

## ***Human Reliability Assessment dengan Metode HEART Pada Pekerjaan Lifting dan Rigging di Perusahaan Konstruksi***

**Arviean Dwi Rizky Putra<sup>1</sup>, Haidar Natsir Amrullah<sup>2\*</sup> dan Lukman Handoko<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

\*E-mail: [Haidar.natsir@ppns.ac.id](mailto:Haidar.natsir@ppns.ac.id)

### **Abstrak**

Industri konstruksi merupakan suatu hal yang melibatkan seluruh tahapan dalam pembangunan suatu proyek mulai dari perencanaan, desain, pengadaan, konstruksi, hingga pemeliharaan. Industri konstruksi juga merupakan salah satu sektor dengan tingkat kecelakaan tinggi. Salah satu pekerjaan dalam industri konstruksi yang mempunyai potensi tingkat kecelakaan yang tinggi yaitu pekerjaan yang berhubungan dengan pengangkatan. Berdasarkan data kecelakaan perusahaan pada tahun 2021-2023 terjadi 9 kecelakaan pada pekerjaan *lifting* dan *rigging* yang disebabkan oleh *human error*. Sehingga hal tersebut menjadikan *human error* sebagai potensi penyebab kecelakaan pada pekerjaan *lifting* dan *rigging*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui probabilitas *human error* pada pekerjaan *lifting* dan *rigging* serta memberikan rekomendasi pengendalian dari hasil analisis yang telah dilakukan. Metode yang digunakan yaitu metode *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART). Berdasarkan hasil dari analisis yang telah dilakukan didapatkan hasil 3 *subtask* dengan 3 *potential error* dan memiliki nilai HEP yang termasuk dalam kategori *high* yaitu pada *subtask* 4.4 dengan nilai HEP 0.931736, *subtask* 4.12 dengan nilai HEP 0.726663168, *subtask* 4.11 dengan nilai HEP 0.5149485. Rekomendasi yang dapat diberikan yaitu pencegahan secara administrasi seperti pelatihan rutin terhadap operator, *sharing knowledge* tentang penilaian risiko dan mengidentifikasi bahaya sekitar kepada pekerja yang terlibat, menyediakan saluran frekuensi radio untuk pekerjaan *lifting* dan *rigging*, peningkatan pengawasan dalam pekerjaan berlangsung.

**Kata Kunci:** HEART, *human error*, *lifting*, *rigging*

### **Abstract**

*The construction industry involves all stages of a project's development, from planning, design, procurement, and construction to maintenance. It is also one of the sectors with a high accident rate. One of the jobs in the construction industry with a high potential for accidents is work related to lifting. Based on company accident data from 2021-2023, there were 9 accidents in lifting and rigging work caused by human error. This makes human error a potential cause of accidents in lifting and rigging work. This research aims to determine the probability of human error in lifting and rigging work and to provide control recommendations based on the analysis conducted. The method used is the Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART). Based on the analysis results, there are 3 subtasks with 3 potential errors and high HEP values: subtask 4.4 with a HEP value of 0.931736, subtask 4.12 with a HEP value of 0.726663168, and subtask 4.11 with a HEP value of 0.5149485. Recommendations include administrative prevention measures such as routine training for operators, sharing knowledge about risk assessment and hazard identification with involved workers, providing radio frequency channels for lifting and rigging work, and increasing supervision during work.*

**Keywords:** HEART, *human error*, *lifting*, *rigging*

## **1. PENDAHULUAN**

Industri konstruksi adalah suatu kegiatan yang melibatkan seluruh tahapan dalam pengembangan fisik suatu proyek, mulai dari perencanaan, desain, pengadaan, konstruksi, hingga pemeliharaan. Sektor ini dianggap sebagai pilar utama ekonomi karena berperan dalam pembangunan nasional dan penyediaan infrastruktur penting (Taufiq dkk, 2021). Industri konstruksi juga menjadi bidang dengan angka kecelakaan kerja yang relatif besar, umumnya disebabkan berbagai faktor yaitu dengan aspek yang berkorelasi dengan proyek konstruksi berupa

