

Analisis Probabilitas *Human Error* pada Pekerjaan *Printing Flexo Roll To Roll* Menggunakan Metode *Human Error Assessment and Reduction Technique*

Arum Puspa Dhinar¹, Dika Rahayu Widiana^{2*}, Imah Luluk Kusminah¹, Thina Ardliana³ dan Akhmad Nabil⁴

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

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

³Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

⁴PT Kerta Rajasa Raya, Jalan Raya Tropodo No.1, Kepuh, Tropodo Waru, Kabupaten Sidoarjo 61256

*E-mail: dikawidiana@ppns.ac.id

Abstrak

Industri *packaging* merupakan suatu badan usaha yang bergerak di bidang manufaktur yang memproduksi kemasan berupa *woven bag* (karung plastik). Perusahaan *packaging* ini mempunyai target kecelakaan nihil, namun fakta di lapangan masih terjadi kecelakaan kerja. Data kecelakaan kerja pada tahun 2019 hingga 2022 menunjukkan bahwa sebesar 41% kecelakaan kerja terjadi pada divisi ABM (*Automatic Bag Machine*). Divisi ABM merupakan divisi yang bergerak di bagian pekerjaan *printing*, dimana dalam proses pengerjaannya menggunakan mesin *printing Flexo RTR*. Faktor manusia menjadi penyebab utama terjadinya kecelakaan pada pekerjaan *printing Flexo RTR* dengan persentase sebesar 72%. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui *Human Error Probability* (HEP) pekerjaan *printing flexo RTR (Roll To Roll)* di perusahaan *packaging*. Penelitian ini menggunakan pendekatan metode *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART) untuk mengetahui nilai probabilitas terjadinya *human error*. Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan metode HEART dapat diketahui bahwa nilai probabilitas *human error* tertinggi yaitu terdapat pada *subtask* pengecekan hasil *printing woven bag* di *roll* mesin dengan hasil nilai HEP 0,6658, artinya bahwa kemungkinan terjadinya *error* adalah sebesar 66,58% termasuk probabilitas tinggi.

Kata Kunci: HEART, HEP, *Human Error*, *Printing Flexo RTR*

Abstract

The *packaging industry* is a company engaged in the manufacturing sector that produces packaging in the form of *woven bags* (plastic sacks). This packaging company has a zero accident target, but in reality there are still many accidents during the production process. Work accident data from 2019 to 2022 shows that 41% of work accidents occur in the ABM (*Automatic Bag Machine*) division. The ABM Division is a division engaged in printing work, which in the process uses a *Flexo RTR printing machine*. The human factor is the main cause of accidents in *Flexo RTR printing jobs* with a percentage of 72%. The purpose of this research is to find out the *Human Error Probability* (HEP) of *RTR (Roll To Roll) flexo printing* in packaging companies. This study uses the *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART) approach to determine the probability value of the occurrence of *human error*. The results showed that the highest human error probability value was in the *subtask* of checking the results of *printing woven bags* on the machine roll with a HEP value of 0.6658, meaning that the probability of an error being made was 66.58%, including a high probability.

Keywords: HEART, HEP, *Human Error*, *Printing Flexo RTR*

1. PENDAHULUAN

Industri *packaging* merupakan suatu badan usaha yang bergerak di bidang manufaktur yang memproduksi kemasan berupa *woven bag* (karung plastik). Berbagai macam mesin dan peralatan kerja digunakan sebagai penunjang produksi. Dalam pengoperasian mesin, dimana manusia terlibat dalam kegiatan proses, kontrol, dan pengaturan, maka tindakan manusia yang menjurus pada kegagalan atau kesalahan yang berpotensi menimbulkan kejadian yang tidak diinginkan mungkin saja terjadi. Terdapat kecenderungan manusia sebagai penyebab utama dalam kasus dimana suatu pekerjaan mengalami kegagalan atau kesalahan yang mengakibatkan kerugian pada material, finansial, hingga nyawa manusia (Qotrunnada dkk., 2022). Faktor dari *human error* atau kelalaian manusia menjadi faktor terbesar kecelakaan terjadi dengan tingan persentase yaitu 70% hingga 80% (Putra dkk., 2021).

