi. Menurut Bakar, dalam (Rahman, 2020) sehubungan dengan keterbatasan yang dimiliki oleh manusia, maka

probabilitas untuk menghasilkan *human error* cukup tinggi. Berikut alasan terjadinya *human error* antara lain :

Tabel Alasan Terjadinya *Human Error*

No	Alasan Terjadinya <i>Human Error</i>
1	Penerangan di area kerja yang kurang memadai
2	Pelatihan dan kecakapan sumber daya yang kurang memadai
3	Rancangan peralatan yang kurang baik
4	Temperatur ditempat kerja yang kurang memadai
5	Kebisingan di area kerja yng tinggi
6	Tempat kerja yang kurang <i>representative</i>
7	Motivasi rendah
8	Prosedur operasi dan <i>maintenance</i> yang kurang baik
9	Kompleksitas pekerjaan yang tinggi

SHERPA

SHERPA merupakan metode analisa terjadinya *human error* dengan menggunakan hirarki task level dasar. Task yang akan dianalisa di breakdown terlebih dahulu, kemudian dari setiap task level dasar akan diprediksi *human error* yang terjadi.

1. *Task Step* atau *Hierarchical Task Analysis (HTA)*
Mengklasifikasikan pekerjaan utama ke dalam beberapa sub pekerjaan. *Task analysis* merupakan metode untuk mendeskripsikan dan menganalisis interaksi manusia dengan system, mendeskripsikan tindakan operator dalam bentuk aktivitas fisik maupun kognitif untuk mencapai *goal system*.
2. *Error Mode*
Menentukan mode kesalahan berdasarkan kriteria taksonomi
3. *Error Description*, menjelaskan *error-error*
4. apa yang dilakukan operator yang tidak

sesuai *task*.

5. *Consequence*, menganalisa konsekuensi dari setiap error pada system merupakan langkah berikutnya yang penting, dimana konsekuensinya memiliki pengaruh penting untuk kekritisan kesalahan.
6. *Recovery*, dilakukan langkah pemulihan jika terdapat tugas dari langkah selanjutnya dimana kesalahan bisa pulih. Jika tidak ada langkah pemulihan, maka ditandai dengan "None".
7. *Probability Error*, menentukan probabilitas error tergolong low, medium atau high. Jika kesalahan tidak pernah diketahui terjadi, maka low (L) probabilitas yang ditetapkan. Jika kesalahan terjadi pada kesempatan sebelumnya, maka medium (M) probabilitas yang ditetapkan. Dan jika kesalahan sering terjadi, maka high (H) yang ditetapkan. Klasifikasi ditugaskan bergantung pada data historis atau ahli subjek materi.
8. *Criticality*, konsekuensi dianggap penting karena penyebab kerugian yang tidak dapat diterima, dengan label kritis "!". Biasanya, konsekuensi kritis akan menjadi salah satu yang akan menyebabkan kerusakan besar untuk tanaman, produk atau cedera pada personil.
9. *Remidial Strategy* Tahap akhir proses ini merekomendasikan strategi dalam bentuk perubahan yang disarankan pada sistem kerja yang bisa mencegah kesalahan atau mengurangi konsekuensi. Biasanya strategi yang digunakan untuk mengurangi error dapat dikategorikan dalam 4 hal : Peralatan (mendesain ulang, modifikasi peralatan yang ada), Pelatihan (perubahan pelatihan yang diberikan), Prosedur (pemberian barudesain ulang), dan Organisasi (perubahan kebijakan/budayaorganisasi).

Tabel *Taxonomy of Credible Error*

Kriteria	Error Mode	Keterangan
	A1	Operasi terlalu panjang/pendek
	A2	Operasi tidak tepat waktu
	A3	Operasi diarah yang salah

Kriteria	Error Mode	Keterangan
Action Error	A4	Operasi terlalu sedikit/banyak
	A5	Misalign
	A6	Operasi yang tepat pada objek yang salah
	A7	Operasi yang salah pada objek yang tepat
	A8	Operasi dihilangkan
	A9	Operasi tidak selesai
	A10	Operasi yang salah pada objek yang salah
Checking Error	C1	Pemeriksaan dihilangkan
	C2	Pemeriksaan tidak lengkap
	C3	Pemeriksaan benar pada objek salah
	C4	Pemeriksaan salah pada objek benar
	C5	Pemeriksaan tidak tepat waktu
	C6	Pemeriksaan salah pada objek salah
Retrieval Error	R1	Informasi tidak diperoleh
	R2	Informasi yang salah yang diperoleh
	R3	Pencarian informasi tidak lengkap
Communication Error	I1	Informasi tidak dikomunikasikan
	I2	Informasi yang salah dikomunikasikan
	I3	Informasi komunikasi yang tidak lengkap
Selection Error	S1	Seleksi dihilangkan
	S2	Salah seleksi

(Sumber: Stanton, 2005)

Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART)

Tahapan analisis Human error Probability (HEP) dengan menggunakan metode HEART (Human error Assessment and Reduction Technique) (Williams J.C, 1986).

