

Analisis *Human Error Probability* pada Pekerjaan *Scaffolding* dengan Pendekatan Metode CREAM

Salwa Nadia Ulfah¹, Haidar Natsir Amrullah^{1*} Dika Rahayu Widiana² dan Ahmad Thohir³

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

²Magister Teknik Keselamatan dan Resiko, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

³PT Dok Pantai Lamongan, Jl. Raya Daendeles, Desa Kemantren, Kec. Paciran, Kab. Lamongan, 62264

*E-mail: haidar.natsir@ppns.ac.id

Abstrak

Pekerjaan *scaffolding* adalah pekerjaan yang berbahaya dan kompleks. Konstruksi *scaffolding* yang kompleks dan rumit serta proses kerja yang dilakukan secara cepat mengakibatkan pekerja cenderung melakukan suatu kesalahan. Data perusahaan menunjukkan bahwa pada tahun 2021 hingga 2023 telah terjadi kecelakaan kerja yang disebabkan oleh kelalaian manusia atau *human error*. *Human error* merupakan peristiwa dimana manusia lalai dalam mengambil keputusan dan menyimpang dari peraturan serta prosedur yang telah disediakan perusahaan. Tujuan penelitian ini dilakukan yaitu untuk menganalisis kesalahan pekerja yang ditugaskan pada pekerjaan *scaffolding* dan menentukan nilai *Human Error Probability* (HEP) pada tiap tahapan pada pekerjaan *scaffolding*. *Cognitive Reliability and Error Analysis Method* (CREAM) merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis nilai HEP pada penelitian ini. Metode CREAM merupakan bagian dari *Human Reliability Analysis* (HRA) yang bertujuan untuk menilai keandalan manusia dan menilai kemungkinan manusia melakukan kesalahan saat melakukan tugas tertentu. Hasil pengolahan data menggunakan metode CREAM menunjukkan probabilitas *human error* tertinggi diperoleh pada subtugas pengecekan struktur *scaffolding* dengan nilai HEP sebesar 0,1. Rekomendasi yang diberikan untuk mengurangi potensi terjadinya *human error* antara lain dengan menyediakan instruksi kerja yang lebih detail dan rinci terkait pekerjaan tersebut, menyediakan *checklist* inspeksi *scaffolding*, dan mewajibkan pekerja yang bertanggung jawab dalam pemeriksaan *scaffolding* untuk mendapatkan sertifikasi sebagai *scaffolding inspector*.

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

Abstract

Scaffolding work has a high risk and a quite complex. The intricate and complex scaffolding construction, coupled with the expeditious nature of the work process, often leads to mistakes among workers. Company data shows that from 2021 to 2023 there have been work accidents caused by human negligence or human error. Human error is an event where humans are negligent in making decisions and deviate from the regulations and procedures provided by the company. The purpose of this study was to analyze the errors of workers assigned to scaffolding work and determine the Human Error Probability (HEP) value at each stage of the scaffolding work. The Cognitive Reliability and Error Analysis Method (CREAM) is the method used to analyze the HEP value in this study. The CREAM method is part of the Human Reliability Analysis (HRA), which aims to assess human reliability and assess the possibility of humans making mistakes when performing certain tasks. The results of data processing using the CREAM method show that the highest probability of human error is obtained in the scaffolding structure checking subtask with a HEP value of 0.1. Recommendations given to reduce the potential for human error include providing more detailed and specific work instructions related to the work, providing a scaffolding inspection checklist, and requiring workers responsible for inspecting scaffolding to obtain certification as scaffolding inspectors.

Keywords: *Human Error, Human Reliability Assessment, CREAM Method, Scaffolding*

1. PENDAHULUAN

Indonesia biasa disebut sebagai negara maritim dengan jumlah industri galangan kapal yang banyak dan tersebar di berbagai daerah. Industri galangan kapal melakukan aktivitas yang kompleks dan beragam, serta berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja dengan risiko yang relatif tinggi (Baharuddin dkk., 2023). Dalam proses produksinya, industri galangan kapal menghadapi risiko bahaya yang cukup tinggi, seperti *working at height*, *confined space*, *hotwork*, pekerjaan pengecatan, pekerjaan pengangkatan, dan penggunaan listrik hingga bekerja di atas permukaan air (Bella Maudica dkk., 2020). Dari berbagai tahap proses reparasi kapal tersebut, terdapat beberapa pekerjaan yang dilakukan di atas ketinggian dengan menggunakan *scaffolding* (Fitri, 2020). Pekerjaan *scaffolding* dimulai dengan tahapan pemasangan, pengecekan dan pembongkaran. Pekerjaan *scaffolding* menjadi salah satu pekerjaan yang sering mengakibatkan kecelakaan kerja pada ketinggian (Persada, 2017).

