

Analisis Probabilitas *Human Error* pada Pekerjaan Penggantian *Bearing Gearbox Trolley Container Crane* dengan Menggunakan Metode CREAM

Irsan Adi Kurniawan¹, Lukman Handoko^{1*} dan Haidar Natsir Amrullah¹

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

*E-mail: lukman.handoko@ppns.ac.id

Abstrak

Maintenance container crane merupakan pekerjaan yang kompleks dimana pada pekerjaan tersebut pekerja mekanik melakukan kontak langsung dengan komponen/mesin, sehingga dapat dikatakan bahwa pekerjaan ini adalah pekerjaan yang berisiko tinggi. Berdasarkan data perusahaan pada tahun 2021-2022, pernah terjadi kecelakaan kerja pada saat melakukan pekerjaan *maintenance* khususnya pada saat melakukan penggantian *bearing gearbox trolley container crane* yang diakibatkan oleh *human error*. *Human error* adalah tindakan atau pengambilan keputusan yang menyimpang dari aturan atau prosedur. Pada penelitian ini dilakukan analisis *human error* terhadap pekerja mekanik terkait pekerjaan penggantian *bearing gearbox trolley container crane* untuk mengetahui nilai HEP (*Human Error Probability*) dari setiap langkah pekerjaan tersebut. Metode yang digunakan dalam menganalisis nilai HEP pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode CREAM. Metode CREAM merupakan salah satu metode HRA (*Human Reliability Analysis*) untuk menghitung keandalan manusia dengan pendekatan kognitif yang tujuannya untuk menilai kemungkinan kesalahan yang dilakukan oleh manusia selama pelaksanaan tugas tertentu. Dihasilkan nilai HEP tertinggi pada pekerjaan penggantian *bearing gearbox trolley container crane* yaitu sebesar 0,064. Usulan perbaikan yang dapat diberikan untuk mengurangi probabilitas *human error* yaitu dengan melakukan penyesuaian terhadap kondisi pekerjaan yang aman dan nyaman, pembaruan atau revisi instruksi kerja yang lebih mendetail, melakukan sosialisasi K3 terhadap seluruh pekerja mekanik, dan melakukan pelatihan atau penyegaran skill dan keterampilan pekerja secara rutin, serta melakukan pengawasan agar para pekerja dapat bekerja secara aman dan lebih disiplin dalam bekerja.

Kata Kunci: CREAM, *Human Error*, *Human Reliability Assessment*

Abstract

Maintenance container crane is a complex task in which mechanics have direct contact with components/machinery, making it a high-risk job. Based on company data from 2021-2022, accidents have occurred during maintenance work, particularly during the replacement of the trolley container crane gearbox bearing caused by human error. Human error refers to actions or decisions that deviate from rules or procedures. This research analyzes human error in relation to mechanics while performing the task of replacing the trolley container crane gearbox bearing to determine the value of Human Error Probability (HEP) for each step of the job. The method used to analyze the HEP values in this study is the CREAM method. The CREAM method is one of the Human Reliability Analysis (HRA) methods used to assess human reliability through a cognitive approach, aiming to evaluate the probability of errors made by humans during specific tasks. The highest HEP value obtained for the task of replacing the trolley container crane gearbox bearing is 0.064. Proposed improvements to reduce the probability of human error include adjusting the working conditions to be safe and comfortable, updating or revising detailed work instructions, conducting occupational health and safety (K3) awareness campaigns for all mechanics, providing regular training or skill refreshment for workers, and implementing supervision to ensure safe and disciplined work practices.

Kata Kunci: CREAM, *Human Error*, *Human Reliability Assessment*

1. PENDAHULUAN

Pekerjaan *maintenance container crane* merupakan pekerjaan yang kompleks. Dalam melakukan pekerjaan tersebut diperlukan keahlian dan keterampilan dari pekerja mekanik untuk menangani masing-masing komponen alat. Tim mekanik harus mengerti bagian komponen-komponen alat agar tidak salah dalam melakukan perawatan

atau perbaikan alat. Tingginya kompleksitas pekerjaan tersebut dapat berpotensi untuk terjadinya kecelakaan kerja. Ketika studi pendahuluan dilakukan untuk mengumpulkan data kecelakaan kerja, selama kurun waktu 2 (dua) tahun terakhir yaitu 2021-2022 ditemukan 3 kasus kecelakaan kerja pada saat melakukan pekerjaan penggantian *bearing gearbox trolley container crane*. Tidak dapat dipungkiri bahwa kecelakaan kerja dapat terjadi dimana saja, kapan saja, dan beragam penyebabnya.