1. Klasifikasikan *task* ke dalam *Generic Task Type* (GTT), Langkah pertama menentukan jenis *task* apa yang akan dianalisis. Jenis *task* tersebut merupakan *task* yang dapat mempresentasikan sistem yang akan dianalisis secara mendalam (Iridiastadi, 2014:208)
 - a. Lakukan analisis *task* dengan menggunakan HTA dari *task* tersebut selanjutnya, memecah *task* tersebut ke dalam sub *task* sederhana dengan menggunakan HTA sebagai alat bantu. Struktur *task* yang telah dianalisis akan lebih terlihat jelas urutan hierarki dari *task* tersebut, sehingga akan memudahkan dalam melakukan analisis pada langkah atau hierarki mana yang kemungkinan terjadi *human error*.
 - b. Melakukan Proses *Screening* pada HTA, memilih sub *task* yang akan dilakukan proses analisis. *Task*

tersebut kemudian dipetakan dengan bantuan HTA sehingga diketahui secara detail langkah dan struktur hierarki dari *task* tersebut, kemudian akan dianalisis dengan menggunakan metode HEART.

- c. Melakukan klasifikasi tingkat ketidakanadalan menggunakan alat bantu GTT (*Generic task type*). Proses *screening* selesai kemudian mengelompokkan sub *task* yang akan dianalisis dengan menggunakan GTT.
2. Mengidentifikasi faktor yang berkontribusi terhadap error dengan metode EPC (*Error Producing Conditions*). Kemudian menentukan faktor yang mendorong terjadinya suatu error yang berkaitan dengan sub *task* yang sedang dianalisis.
3. Menghitung *Assessed proportion of effect*. Pada langkah ini menganalisis prediksi dampak setiap EPC pada *task* berdasarkan penilaian seberapa sering *human error* terjadi dan EPC pada setiap shift kerja. *Proportion of effect* memiliki rentang nilai antara 0 sampai dengan 1. Nilai 0 berarti EPC yang dinilai tidak berpengaruh terhadap kemungkinan terjadinya error, sedangkan nilai 1 berarti EPC yang dinilai memiliki pengaruh yang paling tinggi

terhadap kemungkinan terjadinya error. Penilaian proporsi dilakukan dengan berdiskusi dengan ahli.

4. Menghitung dampak setiap EPC

Langkah selanjutnya yaitu analisis harus menghitung dampak dari setiap EPC dengan rumus :

$$AE = ((f_i - 1) \times P_i) + 1$$

(2.1)

Keterangan : AE = Assessed effect value

P_i = Proportion of effect

F_i = Nilai Error Producing Conditions

5. Menghitung Human Error Probability (HEP) Perhitungan total kemungkinan Human error probability (HEP) dengan rumus :

$$HEP = r_x \times AE_1 \times AE_2 \dots \text{ and so on}$$

(2.2)

Keterangan :

AE = Assessed effect value

R_x = Nominal Human Reliability

tergantung pada estimasi manusia tentang kemungkinan kejadian tertentu. Pendapat dari orang yang ahli diberikan bobot yang lebih besar daripada pendapat dari orang yang bukan ahlinya. Penilaian *expert judgement* adalah kegiatan meminta para ahli menentukan kemungkinan yang dapat terjadi pada pekerjaan. Pemunculan pendapat ahli ini sebagai proses pengumpulan menggunakan metode khusus lisan dan tertulis yang memungkinkan mengukur risiko. Syarat yang paling penting untuk *expert judgement* adalah semua partisipan harus memiliki informasi yang relevan terhadap sub-sistem yang akan diidentifikasi dan dinilai. Syarat-syarat *expert judgement* tersebut berdasarkan OECD-NEA, 1985 disesuaikan dengan keadaan yang ada di lapangan.