Perusahaan galangan kapal ini telah menetapkan target *zero accident*, namun kenyataannya kecelakaan kerja masih saja terjadi di lapangan. Kecelakaan kerja dapat terjadi kapan saja, dimana saja, dan faktor penyebabnya bermacam-macam (Cholil dkk., 2020). Menurut Suwignyo dkk (2018), ada beberapa hal yang menjadi penyebab kecelakaan kerja yakni manusia, lingkungan, dan peralatan atau mekanik. Berdasarkan data kecelakaan kerja perusahaan tahun 2021-2023, ditemukan lima (5) kasus kecelakaan kerja yang terjadi pada pekerjaan *scaffolding* dengan beberapa kasus diantaranya disebabkan oleh *human error* atau kesalahan manusia. *Human error* merupakan perbuatan manusia yang lalai ketika melaksanakan suatu tugas atau pekerjaan, dimana pekerjaan yang dilakukan kurang sesuai dengan standar operasional prosedur yang telah ditetapkan oleh perusahaan, seperti kecerobohan pekerja dalam pelaksanaan tugas (Shaputra dkk., 2021). Apabila terjadi kecelakaan kerja pada pekerjaan tersebut maka proses produksi dapat terhambat bahkan sampai merugikan perusahaan (Putri & Assidiq, 2022), dan kecelakaan kerja serupa dapat terjadi jika perusahaan tidak mengatasi permasalahan tersebut dengan segera. Berkaca dari permasalahan diatas, maka perlu suatu penelitian untuk menganalisis *human error* sehingga dapat dilakukan identifikasi pada setiap *subtask* pekerjaan *scaffolding* yang cenderung membuat manusia melakukan kesalahan.

Identifikasi kemungkinan terjadinya *human error* dilakukan menggunakan pendekatan salah satu metode HRA yaitu *Cognitive Reliability and Error Analysis Method* (CREAM). CREAM yakni salah satu metode dari *Human Reliability Analysis* (HRA) yang berfungsi untuk mengukur kemampuan kognitif dan menganalisis potensi kegagalan atau kesalahan pada perilaku manusia (Shaputra dkk., 2021). Metode ini mempunyai beberapa keunggulan seperti bisa digunakan untuk memprediksi kemungkinan kesalahan manusia dan menghitung kesalahan manusia (Rahmawati dkk., 2018). Selain itu, metode ini juga dapat digunakan dalam penelitian kualitatif maupun kuantitatif, serta menggunakan pendekatan yang sistematis, jelas, dan terstruktur dalam mendeteksi atau mengukur kesalahan manusia (Salmon dkk., 2003). CREAM menghasilkan keluaran dalam bentuk struktur hierarki dengan menetapkan batasan antara sumber kesalahan objektif dan subjektif. Adapun metode ini sudah seringkali dipakai oleh beberapa peneliti terdahulu untuk menganalisis *human error* seperti penelitian yang dilakukan oleh Bagus Shaputra dkk. (2021) yang menganalisis *human error* pada operator *grinding* dan *welding*, analisis probabilitas *human error* pada pekerjaan penggantian *bearing gearbox trolley container crane* (Kurniawan dkk., 2023), dan analisis *human error* pada operator di *plant WTM 16* (Restiana dkk., 2023). Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi serta menganalisis probabilitas *human error* pada pekerjaan *scaffolding* di perusahaan galangan kapal.

2. METODE

Step awal dalam menganalisis menggunakan metode CREAM yakni mengumpulkan data primer dan data sekunder. Dalam penelitian ini data primer berupa pengamatan dan penilaian oleh *expert judgement* yaitu grup *leader scaffolding*. Adapun beberapa aspek yang perlu didiskusikan bersama *expert judgement* untuk mengetahui hasil identifikasi kesalahan manusia serta menghitung kemungkinan nilai *error* pada pekerjaan *scaffolding*. Data kecelakaan kerja tahun 2021-2023 dan instruksi kerja (IK) pekerjaan *scaffolding* merupakan bagian dari data sekunder dalam penelitian ini. Data-data yang telah diperoleh kemudian diolah dengan menyusun *Hierarchical Task Analysis* (HTA) dan dilanjutkan menggunakan pendekatan metode CREAM. Terdapat 2 (dua) step pada metode CREAM yaitu *basic method* dan *extended method*. *Basic method* CREAM menghasilkan nilai probabilitas *human error* secara keseluruhan pada pekerjaan, sedangkan tahap *extended method* CREAM memberikan hasil berupa nilai kemungkinan kesalahan manusia dari setiap *subtask* pekerjaan (Maulida dkk., 2015). Adapun langkah analisis *human error* menggunakan metode CREAM antara lain (Hollnagel, 1998):