Salah satu dari banyaknya faktor penyebab kecelakaan kerja adalah kesalahan manusia atau *human error*. Terkait dengan kasus kecelakaan kerja yang pernah terjadi pada saat melakukan pekerjaan *maintenance* penggantian *bearing gearbox trolley container crane*, kecelakaan tersebut terjadi akibat *human error*. Menurut Dhillon (2006) *Human error* merupakan kesalahan manusia yang terjadi ketika seseorang gagal menyelesaikan tugas atau pekerjaan tertentu dengan benar (atau melakukan tindakan yang tidak diperbolehkan), yang dapat mengganggu jadwal operasi atau menyebabkan kerusakan pada benda dan peralatan. Menurut Safitri, dkk (2015) *human error* merupakan kesalahan yang disebabkan adanya ketidaksesuaian atas pencapaian dengan apa yang diharapkan. *Human error* adalah kesalahan manusia dalam melakukan pekerjaan, dimana pekerjaan yang dilakukan tidak sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan baik secara sistematis dan waktu pekerjaannya, termasuk keteledoran dan lalainya tenaga kerja dalam melakukan pekerjaan (Shaputra, dkk., 2021). Terdapat beberapa faktor penyebab terjadinya *human error*, menurut Arini (2013) *human error* dipengaruhi desain sistem yang tidak memadai, situasi kerja yang buruk, tingginya kompleksitas pekerjaan, karakteristik perilaku manusia, kelelahan fisik dan mental, lingkungan kerja serta kebijakan organisasi. Langkah antisipasi dapat dilakukan dengan mengidentifikasi langkah-langkah pekerjaan dengan melakukan analisis probabilitas *human error* terhadap risiko bahaya kesalahan manusia yang mungkin terjadi pada langkah pekerjaan agar dapat mencegah terjadinya kecelakaan di masa mendatang.

Untuk mengetahui probabilitas *human error* dapat dilakukan identifikasi kesalahan manusia dengan menggunakan metode *Cognitive Reliability and Error Analysis Method* (CREAM). Sebagaimana pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Maulida (2015) dan Septiana (2017), untuk menganalisis dan menilai probabilitas terjadinya kesalahan manusia dapat menggunakan metode HRA salah satunya yaitu menggunakan metode CREAM. Penelitian yang dilakukan oleh Maulida (2015), dilakukan analisis menggunakan metode CREAM terhadap *human error* yang mungkin terjadi pada proses pekerjaan *grinding* dan *welding*. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Septiana (2017) analisis *human error* dilakukan pada proses pekerjaan *Manual OAW Cutting*. Metode CREAM merupakan metode kuantifikasi *Human Reliability Assessment* (HRA) yang dikembangkan oleh Erik Hollnagel pada tahun 1998 dimana menekankan pada interaksi antara kognisi manusia yaitu, proses yang terjadi secara internal di dalam pusat susunan syaraf pikiran manusia saat melakukan pekerjaan dan situasi dimana perilaku itu terjadi. Menurut (Bell & Holroyd, 2009) metode CREAM merupakan metode yang terdefinisi dengan baik dengan skema klasifikasi, dan model kognisi yang sesuai dimana kognisi manusia bekerja pada pemrosesan informasi yang berfokus pada pemilihan tindakan untuk dilakukan. Dalam (Stanton, dkk, 2003) metode CREAM memiliki kelebihan dapat digunakan secara kualitatif maupun kuantitatif, dan menggunakan pendekatan yang jelas, terstruktur, dan sistematis dalam mengidentifikasi/mengukur kesalahan. Metodologi CREAM didasarkan pada model kognitif yang menyajikan klasifikasi kesalahan yang mengintegrasikan faktor individu, teknis, dan organisasional, serta memberikan deskripsi langkah demi langkah analisis kinerja operator (De Felice, dkk, 2013). Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui nilai *Human Error Probability* (HEP) pada pekerjaan penggantian *bearing gearbox trolley container crane* sehingga dapat diberikan rekomendasi perbaikan dan mendapatkan alternatif peningkatan kinerja untuk meminimalisir kemungkinan *human error* di masa mendatang.

