

Human Error Analysis to Minimize Work Accidents Using the HEART and SHERPA Methods at PT. Wonojati Wijoyo

Analisis Human Error untuk Meminimalkan Kecelakaan Kerja dengan Menggunakan Metode HEART dan SHERPA di PT. Wonojati Wijoyo

Salma Noventya Cahyani¹, M. Tutuk Safirin², Dwi Sukma Donoriyanto³, Nur Rahmawati⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Email : salmanoventyaa@gmail.com¹, mochtusa@gmail.com², dwisukama.ti@upnjatim.ac.id^{3*},

nur.rahma.ti@upnjatim.ac.id⁴

ABSTRACT

PT Wonojati Wijoyo is a company that produces furniture for export. In carrying out the production process, work accidents often occur. One of the causes is the factor of human negligence. Work accidents that have occurred include torn wounds due to being hit by a machine, legs hit by wood to make them swollen, fingers hit by machines to open wounds, fingers caught in blocks to open wounds. This study aims to determine the value of Human Error Probability (HEP) and recommend improvement strategies for activities that have the potential to cause human errors to minimize work accidents. The method used in the analysis of human error is the HEART method and the SHERPA method. The results showed that there are critical activities that have the potential for human error to occur, namely in 14 subtasks of 9 processes. The highest probability of human error is in the subtask of cutting wood plates using a circle machine with a HEP value of 0.88827 including the high category. While the lowest probability of human error is in the subtask of setting a copy machine with reference wood with a HEP value of 0.00372 including the medium category. One of the recommendations for improvement strategies to minimize work accidents is that the company needs to conduct training on K3 on a scheduled basis with an explanation of the risks that occur if you do not use Personal Protective Equipment (PPE).

Keywords: *Work accident, Human error, HEART Method, SHERPA Method.*

ABSTRAK

PT Wonojati Wijoyo merupakan perusahaan yang memproduksi meubel dengan tujuan ekspor. Dalam menjalankan proses produksinya seringkali terjadi kecelakaan kerja. Salah satu penyebabnya adalah faktor kelalaian manusia. Kecelakaan kerja yang pernah terjadi diantaranya luka robek karena terkena mesin, kaki tertimpa kayu hingga bengkak, jari terkena mesin hingga luka terbuka, jari terjepit balok hingga luka terbuka. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai Human Error Probability (HEP) dan rekomendasi strategi perbaikan pada kegiatan yang berpotensi timbulnya human error untuk meminimalkan kecelakaan kerja. Metode yang digunakan dalam analisis human error adalah metode HEART dan metode SHERPA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat kegiatan kritis yang berpotensi terjadi human error yaitu pada 14 *subtask* dari 9 proses. Adapun probabilitas human error tertinggi yaitu pada *subtask* memotong lempeng kayu menggunakan mesin circle dengan nilai HEP 0,88827 termasuk kategori high. Sedangkan probabilitas human error terendah yaitu pada *subtask* menyatel mesin copy dengan kayu acuan dengan nilai HEP 0,00372 termasuk kategori medium. Salah satu rekomendasi strategi perbaikan untuk meminimalkan kecelakaan kerja yaitu pihak perusahaan perlu melakukan pelatihan mengenai K3 secara terjadwal disertai penjelasan mengenai resiko yang terjadi apabila tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD).

Kata Kunci: Kecelakaan kerja, Kelalaian manusia, Metode HEART, Metode SHERPA.

PENDAHULUAN

Kesehatan dan Keselamatan Kerja adalah suatu tindakan untuk menciptakan situasi kerja yang aman sebagai upaya menjamin jiwa dan raga pekerja dalam melakukan pekerjaan [1]. Manusia merupakan elemen penting dalam suatu proses kerja. Namun, manusia juga menjadi salah satu faktor penyebab kecelakaan kerja [2]. Sebanyak 70% hingga 80% kecelakaan kerja merupakan faktor dari human error atau kelalaian manusia [3]. Human error merupakan sebuah penyelewengan disebabkan oleh manusia yang menyimpang dari standar ketentuan, sehingga mengakibatkan kegagalan, insiden, hingga kecelakaan kerja [4]. Human error juga didefinisikan sebagai ketidaktepatan perilaku dari manusia yang menyebabkan berkurangnya performa dan keselamatan kerja [5]. Maka, analisis mengenai human error perlu dilakukan salah satunya sebagai upaya untuk meminimalkan kecelakaan kerja. Analisis human error dapat dilakukan dengan Human Error Assessment and Reduction Technology atau disebut dengan metode HEART dan Systematic Human Error Reduction and Prediction atau disebut dengan metode SHERPA [6].

Metode HEART dikembangkan oleh Williams pada tahun 1985, merupakan metode kuantitatif yang sederhana dan andal dalam menghitung probabilitas human error. Metode ini memiliki kelebihan dimana dapat diterapkan pada berbagai jenis situasi maupun industri seperti konstruksi, penerbangan, kimia, dan lain sebagainya [7]. Tujuan dari metode HEART yaitu untuk mengidentifikasi probabilitas pada beberapa tugas [8]. Probabilitas human error atau HEP merupakan faktor yang dipengaruhi secara signifikan oleh kinerja pekerja. Prinsip dari metode HEART yaitu kegiatan kritis pada tugas tertentu dengan kemungkinan error yang dipengaruhi pula oleh Error Producing Condition (EPC) [9]. Metode ini telah banyak digunakan dalam penelitian sebelumnya untuk menganalisis human error diantaranya [10] yang menggunakan metode tersebut dan SHERPA untuk menganalisis factor kesalahan manusia pada proses produksi keramik, [11] yang menggunakan metode HEART dalam rangka untuk mengurangi human error pada perusahaan yang bergerak di bidang konstruksi dan listik, serta [12] yang mengaplikasikan metode yang sama pada perusahaan baterai.

