

Analisis *Human Error Probability* Menggunakan Metode HEART Pada Pekerjaan *Printing* di Perusahaan Karung Plastik

Novira Alifia Putri^{1*}, Haidar Natsir Amrullah^{1*} dan Am Maisarah Disrinama²

^{1,2,3}Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

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

Abstrak

Perusahaan karung merupakan suatu badan usaha yang bergerak di bidang manufaktur yang memproduksi 2 jenis kemasan berupa *woven bag* dan *jumbo bag*. Perusahaan karung plastik ini memiliki data kecelakaan kerja yang semakin meningkat tiap tahunnya. Data kecelakaan perusahaan yang menyumbang angka kecelakaan tertinggi yaitu pekerjaan *printing* sebanyak 24%. Pada pekerjaan *printing* untuk memproduksi karung plastik ini menggunakan mesin *printing Flexo Roll Tol Roll* (RTR). Faktor manusia menjadi penyebab utama terjadinya kecelakaan pada pekerjaan *printing*. Maka dari itu, tujuan penelitian ini untuk menentukan *Human Error Probability* (HEP) pekerjaan *printing* menggunakan pendekatan metode *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART) untuk menentukan nilai probabilitas terjadinya *human error* pada pekerjaan *printing* dan dapat memberikan rekomendasi perbaikan yang tepat sehingga kecelakaan kerja pada pekerjaan *printing* dapat diminimalisir. Berdasarkan hasil analisis dihasilkan HEP tertinggi pada *subtask* 4.5 pembersihan sisa tinta yang menempel di *roll* mesin dengan nilai sebesar 1,0944. Pengendalian yang dapat diberikan sesuai dengan hierarki pengendalian yaitu *engineering control* dengan membuat plat untuk pembersihan sisa tinta yang menempel di *roll* dengan cara menekan tombol utama. Pengendalian tersebut akan mengurangi hubungan atau interaksi operator dengan mesin saat melakukan pembersihan tinta yang mengakibatkan *human error*, agar lebih aman, dan mengurangi beban kerja kesalahan operator. Selain itu, pengendalian berupa pemahaman instruksi kerja yang terstruktur dan pentingnya penggunaan alat pelindung diri selama bekerja juga harus diberikan kepada operator.

Kata Kunci: HEART, *Human Error*, *Human Reliability Assessment* (HRA), *Printing Roll To Roll* (RTR), *Redesign* Plat Pembersih Tinta

Abstract

The plastic sack company is a business entity engaged in manufacturing that produces 2 types of packaging in the form of woven bags and jumbo bags. This plastic sack company has work accident data that is increasing every year. The company's accident data that contributes to the highest accident rate is printing work as much as 24%. In printing work to produce this plastic sack using Flexo Roll Tol Roll (RTR) printing machine. Human factors are the main cause of accidents in printing work. Therefore, the purpose of this study is to determine the Human Error Probability (HEP) of printing work using the Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART) method approach to determine the probability value of human error in printing work and can provide appropriate improvement recommendations so that work accidents in printing work can be minimized. Based on the results of the analysis, the highest HEP is generated in subtask 4.5 cleaning the remaining ink attached to the roll machine with a value of 1.0944. Controls that can be given in accordance with the control hierarchy are engineering control by making a plate for cleaning the remaining ink attached to the roll by pressing the main button. These controls will reduce the operator's relationship or interaction with the machine when cleaning ink which results in human error, make it safer, and reduce the operator's error workload. In addition, controls in the form of understanding structured work instructions and the importance of using personal protective equipment during work must also be given to operators.

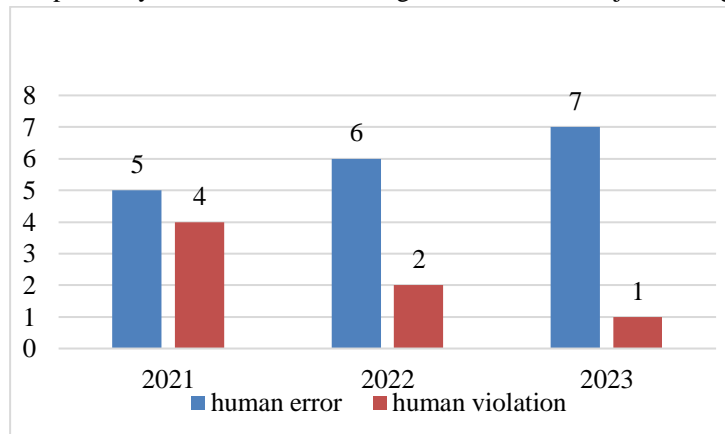
Keywords: HEART, *Human Error*, *Human Reliability Assessment* (HRA), *Ink Cleaning Plate Redesign*, *Printing Roll To Roll*

1. PENDAHULUAN

Menurut Kementerian Perindustrian pembuatan karung plastik (*packaging*) yang merupakan salah satu produk kemasan dengan peningkatan permintaan dari setiap tahunnya yang akan mempengaruhi tingginya produksi dan konsumsi (Erlyana, 2020). Menurut data dari BPJS Ketenagakerjaan tahun 2017, kasus kecelakaan kerja di Indonesia masih relative tinggi telah terjadi kasus kecelakaan kerja sebanyak 108.573 kasus (Dwi Cahya dkk., 2024). Sektor manufaktur dan konstruksi menyumbang angka kecelakaan kerja terbesar dengan persentase sebesar 63,6% (Rahmatullah dkk., 2022).Perusahaan karung plastik ini mempunyai target *zero accident*, namun pada kenyataannya masih banyak terjadi *accident* selama proses produksi.