cuaca, area, target pelaksanaan, bahkan *human error* atau kesalahan manusia (Tri Hutari, 2022). Dalam pelaksanaan pekerjaan hariannya, tentunya perusahaan konstruksi ini selalu mengatur seluruh pekerjaannya untuk mematuhi dan melaksanakan pekerjaan sesuai dengan prosedurnya agar tidak terjadi kecelakaan kerja. Perusahaan Konstruksi selalu berupaya untuk komitmen pada Keselamatan dan Kesehatan Kerja dalam terciptanya *zero accident*, walaupun sudah dilakukannya langkah keselamatan tersebut, kecelakaan kerja akibat kerusakan peralatan dan dialami oleh pekerja kerap kali terjadi.

Salah satu pekerjaan dengan risiko tinggi di industri konstruksi adalah pekerjaan *lifting* atau pengangkatan. Oleh karena itu operator harus memiliki SIO dan sertifikat untuk mengoperasikan *crane* sehingga dapat mengurangi kecelakaan kerja (Edison dkk, 2021). Berdasarkan dengan data pada 2021-2023 telah ada kecelakaan kerja yang berhubungan dengan pekerjaan *lifting* dan *rigging* sejumlah 9 kejadian. Kecelakaan dapat terjadi dikarenakan beberapa faktor seperti faktor manusia, lingkungan, dan faktor peralatan (Suwigyo dkk, 2018). Faktor kecelakaan yang berhubungan dengan pekerjaan *lifting dan rigging* yang pernah terjadi di perusahaan konstruksi paling banyak disebabkan oleh faktor manusia. Nurhayati dkk. (2017) menjabarkan, *human error* merupakan tindakan atau keputusan individu yang tidak sesuai dengan prosedur atau standar yang diharapkan, sehingga menghasilkan konsekuensi yang tidak diinginkan atau merugikan. Kesalahan ini bisa terjadi karena berbagai faktor seperti keterbatasan kognitif, kelelahan, atau kurangnya pelatihan (Smith dkk, 2019). Maka dari itu, perlu dilakukannya penilaian probabilitas *human error* terhadap pekerjaan *lifting* dan *rigging* untuk menjadi tindakan preventif pada kecelakaan kerja yang diakibatkan oleh kesalahan manusia atau *human error*.

Identifikasi kesalahan manusia dilangsungkan dengan memanfaatkan metode Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART). Bell & Williams (2018) menjabarkan, metode HEART adalah teknik dengan faktor aditif relatif cepat dan mudah digunakan, serta dapat diterapkan di industri manapun. Metode HEART digunakan untuk memeriksa dan mengurangi kesalahan manusia dengan mengidentifikasi aktivitas yang cenderung menyebabkan kesalahan, menilai tingkat risiko kesalahan, serta merancang strategi pengendalian untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi (Lie dkk, 2021). Metode ini bertujuan untuk memahami pengaruh faktor-faktor yang diketahui terhadap kinerja manusia saat melakukan suatu pekerjaan (Sri Zetli, 2021). Probabilitas terjadinya kesalahan manusia (HEP) adalah faktor yang disebabkan oleh performa pekerja. Prinsip HEART adalah bahwa aktivitas yang bersifat krusial dalam kewajiban khusus memiliki probabilitas kesalahan yang dipengaruhi *Error Producing Conditions* (EPCs) (Cahyani dkk, 2022). Merujuk kepada hasil analisis dengan HEART, dapat diperoleh nilai Human Error Probability (HEP). Aktivitas yang memiliki nilai HEP dalam kategori tinggi akan direkomendasikan untuk meminimalisir atau mencegah terjadinya kecelakaan kerja akibat kesalahan manusia.

## 2. METODE

Studi ini membutuhkan data primer dan sekunder. Data primer dihimpun dari penilaian *expert judgement*. Data sekunder dapat diperoleh dari informasi kecelakaan dan SOP pekerjaan.