Metode SHERPA dikembangkan pada tahun 1986 oleh Embrey, merupakan metode kualitatif mengenai analisis human error. Metode SHERPA dapat digunakan untuk mengidentifikasi error yang disebabkan oleh manusia berdasarkan kebiasaan dan keahliannya. Metode ini juga secara konsisten dan rinci dalam mengidentifikasi mengenai faktor error yang disebabkan oleh manusia [13]. Tujuan metode SHERPA yaitu untuk menentukan tingkat probabilitas error dengan merekomendasikan strategi perbaikan terhadap kondisi probabilitas error [4]. Adapun metode ini juga telah banyak digunakan oleh peneliti sebelumnya seperti [14] yang menggunakan metode tersebut untuk menganalisis keandalan manusia dalam rekayasa kereta api serta [15] yang menggunakan metode tersebut untuk menganalisis factor kesalahan manusia dalam suatu rumah sakit.

PT Wonojati Wijoyo merupakan perusahaan yang memproduksi furniture untuk diekspor ke luar negeri. Dalam menjalankan proses produksi, seringkali terjadi kecelakaan kerja. Adapun pada tahun 2019 terjadi 37 kecelakaan kerja, pada tahun 2020 terjadi 32 kecelakaan kerja, dan pada bulan Januari hingga Oktober 2021 telah terjadi 28 kecelakaan kerja. Uraian kecelakaan kerja yang pernah terjadi, antara lain tangan terkena mesin hingga luka robek, kaki tertimpa kayu hingga bengkak, jari terkena mesin hingga luka terbuka, jari terjepit balok hingga luka terbuka. Berdasarkan data tersebut, diketahui bahwa salah satu penyebab kecelakaan kerja berasal dari kelalaian manusia (human error) seperti pekerja yang lalai dalam mengendalikan mesin, terburu-buru dalam bekerja, dan tidak menggunakan APD secara lengkap. Bilamana tidak segera ditindaklanjuti dan dilaksanakan perbaikan, maka dapat menyebabkan probabilitas kecelakaan kerja yang semakin tinggi. Berdasarkan permasalahan yang terjadi pada PT Wonojati Wijoyo, peneliti mengusulkan upaya untuk meminimalkan kecelakaan kerja dengan analisis human error atau kelalaian manusia menggunakan metode HEART dan metode SHERPA, yang berfokus untuk menentukan probabilitas human error dan strategi perbaikan terhadap error yang terjadi.

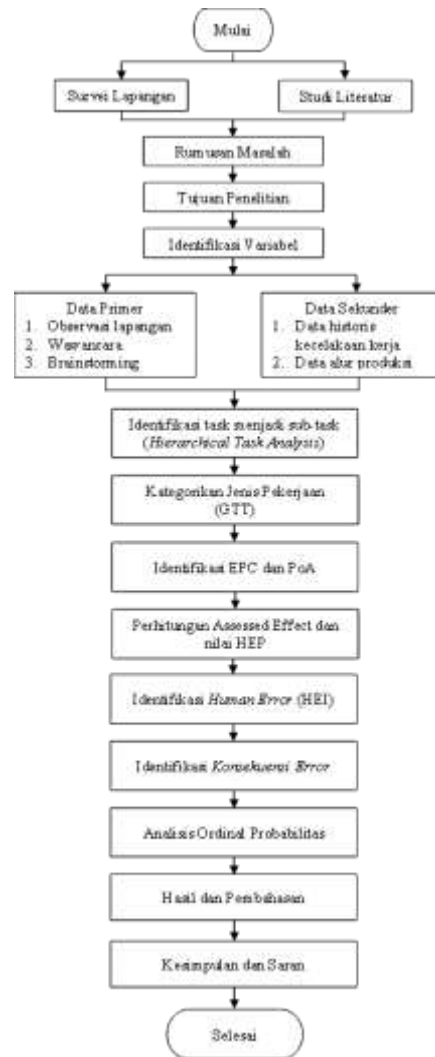
METODE

Penelitian ini dilaksanakan di PT Wonojati Wijoyo. Dalam penelitian ini menerapkan *applied research* yaitu mengambil tindakan korektif untuk mengupas masalah akibat dari *human error* yang menyebabkan kecelakaan kerja di perusahaan [8]. Penelitian ini termasuk jenis penelitian deskriptif dimana dalam penentuan responden menggunakan pendekatan *purposive sampling* dengan *non-probability sampling* untuk memilih sampel berdasarkan pertimbangan

yang telah ditentukan . Penilaian dan analisis *human error* menggunakan teknik *expert judgement* atau pendapat dari ahli dengan kriteria sebagai berikut [16]:

- Memiliki banyak pengetahuan dan berpengalaman dalam pekerjaan dibidangnya
- Bersedia memberikan informasi dengan meluangkan waktu pada saat jam kerja
- Memiliki reputasi baik di PT Wonojati Wijoyo
- Bersifat objektif, jujur, dan netral

Berikut gambar *flowchart* dari penelitian ini:



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

Pengolahan data menggunakan metode HEART dan SHERPA. Kedua metode tersebut diawali dengan *Hierarchical Task Analysis*. Adapun langkah-langkah pengolahan data untuk menganalisis *human error* adalah sebagai berikut:

1) *Hierarchical Task Analysis (HTA)*

Tahap ini berupa penjabaran proses produksi yang dilakukan oleh pekerja secara detail. Identifikasi setiap proses produksi dijabarkan menggunakan bagan yang terdiri dari kelompok *subtask* [17].