Expert Judgement

Analisis keselamatan sering

III HASIL DAN PEMBAHASAN

Container Crane (CC)

Container crane (CC) berfungsi untuk bongkar muat petikemas dari dermaga ke kapal maupun dari kapal ke dermaga. Tinggi *Container* 40meter dan daya angkat maksimum sebesar 40 ton. CC mempunyai cara kerja yang berbeda sesuai dengan kapasitasnya. Terdapat jenis crane yang setiap jenis crane hanya dapat memindahkan petikemas ke lokasi yang berada lurus didepan atau dibelakang lokasi semula.

Hierarchical Task Analysis pekerjaan pengoperasian CC diatas adalah aktivitas Operator CC dalam melakukan kegiatan B/M petikemas, dimana terdapat 5 *task analysis* pada tugas utama pada saat kegiatan B/M petikemas menggunakan CC. Adapun rincian dari *task analysis* dari pengoperasian CC adalah sebagai berikut :

1. Task 1 yaitu persiapan Operator sebelum mengoperasikan CC terdapat 5 *sub task*
2. Task 2 yaitu Operator melakukan persiapan alat terdapat 9 *sub task*

3. Task 3 yaitu Koordinasi antar tim kerja terdapat 3 *sub task*

4. Task 4 yaitu Pengoperasian CC terdapat 3 *sub task*

5. Task 5 yaitu Penyelesaian Pengoperasian CC terdapat 3 *sub task* Langkah selanjutnya dapat disimpulkan bahwa HTA dari pengoperasian CC untuk pelaksanaan aktivitas B/M petikemas di tunjukkan bahwa :

1. Langkah perencanaan pekerjaan (*planning*) ada pada task 1, Langkah pengaturan (*organizing*) ada pada task 2 dan 3, Langkah pelaksanaan pekerjaan (*actuating*) ada pada task 4 dan Langkah pengawasan (*controlling*) ada pada task 4.
2. Total terdapat 23 *sub task* yang akan dilakukan penilaian ketidaksesuaian antara pelaksanaan pekerjaan pengoperasian CC secara langsung dengan ketetapan yang ada di instruksi kerja pengoperasian CC.

Identifikasi Human Error

Tahap identifikasi human error untuk menganalisis kemungkinan kegagalan yang terjadi berdasarkan atas *Hierarchical Task Analysis* pada pengoperasian CC. Pelaksanaan identifikasi ini juga dilakukan melalui pengamatan langsung ditempat kerja dan diskusi dengan *expert judgment*. Untuk membantu identifikasi human error penulis menggunakan metode SHERPA dalam memberikan masukan mengenai analisis potensi kesalahan dengan menggunakan tabel taksonomi kesalahan sehingga dapat diketahui jenis error berdasarkan tabulasi SHERPA. Tahapan selanjutnya setelah dibuat HTA adalah melakukan pengamatan langsung dan menentukan *mode error* dengan cara menentukan *mode error* dan menentukan analisis deskripsi *Error* yang terjadi. Dalam melakukan identifikasi dan analisis ini peneliti dan *expert judgment* melakukan kegiatan pengamatan langsung pelaksanaan kegiatan di area kerja CC. Kegiatan pengamatan langsung yang dilakukan adalah dengan melakukan penilaian antara instruksi kerja yang telah ditetapkan dan HTA yang telah dibuat dalam pengoperasian CC. Analisis *Human Error Probability* dilakukan pengamatan langsung pada setiap ketidaksesuaian, *record* data kejadian kecelakaan kerja dan potensial *nearmiss*.

Hasil obeservasi yang dilakukan pada aktivitas Operator CC mengoperasikan CC bahwa *error* yang terjadi yang terjadi pada pengoperasian CC apabila tidak dilakukan tindakan pengendalian dengan segera dapat menyebabkan risiko antara lain terganggunya kegiatan B/M petikemas hingga mengakibatkan Kapal terjadi keterlambatan proses keluar dari Dermaga, risiko terjadinya kejadian kecelakaan kerja selama pengoperasian alat maupun setelah alat selesai digunakan. Berikut penulis menjabarkan risiko akibat dari kejadian *error* yang telah ditemukan.