Terdapat beberapa tahapan dalam pemrosesan data dengan memanfaatkan HEART (Kirwan, 1994):

- a. Membuat *Hierarchical Task Analysis* (HTA) pada pekerjaan *lifting* dan *rigging*
- b. Menentukan nilai ketidakandalan dari tiap-tiap *sub task* (GTTs)
- c. Menentukan nilai kondisi yang dapat menyebabkan *error* (EPCs)
- d. Menentukan nilai asumsi proporsi kesalahan (APOA)
- e. Menentukan nilai *Assessed Effect* (AE)

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

*fi* : Total Effect

*pi* : Assessed Proportion

- f. Menentukan nilai *Human Error Probability* (HEP)

$$HEP = [rx \prod pi (fi - 1) + 1] \dots\dots\dots (2)$$

*r* : Nominal Human Error Probability

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Apabila keseluruhan data sudah terkumpul, tahapan selanjutnya yaitu data tersebut akan diolah dengan memanfaatkan HEART:

a. *Hierarchical Task Analysis* (HTA) Pekerjaan *Lifting* dan *Rigging*

HTA dibuat dengan acuan Standar Operasional Prosedur (SOP), observasi secara langsung, dan diskusi dengan *expert judgement* pada perusahaan konstruksi. Hasil HTA pada pekerjaan *lifting* dan *rigging* dapat dilihat pada Tabel 1

**Table 1.** HTA Pekerjaan *Lifting* dan *Rigging*

No	Task Analysis	Subtask
1	Persiapan Operator dan <i>rigger</i>	Mengikuti <i>briefing</i> Menggunakan APD Memastikan alat komunikasi HT dalam kondisi baik Memastikan pekerja operator memiliki SIO Membaca SOP dan <i>lifting plan</i>
2	Pengecekan <i>mobile crane</i> dan peralatan pendukung	Melakukan pengecekan kelistrikan Mengecek mesin <i>mobile crane</i> Memastikan fungsi <i>safety device</i> Mengecek fungsi <i>safety lack</i> Memastikan semua sensor berfungsi dengan baik Mengecek fungsi monitor informasi pada <i>cabin cap</i> Memastikan sirine pada <i>mobile crane</i> berbunyi Mengecek kondisi <i>sling</i> dan <i>shackle</i> dalam kondisi baik
3	Pengikatan material oleh <i>rigger</i>	Penilaian dilakukan oleh <i>rigger</i> bersertifikat dan berkompeten Memastikan <i>sling</i> yang digunakan telah sesuai dengan beban berat objek Memastikan pengikatan beban tidak melebihi kapasitas <i>sling</i> atau <i>webbing sling</i> Memasang <i>sling</i> pada kupingan material Melakukan pengikatan pada titik tengah material Memastikan ikatan telah sesuai dan kuat Memasang tali pandu Pengecekan ulang
4	Pengangkatan menggunakan <i>mobile crane</i>	Memastikan <i>permit</i> telah disetujui Operator memposisikan <i>mobile crane</i> berada pada permukaan yang rata Apabila permukaan tidak rata, letakkan kayu sebagai <i>jack base outrigger</i> Membuka <i>outrigger</i> secara penuh Membuka <i>boom</i> sesuai jarak dan elevasi pengangkatan Memperhatikan radius putar Mensterilkan area pengangkatan Memasang barikade Memasang <i>safety sign</i> Menggunakan alat komunikasi minimal sebanyak 3 buah Menjaga komunikasi saat pengangkatan Mengangkat beban sesuai dengan kapasitas angkut <i>mobile crane</i>
5	Penurunan dan melepas ikatan material atau objek <i>lifting</i>	Memposisikan material sesuai tujuan pengangkatan Memastikan material telah berada pada permukaan yang rata Meletakkan kayu sebagai penopang material Melepaskan ikatan <i>webbing sling</i> Memasang Kembali <i>shackle</i> ke <i>webbing sling</i> Memastikan <i>shackle</i> sudah terpasang dengan benar dan kuat
6	<i>After use</i>	Melepas <i>webbing sling</i> Menutup atau melipat <i>boom</i> secara sempurna Menutup <i>outrigger</i> Mengumpulkan dan mengembalikan seluruh alat komunikasi Memparkir <i>mobile crane</i> pada tempat yang telah disediakan Memastikan <i>power supply mobile crane</i> dalam kondisi <i>off</i> Memastikan <i>part</i> kelistrikan terproteksi sebelum ditinggalkan