2) *Pengolahan Data Metode HEART*

Tahap awal pengolahan data menggunakan metode HEART yaitu kategorikan jenis pekerjaan berdasarkan *Generic Task Type (GTT)*. Selanjutnya, identifikasi nilai *Error Producing Conditions (EPC)*, dan identifikasi PoA yang ditentukan menggunakan teknik *expert judgement* [18]. Setelah menentukan PoA, maka dilakukan perhitungan efek yang dinilai (*assessed effect*) dengan rumus:

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

Tahap akhir yaitu dilakukan penentuan nilai *Human Error Probability (HEP)* dengan rumus:

$$HEP = GTT_i \times AE_1 \times AE_2 \times \dots \times AE_n \quad (2)$$

3) *Pengolahan Data Metode SHERPA*

Pada tahap awal pengolahan data menggunakan metode SHERPA dilakukan identifikasi *human error (HEI)* berdasarkan tabel *mode error*. Selanjutnya dilakukan identifikasi konsekuensi error, analisis ordinal probabilitas berdasarkan HEP hasil dari metode HEART, serta diberikan rekomendasi strategi perbaikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data primer berupa observasi lapangan, wawancara, dan *brainstorming*. Sedangkan data sekunder berupa data historis kecelakaan kerja dan data alur produksi. Pengumpulan data dilaksanakan pada bulan November 2021 hingga data terpenuhi. Berikut historis kecelakaan kerja pada tahun 2019 hingga bulan Oktober 2021:

Tabel 1. Rekapitulasi Kecelakaan Kerja

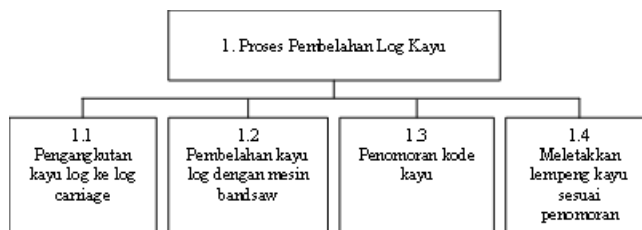
No	Proses	Tahun		
		2019	2020	2021 (Jan – Okt)
1.	Proses Pembelahan Log Kayu	9	3	11
2.	Proses Pemotongan Lempeng Kayu	11	10	3
3.	Proses Pemotongan Kayu	8	10	3
4.	Proses Pembuatan <i>Double pen</i>	2	1	2
5.	Proses Pembentukan	1	4	3
6.	Proses Pelubangan	0	0	2
7.	Proses Penghalusan	0	2	1
8.	Proses Perakitan	1	2	1
9.	Proses Penyetelan	5	0	2
Total		37	32	28

B. Pengolahan Data

1) *Hierarchical Task Analysis (HTA)*

HTA berisi tahapan tiap proses produksi yang dikerjakan oleh pekerja. Berikut contoh HTA yaitu proses pembelahan log kayu. Dalam proses tersebut terdapat 4 *subtask*, antara lain pengangkutan kayu log ke log carriage,

selanjutnya pembelahan kayu log dengan mesin *bandsaw*, kemudian penomoran kayu, dan yang terakhir yaitu meletakkan lempeng kayu sesuai penomoran.



Gambar 2. HTA proses pembelahan log kayu

Berdasarkan hasil dari wawancara, dianalisis terdapat kegiatan kritis pada *subtask* yang berpotensi terjadi *human error*, *subtask* tersebut selanjutnya diproses menggunakan metode HEART dan SHERPA:

Tabel 2. Kegiatan Kritis Subtask pada Proses Produksi

No	Subtask	Proses
1.	Pengangkutan kayu log ke log carriage	Pembelahan log kayu
2.	Pembelahan kayu log dengan mesin bandsaw	
3.	Mengetam lempeng kayu dengan mesin double planer	Pemotongan lempeng kayu
4.	Memotong lempeng kayu menggunakan mesin circle	
5.	Mengetam kayu dengan mesin moulding	Pemotongan kayu
6.	Memotong kayu dengan mesin potong dorong	
7.	Membentuk double pen pada kayu	Pembuatan Double pen
8.	Menyetel mesin copy dengan kayu acuan	Pembentukan komponen
9.	Membentuk komponen kayu dengan mesin copy panjang / bulat	
10.	Membentuk komponen kayu dengan mesin spindel	
11.	Mengebor komponen kayu sesuai ketentuan	Pelubangan komponen
12.	Menumpulkan sudut komponen kayu dengan mesin pingul	Penghalusan komponen
13.	Merakit komponen kayu menjadi kerangka komponen	Perakitan komponen
14.	Menyetel kerangka komponen menjadi produk	Penyetelan komponen

Sumber: Pengolahan Data

Adapun kegiatan kritis antara lain pada proses pembelahan log kayu terjadi pada subtask pengangkutan kayu log ke log carriage dan pembelahan kayu log dengan mesin bandsaw. Pada proses pemotongan lempeng kayu terjadi pada subtask mengetam lempeng kayu dengan mesin *double planer* dan memotong lempeng kayu menggunakan mesin *circle*. Pada proses pemotongan kayu terjadi pada subtask mengetam kayu dengan mesin moulding dan memotong kayu dengan mesin potong dorong. Pada proses pembuatan double pen terjadi pada subtask membentuk double pen pada kayu. Pada proses pembentukan komponen terjadi pada subtask menyetel mesin copy dengan kayu acuan, membentuk komponen kayu dengan mesin copy panjang / bulat, dan membentuk komponen kayu dengan mesin spindel. Adapun subtask lain yang termasuk kegiatan kritis yaitu mengebor komponen kayu sesuai ketentuan, menumpulkan sudut komponen kayu dengan mesin pingul, merakit komponen kayu menjadi kerangka komponen, dan menyetel kerangka komponen menjadi produk