Perusahaan *packaging* ini mempunyai target kecelakaan nihil, namun fakta di lapangan masih banyak terjadi kecelakaan kerja. Data kecelakaan kerja perusahaan pada tahun 2019 hingga 2022 menunjukkan bahwa sebesar 41% kecelakaan kerja terjadi pada divisi ABM (*Automatic Bag Machine*). Divisi ABM merupakan divisi yang bergerak di bagian pekerjaan *printing*, dimana dalam proses pengerjaannya menggunakan mesin *printing* Flexo RTR. Pekerjaan *Printing* Flexo Roll To Roll memiliki tahapan yang cukup kompleks dan selama proses pengerjaannya dilakukan secara cepat, sehingga terdapat kecenderungan manusia untuk melakukan kesalahan. Dari data kecelakaan perusahaan dapat dilihat bahwa faktor manusia menjadi penyebab utamanya terjadinya kecelakaan pada pekerjaan *printing* flexo RTR dengan persentase sebesar 72%. Terjadinya kecelakaan kerja pada pekerjaan tersebut dapat menghambat proses dan apabila dari pihak perusahaan tidak ada upaya untuk mengatasinya, maka kedepannya akan berpotensi kecelakaan serupa sehingga jumlah kecelakaan kerja akan terus meningkat. Berdasarkan kajian permasalahan diatas, diperlukan suatu analisis *human error* untuk melihat *subtask* pekerjaan mana yang memiliki kecenderungan terjadinya *human error*.

Berdasarkan uraian permasalahan tersebut, maka penelitian ini akan menghitung nilai *Human Error Probability* (HEP) pada pekerjaan *printing flexo* RTR (*Roll To Roll*) di perusahaan *packaging* untuk mengetahui HEP tertinggi dari semua *subtask* pekerjaan dengan menggunakan pendekatan metode HEART (*Human Error Assessment and Reduction Technique*). Metode HEART merupakan teknik penilaian keandalan manusia yang secara sistematis dapat membantu melakukan identifikasi risiko dan dampak utama pada kinerja manusia serta kemungkinan terjadinya kesalahan (William, 1992). Metode HEART dirancang sebagai metode HRA yang cepat dan sederhana untuk mengukur risiko terjadinya kesalahan manusia. Metode ini sering dapat digunakan dalam situasi atau industri apa pun dimana keandalan manusia menjadi faktor yang penting (Zhang dkk., 2020). Adapun metode HEART sudah banyak digunakan oleh peneliti sebelumnya untuk menganalisis *human error* seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Astuti dan Saptadi (2019) yang menggunakan pendekatan metode HEART untuk menganalisis *human error* pada proses pengecoran (*concrete filling*) dan pengeluaran produk beton (*de-moulding*) serta penelitian yang dilakukan oleh (Utama dkk., 2020) yang menggunakan metode HEART untuk mengetahui nilai probabilitas terjadinya *human error* pada proses produksi keramik.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART) untuk menentukan nilai probabilitas terjadinya *human error*. *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART) dirancang sebagai metode kuantifikasi risiko terjadinya kesalahan manusia yang cepat, sederhana dan mudah dipahami oleh *engineer* dan *human factors specialist* (Bell dan Holroyd, 2009).