Menurut data perusahaan salah satunya pekerjaan yang menyumbang sebagai besar kasus kecelakaan yaitu pekerjaan *printing* dengan presentase 24%. Pekerjaan *printing* menggunakan mesin flexo yang memiliki tahapan cukup kompleks dan selama proses pengerjaannya dilakukan secara cepat (Galingging & Ali, 2020), sehingga terdapat kecenderungan manusia untuk melakukan kesalahan. Pekerjaan *printing* juga membutuhkan tenaga manusia (operator) untuk pengoperasian mesin RTR yang dilakukan secara berulang-ulang selama 3 *shift* dalam sehari (Supmana & Rian Prasetyo, 2024). Aktivitas repetitif atau monoton mudah menimbulkan rasa lelah baik fisik maupun secara mental (*stres*), terlebih jika pekerjaan tersebut membutuhkan konsentrasi yang tinggi dalam jangka waktu relatif lama dan banyak faktor lingkungan yang juga dapat mempengaruhinya (Wardhana Hutabarat dkk., 2019). Seseorang dengan beban stres berlebihan akan mempunyai probabilitas makin tinggi melakukan *human error* (Yunus dkk., 2022).

Terjadinya kecelakaan kerja yang terjadi pada divisi *printing* disebabkan oleh banyak faktor salah satunya adalah kesalahan manusia. Kecelakaan yang pernah terjadi pada divisi *printing* adalah tangan terjepit yang disebabkan oleh kelalaian operator mesin RTR, dimana saat melakukan pengecekan proses *printing* operator tidak mematikan mesin yang sedang berputar dengan kecepatan tinggi. Pengecekan yang dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat kotoran dari tinta yang menggumpal pada *roll* mesin. Kotoran yang menempel pada *roll* mesin dapat menyebabkan kualitas karung menurun atau menjadi barang *defect*.



Gambar 1. Jumlah Kecelakaan Kerja Pekerjaan *Printing* Tahun 2021-2023
(sumber: Data Perusahaan Karung Plastik)

Diketahui pada Gambar 1 tersebut bahwa jumlah kecelakaan kerja pada pekerjaan *printing* meningkat setiap tahunnya. Berdasarkan laporan kecelakaan kerja yang didapatkan dari perusahaan, *unsafe action* kesalahan- kesalahan (*error*) lebih mendominasi sebagai penyebab dari kecelakaan kerja yang terjadi dalam rentang tahun 2021 hingga 2023. Kecelakaan kerja pada pekerjaan *printing* dapat menghambat proses produksi dan apabila dari pihak perusahaan tidak ada upaya untuk mengatasinya, maka kedepannya akan berpotensi terjadinya kasus kecelakaan yang serupa sehingga jumlah kecelakaan kerja akan terus meningkat setiap tahunnya.

Berdasarkan kajian permasalahan diatas, diperlukan suatu analisis untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi timbulnya *human error*, seberapa besar probabilitas terjadinya *human error*, serta menentukan solusi yang dapat dilakukan untuk mengurangi kemungkinan *error* pada pekerjaan *printing* mesin *Roll To Roll* agar kecelakaan kerja pada pekerjaan *printing* dapat diminimalisir (Priyohadi dkk., 2021). *Human Reliability Assesment* (HRA) merupakan salah satu pendekatan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat keandalan manusia yang menjadi anggota dari suatu sistem. Salah satu metode HRA dalam bidang K3 adalah metode *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART). Metode HEART merupakan metode yang didasarkan pada prinsip umum bahwa untuk setiap task dalam kehidupan sehari-hari ada kemungkinan kegagalan. Masing-masing task akan mempengaruhi berbagai tingkat kondisi yang menyebabkan kesalahan

atau yang disebut dengan *Error Producing Condition* (EPC) . Metode HEART juga termasuk pendekatan yang sederhana dan cepat untuk menilai probabilitas kesalahan manusia (Utama dkk., 2020). Dari hasil analisis HEART akan didapatkan nilai HEP. Nilai HEP yang tertinggi nantinya akan diberikan rekomendasi perbaikan sesuai dengan hierarki pengendalian guna meminimalisir probabilitas *human error* di pekerjaan *printing* perusahaan karung plastik

2. METODE

- Metode HEART

Metode HEART merupakan metode yang diperkenalkan Williams pada tahun 1985 dimana HEART merupakan metode yang dirancang sebagai metode HRA yang cepat dan sederhana dalam mengkuantifikasi risiko *human error* (Bell & Holroyd, 2009). Metode ini secara umum dapat digunakan pada situasi atau industri dimana *human reliability* menjadi suatu hal yang penting (Sihaloho dkk., 2023). Berikut untuk menghitung *Human Error Probability* dengan menggunakan metode HEART (Parastuti, 2009 dalam Suryani, 2015) maka dilakukan beberapa langkah berikut:

1. Mengklasifikasi jenis tugas/ pekerjaan

Tahap ini merupakan tahap pengklasifikasian jenis tugas atau pekerjaan objek yang diteliti berdasarkan GTTs (*Generic Task Types*) pada metode HEART. Nilai GTTs dapat dilihat pada Tabel 1. bersamaan dengan nominal *human unreliability* nya

2. Mengidentifikasi kondisi yang menimbulkan kesalahan

Tahap ini merupakan tahap identifikasi di lapangan yang menimbulkan kesalahan kemudian dikaitkan dengan EPCs yang ada pada metode HEART. Nilai EPCs dapat dilihat pada Tabel 2, bersamaan dengan total faktor dari tiap EPCs.