2) Perhitungan HEP dengan Metode HEART

Pada tahapan pertama metode HEART, dilakukan pengategorian *subtask* berdasarkan tabel GTT. Dari Tabel 3, diketahui bahwa nilai *generic task type* tertinggi yaitu pada *type C* dengan nilai *human unreliability* 0,16, hasil tersebut diartikan bahwa pekerja memerlukan pengetahuan dan keterampilan tinggi dalam menjalankan pekerjaannya. Pada *type D* dengan nilai *human unreliability* 0,09, diartikan bahwa pekerja dapat melakukan pekerjaan dengan cepat atau dengan sedikit perhatian karena jenis pekerjaan yang cukup sederhana. Pada *type E* dengan nilai *human unreliability* 0,02, diartikan bahwa pekerja melakukan pekerjaan secara rutin dan terlatih dengan keterampilan yang rendah. Sedangkan pada *type F* dengan nilai *human unreliability* 0,003, diartikan bahwa pekerja mengembalikan sistem suatu proses dalam keadaan semula atau baru dan dilanjutkan proses pemeriksaan.

Tabel 3. Kategori Subtask Berdasarkan GTT

No	Subtask	Type	Nilai Human Unreliability
1.	Pengangkutan kayu log ke log carriage	D	0,09
2.	Pembelahan kayu log dengan mesin bandsaw	C	0,16
3.	Mengetam lempeng kayu dengan mesin <i>double planer</i>	E	0,02
4.	Memotong lempeng kayu menggunakan mesin <i>circle</i>	C	0,16
5.	Mengetam kayu dengan mesin <i>moulding</i>	E	0,02
6.	Memotong kayu dengan mesin potong dorong	C	0,16
7.	Membentuk <i>double pen</i> pada kayu	D	0,09
8.	Menyetel mesin <i>copy</i> dengan kayu acuan	F	0,003
9.	Membentuk komponen kayu dengan mesin <i>copy panjang/bulat</i>	E	0,02
10.	Membentuk komponen kayu dengan mesin <i>spindel</i>	C	0,16
11.	Mengebor komponen kayu sesuai ketentuan	D	0,09
12.	Menumpulkan sudut kayu dengan mesin <i>pingul</i>	E	0,02
13.	Merakit komponen kayu menjadi kerangka komponen	C	0,16
14.	Menyetel kerangka komponen menjadi produk	C	0,16

Sumber: Pengolahan Data

Error Producing Conditions (EPC) diidentifikasi berdasarkan kondisi-kondisi yang memberi pengaruh terhadap *human error* pada subtask yang dilakukan pekerja. Pada Tabel 4, diketahui terdapat EPC yang dominan yaitu nomor EPC 34, artinya rendahnya beban mental kerja disertai tingginya siklus pekerjaan yang berulang-ulang. Selain itu, terdapat pada nomor EPC 23, artinya peralatan yang digunakan dalam menjalankan proses produksi tidak andal. Sedangkan PoA berupa penentuan nilai proporsi probabilitas *error* dengan skala 0-1 yang diperoleh berdasarkan teknik *expert judgement*. Pada Tabel 4, PoA yang paling dominan yaitu 0,4 yang artinya probabilitas *human error* terpengaruhi apabila EPC sering terjadi dan tanpa disertai kondisi lainnya.

Tabel 4. Identifikasi EPC dan PoA

No	Subtask	EPC		PoA
		No EPC	Nilai EPC	
1.	Pengangkutan kayu log ke log carriage	23	1,6	0,7
		34	1,05	0,3
2.	Pembelahan kayu log dengan mesin bandsaw	3	10	0,3
		23	1,6	0,7
3.	Mengetam lempeng kayu dengan mesin <i>double planer</i>	33	1,15	0,2
		3	10	0,4
4.	Memotong lempeng kayu menggunakan mesin <i>circle</i>	34	1,05	0,4
		9	6	0,5
5.	Mengetam kayu dengan mesin <i>moulding</i>	23	1,6	0,9
		33	1,15	0,2
6.	Memotong kayu dengan mesin potong dorong	3	10	0,4
		34	1,05	0,3
6.	Memotong kayu dengan mesin potong dorong	3	10	0,3
		23	1,6	0,7

7.	Membentuk double pen pada kayu	23	1,6	0,4
		34	1,05	0,3
8.	Menyetel mesin <i>copy</i> dengan kayu acuan	23	1,6	0,4
9.	Membentuk komponen kayu dengan mesin <i>copy</i> panjang/bulat	3	10	0,4
10.	Membentuk komponen kayu dengan mesin spindle	21	2	0,2
		34	1,05	0,2
11.	Mengebor komponen kayu sesuai ketentuan	19	2,5	0,6
		34	1,05	0,3
12.	Menumpulkan sudut kayu dengan mesin pingul	19	2,5	0,4
		36	1,06	0,4
13.	Merakit komponen kayu menjadi kerangka komponen	32	1,2	0,7
		34	1,05	0,4
14.	Menyetel kerangka komponen menjadi produk	34	1,05	0,4
		36	1,06	0,4

Sumber: Pengolahan Data

Setelah menentukan nilai proporsi, dilakukan perhitungan nilai *Human Error Probability* (HEP). Pada Tabel 5, diketahui *subtask* yang memiliki probabilitas *human error* paling tinggi yaitu memotong lempeng kayu menggunakan mesin *circle* dengan nilai HEP sebesar 0,888272, artinya bahwa probabilitas *error* yang dilakukan sebesar 88,82%. Sedangkan *subtask* dengan probabilitas *human error* terendah yaitu menyetel mesin *copy* dengan kayu acuan dengan nilai HEP yaitu 0,00372. Hasil tersebut diartikan bahwa probabilitas *error* yang dilakukan hanya sebesar 0,37%.