1. *Basic Method*

Basic method adalah langkah yang dapat menghasilkan nilai kemampuan kinerja para pekerja pada sebuah pekerjaan secara keseluruhan. Berikut tahapan pada *basic method* antara lain:

a. Menyusun *Hierarchical Task Analysis* (HTA)

Step awal dalam menggunakan metode CREAM yakni melakukan identifikasi terhadap pekerjaan untuk menganalisis kemampuan atau keandalan yang diperlukan oleh pekerja. Selanjutnya yaitu membuat *Hierarchical Task Analysis* (HTA) karena HTA dapat memberikan hasil berupa rangkuman dalam bentuk hierarki tugas dan subtugas.

- b. Menilai *Common Performance Condition* (CPC)
Step selanjutnya dalam menerapkan metode CREAM adalah memberikan penilaian terhadap CPC. CPC menggambarkan ciri-ciri kondisi dimana kinerja yang diharapkan terjadi. Terdapat sembilan (9) kategori penilaian dengan level/deskripsi yang berbeda-beda.
- c. Penentuan *Probable Control Mode*
Apabila nilai CPC sudah diketahui maka langkah berikutnya yaitu penentuan *probable control mode*. Penentuan *probable control mode* yakni dengan mempertimbangkan nilai CPC yang telah diketahui sebelumnya. Hasil CPC yang diperoleh kemudian diekspresikan dalam triplet (Σ *improved*, Σ *reduced*, Σ *not significant*) kemudian diilustrasikan ke grafik hubungan antara hasil CPC dan *control mode* sehingga akan dihasilkan interval keandalan atau *reliability interval*.

2. *Extended Method*

Langkah selanjutnya yaitu *extended method*, yakni step yang dilakukan untuk mendapatkan nilai kemungkinan kegagalan terhadap aktivitas pekerjaan secara detail. Langkah-langkah dalam *extended method* antara lain:

- a. Mengembangkan aspek kognitif tugas
Langkah ini merupakan langkah yang bertujuan untuk mengembangkan faktor kognitif dari pekerjaan yakni dengan penentuan setiap fungsi dasar kognitif yang kemungkinan diperlukan pada suatu kegiatan yang dilakukan saat pekerjaan sedang dilakukan.
- b. Identifikasi probabilitas kegagalan aspek kognitif
Langkah ini dilakukan dengan mengidentifikasi probabilitas kegagalan aspek kognitif tentang aktivitas-aktivitas tertentu berdasarkan pengetahuan sehingga didapatkan nilai nominal CFP.
- c. Menentukan probabilitas *error*
Probabilitas *error* atau bisa disebut dengan *Cognitive Failure Probability* (CFP) atau pada HRA generasi ke-1 disebut dengan *Human Error Probability* (HEP). Penilaian CFP dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Adjusted CFP atau HEP} = \text{Weighting factor} \times \text{Nominal CFP} \tag{Persamaan 2.1}$$

Rumus yang digunakan untuk menentukan nilai *weighting factor*:

$$\text{Weighting factor} = \text{CPC}_1 \times \text{CPC}_2 \times \text{CPC}_3 \times \dots \times \text{CPC}_9 \tag{Persamaan 2.2}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode CREAM dengan tahapan seperti berikut:

1. *Basic Method*

- a. *Hierarchical Task Analysis* atau HTA dibuat berdasarkan pertimbangan dari ahli dan disusun sesuai dengan *work instruction* milik perusahaan serta menyesuaikan keadaan di lapangan saat pekerjaan sedang berlangsung, hasil HTA yang telah dibuat bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Hierarchical Task Analysis* (HTA) Pekerjaan *Scaffolding*

No	Aktivitas	Sub Aktivitas	
1	Pemasangan <i>scaffolding</i>	1.1	Membongkar peralatan dan material <i>scaffolding</i> dari rak
		1.2	Memastikan area kerja aman dari barang yang berbahaya
		1.3	Mengisi <i>permit working at height</i> atau bekerja di ketinggian
		1.4	Menyusun landasan
		1.5	Menyusun <i>standard</i> ke landasan
		1.6	Menyusun <i>ledger</i>
		1.7	Menyusun <i>transom</i>
		1.8	Menyusun <i>longitudinal brace</i>
		1.9	Menyusun penguat tumpuan papan
		1.10	Menyusun <i>working platform</i>
		1.11	Menyusun <i>toeboard</i>
		1.12	Menyusun <i>guardrail</i>
		1.13	Menyusun tangga ke rangka atas
		1.14	Memasang roda (apabila jenis <i>mobile scaffolding</i>)
		1.15	Memastikan roda telah terkunci