3. Menentukan nilai *Proportion of Affect* (POA)

Tahap ini menentukan nilai *Proportion of Affect* (POA) dampak dari setiap EPCs yang telah ditentukan. Dinyatakan dengan range 0-1, dimana nilai 0 tidak berpengaruh terhadap EPC sedangkan nilai 1 dapat berpengaruh langsung terhadap EPC. Kriteria penilaian POA dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1. Nilai *Generic Task Types* (GTTs)

<i>Generic Task</i>		NHU
A	Pekerjaan/task yang benar-benar asing/tidak dikuasai, dilakukan pada suatu kecepatan tanpa konsekuensi yang jelas	0.55
B	Mengubah atau mengembalikan sistem ke keadaan yang baru atau awal dengan satu upaya tunggal tanpa pengawasan atau prosedur	0.26
C	Pekerjaan yang kompleks dan membutuhkan tingkat pemahaman dan keterampilan yang tinggi	0.16
D	Pekerjaan yang cukup sederhana, dilakukan dengan cepat atau membutuhkan sedikit perhatian	0.09
E	Pekerjaan yang rutin, terlatih, dan memerlukan tingkat keterampilan yang rendah	0.02
F	Mengembalikan atau menggeser sistem ke kondisi awal atau baru dengan mengikuti prosedur dengan beberapa pemeriksaan	0.02
G	Pekerjaan yang sudah familiar/dikenal, dirancang dengan baik, merupakan tugas rutin yang terjadi beberapa kali per jam, dilakukan berdasarkan standard yang sangat tinggi oleh personel yang telah terlatih dan berpengalaman dengan waktu untuk memperbaiki kesalahan yang potensial	0.0004
H	Menanggapi perintah sistem dengan benar bahkan ada sistem pengawasan otomatis tambahan yang menyediakan interpretasi akurat	0.00002

Tabel 2. Nilai *Error Producing Conditions* (EPCs)

<i>Error Producing Condition (EPC)</i>		Total Effect	<i>Error Producing Condition (EPC)</i>		Total Effect
1	Tidak biasa dengan situasi dimana hal itu secara potensial penting, tetapi hanya sesekali terjadi atau baru terjadi	17	20	Ketidaksesuaian antara tingkat pencapaian pendidikan dari individu dengan persyaratan yang diharuskan dalam tugas	2
2	Waktu yang tersedia terbatas atau singkat untuk mendeteksi dan mengoreksi kesalahan	11	21	Dorongan untuk menggunakan prosedur lain yang lebih berbahaya	2
3	Rendahnya rasio antara penerimaan informasi (<i>signal</i>) terhadap gangguan (<i>noise</i>) sekitar	10	22	Kurangnya waktu dan kesempatan untuk melatih pikiran dan tubuh diluar jam pekerjaan	1,8
4	Adanya penekanan / penolakan terhadap informasi atau keunggulan yang mana terlalu mudah untuk diterima	9	23	Alat yang tidak dapat diandalkan	1,6
5	Tidak adanya alat-alat yang menyampaikan secara fungsional kepada operator	8	24	Kebutuhan untuk membuat suatu keputusan yang diluar kapasitas atau pengalaman dari operator	1,6
7	Tidak adanya alat untuk membalikan tindakan yang tidak diinginkan	8	26	Tidak ada langkah yang nyata untuk tetap berada pada jalur kemajuan selama aktivitas (mengawasi proses)	1,4
8	Kapasitas yang berlebihan dalam saluran, khususnya salah satunya diakibatkan oleh informasi yang datang secara bersamaan	6	27	Bahaya yang disebabkan terbatasnya kemampuan fisik	1,4
9	Perlunya untuk meninggalkan suatu teknik lain dengan menggunakan filosofi yang berlawanan	6	28	Kecil atau tidak adanya peran yang berarti dalam tugas	1,4
10	Kebutuhan untuk mentransfer pengetahuan yang spesifik antar tugas tanpa menimbulkan kerugian	6	29	Tingkat emosi dan stress yang tinggi	1,3