Tabel 5. Perhitungan Human Error Probability

No	<i>Subtask</i>	AE ₁	AE ₂	AE ₃	HEP
1	Pengangkutan kayu log ke log carriage	1,42	1,015	-	0,129717
2	Pembelahan kayu log dengan mesin bandsaw	3,7	1,42	1,03	0,8658592
3	Mengetam lempeng kayu dengan mesin <i>double planer</i>	4,6	1,02	-	0,09384
4	Memotong lempeng kayu menggunakan mesin <i>circle</i>	3,5	1,54	1,03	0,888272
5	Mengetam kayu dengan mesin moulding	4,6	1,015	-	0,09338
6	Memotong kayu dengan mesin potong dorong	3,7	1,42	-	0,84064
7	Membentuk double pen pada kayu	1,24	1,015	-	0,113274
8	Menyetel mesin <i>copy</i> dengan kayu acuan	1,24	-	-	0,00372
9	Membentuk komponen kayu dengan mesin <i>copy</i> panjang/bulat	4,6	-	-	0,092
10	Membentuk komponen kayu dengan mesin spindle	1,2	1,01	-	0,19392
11	Mengebor komponen kayu sesuai ketentuan	1,9	1,015	-	0,173565
12	Menumpulkan sudut kayu dengan mesin pingul	1,6	1,024	-	0,032768
13	Merakit komponen kayu menjadi kerangka komponen	1,14	1,02	-	0,186048
14	Menyetel kerangka komponen menjadi produk	1,02	1,024	-	0,1671168

Sumber: Pengolahan Data

3) Analisis Human Error dengan Metode SHERPA

Pada tahapan pertama, dilakukan identifikasi *human error* berdasarkan tabel *HEI* dan kondisi probabilitas *error* yang mempengaruhi pekerjaan. Pada tabel 6, diketahui *error code* yang paling dominan yaitu A7 yang artinya bahwa pekerja melakukan operasi yang salah pada objek yang benar. Sedangkan *error code* lain yang teridentifikasi yaitu A1 artinya bahwa pekerja melakukan operasi terlalu lama atau terlalu pendek, A8 artinya pekerja menghilangkan operasi, dan A9 artinya bahwa pekerja melakukan operasi secara tidak lengkap.

Tabel 6. Identifikasi Human Error

No	Deskripsi Subtask	Code	Kondisi Probabilitas Error
1.	Pengangkutan kayu log ke log carriage	A7	Pekerja terburu-buru saat mengangkat kayu log menggunakan penjepit
			Ketidakpatuhan pekerja dalam penggunaan sepatu pelindung
2.	Pembelahan kayu log dengan mesin bandsaw	A9	Pekerja lalai tidak memberi pendingin (<i>cooler</i>) pada mesin bandsaw
			Ketidakpatuhan pekerja dalam penggunaan APD <i>earplug</i> pada area pengetaman yang memiliki tingkat kebisingan tinggi dari suara mesin <i>bandsaw</i>
3.	Mengetam lempeng kayu dengan mesin double planer	A7	Saat memasukkan kayu pada mesin, jari tangan pekerja masuk ke dalam mesin <i>double planer</i> akibat kelalaian dan tidak fokus
			Ketidakpatuhan pekerja dalam penggunaan APD sarung tangan <i>lifting</i>
4.	Memotong lempeng kayu menggunakan mesin circle	A7	Ketidakpatuhan pekerja dalam penggunaan APD <i>earplug</i> pada area pengetaman yang memiliki tingkat kebisingan tinggi dari suara mesin <i>double planer</i>
			Saat mempresisikan pemotongan, tangan pekerja ikut mendorong kayu hingga terkena pisau <i>circle</i> yang sedang berputar akibat kelalaian dan tidak fokus
5.	Mengetam kayu dengan mesin moulding	A7	Ketidakpatuhan pekerja dalam penggunaan APD sarung tangan <i>cut resistant</i>
			Saat memasukkan kayu pada mesin, jari tangan pekerja masuk ke dalam mesin <i>moulding</i> akibat kelalaian dan tidak fokus
6.	Memotong kayu dengan mesin potong dorong	A7	Ketidakpatuhan pekerja dalam penggunaan APD sarung tangan <i>lifting</i> , maupun <i>earplug</i> pada area pengetaman yang memiliki tingkat kebisingan tinggi dari suara mesin <i>moulding</i>
			Pekerja terburu-buru mengambil hasil pemotongan saat pisau potong dorong belum sepenuhnya berhenti berputar
7.	Membentuk double pen pada kayu	A9	Ketidakpatuhan pekerja dalam penggunaan APD sarung tangan <i>cut resistant</i>
			Pekerja tidak segera mengambil hasil komponen kayu yang telah menumpuk dengan kapasitas ruang hampir penuh
8.	Menyetel mesin <i>copy</i> dengan kayu acuan	A1	Pekerja terburu-buru saat mengunci mall <i>copy</i> pada mesin <i>copy</i>
			Ketidakpatuhan pekerja dalam penggunaan APD sarung tangan jenis <i>lifting</i>
9.	Membentuk komponen kayu dengan mesin <i>copy</i> panjang/bulat	A8	Pekerja teledor tidak menyemprotkan kompresor udara untuk menyingkirkan serpihan kayu yang berhamburan saat proses pembentukan.
10.	Membentuk komponen kayu dengan mesin spindle	A7	Pekerja membentuk komponen kayu dengan mesin spindle hanya menggunakan tangan dan tanpa bantuan alat press.
			Ketidakpatuhan pekerja dalam penggunaan APD sarung tangan <i>lifting</i>
11.	Mengebor komponen kayu sesuai ketentuan	A7	Pekerja terburu-buru saat mengebor komponen kayu
12.	Menumpulkan sudut komponen kayu dengan mesin pingul	A1	Pekerja terburu-buru saat menumpulkan sudut komponen kayu
			Ketidakpatuhan pekerja dalam penggunaan APD sarung tangan <i>lifting</i> dan kacamata
13.	Merakit komponen kayu menjadi kerangka komponen	A1	Pekerja terburu-buru dalam perakitan produk
			Ketidakpatuhan pekerja dalam penggunaan APD sarung tangan <i>lifting</i>
14.	Menyetel kerangka komponen menjadi produk	A1	Pekerja terburu-buru dalam penyetelan produk
			Ketidakpatuhan pekerja dalam penggunaan APD sarung tangan <i>lifting</i>