Penelitian ini melakukan pengumpulan data melalui pengamatan langsung dengan melihat langkah-langkah pekerjaan *printing flexo roll to roll* serta melakukan wawancara dengan seorang ahli pada bidang pekerjaan *printing flexo roll to roll*. Pengolahan data dilakukan berdasarkan data yang diperoleh dari seorang *supervisor* divisi *printing flexo roll to roll* yang kemudian digunakan untuk mengidentifikasi *human error* dan menghitung nilai probabilitas terhadap pekerjaan yang dilakukan. Adapun langkah analisis *human error* dengan pendekatan metode HEART adalah sebagai berikut (Kirwan, 1994):

1. *Hierarchical Task Analysis* (HTA)

Penyusunan *Hierarchical Task Analysis* (HTA) untuk tujuan menjelaskan pekerjaan yang dilakukan oleh pekerjaan yang dilakukan pekerja. HTA dirancang dalam bentuk *flowchart* sesuai dengan suatu proses operasi yang dibuat pada setiap tahapan kerja dalam proses produksi.

2. Menentukan *Generic Categories* yang terdapat di tabel HEART

Terdapat 9 kategori *Generic Categories* dari HEART (mulai A - M) serta dilengkapi dengan nilai nominal ketidakhandalan manusia untuk masing-masing kategori. Sebagai contoh kategori A memiliki nilai nominal ketidakhandalan manusia sebesar 0,55. Dengan demikian, jenis pekerjaan yang tergolong kategori A adalah jenis pekerjaan yang jarang dilakukan dan dijalankan dengan cepat tanpa memperkirakan akibat yang mungkin timbul. Jenis pekerjaan yang biasanya dikerjakan oleh operator mesin *printing flexo roll to roll* dipilih sesuai dengan tingkat probabilitas dari *subtask* yang berpengaruh terhadap kesalahan manusia.

3. Menentukan nilai *Error Producing Condition* (EPCs)
Error Producing Condition (ECPs) adalah tahapan mengidentifikasi faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya suatu *error*. Masing-masing EPCs memiliki nilai yang ditetapkan, tercatat bahwa menggunakan hanya sejumlah kecil EPCs umumnya menghasilkan hasil yang akurat. Oleh karena itu, tahapan ini hanya EPCs yang mempengaruhi suatu pekerjaan saja yang dipilih oleh penilai.
4. Penentuan nilai proporsi (APOA)
Menentukan proporsi terjadinya kesalahan yang berpengaruh dari *Error Producing Condition* (EPCs) terhadap *Human Error Probability* pekerjaan *printing flexo roll to roll* yang dipilih oleh seorang *expert* antara 0-1. Nilai 0 artinya *Error Producing Condition* (EPCs) tidak memiliki pengaruh terhadap probabilitas kegagalan, sedangkan nilai 1 memiliki pengaruh terbesar terhadap probabilitas kegagalan pada *Error Producing Condition* (EPCs) (Pratama, 2017).
5. Menghitung *Assessed Effects* (AE)
Perhitungan nilai probabilitas ditentukan melalui *expert judgement*. Nilai probabilitas nantinya digunakan untuk menentukan *assessed effect* (AE) dari EPCs (kondisi yang menyebabkan *error*). *Assessed effect* (AE) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:
$$Assessed\ Effect = (value\ of\ EPCs - 1) \times APOA + 1$$
 (persamaan 2.1)
6. Melakukan perhitungan nilai *Human Error Probability* (HEP)
Nilai *Human Error Probability* (HEP) digunakan untuk menentukan tingkat probabilitas *human error* yang terjadi dari setiap *task*.
$$Human\ Error\ Probability = GTT \times AE1 \times AE2 \times AE3 \times \dots \times AEn$$
 (persamaan 2.2)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pekerjaan *Printing Flexo RTR (Roll To Roll)* dijabarkan secara mendetail. Dari *Hierarchical Task Analysis* (HTA) dapat dilakukan identifikasi *human error* yang kemungkinan bisa terjadi saat operator menjalankan tugasnya. Berikut identifikasi kegagalan pada pekerjaan *Printing Flexo RTR (Roll To Roll)*.