2. METODE

Tahap pertama dalam melakukan analisis menggunakan metode CREAM yaitu mengumpulkan data primer dan data sekunder. Data primer pada penelitian ini yaitu observasi dan penilaian *expert judgement*. Dalam (Skjong & Wentworth, 2001) penilaian *expert judgement* merupakan penilaian dari orang yang telah ahli dalam bidang yang bersangkutan dan pelaksanaannya dapat dilakukan dengan diskusi kelompok. Dalam melakukan analisis dengan metode CREAM, terdapat hal-hal yang ditentukan bersama dengan *expert judgement*. Sedangkan data sekunder terdiri dari data kecelakaan kerja tahun 2021-2022 dan instruksi kerja penggantian *bearing gearbox trolley container crane*. Pengolahan data diawali dengan menyusun *Hierarchical Task Analysis* (HTA) dan kemudian baru dilanjutkan dengan menggunakan metode CREAM. Metode CREAM dapat dilakukan dengan dua tahapan yaitu *basic method* dan *extended method*. Pada *basic method* hanya akan didapatkan nilai *failure probability* secara umum, sedangkan untuk *extended method* akan didapatkan CFP untuk setiap *task* (Maulida, dkk, 2015).

Langkah awal dari tahapan *basic method* yaitu melakukan penilaian CPC (*Common Performance Condition*). Setelah dilakukan penilaian CPC langkah selanjutnya yaitu menentukan *probable control mode*. Penentuan *probable control mode* dilakukan berdasarkan penilaian CPC yang telah ditentukan

sebelumnya melalui kombinasi. Sehingga dari Σ *improved*, Σ *reduced*, Σ *not significant* yang telah dihasilkan dimasukkan kedalam grafik hubungan antara hasil CPC dengan *control mode* pada gambar 1, sehingga dihasilkan *control mode* dan *reliability interval*. Tahap berikutnya yaitu *extended method* dimana pengolahan data lebih spesifik kepada aspek kegagalan fungsi kognitif. Pada tahap ini peneliti menentukan jenis kegiatan kognitif tugas dan kemungkinan terjadinya kegagalan (*error mode*), menentukan nilai *Cognitive Failure Probability* (CFP), kemudian menghitung efek CPC pada CFP.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh selanjutnya diolah menggunakan metode CREAM dengan urutan sebagai berikut:

a. Menyusun *Hierarchical Task Analysis* (HTA).

Pengolahan data diawali dengan menyusun HTA dimana dalam proses penyusunannya melibatkan bantuan *expert judgement*. HTA digunakan untuk menganalisis *task* pada pekerjaan penggantian *bearing gearbox trolley container crane* lebih detail. Penyusunan HTA dilakukan bersama *expert judgement* yang dibuat berdasarkan instruksi kerja yang dimiliki perusahaan dan menyesuaikan kondisi yang ada di lapangan ketika pekerjaan dilakukan.

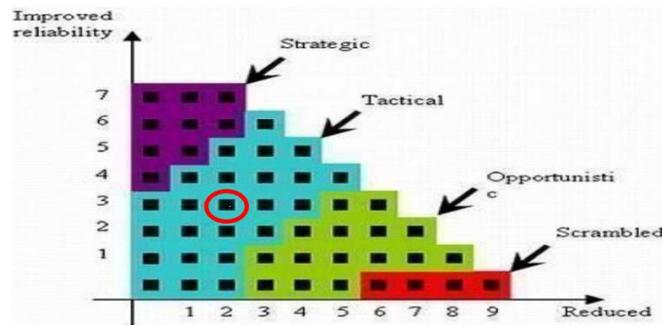
b. Menentukan nilai HEP metode CREAM

Tahapan dalam menentukan nilai HEP menggunakan metode CREAM terbagi dalam dua tahapan yaitu *basic method* dan *extended method*. Tahapan pada *basic method* CREAM yaitu dimulai dengan melakukan penilaian *Common Performance Condition* (CPC), dan menentukan *Probable Control Mode*.