Sumber: Pengolahan Data

Konsekuensi *error* berupa analisis potensi kecelakaan kerja terhadap kondisi probabilitas *error*. Berdasarkan nilai probabilitas *human error* tertinggi, dimana pekerja tidak menggunakan APD secara lengkap, lalai dan tidak menjalankan pekerjaan sesuai prosedur kerja, terdapat konsekuensi terkena pisau *circle* yang sedang berputar, artinya potensi kecelakaan kerja dapat mengakibatkan luka robek pada tangan maupun jari, luka tembus tulang pada tangan, hingga jari terputus.

Tabel 7. Identifikasi Konsekuensi Error

No	Deskripsi <i>Subtask</i>	Konsekuensi <i>Error</i>
1.	Pengangkutan kayu log ke log carriage	Pekerja berpotensi tertimpa kayu log yang terjatuh karena penjepit belum sepenuhnya mencekram, sehingga mengakibatkan luka bengkok pada tangan, kaki maupun perut, luka terbuka pada jari tangan.
2.	Pembelahan kayu log dengan mesin bandsaw	Gergaji bandsaw putus, sehingga berpotensi melukai pekerja yang mengakibatkan luka terbuka pada tangan, kaki, maupun kening, hingga luka robek pada leher. Terganggunya pendengaran dan fokus pekerja, berpotensi kecelakaan kerja apabila pekerja tidak berhati-hati.
3.	Mengetam lempeng kayu dengan mesin double planer	Pekerja berpotensi terjepit mesin, mengakibatkan luka robek pada tangan maupun jari hingga kuku terlepas Terganggunya pendengaran dan fokus pekerja, berpotensi kecelakaan kerja apabila pekerja tidak berhati-hati
4.	Memotong lempeng kayu menggunakan mesin circle	Pekerja berpotensi terkena pisau <i>circle</i> yang sedang berputar, sehingga mengakibatkan luka robek pada tangan maupun jari, luka tembus tulang pada tangan, hingga jari terputus.
5.	Mengetam kayu dengan mesin moulding	Pekerja berpotensi terjepit mesin, sehingga mengakibatkan luka robek hingga luka terbuka pada jari tangan Terganggunya pendengaran dan fokus pekerja, berpotensi kecelakaan kerja apabila pekerja tidak berhati-hati
6.	Memotong kayu dengan mesin potong dorong	Pekerja berpotensi terkena mesin potong yang belum sepenuhnya berhenti berputar, sehingga mengakibatkan luka terbuka pada tangan, luka robek pada jari tangan, hingga jari terputus.
7.	Membentuk double pen pada kayu	Kayu terpelantak sehingga berpotensi mengenai pekerja, mengakibatkan luka lebam hingga luka lecet pada area wajah
8.	Menyetel mesin <i>copy</i> dengan kayu acuan	Pekerja berpotensi terjepit mesin <i>copy</i> , mengakibatkan luka robek hingga luka terbuka pada jari tangan
9.	Membentuk komponen kayu dengan mesin <i>copy</i> panjang/bulat	Pekerja berpotensi terkena serpihan kayu sehingga mengakibatkan mata kelilipan hingga gangguan pernapasan.
10.	Membentuk komponen kayu dengan mesin spindel	Pekerja berpotensi terkena mesin spindel, sehingga mengakibatkan luka terbuka pada tangan
11.	Mengebor komponen kayu sesuai ketentuan	Pekerja berpotensi terkena mata bor hingga terjepit press, sehingga mengakibatkan luka lecet hingga luka terbuka pada jari tangan.
12.	Menumpulkan sudut komponen kayu dengan mesin pingul	Pekerja berpotensi terkena mesin pingul, sehingga mengakibatkan luka robek pada tangan, mata kelilipan, hingga gangguan pernapasan.
13.	Merakit komponen kayu menjadi kerangka komponen	Pekerja berpotensi terjepit komponen kayu dan terkena alat rakit, sehingga mengakibatkan kuku terlepas hingga luka bengkok pada jari tangan.
14.	Menyetel kerangka komponen menjadi produk	Pekerja berpotensi terjepit kerangka kayu dan terkena alat setel, sehingga mengakibatkan luka robek tembus tulang pada jari tangan, luka terbuka hingga luka bengkok pada tangan.