Tabel 1. Menjabarkan bahwa hasil dari *task analysis* pekerjaan *lifting* dan *rigging* berdasarkan SOP dan pengamatan langsung. Pada pekerjaan *lifting* dan *rigging* terdapat 6 *task* diantaranya pada tahapan persiapan operator dan rigger terdapat 5 elemen *subtask*, Pengecekan *mobile crane* dan peralatan pendukung terdapat 8 elemen *subtask*, Pengikatan material oleh rigger terdapat 8 elemen *subtask*, Pengangkatan menggunakan *mobile crane* terdapat 12 elemen *subtask*, Penurunan dan melepas ikatan material atau objek *lifting* terdapat 6 elemen *subtask*, tahapan terakhir / *after use* terdapat 7 elemen *subtask*. Setelah ditetapkan HTA, bisa diluncurkan tahapan pengolahan data selanjutnya.

b. Menentukan Nilai *Human Error Probability* (HEP) Pekerjaan *Lifting* dan *Rigging*

Setelah memperoleh hasil HTA pada pekerjaan *lifting* dan *rigging*, langkah selanjutnya adalah melakukan penilaian GTTs, evaluasi kondisi yang menyebabkan kesalahan (EPCs), dan penilaian APOA. Setelah ketiga tahapan tersebut selesai, langkah berikutnya adalah melakukan penilaian assessed effect memanfaatkan rumus 1 dan perhitungan HEP dengan rumus 2. Di bawah ini adalah tabel hasil penilaian HEP yang memanfaatkan HEART:

**Table 2.** Hasil Penilaian HEP Pekerjaan *Lifting* dan *Rigging*

Sub task	Tipe GTTs	Nilai GTTs	Potential Error	Tipe EPCs	Nilai EPCs	Nilai APOA	AE	HEP
1.1	E	0.02	Pekerja lupa/sengaja tidak mengikuti <i>briefing</i>	32	1.1	0.3	1.03	0.0207236
				36	1.02		1.006	
1.2	E	0.02	Menggunakan APD yang salah atau tidak sesuai, pekerja tidak memahami bahaya pekerjaannya	12	4	0.9	3.7	0.239405096
				15	3		2.8	
				31	1.15		1.135	
				36	1.02		1.018	
1.3	E	0.02	Alat komunikasi (HT) tidak dalam kondisi siap digunakan	22	1.6	0.5	1.3	0.027573
				32	1.1		1.05	
				36	1.02		1.01	
1.4	D	0.09	SIO yang dimiliki operator dalam kondisi mati atau belum diperbarui	19	2	0.7	1.7	0.155142
				36	1.02		1.014	
1.5	C	0.16	Operator dan helper lupa atau mengabaikan SOP dan <i>lifting plan</i> yang telah diberikan	20	2	0.7	1.7	0.368769086
				28	1.3		1.21	
				32	1.15		1.105	
				36	1.02		1.014	
2.1	C	0.16	Pekerja tidak atau bahkan mengabaikan pengecekan kelistrikan	14	3	0.2	1.4	0.2698752
				19	2		1.2	
				36	1.02		1.004	
2.2	C	0.16	Pekerja tidak atau bahkan mengabaikan pengecekan mesin	14	3	0.2	1.4	0.2698752
				19	2		1.2	
				36	1.02		1.004	
2.3	E	0.02	Operator tidak melakukan pengecekan fungsi <i>safety device</i>	14	3	0.2	1.4	0.0337344
				19	2		1.2	
				36	1.02		1.004	
2.4	E	0.02	Operator dan helper tidak melakukan pengecekan fungsi <i>safety lack</i>	14	3	0.5	2	0.0606
				19	2		1.5	
				36	1.02		1.01	
2.5	F	0.003	Operator tidak melakukan pengecekan fungsi semua sensor dalam <i>mobile crane</i>	5	8	0.3	3.1	0.011039844
				22	1.6		1.18	
				36	1.02		1.006	
2.6	F	0.003	Operator tidak melakukan pengecekan pada fungsi monitor informasi	3	10	0.5	5.5	0.02477475
				22	1.6		1.3	
				30	1.2		1.1	
				32	1.1		1.05	
2.7	E	0.02	Operator tidak melakukan pengecekan sirine pada <i>mobile crane</i> bahkan mengabaikan penggunaannya	22	1.6	0.6	1.36	0.029177984
				32	1.1		1.06	
				36	1.02		1.012	