11	Keraguan pada standar performansi yang diharuskan	5,5	30	Bukti kesehatan yang buruk antara operator terutama demam	1,2
12	Mengesampingkan informasi atau fitur yang terlalu mudah diakses	4	31	Tingkat disiplin pekerja yang rendah	1,2
13	Tidak sebanding antara persepsi dengan resiko nyata	4	32	Ketidakesesuaian antara display dan prosedur	1,2
14	Tidak ada konfirmasi yang jelas, langsung, dan tepat waktu dari suatu tindakan yang dimaksudkan dari bagian dari sistem dimana kontrol diberikan	4	33	Kondisi lingkungan yang buruk atau tidak mendukung	1,15
15	Operator yang tidak berpengalaman (atau baru dan berkualitas tapi tidak ahli)	3	34	Siklus berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan dengan beban mental kerja yang rendah	1,1
16	Miskinnya kualitas dalam informasi yang disampaikan oleh prosedur dan interaksi antar manusia	3	35	Terganggunya siklus tidur normal	1,05
17	Sedikit atau tidak adanya kebebasan dalam pemeriksaan atau pengujian pada <i>output</i> / keluaran	3	36	Kecepatan tugas yang disebabkan oleh campur tangan orang lain	1,06
18	Konflik antara tujuan jangka pendek dengan tujuan jangka panjang	2,5	37	Penambahan anggota tim yang sebenarnya tidak dibutuhkan	1,03
19	Tidak adanya perbedaan dari input informasi untuk pengecekan ketelitian	2	38	Usia operator yang melakukan pekerjaan	1,02

4. Menentukan nilai *Proportion of Affect* (POA)

Tabel 3. Kriteria Penilaian *Proportion of Affect* (POA)

<i>Penilaian Proportion</i>	Keterangan
0	EPC tidak berpengaruh terhadap HEP
0.1	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi > 5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 3 EPC yang lain
0.2	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi > 5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 2 EPC yang lain
0.3	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi > 5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 1 EPC yang lain
0.4	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi > 5 kali setiap shift) terjadi dan tanpa disertai EPC yang lain

0.5	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC jarang (frekuensi = 2-5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 2 EPC yang lain
0.6	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC jarang (frekuensi = 2-5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 1 EPC yang lain
0.7	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC jarang (frekuensi = 2-5 kali setiap shift) terjadi dan tanpa disertai EPC yang lain
0.8	Dapat langsung berpengaruh terhadap HEP jika EPC satu kali terjadi dan disertai dengan minimal 2 EPC
0.9	Dapat langsung berpengaruh terhadap HEP jika EPC satu kali terjadi dan disertai dengan minimal 1 EPC
1	Dapat langsung berpengaruh terhadap HEP jika EPC satu kali terjadi dan tanpa disertai dengan EPC yang lain

5. Menghitung nilai *Assessed of Effect* (AE)

Melakukan perhitungan nilai *Assessed Effect* yang didapatkan dari EPC yang telah diidentifikasi. Menghitung dampak dari masing- masing EPC dengan persamaan (Kirwan, 1994):

$$A E = [(E P C - 1) \times P o A] + 1 \quad (2.1)$$

Keterangan:

- AE : *Assessed Effect*
EPC : *Error Producing Condition*
PoA : *Proportion of Affect*

6. Menghitung Nilai *Human Error Probability* (HEP)

Melakukan perhitungan *Human Error Probability* dengan menghitung keseluruhan probabilitas kegagalan tugas berdasarkan persamaan (Kirwan, 1994):

$$H E P = [N H U \times A E 1 \times A E 2 \times A E 3 \times \dots \dots A E n] \quad (2.2)$$

Keterangan:

- HEP : *Human Error Probability*
NHU : *Nominal Human Unrealibility*
AE : *Assessed Effect*
n : Banyaknya data

Hasil dari perhitungan nilai *Human Error Probability* (HEP) memiliki range antara 0-1 atau 0-100%, dimana apabila terdapat perhitungan dengan nilai diatas 1 atau 100% maka nilai tersebut diasumsikan sebagai 1 atau 100%. Nilai *Human Error Probability* (HEP) tidak akan melebihi 1 atau 100% (Williams, 1986).

• Hierarki Pengendalian

Hierarki pengendalian risiko merupakan suatu urutan-urutan untuk pencegahan dan pengendalian risiko yang mungkin timbul yang terdiri dari beberapa tingkatan secara berurutan (Moniaga & Syela Rompis, 2019). ISO 45001 memberikan pedoman pengendalian risiko yang lebih spesifik untuk bahaya K3 dengan pendekatan sebagai berikut:

1. Eliminasi: pengendalian risiko dengan cara menghilangkan sumber risiko atau bahayanya.
2. Substitusi: didefinisikan sebagai penggantian bahan yang berbahaya dengan bahan yang lebih aman
3. *Engginerig Control*: merupakan upaya menurunkan tingkat risiko dengan mengubah desain tempat kerja, mesin, peralatan, atau proses kerja menjadi lebih aman.
4. Pengendalian Administrasi: Teknik ini salah satunya dengan cara pembuatan prosedur kerja pada masing-masing bagian untuk memperjelas atau membantu pekerja tetap pada cara penambahan rambu-rambu keselamatan pada setiap bagian yang berguna untuk selalu mengingatkan pekerja tentang pentingnya keselamatan dan kesehatan kerja
5. Alat Pelindung Diri: Teknik ini merupakan hal terakhir dalam upaya pengendalian risiko. APD disesuaikan dengan kebutuhan dan jenis risiko pada masing-masing area kerja (Putra dkk., 2024).