Tabel 1. Penilaian CPC

Jenis CPC	Tingkatan	Dampak	CoCoM Function			
			OBS	INT	PLA	EXE
Kecukupan organisasi	Sangat Efisien	<i>Improved</i>	1,0	1,0	0,8	0,8
Kondisi pekerjaan	Tidak sesuai	<i>Reduced</i>	2,0	2,0	1,0	1,0
Kecukupan dari MMI (<i>Man Machine Interface</i>) dan dukungan operasional	Sangat cukup	<i>Reduced</i>	5,0	1,0	1,0	5,0
Ketersediaan prosedur/perencanaan	Layak	<i>Not significant</i>	1,0	1,0	1,0	1,0
Jumlah tugas yang dilakukan	Sesuai dengan kapasitas	<i>Not significant</i>	1,0	1,0	1,0	1,0
Ketersediaan waktu	Cukup	<i>Improved</i>	0,5	0,5	0,5	0,5
<i>Time of day</i>	<i>Day-time</i> (Diatur)	<i>Not significant</i>	1,0	1,0	1,0	1,0
Kecukupan pelatihan dan pengalaman	Cukup, pengalaman yang tinggi	<i>Improved</i>	0,8	0,5	0,5	0,8
Kualitas kerjasama pekerja	Efisien	<i>Not significant</i>	1,0	1,0	1,0	1,0
Total Efek CPC			4	0,5	0,2	1,6

Tabel 1 diatas merupakan hasil penilaian CPC yang dilakukan bersama para ahli melalui *expert judgement*. Penting untuk melibatkan para ahli selama melakukan analisis/penilaian untuk memastikan CPC yang diidentifikasi dinilai dengan akurat. Dari tabel 1 dapat dimungkinkan untuk menentukan nilai *Cognitive Failure Probability* berdasarkan *basic method* CREAM. Pada tahap ini dilakukan kombinasi deskripsi dari CPC dengan fungsi kognitif yang didefinisikan dengan fungsi COCOM untuk menyesuaikan nilai nominal CFP atau sebagai *weighting factor* pada *extended method*.



Gambar 1. Hubungan hasil CPC dengan Control Mode

Tabel 2. Hubungan Hasil CPC dengan Control Mode

Control mode	Reliability Interval (probability of action failures)
Strategic	$0.5 E-5 < p < 1.0 E-2$
Tactical	$1.0 E-3 < p < 1.0 E-1$
Oppurtunistic	$1.0 E-2 < p < 0.5 E-0$
Scrambled	$1.0 E-1 < p < 1.0 E-0$

Sumber: Hollnagel, 1998

Grafik pada gambar 1 ditunjukkan bahwa penentuan *probable control mode* dilakukan berdasarkan penilaian CPC yang telah ditentukan sebelumnya melalui kombinasi antara banyaknya performa yang ditingkatkan (*improved*) dan performa yang diturunkan (*reduced*). Pada penelitian ini didapatkan penilaian performa 3 *improved* dan 2 *reduced*, dengan menggunakan gambar 1 dan tabel 2 terkait hubungan hasil CPC dengan *control mode*, maka dapat diketahui nilai *probability* secara umum berada pada “*tactical mode*”. *Basic method* CREAM diakhiri oleh menentukan kemungkinan probabilitas kegagalan secara generik, sehingga pada penelitian ini nilai probabilitas berada pada *interval* 0,001 – 0,1. Hasil ini dianggap sebagai indikasi yang jelas bahwa analisis harus dilanjutkan dengan *extended method*, karena nilai probabilitas kegagalan umum terlalu tinggi untuk dapat diterima. Untuk mengetahui nilai probabilitas kegagalan pada setiap langkah pekerjaan maka diperlukan *extended method* CREAM.

Pada tahapan *extended method* CREAM peneliti mengembangkan aspek kognitif pada pekerjaan, mengembangkan kegagalan fungsi kognitif, menentukan *Cognitive Failure Probability* (CFP), dan menghitung efek CPC pada CFP. Dalam melakukan penilaian *error mode* dan *nominal* CFP, peneliti dibantu oleh *expert judgement*. Pengembangan kegagalan fungsi kognitif dan nilai nominal CFP dapat menggunakan sumber data yang tersedia dalam buku prosedur metode CREAM karya Erik Hollnagel tahun 1998 sebagaimana dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Aspek Kegagalan Kognitif dan Nilai Nominal Batas Kegagalan Fungsi Kognitif