Pengklasifikasian Task Human Error

Langkah berikutnya dari penelitian ini adalah melakukan pengklasifikasian *human error* kedalam jenis taksonomi kesalahan, yaitu sebagai berikut :

- a. *Action Error* (kesalahan karena salah aksi)
- b. *Retrieval Error* (kesalahan karena salah pengambilan data/barang/info)
- c. *Checking Error* (kesalahan karena salah pemeriksaan)
- d. *Selection* (kesalahan karena salah pemilihan)
- e. *Information Communication* (kesalahan karena salah komunikasi informasi)

Berdasarkan hasil identifikasi human error pada pengoperasian CC, terdapat 3 jenis taksonomi kesalahan yang diperoleh. Taksonomi kesalahan yang ditemukan antara lain :

1. Checking error : 8 langkah pekerjaan
2. Action error : 4 langkah pekerjaan
3. Communication error : 2 langkah pekerjaan

Analisis Akibat

Langkah berikutnya dari penelitian ini adalah melakukan analisis akibat dari setiap *error* pada sistem. Analisis akibat diperoleh dari hasil identifikasi kecelakaan dan bahaya yang ada dari setiap langkah yang telah dilakukan perusahaan, serta penilaian *expert judgement* dengan penambahan akibat yang dapat terjadi selama pengoperasian berlangsung. Berdasarkan penjelasan dari *expert judgement* dan hasil analisis akibat *human error* bahwa akibat *human error* pada pengoperasian CC disebabkan karena operator CC lalai dalam melakukan tindakan pemeriksaan dan verifikasi terhadap langkah kerja yang dilakukan secara rutin. Akibatnya, kegiatan operasional bongkar dan muat petikemas terganggu sesaat dan potensial terjadinya kecelakaan kerja.

Analisis Pemulihan, Probabilitas Berurutan dan Tingkat Kekritisitas

Langkah berikutnya dari penelitian ini adalah melakukan analisis pemulihan, probabilitas berurutan dan tingkat kekritisitas. pada setiap *error* langkah

pekerjaan yang telah diidentifikasi. Menurut Stanton (2005), dilakukan analisis pemulihan, probabilitas, dan tingkat kekritisan dengan cara melakukan *task step* yaitu

Pemulihan:

- 1) *Immediate* : Error pada *task step* dapat dilakukan perbaikan
- 2) *None* : Tidak ada langkah pemulihan
 - A. Probabilitas
 - 1) *Low* : Tidak diketahui pernah terjadi
 - 2) *Medium* : Pernah terjadi di beberapa kesempatan
 - 3) *High* : Sering terjadi
 - B. Tingkat kekritisan
 - 1) Kerugian tidak dapat diterima : !
 - 2) Kerugian dapat diterima : -

Berdasarkan hasil analisis pemulihan, probabilitas dan tingkat kekritisan pada pengoperasian CC diperoleh hasil sebagai berikut:

A. Pemulihan

- 1) *Immediate* : 13 langkah pekerjaan

- 2) *None* : 1 langkah pekerjaan
- B. Probabilitas
 - 1) *Low* : 1 langkah pekerjaan
 - 2) *Medium* : 11 langkah pekerjaan
 - 3) *High* : 2 langkah pekerjaan
- C. Tingkat kekritisan
 - 1) Kerugian tidak dapat diterima : 13 langkah pekerjaan
 - 2) Kerugian dapat diterima: 1 langkah pekerjaan

Analisis Perbaikan

Pada tahap ini dilakukan perumusan strategi perbaikan untuk mengurangi kesalahan. Berdasarkan ISO 45001:2019 elemen 8.1.2 tentang eliminasi bahaya dan mengurangi risiko K3. Hierarki pengendalian, antara lain:

1. Eliminasi: Penghilangan sumber bahaya
2. Substitusi: Mengganti proses, operasi, bahan atau peralatan yang berbahaya
3. *Engineering control*: Pengendalian teknik dan pengaturan kembali pekerjaan
4. *Administrative control*: Pengendalian administratif termasuk pelatihan
5. Penggunaan alat pelindung diri yang memadai.