3. **HASIL DAN PEMBAHASAN**

• **Perhitungan *Human Error Probability***

Dari perhitungan yang telah dilakukan dengan menggunakan HEART (*Human Error Assessment and Reduction Technique*) maka rekapitulasi hasil perhitungan yang didapatkan adalah seperti yang tercantum dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan HEP Semua *Subtask* Pekerjaan *Printing*

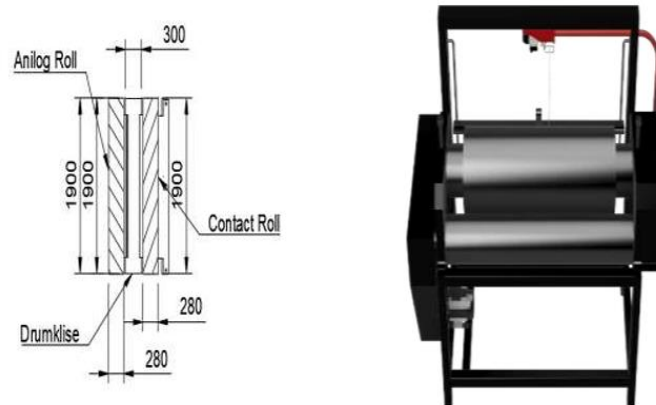
<i>Sub Task</i>	Elemen Kerja	Potensial Error	No. EPC	HEP
1.1	Penggunaan alat pelindung diri (APD)	Operator melepas APD saat pekerjaan berlangsung	12 31	0,06384
		Operator tidak memeriksa kondisi APD sebelum digunakan	28 34	0,02307
1.2	Pemasangan <i>drumklise</i> sesuai order gambar kerja	Operator salah memasang <i>drumklise</i> dengan ukuran yang tidak sesuai dengan order kerja	15 16	0,00230
1.3	Pengisi tinta ke dalam bak sirkulasi dengan cara menyalakan pompa sirkulasi	Operator salah menuangkan warna tinta ke dalam bak sirkulasi tinta	16 32 38	0,18033
		Operator tidak berhati-hati sehingga dapat terkena cipratan tinta	18 33	0,14420
1.4	Melakukan pemeriksaan corona	Operator tidak teliti dalam melakukan pemeriksaan corona	15 18	0,2349
1.5	Menaikan <i>roll</i> untuk dipasang ke <i>winder</i>	Operator memasang <i>roll</i> dalam keadaan terbalik	15 18 27	0,40089
1.6	Memasukkan karung mengikuti jalur mulai dari <i>unwinder</i> , corona, <i>dancing roll</i> , area <i>printing</i> , <i>dryer</i> , <i>dancing roll</i> , sampai ke <i>winder</i>	Memasukkan karung tidak sesuai dengan instruksi kerja yang telah ditentukan	15 16 18	0,50112
1.7	Melakukan pemeriksaan sebelum dan selama pengoperasian dengan checklist	Operator tidak memeriksa secara keseluruhan mesin selama pengoperasian berlangsung	15 18	0,4259
2.1	Menyalakan panel utama mesin dengan memutar kunci pada posisi "ON"	Operator salah tekan tombol	15 23	0,30672
2.2	Memutar <i>rubber roll</i> pada bak tinta dengan menekan tombol	<i>Rubber roll</i> dan anilog dalam kondisi tidak seimbang akan mengakibatkan tinta tidak dapat menempel di area <i>rubber roll</i>	11 15 18	0,05198
2.3	Menjalankan mesin dengan menekan tombol warna hijau	Operator salah tekan tombol	15 18 32	0,35078
2.4	Melakukan <i>setting</i> EPC depan dan belakang untuk menentukan posisi <i>roll</i>	Operator tidak melakukan <i>setting</i> posisi karung saat <i>printing</i> sehingga posisi karung terlalu tepi	15 18	0,02592
2.5	Mengecek panjang potongan pada karung hasil cetak	Operator kurang teliti dalam mengecek panjang potong karung karena alat penunjang belum dipersiapkan sebelumnya	14	0,198
3.1	Menekan tombol ZIBEI DOWN untuk menurunkan tuas stopper <i>roll</i> 1	Operator terlambat menekan tombol yang menyebabkan <i>roll</i> satu dengan yang lainnya saling bertabrakan	14 15 18	0,04240
3.2	Menggeser <i>roll</i> 1 pada tuas yang digerakkan air cylinder	Operator terlambat menggerakkan air cylinder yang menyebabkan <i>roll</i> jatuh	14 15 18	0,04240
3.3	Menurunkan <i>roll</i> 2 dari tempat <i>roll</i> cadangan ke posisi <i>winder</i>	Operator terlambat menggerakkan air cylinder yang menyebabkan <i>roll</i> jatuh	14 15 18	0,04240
3.4	Menekan tombol ZIBEI UP untuk menaikkan tuas <i>stopper</i>	Operator terlambat menekan tombol yang menyebabkan <i>roll</i> terlepas dari air cylinder	14 15 18	0,04240
4.1	Menambahkan tinta <i>printing</i> secara periodik	Operator terlambat menambahkan tinta maka akan terjadi blocking	15 17 18	0,02462
4.2	Melakukan <i>setting</i> jarak antara <i>roll anilog</i> dengan <i>roll klise</i>	Operator tidak melakukan pengaturan jarak sesuai dengan prosedur	15 16 18	0,03009
4.3	Melakukan <i>setting</i> tekanan hidrolis antara <i>roll klise</i> dan <i>contact roll</i>	Operator tidak melakukan pengaturan tekanan hidrolis dengan seimbang menyebabkan hasil <i>printing</i> tidak keluar	15 17 18	0,02462