Cognitive Function	Potential Cognitive Function Failure	Lower Bound	Basic Value	Upper Bound
Observation	O1 Observasi pada objek yang salah. Sebuah respon diberikan pada stimulus atau kejadian yang salah.	0.0003	0.001	0.003
	O2 Membuat identifikasi yang salah, dikarenakan isyarat yang salah atau identifikasi yang hanya sebagian.	0.02	0.07	0.017
	O3 Tidak melakukan observasi (kelalaian), melupakan sinyal atau nilai.	0.02	0.07	0.017
Interpretation	I1 Kesalahan mendiagnosa, baik kesalahan diagnosi atau diagnosa yang tidak lengkap.	0.09	0.2	0.6
	I2 Keputusan yang salah, baik tidak membuat keputusan atau membuat sebuah kesalahan atau keputusan yang tidak lengkap.	0.001	0.01	0.1
	I3 Terlambat dalam menginterpretasi	0.001	0.01	0.1
Planning	P1 Prioritas yang salah, seperti memilih tujuan yang salah.	0.001	0.01	0.1
	P2 Perencanaan yang tidak mencukupi, ketika merencanakan tidak lengkap atau salah merencanakan.	0.001	0.01	0.1

Execute	E1	Eksekusi pada tindakan yang salah, berkaitan dengan tenaga, jarak, kecepatan atau arah	0.001	0.003	0.009
	E2	Eksekusi pada waktu yang salah, baik terlalu cepat maupun terlalu lama.	0.001	0.003	0.009
	E3	Eksekusi pada objek yang salah (<i>neighbour, similiar or unrelated</i>).	0.00005	0.0005	0.005
	E4	Eksekusi yang keluar dari urutan tugas, seperti pengulangan dan meloncati/ melewati.	0.001	0.003	0.009
	E5	Eksekusi yang tertinggal, tidak dilakukan (kelalaian), termasuk kurang mengerti terhadap tugas.	0.025	0.03	0.04

Sumber: Hollnagel, 1998

Berdasarkan tabel 3 diatas dapat diketahui potensi kegagalan fungsi kognitif atau *error mode*, beserta nominal *Cognitive Failure Probability* (CFP). Setelah menentukan nominal CFP untuk setiap kegagalan fungsi kognitif yang mungkin terjadi, langkah selanjutnya yaitu menilai efek CPC pada nilai CFP. Perhitungan nilai *adjusted* CFP memperhitungkan pengaruh CPC untuk setiap langkah tugas/pekerjaan. Tahapan ini tersusun dalam tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Penilaian *Extended Method* CREAM

Tas k	Elemen Kerja	Error Mode	Nomina l CFP	Weightin g Factor	Adjuste d CFP
1.1	Menggunakan seragam kerja dan APD lengkap (<i>safety helmet, vest, safety shoes</i> , dan sarung tangan katun)	E1	0,003	1,6	0,0048
1.2	Ketua tim menginformasikan ke grup operasional bahwa status <i>container crane</i> "SEDANG DALAM PERBAIKAN" melalui grup WA	E5	0,003	1,6	0,0048
2.1	Mekanik memposisikan trolley pada area dibawah <i>electric room</i>	E1	0,009	1,6	0,0144
2.2	Mekanik memposisikan <i>container crane</i> dalam keadaan <i>boom up</i>	E4	0,003	1,6	0,0048
2.3	Mekanik memposisikan <i>container crane</i> pada posisi parkir (<i>storm pin locked gantry</i>) dengan menurunkan <i>anchor</i>	E1	0,009	1,6	0,0144
2.4	Mekanik melakukan pemasangan <i>wheel chock</i> pada roda <i>container crane</i>	E2	0,003	1,6	0,0048
2.5	Memasang <i>police line</i> dan <i>cone</i> dibawah area <i>container crane</i>	E4	0,003	1,6	0,0048
2.6	Mekanik mematikan mesin <i>container crane</i> /memasang <i>bracket emergency stop</i>	E1	0,003	1,6	0,0048
2.7	Mekanik memasang <i>tag</i> LOTO pada tangga akses naik ke atas <i>container crane</i>	E4	0,003	1,6	0,0048
3.1	Mekanik mempersiapkan peralatan kerja dan material yang dibutuhkan	P2	0,001	0,2	0,0002
3.2	Peralatan kerja dan material dinaikkan keatas mobil <i>pick up</i>	E3	0,0005	1,6	0,0008
3.3	Mekanik melakukan pengangkutan peralatan dan material dari <i>workshop</i> ke lokasi kerja pada area dermaga menggunakan mobil <i>pick up</i>	E1	0,001	1,6	0,0016
3.4	Mekanik memindahkan peralatan dan material dari mobil <i>pick up</i> menuju area kerja	E3	0,0005	1,6	0,0008
4.1	Mekanik menguras/memindahkan oli <i>gearbox trolley</i> ke drum yang telah disediakan	E5	0,03	1,6	0,048
4.2	Mekanik melepas koneksi kabel <i>motor thruster trolley</i>	E2	0,009	1,6	0,0144
4.3	Mekanik memindahkan <i>motor thruster trolley</i>	E1	0,003	1,6	0,0048
4.4	Mekanik membuka kopling antara <i>gearbox trolley</i> dengan <i>motor trolley</i>	E5	0,04	1,6	0,064
4.5	Mekanik melepas <i>drum brake, disc brake</i> antara <i>gearbox trolley</i> dengan <i>motor trolley</i>	E5	0,04	1,6	0,064
4.6	Memastikan <i>gearbox trolley</i> siap untuk diturunkan	I2	0,01	0,5	0,005
5.1	Mekanik melakukan pengecekan pada <i>hoist crane</i> sebelum digunakan	I2	0,01	0,5	0,005