Tabel 1. *Hierarchical Task Analysis* (HTA) Pekerjaan *Scaffolding*

No	Aktivitas	Sub Aktivitas	
2	Pengecekan <i>scaffolding</i>	2.1	Mengecek struktur <i>scaffolding</i>
		2.2	Memasang <i>tag</i> pada <i>scaffolding</i>
3	Pembongkaran <i>scaffolding</i>	3.1	Memastikan area kerja aman dari barang yang berbahaya
		3.2	Menggunakan APD yang lengkap dan sesuai
		3.3	Mengisi <i>permit working at height</i> atau bekerja di ketinggian
		3.4	<i>Scaffolder</i> menaiki <i>working platform</i> yang paling tinggi
		3.5	Melepas <i>guardrail</i>
		3.6	Melepas <i>toeboard</i>
		3.7	Melepas <i>working platform</i>
		3.8	Melepas <i>transom</i> antar <i>ledger</i>
		3.9	Melepas <i>longitudinal brace</i>
		3.10	Melepas <i>transom</i>
		3.11	Melepas <i>ledger</i>
		3.12	Melepas roda
3.13	Melepas <i>standard</i> dari landasan		
3.14	Merapikan peralatan kerja dan material ke dalam rak		

Tabel 1 merupakan HTA dari pekerjaan *scaffolding* yang terdiri dari tiga (3) *task* dan setiap *task* terdiri dari beberapa *subtask*. *Task* satu (1) memiliki 15 *subtask*, *task* dua (2) memiliki 2 *subtask*, dan *task* tiga (3) memiliki 14 *subtask*.

- b. Pemilihan nilai *Common Performance Condition* (CPC) mempertimbangkan pendapat dari ahli dengan menilai sembilan (9) jenis CPC. Hasil penilaian CPC bertujuan agar dapat mengetahui faktor atau kondisi yang berpengaruh pada kinerja kognitif manusia saat melakukan pekerjaan *scaffolding*. Berikut nilai CPC setelah dilakukan diskusi bersama para ahli yang bisa disimak pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil *Common Performance Condition* (CPC)

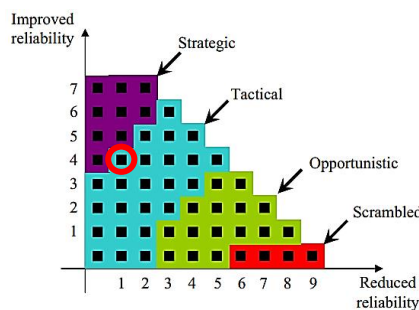
No	Tipe CPC	Deskripsi	Tingkatan	Dampak
1	Organisasi yang cukup	Kualitas dukungan yang diberikan oleh manajemen terhadap setiap pekerjaan seperti komunikasi, manajemen keselamatan sistem, <i>work instruction</i> , dan dukungan secara eksternal.	Sangat Efisien	Improved
2	Kondisi pekerjaan	Kedaaan fisik seperti kualitas cahaya, kebisingan, gangguan dari tugas, dll.	Tidak Sesuai	Reduced
3	<i>Man Machine Interface</i> serta dukungan dari operasional yang cukup	Secara umum, operator menerima kualitas <i>Man Machine Interface</i> (MMI) dan dukungan operasional khusus, seperti informasi pada kontrol panel, komputerisasi <i>workstation</i> , dan dukungan operasi yang dirancang khusus untuk tujuan tertentu.	Sangat Cukup	Not significant
4	Prosedur yang tersedia	Adanya prosedur dan program-program operasional, prosedur tanggap darurat, standar operasional prosedur, dll.	Tepat	Improved
5	Total tugas yang dilakukan	Total tugas yang perlu dilakukan oleh seseorang	Sesuai dengan kapasitas	Not significant
6	Waktu yang tersedia	Waktu yang tersedia untuk menyelesaikan pekerjaan; atau tingkat kecekatan pekerja secara umum dalam melaksanakan tugas serta seberapa bagus hasil pada tugas tersebut sesuai dengan proses yang dilakukan.	Cukup	Improved
7	<i>Time of day</i>	Jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas, apakah sesuai dengan waktu kerja yang ditetapkan. Hal tersebut akan berdampak pada <i>shift</i> kerja, kualitas kerja, dan penampilan yang mana akan berkurang efisiensinya jika siklus waktu kerja terhambat.	Day-time (diatur)	Not significant