Sumber: Pengolahan Data

Nilai Ordinal Probabilitas metode HEART berada pada rentang $0 < HEP < 1$, Nilai *low* jika $HEP < 0$. Medium jika $0 < HEP < 0,49$. Sedangkan *high* jika nilai $0,5 < HEP < 1$ [19]. Nilai Ordinal probabilitas pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Ordinal Probabilitas

No	Deskripsi <i>Subtask</i>	Ordinal Probability
1.	Pengangkutan kayu log ke log carriage	Medium
2.	Pembelahan kayu log dengan mesin bandsaw	High
3.	Mengetam lempeng kayu dengan mesin double planer	Medium
4.	Memotong lempeng kayu menggunakan mesin circle	High
5.	Mengetam kayu dengan mesin moulding	Medium

6.	Memotong kayu dengan mesin potong dorong	High
7.	Membentuk double pen pada kayu	Medium
8.	Menyetel mesin <i>copy</i> dengan kayu acuan	Medium
9.	Membentuk komponen kayu dengan mesin <i>copy</i> panjang/bulat	Medium
10.	Membentuk komponen kayu dengan mesin spindel	Medium
11.	Mengebor komponen kayu sesuai ketentuan	Medium
12.	Menumpulkan sudut komponen kayu dengan mesin pingul	Medium
13.	Merakit komponen kayu menjadi kerangka komponen	Medium
14.	Menyetel kerangka komponen menjadi produk	Medium

Sumber: Pengolahan Data

Adapun pekerja pada lokasi penelitian dilakukan sejauh ini tidak mematuhi dalam penggunaan APD. Padahal dalam penelitian terdahulu didapatkan bahwa salah satu penyebab utama terjadinya kecelakaan kerja adalah kurangnya kesadaran akan Kesehatan dan keselamatan kerja (*lack of safety awareness*) [20]. Oleh karena itu terdapat beberapa strategi usulan yang dapat diterapkan, antara lain pihak perusahaan perlu melakukan pelatihan mengenai K3 secara terjadwal disertai penjelasan mengenai resiko yang terjadi apabila tidak menggunakan APD kepada pekerja; pihak perusahaan hendaknya menyediakan APD sarung tangan sesuai kebutuhan dan area kerja seperti jenis *cut resistant* yaitu sarung tangan anti tusuk dan potong, dan jenis *lifting* yaitu sarung tangan anti goresan benda tajam; kepala bagian hendaknya menerapkan kebijakan untuk memberlakukan peraturan berupa teguran apabila pekerja tidak patuh dalam penggunaan APD, dan jika diulang kembali maka akan diberikan sanksi berupa surat peringatan.

Kondisi probabilitas *error* dimana pekerja terburu-buru dalam melakukan pekerjaan, terdapat strategi perbaikan yang dapat diterapkan, antara lain kepala bagian hendaknya melaksanakan briefing sebelum pekerjaan dimulai, dan pekerjaan yang diberikan haruslah berdasarkan SPK (Surat Perintah Kerja), sehingga target produksi akan jelas dan terpenuhi. Kondisi probabilitas *error* dimana pekerja lalai dan tidak fokus dalam melakukan pekerjaan, terdapat strategi perbaikan yang dapat diterapkan, antara lain kepala bagian hendaknya melaksanakan pengawasan atau *controlling* secara berkala, kepala bagian hendaknya memberi dukungan serta motivasi kerja yang berguna untuk menjaga fokus dan kualitas kerja.

Kondisi probabilitas *error* dimana pekerja tidak mengikuti alur dan prosedur kerja, terdapat strategi perbaikan yang dapat diterapkan, antara lain pihak perusahaan hendaknya melaksanakan *training* kepada pekerja baru mengenai alur dan prosedur kerja, kepala bagian hendaknya memberi arahan mengenai alur dan prosedur kerja secara rutin, sehingga pekerjaan akan terlaksana dengan baik, dan pihak perusahaan hendaknya memasang informasi tertulis berupa himbuan terkait prosedur kerja maupun prosedur keselamatan kerja. Untuk mendukung adanya strategi perbaikan yang melibatkan peran pihak perusahaan, maka dari itu, PT Wonojati Wijoyo hendaknya melakukan penambahan struktur organisasi bagian K3 dan melakukan perekrutan pihak K3 dengan kualifikasi yang kompeten. Dengan adanya pihak K3, maka regulasi mengenai kesehatan dan keselamatan pekerja di PT Wonojati Wijoyo dapat berjalan secara optimal.

SIMPULAN

Dari 12 proses terdapat 9 proses dengan 14 subtask berpotensi terjadi *human error* yang menyebabkan kecelakaan kerja. Nilai *Human Error Probability* (HEP) tertinggi sebesar 0,88827 yaitu pada *subtask* memotong lempeng kayu menggunakan *mesin circle*, artinya bahwa probabilitas *error* yang dilakukan sebesar 88,82% dengan tingkat probabilitas tinggi. Salah satu strategi perbaikan yang bertujuan untuk meminimalkan kecelakaan kerja, yaitu pihak perusahaan perlu melakukan pelatihan mengenai K3 secara terjadwal disertai penjelasan mengenai resiko yang terjadi apabila tidak menggunakan APD kepada pekerja. Untuk mendukung strategi perbaikan yang melibatkan peran pihak perusahaan, maka dari itu, PT Wonojati Wijoyo perlu melakukan penambahan struktur organisasi bagian K3 dan