5.2	Mekanik melakukan pengikatan <i>gearbox trolley</i> menggunakan alat bantu <i>sling belt, shackle</i> dan <i>hook</i>	E1	0,009	1,6	0,0144
5.3	Memastikan bahwa pengikatan pada <i>gearbox trolley</i> telah sesuai	I2	0,01	0,5	0,005
5.4	Lakukan koordinasi tim sebelum proses penurunan	P2	0,001	0,2	0,0002
5.5	Pastikan area lokasi penurunan dalam kondisi aman dan steril	I2	0,01	0,5	0,005
5.6	Perhatikan kondisi angin, apabila angin terlalu kencang maka tunggu hingga kondisi angin membaik	I2	0,01	0,5	0,005
5.7	Memulai proses penurunan <i>gearbox trolley</i> secara hati hati dan perlahan	E1	0,009	1,6	0,0144
5.8	Perhatikan kecepatan pada saat penurunan <i>gearbox trolley</i> , terutama pada saat hendak menyentuh tanah	E5	0,03	1,6	0,048
5.9	Posisikan <i>gearbox trolley</i> pada posisi yang sesuai	E1	0,003	1,6	0,0048
5.10	Pada saat telah diturunkan secara sempurna, lepaskan semua pengikat pada <i>gearbox trolley</i>	E4	0,009	1,6	0,0144
5.11	Lakukan koordinasi tim dan naikan kembali <i>sling hook</i> pada posisi semula (<i>stand by</i>)	E2	0,003	1,6	0,0048
6.1	Mekanik membuka baut pengikat penutup <i>gearbox trolley</i>	E1	0,009	1,6	0,0144
6.2	Mekanik melepas dan mengeluarkan <i>bearing gearbox trolley</i> yang lama menggunakan kunci treker	E1	0,009	1,6	0,0144
6.3	Mekanik memasang <i>bearing gearbox trolley</i> yang baru	E1	0,009	1,6	0,0144
6.4	Mekanik memasang kembali baut pengikat penutup <i>gearbox trolley</i>	E1	0,009	1,6	0,0144
7.1	Mekanik melakukan pengecekan pada <i>hoist crane</i> sebelum digunakan	I2	0,01	0,5	0,005
7.2	Lakukan koordinasi tim dan pastikan kondisi area pengangkatan dalam kondisi aman dan steril	P2	0,001	0,2	0,0002
7.3	Mekanik menurunkan <i>sling hook</i>	E1	0,003	1,6	0,0048
7.4	Mekanik melakukan pengikatan <i>gearbox trolley</i> menggunakan alat bantu <i>sling belt, shackle</i> dan <i>hook</i>	E1	0,009	1,6	0,0144
7.5	Memastikan bahwa pengikatan pada <i>gearbox trolley</i> telah sesuai	I2	0,01	0,5	0,005
7.6	Lakukan koordinasi tim sebelum proses pengangkatan	P2	0,001	0,2	0,0002
7.7	Perhatikan kondisi angin, apabila angin terlalu kencang maka tunggu hingga kondisi angin membaik	I2	0,01	0,5	0,005
7.8	Memulai proses pengangkatan <i>gearbox trolley</i> secara hati hati dan perlahan	E1	0,009	1,6	0,0144
7.9	Perhatikan kecepatan pada saat pengangkatan <i>gearbox trolley</i> , terutama pada saat hendak memasuki area <i>electric room</i>	E5	0,03	1,6	0,048
7.10	Posisikan <i>gearbox trolley</i> pada posisi yang sesuai, tempatkan pada lokasi semula sebelum diturunkan	E1	0,003	1,6	0,0048
7.11	Pada saat telah dinaikkan secara sempurna, lepaskan semua pengikat pada <i>gearbox trolley</i>	E4	0,003	1,6	0,0048
7.12	Naikan kembali <i>sling hook</i> pada posisi semula (<i>stand by</i>)	E2	0,003	1,6	0,0048
8.1	Mekanik memasang kembali kopling, <i>disc brake</i> antara <i>gearbox trolley</i> dengan <i>motor trolley</i>	E5	0,04	1,6	0,064
8.2	Mekanik memasang <i>brake motor trolley</i>	E5	0,04	1,6	0,064
8.3	Mekanik memasang kabel <i>brake motor thrustor trolley</i>	E5	0,04	1,6	0,064
8.4	Mekanik mengisi oli <i>gearbox trolley</i> dengan oli baru	E1	0,003	1,6	0,0048
8.5	Mekanik memastikan kembali bahwa semua baut telah terpasang sempurna dan seluruh komponen telah terkoneksi sempurna	I2	0,01	0,5	0,005
9.1	Merapikan peralatan kerja dan sisa material yang telah digunakan	E2	0,001	1,6	0,0016
9.2	Membawa peralatan kerja dan sisa material menuju mobil <i>pick up</i>	E2	0,001	1,6	0,0016
9.3	Membersihkan area kerja	E2	0,001	1,6	0,0016
9.4	Melepas tombol <i>emergency stop</i> dan melepas bracketnya	E3	0,005	1,6	0,008
9.5	Melepas <i>wheel chock</i>	E2	0,003	1,6	0,0048
9.6	Mekanik mengangkat <i>anchor container crane</i>	E2	0,003	1,6	0,0048
9.7	Pastikan semua tag LOTO sudah dilepas dan dikembalikan pada tempatnya	E2	0,003	1,6	0,0048