4.4	Pengecekan hasil printing <i>woven bag</i> di <i>roll</i> mesin	Operator gagal dalam melakukan indentifikasi hasil <i>printing woven bag</i>	12 15	0,4536
4.5	Pembersihan sisa kotoran/tinta yang menempel di <i>roll</i> (apabila terdapat kotoran)	Operator tidak berhati-hati saat melakukan pembersihan kotoran/sisa tinta yang menempel di <i>roll</i> dengan menggunakan alat yang tidak <i>safety</i>	12 15 21	1,00
		Operator tidak melaksanakan prosedur (membersihkan kotoran/sisa tinta dalam keadaan <i>roll</i> berputar dengan kecepatan yang tinggi)	11 18	0,9776
4.6	Menambahkan <i>reducer</i> secara periodik	Operator terlambat menambahkan <i>reducer</i> maka akan terjadi <i>blocking</i>	15 17 18	0,73872
4.7	Menurunkan dan menggeser gelondongan karung yang sudah melalui proses <i>printing</i>	Operator tidak hati hati saat proses menurunkan dan menggeser gelondongan karung yang sudah di <i>printing</i>	15 18	0,0912
4.8	Memotong satu potongan karung setiap gulungan untuk pengecekan di <i>Quality Control (QC)</i>	Operator tidak melaksanakan prosedur kerja yang sudah ditentukan	11 15	0,1824
5.1	Mematikan mesin dengan menekan tombol "OFF"	Operator salah tekan tombol	15 23	0,30672
5.2	Mengangkat brake band dari gulungan karung	Operator lupa tidak mengangkat brake band	18 27 38	0,00984
5.3	Mengangkat gulungan hingga masuk ke dalam tuas silinder	Operator mengangkat gulungan sendiri menyebabkan gulungan tidak seimbang saat ditarik	12 18 29	0,00211
5.4	Melepaskan gulungan karung dari tuas air silinder	Operator tidak hati hati saat proses melepaskan karung	18 27	0,00101
6.1	Membersihkan bak tinta atas dan bawah	Operator tidak hati hati saat membersihkan bak tinta karena dapat terjadi terkena cipratan sisa tinta	15 18 33	0,01331
6.2	Membersihkan tutup bak tinta	Operator tidak berhati-hati saat melakukan pembersihan tutup bak tinta	15 18 21	0,44928
6.3	Membersihkan area bawah mesin	Masih terdapat kotoran yang tercecer di sekitar area bawah mesin	15 18 33	0,08025
6.4	Membersihkan penutup gear samping	Operator tidak melakukan sesuai dengan prosedur kerja yang sudah ditentukan	11 15 18	0,26448
6.5	Membersihkan <i>contact roll</i>	Operator tidak melakukan sesuai dengan prosedur kerja yang sudah ditentukan (dapat kejatuhan <i>contact roll</i>)	11 15 18	0,29184
6.6	Membersihkan kotoran yang tercecer (di luar mesin)	Masih terdapat kotoran yang tercecer di sekitar mesin	18 33 34	0,03410

Dari Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa nilai HEP tertinggi yang pertama pekerjaan *printing* terdapat pada *subtask* 4.5 pembersihan sisa kotoran atau tinta yang menempel di *roll* (apabila terdapat kotoran) dipotensial *error* pertama yaitu operator tidak berhati-hati saat melakukan pembersihan kotoran atau sisa tinta yang menempel di *roll* dengan menggunakan alat yang tidak *safety* dengan nilai AE1 dan HEP sebesar 1,0944 karena hasil perkalian faktor menghasilkan nilai diatas 1,00, maka probabilitas kegagalan harus diasumsikan sebagai 1,00 dan tidak lebih (Williams, 1992). Nilai HEP tertinggi kedua terdapat pada *subtask* 4.5 dipotensial *error* yang kedua yaitu operator tidak melaksanakan prosedur yang sudah ditentukan (membersihkan kotoran atau sisa tinta dalam keadaan *roll* berputar dengan kecepatan tinggi) dengan nilai AE2 dan HEP sebesar 0,9776. Nilai HEP tertinggi yang ketiga terdapat pada *subtask* 4.6 menambah *reducer* secara periodik dengan nilai HEP sebesar 0,73872 sedangkan nilai Nilai HEP terendah pada terdapat pada *subtask* 5.4 melepaskan gulungan karung dari tuas air silinder dengan nilai HEP sebesar 0,00101.