Tabel. Analisis Strategi Perbaikan pada Pengoperasian CC

No	Langkah Pekerjaan	Strategi Perbaikan
1	Memantau dan memastikan <i>anchor pin</i> telah diangkat	Memasang sensor dan indicator kondisi <i>anchor pin (engineering control)</i> Menambahkan dalam instruksi kerja pengoperasian CC tentang pemeriksaan sebelum dan selama pengoperasian serta mengisi daftar periksa (<i>Administrative control</i>)
2	Melakukan pemeriksaan sebelum dan selama pengoperasian serta mengisi daftar periksa	Menambahkan dalam instruksi kerja pengoperasian CC tentang pemeriksaan sebelum dan selama pengoperasian serta mengisi daftar periksa. (<i>Administrative control</i>)
3	Memastikan semua control dan lampu <i>indicator</i> berfungsi dan menyala	Memasang Stiker penandaan aturan tentang:
4	Memeriksa Gerakan <i>lock-unlock</i>	1. Semua control dan lampu indicator berfungsi dan menyala
5	Memeriksa Gerakan <i>trim-listing</i>	2. Pemeriksaan Gerakan <i>lock-unlock</i>
6	Memeriksa Gerakan <i>Flipper</i>	3. Pemeriksaan gerakan <i>trim-listing</i>
7	Melakukan Kalibrasi <i>hoist</i> dan <i>trolley</i>	4. Pemeriksaan Gerakan <i>flipper</i>
8	Memastikan kunci palka dalam keadaan terbuka dan minimal 5 orang TKBM mengawasi	5. Pelaksanaan kalibrasi <i>hoist</i> dan <i>trolley</i>
9	Menyalakan lampu CC pada	6. Pastikan kunci palka dalam keadaan terbuka dan minimal 5 orang TKBM mengawasi
		7. Menyalakan lampu CC pada malam hari, subuh, petang, saat pandangan tidak

No	Langkah Pekerjaan	Strategi Perbaikan
	malam hari, subuh, petang, saat pandangan tidak bagus, hujan atau kabut	bagus, hujan atau kabut. (<i>Administrative control</i>)
10	Melakukan verifikasi bahwa <i>twist lock</i> dan/atau <i>lashing</i> telah dibuka sebelum petikemas diangkat	Menambahkan dalam instruksi kerja pengoperasian CC tentang kegiatan verifikasi bahwa <i>twist lock</i> dan/atau <i>lashing</i> telah dibuka sebelum petikemas diangkat (<i>Administrative control</i>)
11	Melakukan Gerakan <i>hoist up</i> semaksimal mungkin saat melintasi ketinggian tumpukan petikemas yang tidak dibongkar	Melakukan pengawasan saat melakukan Gerakan <i>hoist up</i> . Menambahkan larangan dalam instruksi kerja tentang melakukan Gerakan kombinasi hoist ip semaksimal mungkin saat menghandle petikemas. (<i>Administrative control</i>)
12	Selalu memulai bongkar/muat petikemas dari sisi laut setiap tier-nya pada petikemas yang berada di atas <i>deck</i>	Menambahkan dalam instruksi kerja pengoperasian CC tentang alur kegiatan bongkar/muat petikemas dari sisi laut setiap tier-nya pada petikemas yang berada diatas <i>deck</i> . (<i>Administrative control</i>)
13	Melaporkan kepada mekanik jika menemukan kerusakan dan atau ketidaksesuaian	Membuat laporan kerusakan atau ketidaksesuaian dan database laporan (<i>Administrative control</i>)
14	Memerintahkan tally untuk memasang anchor pin CC	Menambahkan dalam instruksi kerja pengoperasian CC tentang memerintah petugas Tally untuk memasang <i>anchor pin</i> (<i>Administrative control</i>)

Kuantifikasi Error

Kuantifikasi *error* dilakukan untuk memperoleh nilai *Human Error Probability* (HEP), dimana dalam perhitungannya menggunakan metode HEART. Dalam melakukan kuantifikasi *error* menggunakan metode HEART tahapan yang dilakukan, antara lain :

1. Analisis *Generic Task Type* (GTT)
2. Analisis *Error Producing Conditions* (EPCs)
3. Perhitungan *Human Error Probability*
4. Perhitungan probabilitas

Analisis *Generic Task Type* (GTT)

Langkah pertama dalam menghitung *human error probability* adalah dengan mengelompokkan *error* langkah pekerjaan ke dalam 9 tipe pekerjaan yang ada pada tabel GTT dan nilai *human*

unreliability. Berdasarkan hasil analisis,

pada pengoperasian CC diperoleh kategori *generic task*, antara lain :