9.8	Merapikan kembali <i>police line</i> dan <i>cone</i>	E2	0,003	1,6	0,0048
9.9	Ketua tim menginformasikan ke grup operasional melalui WA bahwa pekerjaan <i>maintenance</i> telah selesai dan mengubah status <i>container crane</i> menjadi "READY" untuk digunakan	E2	0,003	1,6	0,0048

Berdasarkan tabel 4 diatas maka dapat diperoleh nilai CFP atau HEP. Nilai HEP didapatkan dengan mengalikan nominal CFP dengan *weighting factor*, dimana nilai HEP tertinggi terdapat pada *task* 4.4 mekanik membuka kopling antara *gearbox trolley* dengan *motor trolley*, *task* 4.5 mekanik melepas *drum brake*, *disc brake* antara *gearbox trolley* dengan *motor trolley*, *task* 8.1 mekanik memasang kembali kopling, *disc brake* antara *gearbox trolley* dengan *motor trolley*, *task* 8.2 mekanik memasang *brake motor trolley*, dan *task* 8.3 mekanik memasang kabel *brake motor thruster trolley*. Nilai probabilitas tertinggi tersebut merupakan langkah pekerjaan pada aspek kognitif *execution* dengan *error mode* E5 yaitu disebabkan karena kurang mengerti terhadap tugas/pekerjaan. Hal tersebut terjadi dikarenakan tidak adanya penjelasan lebih detail terkait pekerjaan tersebut dalam instruksi kerja sehingga pada kenyataan di lapangan pekerja melakukan pekerjaannya berdasarkan aturan dasar kebiasaan.

Nilai HEP tertinggi yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki perbedaan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Maulida (2015) dan Septiana (2017), dimana pada penelitian ini nilai HEP tertinggi merupakan langkah pekerjaan pada aspek kognitif *execution*. Tidak dimungkinkan untuk didapatkan hasil yang sama dikarenakan jenis pekerjaan yang dianalisis berbeda satu dengan yang lainnya dan penilaian *Common Performance Conditions* pada perusahaan yang berbeda. Pada hasil penelitian yang dilakukan Maulida (2015) nilai HEP tertinggi pekerjaan *grinding* terdapat pada langkah pekerjaan dengan aspek kognitif *planning* dan pekerjaan *welding* pada langkah pekerjaan dengan aspek kognitif *execution*. Sedangkan pada hasil penelitian yang dilakukan Septiana (2017) nilai HEP tertinggi pada pekerjaan *Manual OAW Cutting* terdapat pada langkah pekerjaan dengan aspek kognitif *verify*.