<i>Sub task</i>	<i>Tipe GTTs</i>	<i>Nilai GTTs</i>	<i>Potential Error</i>	<i>Tipe EPCs</i>	<i>Nilai EPCs</i>	<i>Nilai APOA</i>	<i>AE</i>	<i>HEP</i>
2.8	E	0.02	Rigger dan helper kurang teliti dalam pengecekan, mentolerir kerusakan pada sling atau shackle walaupun kecil	12	4	0.4	2.2	0.04523904
				33	1.05		1.02	
				36	1.02		1.008	
3.1	C	0.16	Helper yang tidak bersertifikat atau tidak berpengalaman ikut dalam proses penalian	14	3	0.4	1.8	0.4032
				19	2		1.4	
3.2	C	0.16	Rigger dan helper kurang teliti dalam memastikan beban objek dan sling yang akan digunakan	10	5.5	0.4	2.8	0.46964736
				32	1.1		1.04	
				36	1.02		1.008	
3.3	C	0.16	Rigger dan helper kuirang teliti dalam mengecek kondisi sling dan shackle	22	1.6	0.5	1.3	0.220584
				32	1.1		1.05	
				36	1.02		1.01	
3.4	C	0.16	Rigger tidak berhati-hati dalam memasang sling pada kupingan objek, atau tidak menggunakan kupingan sebagai tempat pengait sling	20	2	1	2	0.32
3.5	C	0.16	Rigger dan helper kurang berhati-hati dan salah perhitungan dalam melakukan pengikatan pada titik tengah objek	14	3	0.6	2.2	0.356224
				36	1.02		1.012	
3.6	C	0.16	Rigger dan helper lupa untuk memastikan penalian pada material telah dalam kondisi kuat dan tepat	32	1.1	0.7	1.07	0.1735968
				36	1.02		1.014	
3.7	E	0.02	Rigger dan helper tidak menggunakan tali pandu dalam proses pengangkatan, atau tali pandu tidak tersedia	27	1.4	0.7	1.28	0.0259584
				36	1.02		1.014	
3.8	C	0.16	Rigger dan helper malas untuk melakukan pengecekan ulang	32	1.1	0.7	1.07	0.1735968
				36	1.02		1.014	
4.1	E	0.02	Safety telah dalam verifikasi permit, permit belum terverifikasi	34	1.06	0.7	1.042	0.02084
4.2	C	0.16	Operator lalai atau kurang tepat dalam memposisikan <i>mobile crane</i>	14	3	0.8	2.6	0.422656
				36	1.02		1.016	
4.3	D	0.09	Tidak memasang jack base atau tumpuan yang keras sebagai penopang outrigger	32	1.1	0.7	1.07	0.0976482
				36	1.02		1.014	
4.4	C	0.16	Operator tidak membuka outrigger secara penuh	12	4	0.7	3.1	0.931736
				20	2		1.7	
				31	1.15		1.105	
4.5	D	0.09	Operator tidak fokus atau tidak berhati-hati pada saat proses membuka boom	14	3	0.7	2.4	0.216
4.6	D	0.09	Operator tidak hati-hati atau salah perhitungan dalam memperhatikan radius putar <i>mobile crane</i>	14	3	0.7	2.4	0.219024
				36	1.02		1.014	