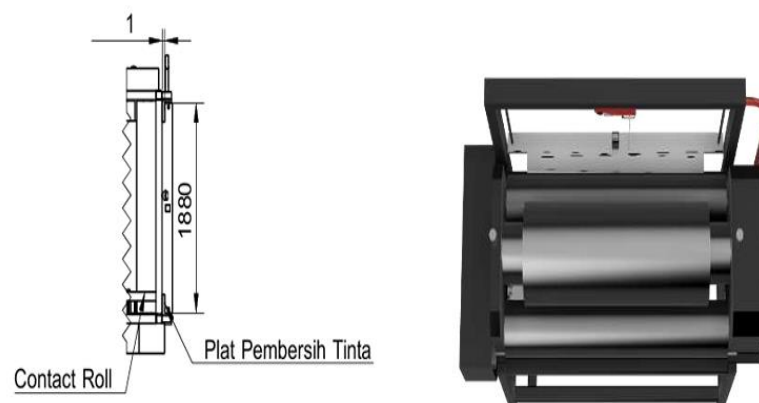
- **Rekomendasi**

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode HEART didapatkan nilai 3 nilai HEP tertinggi yang harus diberikan sebuah perbaikan atau pengendalian sesuai dengan hierarki pengendalian. Pengendalian yang dapat dilakukan untuk subtask 4.5 baik bagi potensial AE1 dan AE2 yaitu rekayasa teknik dengan membuat alat yang lebih aman (*safety*) seperti membuat plat pembersih tinta yang dapat dioperasikan dengan bantuan operator yaitu menekan tombol utama yang dilengkapi juga dengan instruksi kerja yang terstruktur guna mengurangi ketidakpahaman operator dalam melaksanakan pekerjaan *printing*. Selain itu, untuk *subtask* 4.6 dapat melakukan pengendalian berupa administrasi dengan cara memberikan pemahaman atau sosialisasi kepada operator terkait kondisi saat penambahan reducer harus dilakukan. Bukan hanya itu saja penggunaan alat pelindung diri selama bekerja harus diterapkan dan menjadi budaya kerja untuk semua operator.



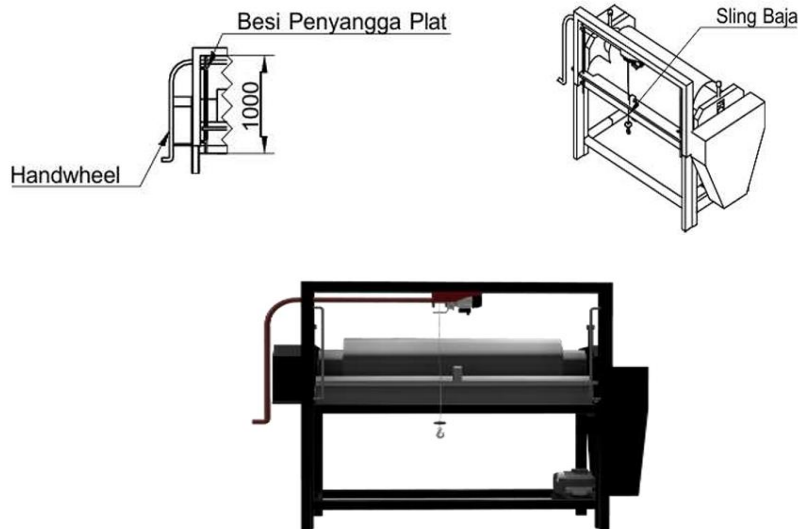
Gambar 2. *Redesign* Mesin *Printing* Tampak Depan

Gambar 2. merupakan *redesign* mesin *printing* tampak depan dimana terdapat komponen-komponen diantaranya yaitu: *contact roll* berbahan besi dengan ukuran diameter 28 cm dan panjang 190 cm, *anilox roll* berbahan baja karbon dengan lapisan keramik memiliki ukuran sama seperti *contact roll*, sedangkan *drumklise* berbahan aluminium dengan ukuran diameter 30 cm dan panjang 190 cm.



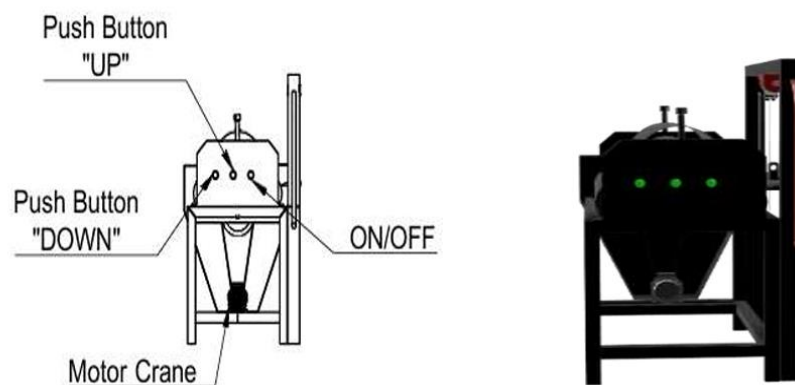
Gambar 3. *Redesign* Mesin *Printing* Tampak Atas

Gambar 3. merupakan *redesign* mesin *printing* tampak atas dimana terdapat komponen yaitu plat berbahan aluminium dengan panjang 180 cm dan memiliki jarak 1 cm dengan *roll*. Plat nantinya akan bekerja dengan bantuan operator yaitu menekan tombol “down” agar plat bergerak ke arah bawah untuk melakukan pembersihan sisa tinta yang menempel pada *contat roll*.



Gambar 4. *Redesign* Mesin *Printing* Tampak Belakang

Gambar 4. merupakan *redesign* mesin *printing* tampak belakang dimana terdapat komponen-komponen diantaranya yaitu: tuas putar (*handwheel*) yang digunakan jika plat tidak bisa ke posisi “down” untuk pembersihan sisa tinta maupun posisi “up” atau kembali ke posisi awal. Maka operator dapat menggunakan tuas putar untuk mengatasi *troubleshooting*. Tuas putar ini diletakkan pada posisi yang ergonomis guna mempermudah saat dijangkau oleh operator dan bekerja dengan kondisi yang lebih sehat dan aman. *Sling* baja untuk mengarahkan atau mempermudah plat dalam melakukan perpindahan ke posisi keatas maupun kebawah. Komponen selanjutnya yaitu besi penyangga berbahan baja dengan ukuran tinggi 100 cm.