4. KESIMPULAN

Analisis probabilitas *human error* pada pekerjaan penggantian *bearing gearbox trolley container crane* dilakukan dengan dua tahapan metode CREAM yaitu *basic method* dan *extended method*. Berdasarkan *basic method* CREAM dapat diketahui bahwa secara generik nilai HEP berada pada *interval* 0,001 – 0,1. Sedangkan berdasarkan perhitungan pada *extended method*, diketahui bahwa pekerjaan yang memiliki HEP tertinggi yaitu terdapat pada *task* 4.4; 4.5; 8.1; 8.2; 8.3 dengan nilai HEP sebesar 0,064. Hasil perhitungan menggunakan *extended method* CREAM menunjukkan bahwa nilai yang dihasilkan oleh *extended method* secara efektif mengurangi nilai ketidakpastian yang terkait dengan hasil *basic method*. Hal tersebut merupakan keuntungan dari penerapan *extended method* CREAM.

Diketahui faktor yang secara signifikan menurunkan keandalan manusia dalam melakukan pekerjaan penggantian *bearing gearbox trolley container crane* adalah kondisi pekerjaan, kecukupan dari MMI (*Man Machine Interface*) dan dukungan operasional. Usulan perbaikan yang dapat diberikan untuk mengurangi probabilitas *human error* terkait pekerjaan penggantian *bearing gearbox trolley container crane* yaitu dengan melakukan penyesuaian terhadap kondisi pekerjaan yang aman dan nyaman, pembaruan atau revisi instruksi kerja yang lebih mendetail, melakukan sosialisasi K3 terhadap seluruh pekerja mekanik, dan melakukan pelatihan atau penyegaran skill dan keterampilan pekerja secara rutin, serta melakukan pengawasan agar para pekerja dapat bekerja secara aman dan lebih disiplin dalam bekerja.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Arini, A., & Mulyono. (2013). Analisis Human Reliability Pada Operator Bagian Maintenance Mesin 2 Dengan Metode Human Error Assessment and Reduction Technique di PT. PJB UP Paiton Tahun 2013. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, Vol. 2(No. 2 Jul-Des 2013), 106–118.
- Bell, J., & Holroyd, J. (2009). *Review of Human Reliability Assessment Methods*.
- De Felice, F., Petrillo, A., Carlomusto, A., & Romano, U. (2013). Modelling application for cognitive reliability and error analysis method. *Int J Eng Technol*, 5(5), 4450-4464.
- Dhillon, B. S. (1986). *Human Reliability with Human Factors*. New York: Pergamon Press.
- Hollnagel, E. (1998). *Cognitive Reliability and Error Analysis Method* (First edition). Elsevier. <http://www.elsevier.nl>
- Maulida, Z. A., Santiasih, I., & Handoko, L. (2015). Human Reliability Analysis Dengan Pendekatan Cognitive Reliability and Error Analysis Method (Cream). *J@ Ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 10(1), 1-6.
- Safitri, D. M., Astriaty, A. R., & Rizani, N. C. (2015). *Human Reliability Assessment dengan Metode Human Error Assessment and Reduction Technique pada Operator Stasiun Shroud PT. X*.

- Septiana, K. E., Handoko, L., & Setiani, V. (2017). Faktor Kecukupan Organisasi dan Time Of Day pada Pekerjaan Manual OAW Cutting dengan Menggunakan Metode CREAM di PT. Packaging Surabaya. In *Conference on Safety Engineering and Its Application* (Vol. 1, No. 1, pp. 41-46).
- Shaputra, S. B., Khoiriyah, N., & Fatmawati, W. (2021). Human Reliability Analysis pada Operator Grinding dan Welding Galangan Kapal Dengan Pendekatan Cognitive Reliability and Error Analysis Method (CREAM). *Industri Inovatif - Jurnal Teknik Industri ITN Malang*.
- Skjong, R., & Wentworth, B. H. (2001). Expert Judgement and Risk Perception. *Proceedings of the Eleventh (2001) International Offshore and Polar Engineering Conference*.
- Stanton, Neville A., Salmon, P and Walker, G. (2003). *Human factors design methods review*. London, GB. Human Factors Integration Defence Technology Centre. 304p