Tabel 2. Hasil *Common Performance Condition* (CPC)

No	Tipe CPC	Deskripsi	Tingkatan	Dampak
8	Pelatihan dan pengalaman yang cukup	Tingkat kesiapan untuk pekerjaan melalui pelatihan dan instruksi sebelumnya, termasuk pengenalan terhadap teknologi baru, penyegaran keterampilan lama, dll.	<i>Cukup, pengalaman yang tinggi</i>	<i>Improved</i>
9	Kualitas kerja sama pekerja	Kerja sama antar anggota tim termasuk tumpang tindih antara struktur resmi dan tidak resmi	<i>Efisien</i>	<i>Not significant</i>

Tabel 2 merupakan hasil penilaian dari Sembilan (9) jenis *Common Performance Condition* (CPC) pada pekerjaan *scaffolding* dengan jumlah *reduced* adalah 1, *not significant* adalah 4 dan *improved* adalah 4. Hasil penilaian CPC kemudian dipakai untuk tahap selanjutnya yakni *probable control mode* serta dipakai untuk mencari nilai *weighting factor* pada tahap *extended method*.

- c. Menentukan *Probable Control Mode* dengan melakukan kombinasi dari hasil Σ *reduced*, Σ *not significant*, Σ *improved* pada penilaian sebelumnya. Penilaian CPC pada pekerjaan *scaffolding* didapatkan hasil empat (4) *improved* dan satu (1) *reduced*. Hasil kombinasi tersebut selanjutnya diilustrasikan pada Gambar 1 sehingga diperoleh *control mode* dan *reliability interval*.



Gambar 1. *Probable Control Mode* Pekerjaan *Scaffolding*

Gambar 1 menunjukkan bahwa pekerjaan *scaffolding* terletak pada *control mode tactical*. Ciri *control mode tactical* yakni pekerja telah melakukan pekerjaan sesuai dengan peraturan yang dibuat oleh perusahaan, namun masih ditemukan aktivitas yang menyimpang saat pekerjaan dilakukan.

Tabel 3. Hubungan antara Hasil CPC dengan *Control Mode*

<i>Control Mode</i>	<i>Reliability Interval (probability of action failures)</i>
<i>Strategic</i>	$0,5 \times 10^{-5} < p < 0,01$
<i>Tactical</i>	$0,001 < p < 0,1$
<i>Oppurtunistic</i>	$0,01 < p < 0,5$
<i>Scrambled</i>	$0,1 < p < 1$

Tabel 3 merupakan hasil *control mode* pekerjaan *scaffolding* berada di *control mode tactical* dengan nilai probabilitas kegagalan secara umum antara 0,001 sampai dengan 0,1.

2. *Extended Method*

Langkah selanjutnya yakni *extended method* yang bertujuan untuk mengetahui kemungkinan kegagalan pada setiap step pekerjaan secara lebih detail. Langkah ini terdiri dari pengembangan kegagalan kognitif pada pekerjaan, pengembangan kegagalan aspek kognitif, penentuan *Cognitive Failure Probability* (CFP), dan perhitungan efek CPC pada CFP. Penentuan *error mode* dan nominal CFP berdasarkan diskusi antara peneliti dengan *expert judgement*. Pengembangan kegagalan fungsi kognitif dan nilai nominal CFP dapat dilihat pada Tabel 4 (Hollnagel, 1998).

Tabel 4. Aspek Kegagalan Kognitif dan Nilai Nominal Batas Kegagalan Fungsi Kognitif

Aspek kognitif	Jenis kegagalan	Nilai dasar
Observasi	O1. Observasi pada objek yang salah	0,001
	O2. Kesalahan dalam mengidentifikasi	0,07
	O3. Melewatkan proses pengamatan	0,07

Tabel 4. Aspek Kegagalan Kognitif dan Nilai Nominal Batas Kegagalan Fungsi Kognitif

Aspek kognitif	Jenis kegagalan	Nilai dasar
Interpretasi	I1. Kesalahan dalam interpretasi	0,2
	I2. Pemilihan keputusan yang kurang tepat	0,01
	I3. Interpretasi yang terlambat	0,01
Perencanaan	P1. Memprioritaskan yang salah	0,01
	P2. Rencana yang kurang tepat	0,01
Eksekusi	E1. Melakukan tindakan tidak tepat	0,003
	E2. Melakukan di waktu yang kurang tepat	0,003
	E3. Melakukan pada objek yang kurang tepat	0,0005
	E4. Mengerjakan tugas tidak sesuai dengan urutan pada prosedur	0,003
	E5. Tidak melaksanakan tugas sesuai prosedur	0,03

Dari Tabel 4 diatas diketahui nilai *Cognitive Failure Probability* (CFP) dari setiap tipe *error mode* atau kegagalan aspek kognitif. Setelah ditentukan nilai CFP untuk setiap kegagalan aspek kognitif yang mungkin terjadi, maka langkah berikutnya yaitu melakukan penilaian efek CPC pada nilai CFP yang tertera di Tabel 5.