- a. Kategori C : Pekerjaan yang kompleks, membutuhkan tingkat pemahaman dan keterampilan tinggi. Kategori ini nilai *human unreliability* 0,16. Berarti terjadinya kegagalan rata-rata diperkirakan sebanyak 16 kali dari 100 aktivitas.
- b. Kategori D : Pekerjaan sederhana, dilakukan secara cepat, sedikit membutuhkan perhatian. Kategori ini nilai *human unreliability* 0,09. Berarti terjadinya kegagalan rata-rata diperkirakan sebanyak 9 kali dari 100 aktivitas.
- c. Kategori E: Pekerjaan rutin, terlatih, memerlukan keterampilan rendah. Kategori ini nilai *human unreliability* 0,02. Berarti terjadinya kegagalan rata-rata diperkirakan sebanyak 2 kali dari 100 aktivitas.
- d. Kategori F : Mengembalikan/menggeser sistem ke kondisi semula atau baru sesuai

prosedur, dengan beberapa pemeriksaan. Kategori ini adalah nilai *human unreliability* 0,003. Berarti terjadinya kegagalan rata-rata diperkirakan sebanyak 3 kali dari 1.000 aktivitas.

Analisis Error Producing Conditions (EPCs)

Langkah berikutnya dari penelitian ini adalah melakukan analisis EPC atau kondisi yang menimbulkan kesalahan. Pada tahap ini dilakukan dengan cara mengklasifikasikan *error* yang telah diidentifikasi. Berdasarkan hasil analisis, pada pengoperasian CC diperoleh kategori nilai *Total Effect (fi)*, antara lain :

1. *Total Effect (fi)* dengan nilai 11 dengan kondisi error kurangnya waktu dalam mendeteksi dan mengoreksi kesalahan. Kondisi aktualnya Operator CC tidak melakukan verifikasi dengan TKBM bahwa *twist lock* dan/atau *lashing* telah dibuka sebelum petikemas diangkat dikarenakan waktu dalam pengerjaan proses tersebut yang terbatas.
2. *Total Effect (fi)* dengan nilai 4 dengan kondisi menyebabkan *error* ketidaksesuaian risiko yang dibayangkan dengan risiko yang sesungguhnya. Kondisi aktualnya Operator CC tidak memastikan semua control dan lampu indikator berfungsi dan menyala, kemudian Operator CC tidak memeriksa gerakan *lock-unlock*, *trim-listing*, *flipper*, *hoist* dan *trolley*, dan juga Operator CC tidak memastikan kunci palka dalam keadaan terbuka dan minimal 5 orang TKBM mengawasi. Hal tersebut terjadi dikarenakan operator CC menganggap melakukan task tersebut tidak terlalu penting.
3. *Total Effect (fi)* dengan nilai 1,6 dengan kondisi yang menyebabkan *error* adalah kebutuhan terhadap penilaian yang pasti, yang mana berada diluar kemampuan atau pengalaman operator. Kondisi aktualnya Operator CC tidak menyalakan lampu CC pada malam hari, subuh, petang, saat pandangan tidak bagus, hujan atau kabut, hal ini dikarenakan instruksi yang disampaikan kurang jelas dan tidak ada tolok ukur yang pasti.
4. *Total Effect (fi)* dengan nilai 1,3 dengan kondisi yang menyebabkan *error* adalah besarnya tingkat emosional. Kondisi aktualnya Operator CC tidak memulai bongkar/muat petikemas dari sisi laut hal ini dikarenakan Operator CC ingin cepat menyelesaikan tugasnya dengan menghiraukan risiko yang ada.
5. *Total effect (fi)* dengan nilai 1,1 dengan kondisi yang menyebabkan *error* adalah rendahnya mental melakukan pekerjaan yang sangat sering terjadi. Kondisi aktualnya adalah Operator CC tidak memerintahkan *tally* untuk mengangkat/melepas *anchor pin*, Operator CC tidak Melakukan pemeriksaan sebelum dan selama pengoperasian serta mengisi daftar periksa, Operator CC tidak melakukan gerakan *hoist up* semaksimal mungkin saat melintasi ketinggian tumpukan petikemas yang tidak dibongkar, Operator CC tidak Melaporkan kepada mekanik jika menemukan kerusakan dan atau ketidaksesuaian, Operator CC tidak memerintahkan Tally untuk memasang *anchor pin* CC. Hal tersebut terjadi dikarenakan Operator CC yang malas.