melakukan perekrutan pihak K3 dengan kualifikasi yang kompeten. Dengan adanya pihak K3, maka regulasi mengenai kesehatan dan keselamatan pekerja di PT Wonojati Wijoyo dapat berjalan secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. E. Prayoga and Subakir, "Pengaruh keselamatan kerja, kesehatan kerja, dan keamanan kerja terhadap kepuasan kerja di PT. Swadaya Graha Gresik," *J. Sustain. Bus. Res.*, vol. 2, no. 2, pp. 21–27, 2021.
- [2] A. A. I. S. Wahyuni, D. Wahdiana, S. Hasugian, and A. A. I. S. B. Paramitha, "Pengaruh keselamatan kerja, kesehatan kerja, dan keamanan kerja terhadap kepuasan kerja di PT. Swadaya Graha Gresik," *J. Ilm. Rekam Medis dan Inform. Kesehat.*, vol. 11, no. 1, pp. 60–64, 2021.
- [3] R. A. Putra, F. Harianto, and F. F. Alrizal, "Analisis Pengaruh Kepemimpinan Mandor Dan Kedisiplinan Pekerja (Tukang Dan Kuli) Terhadap Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3)," *Pros. Semin. Teknol. Perencanaan, Perancangan, Lingkungan, dan Infrastruktur*, pp. 63–69, 2021.
- [4] S. Zetli, "Analisis Human Error dengan Pendekatan Metode SHERPA dan HEART pada Produksi Batu Bata UKM Yasin," *J. INTECH Tek. Ind. Univ. Serang Raya*, vol. 7, no. 2, pp. 147–156, 2021.
- [5] J. L. Bell and J. C. Williams, "Evaluation and consolidation of the HEART human reliability assessment principles," *Adv. Intell. Syst. Comput.*, vol. 589, no. 161, pp. 3–12, 2018, doi: 10.1007/978-3-319-60645-3_1.
- [6] R. Nurhayati, I. Ma'rufi, and R. I. Hartanti, "Penilaian Human Error Probability dengan Metode Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART) Studi di Departemen Finishing PT Eratex Djaja, Tbk," *e-Jurnal Pustaka Kesehat.*, vol. 5, no. 3, pp. 565–571, 2017.
- [7] D. M. Safitri, A. R. Astriaty, and N. C. Rizani, "Human Reliability Assessment dengan Metode Human Error Assessment and Reduction Technique pada Operator Stasiun Shroud PT. X," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–7, 2015.
- [8] V. A. Alfano and R. Rusindiyanto, "Analisis Human Error pada Proses Produksi Gula dengan Menggunakan Metode Sherpa dan Heart Untuk Meminimalkan Kecelakaan Kerja di PG Rejo Agung Baru Madiun," *Juminten J. Manaj. Ind. dan Teknol.*, vol. 2, no. 3, 2021.
- [9] E. R. N. Hantara and N. Susanto, "Analisis Human Error pada Pekerja Borong dengan Metode SHERPA dan HEART pada Unit SKT BL 53 PT Djarum Kudus," *Ind. Eng. Online J.*, vol. 9, no. 4, 2020.
- [10] A. S. P. Utama, W. Tambunan, and L. D. Fathimahayati, "Analisis Human Error pada Proses Produksi Keramik dengan Menggunakan Metode HEART dan SHERPA," *J. INTECH Tek. Ind. Univ. Serang Raya*, vol. 6, no. 1, pp. 12–22, 2020.
- [11] A. S. Pamuka and N. Susanto, "Human Reliability Assesment Dengan Metode Heart Sebagai Upaya Mengurangi Human Error Pada Pt. Multipanel Intermitra Mandiri," *Ind. Eng. Online J.*, vol. 7, no. 3, pp. 1–7, 2018.
- [12] Y. Widharto, D. Iskandari, and D. Nurkertamanda, "Analisis Human Reliability Assessment Dengan Metode HEART (Studi Kasus PT ABC)," *J. Online Tek. Ind. Univ. Diponegoro*, vol. 13, no. 3, pp. 141–150, 2018.
- [13] I. Pratiwi, M. Masita, Munawir, and R. Fitriadi, "Human error analysis using sherpa and heart method in Batik Cap production process," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 674, 2019.
- [14] M. Catelani, L. Ciani, G. Guidi, and G. Patrizi, "An enhanced SHERPA (E-SHERPA) method for human reliability analysis in railway engineering," *Reliab. Eng. Syst. Saf.* 215, 2021.
- [15] P. Khaleghi, H. Akbari, N. M. Alavi, M. M. Kashani, and Z. Batooli, "Identification and analysis of human errors in emergency department nurses using SHERPA method," *Int. Emerg. Nurs.*, vol. 62, 2022.
- [16] N. C. Brownstein, T. A. Louis, A. O'Hagan, and J. Pendergast, "The Role of Expert Judgment in Statistical Inference and Evidence-Based Decision-Making," *Am. Stat.* 73, vol. 73, pp. 56–68, 2019.
- [17] W. A. Guspara, W. T. Satwikasanti, and L. Jiyan, "Hierarchical Task Analysis dalam pengembangan gagasan produk," *Prod. J. Desain Prod. (Pengetahuan dan Peranc. Produk)* 3, vol. 3, no. 4, pp. 133–140, 2018.
- [18] R. Onofrio and P. Trucco, "A methodology for Dynamic Human Reliability Analysis in Robotic Surgery," *Appl. Ergon.* 88, 2020.

Human Error Analysis to Minimize Work Accidents Using the HEART and SHERPA Methods at PT. Wonojati Wijoyo / Salma Noventya Cahyani, M. Tutuk Safiri, Dwi Sukma Donoriyanto, Nur Rahmawati

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2022 Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. All Right reserved. This is an open access article under the CC BY licence (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

-
- [19] E. Mas'idah, A. Syakhroni, and A. A. Rachmawati, "Analisis Kesalahan Manusia Pada Pengemudi Bus Rapid Transit (BRT) Menggunakan Metode Human Error Assessment And Reduction Technique (HEART) dan Systematic Human Error Reduction And Prediction," *J. OPSI*, vol. 12, no. 2, 2019.
- [20] L. Hou, S. Wu, G. (Kevin) Zhang, Y. Tan, and Xiangyu Wang, "Literature review of digital twins applications in construction workforce safety," *Appl. Sci.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–21, 2020.