Tabel 5. Penilaian efek CPC pada *Cognitive Failure* Pekerjaan *Scaffolding*

Nama CPC	Level	Keterangan			
		Observation	Interpretation	Planning	Execution
Organisasi yang cukup	Sangat Efisien	1	1	0,8	0,8
Kondisi pekerjaan	Tidak Sesuai	2	2	1	2
<i>Man Machine Interface</i> dan dukungan operasional yang cukup	Sangat Cukup	1	1	1	1
Prosedur yang tersedia	Tepat	0,8	1	0,5	0,8
Total tugas yang dilakukan	Sesuai dengan kapasitas	1	1	1	1
Waktu yang tersedia	Cukup	0,5	0,5	0,5	0,5
<i>Time of day</i>	<i>Day-time</i>	1	1	1	1
Pelatihan dan pengalaman yang cukup	Cukup, pengalaman yang tinggi	0,8	0,5	0,5	0,8
Kualitas kerja sama pekerja	Efisien	1	1	1	1
TOTAL EFEK CPC (Weighting Factor)		0,64	0,5	0,1	0,512

Tabel 5 merupakan hasil penilaian efek CPC pada pekerjaan *scaffolding*. Total efek CPC (*weighting factor*) merupakan nilai yang digunakan untuk mencari nilai HEP atau *adjusted CFP*. Aspek *observation* memiliki nilai *weighting factor* sebesar 0,64, aspek *interpretation* memiliki nilai 0,5, aspek *planning* memiliki nilai 0,1 dan pada aspek *execution* memiliki nilai 0,512. Perhitungan nilai *adjusted CFP* atau HEP pada pekerjaan *scaffolding* sudah tertera dalam Tabel 6.

Tabel 6. Penilaian *Extended Method*

Sub task	Elemen Kerja	Error Mode	Nominal CFP	Weighting Factor	Adjusted CFP
1.1	Membongkar peralatan dan material <i>scaffolding</i> dari rak	E2	3×10^{-3}	512×10^{-3}	1536×10^{-6}
1.2	Memastikan area kerja aman dari barang yang berbahaya	I3	1×10^{-2}	5×10^{-1}	5×10^{-3}
1.3	Mengisi <i>permit working at height</i> atau bekerja di ketinggian	E5	3×10^{-2}	512×10^{-3}	1536×10^{-5}
1.4	Menyusun landasan	E1	3×10^{-3}	512×10^{-3}	1536×10^{-6}
1.5	Menyusun <i>standard</i> ke landasan	E1	3×10^{-3}	512×10^{-3}	1536×10^{-6}
1.6	Menyusun <i>ledger</i>	E1	3×10^{-3}	512×10^{-3}	1536×10^{-6}
1.7	Menyusun <i>transom</i>	E1	3×10^{-3}	512×10^{-3}	1536×10^{-6}