Gambar 5. *Redesign* Mesin *Printing* Tampak Samping

Gambar 5. merupakan *redesign* mesin *printing* tampak samping dimana terdapat komponen tombol *up*, *down*, dan power menggunakan *push button* industrial serta *motor crane*.. Untuk tombol kontrol diletakkan pada posisi ergonomis agar mudah dijangkau oleh operator *printing* dengan ketinggian sekitar 100 cm.

4. KESIMPULAN

Hasil perhitungan *Human Error Probability* (HEP) pada operator pekerjaan *printing* menggunakan metode HEART dapat diketahui bahwa 3 HEP tertinggi terdapat pada *subtask* 4.5 pembersihan sisa kotoran atau tinta yang menempel di *roll* (apabila terdapat kotoran) dipotensial *error* pertama yaitu operator tidak berhati-hati saat melakukan pembersihan kotoran atau sisa tinta yang menempel di *roll* dengan menggunakan alat yang tidak *safety* dengan nilai AE1 dan HEP sebesar 1,00. Nilai HEP tertinggi kedua terdapat pada *subtask* 4.5 dipotensial *error* yang kedua yaitu operator tidak melaksanakan prosedur yang sudah ditentukan (membersihkan kotoran atau sisa tinta dalam keadaan *roll* berputar dengan kecepatan tinggi) dengan nilai AE2 dan HEP sebesar 0,9776. Nilai HEP tertinggi yang ketiga terdapat pada *subtask* 4.6 menambah *reducer* secara periodik dengan nilai HEP sebesar 0,73872

sedangkan nilai Nilai HEP terendah pada perhitungan menggunakan metode HEART terdapat pada *subtask* 5.4 melepaskan gulungan karung dari tuas air silinder dengan nilai HEP sebesar 0,00101.

DAFTAR PUSTAKA

- Bell, J., & Holroyd, J. (2009). *Review of human reliability assessment methods RR679 Research Report*.
- 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), 48–59. <https://doi.org/10.21070/prozima.v6i1.1569>
- Data Kecelakaan Kerja Perusahaan Karung Plastik Tahun 2021-2023
- Dwi Cahya, R., & Yasin, M. (2024). JURNAL EKONOMI BISNIS DAN KEWIRAUSAHAAN STRATEGI INDUSTRI MANUFAKTUR DALAM MENINGKATKAN PERCEPATAN PERTUMBUHAN EKONOMI DI INDONESIA. *Agustus*, 4. <https://doi.org/10.69714/pevd1v26>
- Erlyana, Y. (2020). *PERANCANGAN BUKU DESAIN KEMASAN “BASIC OF PACKAGING”* (Vol. 06). <http://publikasi.dinus.ac.id/index.php/andharupa>
- Galingging, & Ali. (2020). *Flexography Printing Teknik Cetak Tinggi Kemasan*.
- Kirwan, B. (1994). *A Guide to Practical Human Reliability Assessment*.
- Moniaga, F., & Syela Rompis, V. (2019). *Analisa Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (SMK3) Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Hazard Identification And Risk Assesment*.
- Priyohadi, N., & Achmadiansyah, A. (2021). *Hubungan Faktor Manajemen K3 Dengan Tindakan Tidak Aman (Unsafe Action) Pada Pekerja PT Pelabuhan Penajam Banua Taka*.
- Putra, A. D. R., Amrullah, H. N., & Handoko, L. (2024). *Human Reliability Assesment dengan Metode HEART Pada Pekerjaan Lifting dan Rigging di Perusahaan Konstruksi*.
- Rahmatullah, Umroh, B., Amiruddin, A., & SRegar, A. (2022). *Implementasi Keselamatan dan KesehatanKerja (K3) Pada Aktivitas Fabrikasi (Pengelasan, Pemotongan, Penggerindaan) di Kota Medan*.
- Sihaloho, R. M., Mende, J., & Rondonuwu, I. R. (2023). *EVALUASI KEANDALAN MANUSIA MENGGUNAKAN METODE HUMAN ERROR ASSESSMENT AND REDUCTION TECHNIQUE (HEART) PADA INDUSTRI PENGOLAHAN KAYU DI KOTA MANADO*. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/jtmu>
- Supmana, S., & Rian Prasetyo. (2024). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Karung di PT XYZ Menggunakan Metode Seven Tools. *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, 2(1), 299–309. <https://doi.org/10.61132/venus.v2i1.222>
- Utama, A. S. P., Tambunan, W., & Fathimahhayati, L. D. (2020). Analisis Human Error pada Proses Produksi Keramik dengan Menggunakan Metode HEART dan SHERPA. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 6(1), 12–22. <https://doi.org/10.30656/intech.v6i1.2114>
- Wardhana Hutabarat, B., Juarni, & Derlini. (2019). *ANALISA TINGKAT RISIKO KECELAKAAN KERJA PADA BAGIAN FOUNDRY DI PTPN IV UNIT PABRIK MESIN TENERADOLOK ILIR*.
- Yunus, A., Ikhtiar Muhammad, Hamzah, W., Hardi, I., & Yuliati. (2022). *Faktor Yang Berhubungan Dengan Tindakan Tidak Aman Pekerja Bagian Produksi Di PT. IKI Makasar*.