Sub task	Tipe GTTs	Nilai GTTs	Potential Error	Tipe EPCs	Nilai EPCs	Nilai APOA	AE	HEP
4.7	D	0.09	Safety lupa atau tidak menjaga area pengangkatan	32	1.1	0.3	1.03	0.0943686
				34	1.06		1.018	
4.8	D	0.09	Safety lupa tidak memasang barikade, barikade sudah terpasang namun banyak pekerja yang mengabaikan	32	1.1	0.3	1.03	0.0943686
				34	1.06		1.018	
4.9	D	0.09	Safety tidak memasang safety sign tentang lifting, kurangnya kesadaran pekerja dalam memahami safety sign	32	1.1	0.3	1.03	0.0943686
				34	1.06		1.018	
4.10	D	0.09	Operator, rigger, helper tidak menggunakan HT saat proses pengangkatan	5	8	0.5	4.5	0.486
				24	1.4		1.2	
4.11	D	0.09	Pekerja melakukan kesalahan komunikasi atau miss komunikasi. Terbentunya informasi dalam satu frekuensi radio	3	10	0.5	5.5	0.5149485
				34	1.06		1.03	
				36	1.02		1.01	
4.12	C	0.16	Operator terpaksa melakukan pengangkatan melebihi beban yang seharusnya karena deadline atau target pekerjaan	12	4	0.4	2.2	0.726663168
				14	3		1.8	
				28	1.3		1.12	
				34	1.06		1.024	
5.1	C	0.16	Terjadinya miss komunikasi, helper tidak mensterilkan area penurunan dari material lain yang mengganggu, operator tidak berhati-hati saat memosisikan material	14	3	0.6	2.2	0.364672
				34	1.06		1.036	
5.2	C	0.16	Kurang teliti dalam memastikan area penurunan material	12	4	0.4	2.2	0.363331584
				34	1.06		1.024	
				36	1.02		1.008	
5.3	D	0.09	Tidak hati-hati saat meletakkan kayu dibawah material yang masih menggantung	12	35	0.4	2.2	0.202752
				34	1.06		1.024	
5.4	C	0.16	Rigger dan helper terlalu lama dalam melepaskan sling sehingga memperlambat proses kerja, rigger dan helper tidak berhati-hati saat melepaskan sling	12	4	0.2	1.6	0.3084288
				20	2		1.2	
				36	1.02		1.004	
5.5	F	0.003	Tidak hati-hati saat memasang shackle, shackle tidak terpasang secara tepat	12	4	0.3	1.9	0.00741
				20	2		1.3	
5.6	D	0.09	Helper tidak memastikan apakah shackle sudah terpasang secara tepat atau tidak	12	4	0.4	2.2	0.20756736
				32	1.1		1.04	
				36	1.02		1.008	
6.1	D	0.09	Rigger atau helper tidak melipat sling dengan benar	12	4	0.3	1.9	0.17613
				32	1.1		1.03	
6.2	D	0.09	Operator tidak fokus atau	12	4	0.3	1.9	0.17613

Sub task	Tipe GTTs	Nilai GTTs	Potential Error	Tipe EPCs	Nilai EPCs	Nilai APOA	AE	HEP
			kurang hati-hati saat menutup dan melipat boom	32	1.1		1.03	
6.3	D	0.09	Operator tidak hati-hati saat menutup outrigger	12	4	0.3	1.9	0.17613
				32	1.1		1.03	
6.4	D	0.09	Pekerja malas atau kurangnya kepedulian dalam menjaga dan merawat alat komunikasi yang digunakan	12	4	0.3	1.9	0.19152
				27	1.4		1.12	
6.5	D	0.09	Operator tidak memperhatikan area parkir, dan parkir sembarangan	12	4	0.3	1.9	0.1972656
				27	1.4		1.12	
				32	1.1		1.03	
6.6	D	0.09	Operator lupa tidak mengecek seluruh power supply dan komponen listrik mobile crane lainnya	12	4	0.3	1.9	0.17613
				32	1.1		1.03	
6.7	D	0.09	Operator tidak melakukan pengecekan sumber kelistrikan mobile crane sebelum meninggalkannya.	12	4	0.3	1.9	0.17613
				32	1.1		1.03	

Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan nilai HEP memanfaatkan HEART. Menurut Stanton (2005), nilai HEP dengan rentang 0.5 – 1 dikategorikan sebagai High. Tabel perhitungan tersebut menjabarkan, ada 3 subtask dengan 3 *potential error* yang mempunyai nilai probabilitas dalam kategori *high*, diantaranya:

1. Subtask 4.4 dengan nilai HEP 0.931736 dan *potential error* operator tidak membuka *outrigger* secara penuh.
2. Subtask 4.12 dengan nilai HEP 0.726663168 dan *potential error* operator terpaksa melakukan pengangkatan melebihi beban yang seharusnya karena deadline atau target waktu pekerjaan.
3. Subtask 4.11 dengan nilai HEP 0.5149485 dan *potential error* pekerja melakukan kesalahan komunikasi atau *miss* komunikasi serta terbenturnya informasi dalam satu frekuensi radio.