Perhitungan Human Error Probability (HEP)

Hasil HEP tertinggi nilai 0,496 atau probabilitas untuk terjadinya kesalahan manusia/*human error* sebesar 49,6% hal ini dikarenakan pekerjaan yang kompleks, membutuhkan tingkat pemahaman dan keterampilan yang tinggi dalam melakukan pemeriksaan control dan fungsi lampu menyala pada panel dan sering di sepelekan oleh operator CC, kemudian pekerjaan melakukan kalibrasi *hoist* dan *trolley* merupakan pekerjaan kompleks dan membutuhkan tingkat pemahaman dan keterampilan yang tinggi dan sering disepelekan oleh operator CC, sehingga kedua *sub task* tersebut memiliki nilai HEP tertinggi. Kemudian untuk nilai HEP terendah pada dengan nilai HEP yaitu 0,0022 atau 0,22%, hal ini dikarenakan

pekerjaan yang sederhana hanya memastikan *anchor pin* telah diangkat, sehingga probabilitas terjadinya *human error* juga kecil.

Dalam perhitungan HEP besar dan kecilnya hasil yang diperoleh di pengaruhi dari tiga faktor penilaian yang ditentukan melalui proses diskusi dengan *expert judgment* yaitu, penilaian GTTs, penilaian EPCs, kemudian penilaian APOA. ketika semakin besar ketiga faktor nilai tersebut maka akan semakin besar pula nilai HEP yang akan di hasilkan.

Perhitungan Probabilitas

Nilai perhitungan HEP pada masing-masing *sub task* yang telah ditentukan pada pengoperasian CC kemudian dapat ditentukan nilai probabilitas kegagalan (F) dikarenakan nilai HEP sama dengan nilai probabilitas kegagalan (F) kemudian dilakukan perhitungan probabilitas keandalan (R) pada setiap *sub task* tersebut dengan menggunakan rumus 2.4 sehingga dapat diketahui nilai keandalan pada masing-masing *sub task* yang telah ditentukan pada pengoperasian CC, kemudian setelah mengetahui nilai probabilitas keandalan (R) tersebut maka selanjutnya menentukan nilai keandalan total (Rm) pada seluruh aktivitas pada pengoperasian CC. Tujuan dari mencari nilai keandalan total (Rm) untuk mengetahui tingkat performansi keandalan manusia dalam suatu sistem kerja. Dari hasil perhitungan nilai total keandalan (Rm) pada operator dalam pengoperasian mendapatkan nilai 0,065812073. Nilai keandalan total (Rm) operator pada pengoperasian CC tersebut menunjukkan nilai kurang dari 0,5, sehingga ketika nilai $R_m < 0,5$ maka keandalan operator CC dalam melaksanakan *work instruction* pengoperasian CC tergolong rendah..

Rekomendasi

Hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu mencari nilai probabilitas terjadinya *human error* pada pengoperasian CC kemudian ditemukan hasil nilai HEP yang tertinggi pada pengoperasian CC dengan nilai HEP 0,496 dan juga dengan

nilai keandalan total (Rm proses pengoperasian CC menghasilkan nilai $R_m < 0,5$ yang menunjukkan keandalan operator masih rendah dalam melakukan keseluruhan proses tersebut. Sehingga menindaklanjuti mengenai hal tersebut maka diberikan rekomendasi sebagai berikut :

1. Melakukan program *refreshment* kepada seluruh operator CC dan operator RTG.
2. Memberikan sosialisasi kepada seluruh operator CC agar wajib menaati *work instruction* dan memberikan sanksi tegas kepada operator ketika melakukan pelanggaran terhadap *work instruction*.
3. Melakukan revisi terhadap *work instruction* pada poin yang masih belum jelas agar lebih mendetail dan terukur agar tidak mengakibatkan berbagai macam persepsi.

IV SIMPULAN

Hasil penelitian *Human Reliability Assessment* menggunakan metode SHERPA dan HEART pada pengoperasian CC di dapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil identifikasi error dengan menggunakan metode SHERPA menunjukkan:
 - a. Pada pengoperasian CC terdapat 14 *sub task error* yang mengakibatkan terjadinya kecelakaan kerja.
 - b. Pada pengoperasian CC terdapat 13 *sub task* pekerjaan yang harus segera di pulihkan.
 - c. Pada pengoperasian CC terdapat 2 *sub task* dengan probabilitas *high*
 - d. Pada pengoperasian CC terdapat 13 *sub task* dengan tingkat kekritisian kerugian tidak dapat diterima.
2. Setelah dilakukan perhitungan nilai HEP pada pengoperasian CC terdapat nilai HEP tertinggi dan terendah sebagai berikut:
 - a. HEP tertinggi pada pengoperasian CC dengan nilai HEP yaitu 0,496 atau 49,6%, menunjukkan probabilitas terjadinya *human error* sebesar 49,6%, menghasilkan nilai HEP tertinggi dikarenakan merupakan pekerjaan kompleks membutuhkan tingkat pemahaman dan keterampilan tinggi

dalam melakukan pemeriksaan control dan fungsi lampu menyala pada panel dan sering di sepelekan oleh operator CC. Kemudian pekerjaan dalam melakukan kalibrasi *hoist* dan *trolley* merupakan pekerjaan kompleks dan membutuhkan tingkat pemahaman, keterampilan yang tinggi dan sering disepelekan oleh operator CC pula.