Tabel 6. Penilaian *Extended Method*

<i>Sub task</i>	Elemen Kerja	<i>Error Mode</i>	Nominal CFP	<i>Weighting Factor</i>	<i>Adjusted CFP</i>
1.8	Menyusun <i>longitudinal brace</i>	E1	3×10^{-3}	512×10^{-3}	1536×10^{-6}
1.9	Menyusun penguat tumpuan papan	E1	3×10^{-3}	512×10^{-3}	1536×10^{-6}
1.10	Menyusun <i>working platform</i>	E1	3×10^{-3}	512×10^{-3}	1536×10^{-6}
1.11	Menyusun <i>toeboard</i>	E5	3×10^{-2}	512×10^{-3}	1536×10^{-5}
1.12	Menyusun <i>guardrail</i>	E5	3×10^{-2}	512×10^{-3}	1536×10^{-5}
1.13	Menyusun tangga ke rangka atas	E1	3×10^{-3}	512×10^{-3}	1536×10^{-6}
1.14	Memasang roda (apabila jenis <i>mobile scaffolding</i>)	E1	3×10^{-3}	512×10^{-3}	1536×10^{-6}
1.15	Memastikan roda telah terkunci	I3	1×10^{-2}	5×10^{-1}	5×10^{-3}
2.1	Mengecek struktur <i>scaffolding</i>	I1	2×10^{-1}	5×10^{-1}	1×10^{-1}
2.2	Memasang <i>tag</i> pada <i>scaffolding</i>	E5	3×10^{-2}	512×10^{-3}	1536×10^{-5}
3.1	Memastikan area kerja aman dari barang yang berbahaya	I3	1×10^{-2}	5×10^{-1}	5×10^{-3}
3.2	Menggunakan APD yang lengkap dan sesuai	E1	3×10^{-3}	512×10^{-3}	1536×10^{-6}
3.3	Mengisi <i>permit working at height</i> atau bekerja di ketinggian	E5	3×10^{-2}	512×10^{-3}	1536×10^{-5}
3.4	<i>Scaffolder</i> menaiki <i>working platform</i> yang paling tinggi	E1	3×10^{-3}	512×10^{-3}	1536×10^{-6}
3.5	Melepas <i>guardrail</i>	E1	3×10^{-3}	512×10^{-3}	1536×10^{-6}
3.6	Melepas <i>toeboard</i>	E1	3×10^{-3}	512×10^{-3}	1536×10^{-6}
3.7	Melepas <i>working platform</i>	E1	3×10^{-3}	512×10^{-3}	1536×10^{-6}
3.8	Melepas <i>transom</i> antar <i>ledger</i>	E1	3×10^{-3}	512×10^{-3}	1536×10^{-6}
3.9	Melepas <i>longitudinal brace</i>	E1	3×10^{-3}	512×10^{-3}	1536×10^{-6}
3.10	Melepas <i>transom</i>	E1	3×10^{-3}	512×10^{-3}	1536×10^{-6}
3.11	Melepas <i>ledger</i>	E1	3×10^{-3}	512×10^{-3}	1536×10^{-6}
3.12	Melepas roda	E1	3×10^{-3}	512×10^{-3}	1536×10^{-6}
3.13	Melepas <i>standard</i> dari landasan	E1	3×10^{-3}	512×10^{-3}	1536×10^{-6}
3.14	Merapikan peralatan kerja dan material ke dalam rak	E1	3×10^{-3}	512×10^{-3}	1536×10^{-6}

Tabel 6 merupakan nilai CFP atau HEP dimana perhitungannya dapat dicaridengan melakukan perkalian nominal CFP dan *weighting factor*. Dari hasil perhitungan tersebut diketahui bahwa nilai HEP yang tertinggi terdapat pada subtask 2.1 dengan elemen kerja mengecek struktur *scaffolding* dengan nilai HEP sebesar 0,1. Nilai HEP tertinggi merupakan langkah pekerjaan yang memiliki fungsi kognitif *interpretation* dengan jenis kegagalan I1 yaitu kesalahan dalam interpretasi. Faktor penyebab terjadinya kegagalan pada subtask tersebut karena *scaffolder* kurang teliti saat melakukan pengecekan. Selain itu, penjelasan terkait pengecekan *scaffolding* yang lebih detail pada instruksi kerja juga belum ada sehingga saat di lapangan pekerja melakukan pekerjaan *scaffolding* dengan kurang terstruktur akibatnya masih ditemukan *scaffolding* yang tidak dilakukan pengecekan secara mendetail bahkan pekerja lalai saat melakukan pengecekan sehingga pengecekan *scaffolding* dilakukan secara sembarangan. Selain itu, pekerja yang bertugas untuk melakukan pengecekan tersebut belum memiliki sertifikasi *scaffolding inspector*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis probabilitas *human error* yang telah dilakukan pada pekerjaan *scaffolding* dengan pendekatan metode CREAM melalui tahapan *basic method* dan *extended method*, maka diperoleh hasil perhitungan *error probability* pada tahap *basic method* yaitu terletak pada *control mode* dengan jenis *tactical* yang mana memiliki rentang nilai *human error* antara 1×10^{-3} sampai dengan 1×10^{-1} . Sedangkan tahap *extended method* diperoleh nilai HEP pada setiap subtask dengan nominal HEP terendah 1536×10^{-6} dan HEP tertinggi sebesar 0,1. Nilai HEP tertinggi terletak pada subtask 2.1 dengan aktivitas pekerjaan mengecek struktur *scaffolding*. Nilai HEP di setiap subtask yang diperoleh dari tahap *extended method* telah sesuai dengan nilai interval *human error* hasil dari perhitungan pada tahap *basic method*.