Sedangkan, nilai HEP terendah terdapat pada subtask 5.5 dengan nilai HEP 0.00741 dan *potential error* berupa kurang hati-hati saat memasang *shackle*, sehingga *shackle* tidak terpasang dengan tepat.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil dari evaluasi dan perhitungan faktor yang menyebabkan *human error* dalam pekerjaan *lifting* dan *rigging* dengan menggunakan metode HEART, didapatkan hasil 3 *subtask* dengan 3 *potential error* dengan kategori *high*. Penyebab terjadinya *human error* pada pekerjaan *lifting* dan *rigging* yaitu kurangnya pengawasan pelaksanaan sesuai prosedur yang berlaku, kurangnya atau ketidakpahaman penilaian risiko oleh operator yang bertugas, terdapat *miss* komunikasi. Berdasarkan hal tersebut, upaya yang mampu diberlakukan untuk meminimalisir terjadinya insiden kecelakaan yang diakibatkan oleh *human error*, maka dapat diberikannya rekomendasi berupa pelatihan rutin terhadap operator, *sharing knowledge* tentang penilaian risiko dan mengidentifikasi bahaya sekitar kepada pekerja yang terlibat, menyediakan saluran frekuensi radio untuk pekerjaan *lifting* dan *rigging*, peningkatan pengawasan dalam pekerjaan berlangsung.

#### 5. DAFTAR NOTASI

GTTs = *Generic Task Types*

EPC = *Error Producing Conditions*

APOA = *Assessed Proportion of Effect*

AE = *Assessed Effect*

## DAFTAR PUSTAKA

- Bell, J. L., & Williams, J. C. (2018). Evaluation and Consolidation of the HEART Human Reliability Assessment Principles. In International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics. pp. 3–12.
- Cahyani, S. N., Safirin, M. T., Donoriyanto, D. S., & Rahmawati, N. (2022). Human Error Analysis to Minimize Work Accidents Using the HEART and SHERPA Methods at PT. Wonojati Wijoyo. *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, 6(1), pp.48–59.
- Edison H. M., Kasimir S., & Marvin G. W. (2021). Design Dan Analisis Lifting/Rigging Pada Platform Kedung Keris Dengan Bantuan Software Sacs Versi 5.7.
- Hutari, Tri., (2022). Analisis Risiko Pada Pekerjaan Lifting and Rigging Dengan Menggunakan Metode HIRARC di PT Sumi Gita Jaya Minas Tahun 2020. *Jurnal Olahraga dan Kesehatan*. 1(1), pp.10-19.
- Kirwan, Barry. (1994). *A Guide To Practical Human Reability Assessment*. London : Taylor & Francis.
- Li, X., Zhang, Y., & Wang, L. (2021). "Utilizing HEART to Enhance Safety in High-Risk Environments." *Journal of Human Factors and Ergonomics*, 66(3), pp.123-136.
- Nurhayati, R., Ma'rufi, I., & Hartanti, R. I. (2017). Penilaian Human Error Probability dengan Metode Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART) (Studi di Departemen Finishing PT. Eratex Djaja, Tbk). *e-Jurnal Pustaka Kesehatan*. 5(3), pp.565–571.
- Smith, J. D., Clark, R. A., & Miller, P. H. (2019). "Understanding Human Error in Complex Systems: A Cognitive Approach." *Journal of Human Factors and Ergonomics*, 45(3), pp.223-235.
- Stanton, N. A Neville A. (2005). *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*. London ; CRC Press
- 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, pp.79–86.
- Taufiq, M., Nugraha, H., & Setiawan, A. (2021). "Peran Industri Konstruksi dalam Pembangunan Infrastruktur di Indonesia." *Jurnal Manajemen Konstruksi*, 12(3), pp.22-34.
- Zetli, Sri. (2021). Analisis Human Error dengan Pendekatan Metode SHERPA dan HEART Pada Produksi Batu Bata UKM Yasin. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*. 7(2), pp.147-156.