- b. HEP terendah pada pekerjaan pengoperasian CC dengan nilai HEP yaitu 0,0022 atau 0,22%, hal ini dikarenakan pekerjaan yang sederhana hanya memastikan *anchor pin* telah diangkat.
3. Hasil perhitungan untuk mencari nilai keandalan total (Rm) dalam pengoperasian CC yaitu 0,065812073 hal ini menunjukkan bahwa keandalan operator dalam melaksanakan *work instruction* tergolong rendah karena

nilai $R_m < 0,5$.

4. Dari hasil penelitian dengan diketahui nilai HEP tertinggi dari masing-masing pekerjaan pengoperasian CC kemudian ditemukan nilai keandalan total (Rm) mendapatkan nilai $R_m < 0,5$ yang menunjukkan bahwa keandalan operator dalam melaksanakan *work instruction* tergolong rendah, maka diberikan rekomendasi sebagai berikut :
 - a. Melakukan program *refreshment* kepada seluruh operator CC.
 - b. Memberikan sosialisasi kepada seluruh operator CC agar wajib menaati *work instruction* dan memberikan sanksi tegas kepada operator ketika melakukan pelanggaran terhadap *work instruction*.
 - c. Melakukan revisi terhadap *work instruction* pada poin yang masih belum jelas agar lebih mendetail dan terukur agar tidak mengakibatkan berbagai macam persepsi.

VI DAFTAR PUSTAKA

- Heinrich, H. W. (1941). Industrial Accident Prevention. A Scientific Approach. *Industrial Accident Prevention. A Scientific Approach.*, (Second Edition).
- Kairupan, F. A., Doda, D. V., & Kairupan, R. (2019). "Hubungan Antara Unsafe Action dan Unsafe Condition dengan Kecelakaan Kerja pada Pengendara Ojek Online Dan Ojek Pangkalan di Kota Manado". *Jurnal Kesmas*, 89-98.
- Klockner, K., & Hicks, R. E. (2015). Cognitive failures at work, mindfulness, and the Big Five. *GSTF Journal of Psychology (JPsych)*, 2(1), 1-7.
- 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) Assessment of Human Error Probability with Human Error Assessment and Reduction Technique Method. *Pustaka Kesehatan*, 5(3), 565-571
- OHSAS 18001: 2007. *Occupational Health and Safety Management Systems - Requirements*. UK: BSI.
- OOECD-NEA, (1985). *Expert Judgement for Human Reliability*. Paris. Committee on the Safety of Nuclear Installations OECD Nuclear Energy Agency
- Pamuka, A. S., & Susanto, N. (2018). HUMAN RELIABILITY ASSESMENT DENGAN METODE HEART SEBAGAI UPAYA MENGURANGI HUMAN ERROR PADA PT. MULTIPANEL INTERMITRA MANDIRI. *Industrial Engineering Online Journal*, 7(3).
- Pasman, H., & Rogers, W. (2020). "How To Treat Expert Judgment With Certainly It Contains Uncertainty". *Journal of Loss Prevention in the*

Process Industries 66, 1-12

Praharsi, Y. (2019). PENGELOLAAN TINGKAT PEMAKAIAN LAPANGAN PENUMPUKAN DAN TINGKAT PENGGUNAAN DERMAGA di PT TERMINAL TELUK LAMONG. *Jurnal Teknologi Maritim*, 2(1), 7-16.

Stranks, J. W. (2007). *Human factors and behavioural safety*. Routledge. Swain A.D and Guttman,1983. Hand Book of Human Reliability Analysis With Emphasis On Nuclear Power Plant Application. US Nuclear Regulatory Commision, Washington, DC.

Williams, J. C., 1986. *A Proposed Method for Assessing and Reducing Human Error I*. In : (th Advance in Reliability. Technology Symposium (ARTS). Bradford : University of Bradford.

Woods, D. D., Dekker, S., Cook, R., Johannesen, L., & Sarter, N. (2010). "Behind Human Error". New York: Ashgate Publishing.