Salah satu faktor penyebab yang dapat menurunkan keandalan manusia dalam melakukan pekerjaan pengecekan *scaffolding* yakni tidak adanya penjelasan secara detail dalam instruksi kerja mengenai komponen apa saja yang dilakukan pengecekan sehingga saat di lapangan pekerja melakukan pekerjaannya kurang terstruktur akibatnya masih ditemukan *scaffolding* yang tidak dilakukan pengecekan secara mendetail bahkan pekerja lalai saat melakukan pengecekan sehingga pengecekan *scaffolding* dilakukan secara sembarangan. Selain itu, pekerja yang bertugas untuk melakukan pengecekan tersebut belum memiliki sertifikasi *scaffolding inspector*. Rekomendasi yang dapat diberikan untuk menurunkan kemungkinan pekerja melakukan kesalahan saat mengecek struktur *scaffolding* yaitu dengan menyediakan instruksi kerja yang lebih detail dan rinci terkait pengecekan *scaffolding*, membuat *checklist* inspeksi *scaffolding* agar semua material *scaffolding* dapat dipastikan telah terpasang dengan tepat, tidak mengalami kerusakan, dan stabil untuk menopang beban, serta menyediakan fasilitas berupa *training scaffolding inspector* kepada pekerja yang diberi tanggung jawab untuk mengecek struktur *scaffolding*.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Alifia Maulida, Z., 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
- Bagus Shaputra, S., Khoiriyah, N., & Fatmawati, W. (2021). Human Reliability Analysis pada Operator Grinding dan Welding Galangan Kapal dengan Pendekatan Cognitive Reliability and Error Analysis Method (CREAM). *Jurnal Teknik Industri ITN Malang*, 11(1), 59–65.
- Baharuddin, Rivai, H., Sitepu, A. H., & Purba, T. B. (2023). Analisa Resiko dengan Job Safety Analysis (JSA) pada Pekerjaan Reparasi Kapal di PT. Afta Tehnik Mandiri Shipyard Makassar. *JURNAL Riset & TEKNOLOGI TERAPAN KEMARITIMAN*, 2, 1–7.
- Bella Maudica, S., Denny, H. M., & Kurniawan, B. (2020). Implementasi SMK3 Standard ILO 2001 pada Salah Satu Perusahaan Galangan Kapal. *Jurnal Teknik Industri*, 15(3).
- Cholil, A. A., Santoso, S., Syahril, T. R., Sinulingga, E. C., & Nasution, R. H. (2020). Penerapan Metode HIRADC sebagai Upaya Pencegahan Risiko Kecelakaan Kerja pada Divisi Operasi Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap. *Jurnal Bisnis & Manajemen*, 20(2), 41–64.
- Fitri. (2020). Analisis Risiko Keselamatan Kerja pada Pekerjaan Scaffolding. *Jurnal Teknik Ibnu Sina*, 5(1).
- Hollnagel, E. (1998). *Cognitive Reliability and Error Analysis Method (CREAM)*.
- Kurniawan, I. A., Handoko, L., & Amrullah, H. N. (2023). Analisis Probabilitas Human Error pada Pekerjaan Penggantian Bearing Gearbox Trolley Container Crane dengan Menggunakan Metode CREAM. *7 th Conference on Safety Engineering and It's Application*.
- Persada, Y. B. (2017). Risk Assessment K3 pada Proses Pengoperasian Scaffolding Pada Proyek Apartemen Pt. X Di Surabaya. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 4(2), 199.
- Putri, K. W., & Assidiq, F. M. (2022). Analisis Faktor Penghambat Penerapan Sistem Manajemen K3 Serta Langkah Menciptakan Safety Culture Terhadap PT. Gunanusa Utama Fabricators. *SENSISTEK (Riset Sains dan Teknologi Kelautan)*, 5(1), 27–31.
- Rahmawati, N., Juniani, A. I., & Setiani, V. (2018). Analisis Human Error dengan Pendekatan Cognitive Reliability And Error Analysis Method (CREAM) Pada Operator Forklift Di PT. SMART Tbk. *Conference on Safety Engineering and Its Application*, 53–57.
- Restiana, A., Adisuwiryo, S., & Rahmawati, N. (2023). Meminimasi Human Error Dengan Job Safety Analysis (JSA), Metode CREAM dan HIRARC pada Plant WTM 16 di PT. XYZ. *Jurnal Optimasi Teknik Industri*, 05(02), 53–61.
- Salmon, P., Stanton, N. A., & Walker, G. (2003). *Human Factors Design Methods Review*.
- 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*, 11, 59–65.
- Suwignyo, Dhina, D. F., & Rahayu, S. T. (2018). Hubungan Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja dengan Kejadian Tersayat pada Pembersih Bawang di Pasar Segiri dan Pasar Kedondong Samarinda. *Jurnal Kesmas Uwigama*, 4(2), 79–86.