Tabel 1. Deskripsi *Error* Pekerjaan *Printing Flexo RTR (Roll To Roll)*

<i>Sub task</i>	<i>Description</i>	<i>Possible error that might occur</i>
1.1	Mengisi tinta ke dalam kaleng tinta sirkulasi dengan cara menyalakan pompa sirkulasi	Operator salah menuangkan warna tinta ke dalam kaleng tinta sirkulasi
1.2	Melakukan pemeriksaan heater dan conveyor	Operator tidak teliti dalam melakukan pemeriksaan barometer
1.3	Menaikkan <i>roll</i> untuk dipasang ke winder	Operator memasang <i>roll</i> dalam keadaan terbalik
1.4	Memasukkan kain mengikuti jalur, mulai dari <i>unwinder, corona, dancing roll, area printing, dryer, dancing roll</i> , sampai ke winder	Memasukkan kain tidak sesuai dengan alur yang telah ditentukan
1.5	Menghidupkan <i>heater</i> dengan memutar knop termo <i>control</i> hingga panas yang diinginkan 0° s/d 350°	Operator salah dalam membaca barometer yang menyebabkan suhu tidak sesuai dengan yang diinginkan
1.6	Melakukan pemeriksaan sebelum dan selama pengoperasian dengan <i>checklist</i>	Operator lupa memeriksa secara lengkap selama pengoperasian berlangsung
2.1	Menyalakan panel utama mesin dengan memutar kunci pada posisi “ON”	Operator salah tekan tombol
2.2	Memutar <i>rubber roll</i> pada bak tinta dengan menekan tombol 1,2,3,4,5,6,7,8 sesuai dengan kebutuhan	Ribber roll dan Anilog tidak dalam kondisi seimbang menyebabkan hasil <i>woven bag</i>
2.3	Menurunkan <i>air cylinder feed roll</i>	Operator lupa/terlambat menurunkan <i>air cylinder</i> yang menyebabkan <i>roll</i> terlepas dari winder
2.4	Menjalankan mesin dengan menekan tombol warna hijau	Operator salah tekan tombol
2.5	Melakukan setting EPC depan dan belakang	Operator membiarkan proses <i>printing</i> terlalu ke tepi
2.6	Memeriksa panjang potongan pada kain hasil cetak	Operator kurang teliti dalam memeriksa panjang potongan karena alat penunjang belum dipersiapkan sebelumnya
3.1	Menekan tombol ZIBEI DOWN untuk menurunkan tuas <i>stopper roll 1</i>	Operator terlambat menekan tombol yang menyebabkan <i>roll</i> satu dengan yang lainnya saling bertabrakan
3.2	Menggeser <i>roll 1</i> pada tuas yang digerakkan	Operator terlambat menggerakkan <i>air cylinder</i>

	air cylinder	yang menyebabkan roll jatuh
3.3	Menurunkan roll 2 dari tempat roll cadangan ke posisi winder	Operator terlambat menggerakkan air cylinder yang menyebabkan roll jatuh
3.4	Menekan tombol ZIBEI UP untuk menaikkan tuas stopper	Operator terlambat menekan tombol yang menyebabkan roll terlepas dari air cylinder

Tabel 1. Deskripsi Error Pekerjaan Printing Flexo RTR (Roll To Roll) (lanjutan)

<i>Sub task</i>	<i>Description</i>	<i>Possible error that might occur</i>
4.1	Menambahkan tinta printing secara periodik	Operator terlambat menambahkan tinta maka akan terjadi blocking
4.2	Melakukan setting jarak antara roll anilog dengan roll klise	Operator tidak melakukan pengaturan jarak sesuai dengan prosedur
4.3	Melakukan setting tekanan hidrolis antara roll klise dan conveyor	Operator tidak melakukan pengaturan tekanan hidrolis dengan seimbang menyebabkan hasil printing tidak keluar
4.4	Mengambil satu per satu Woven Bag yang akan dicetak	Operator terlalu lama dalam melakukan tugas sehingga menghambat proses
4.5	Meletakkan Woven Bag pada konveyor mesin yang sedang berjalan untuk diprint	Operator terlalu lama dalam melakukan tugas sehingga menghambat proses
4.6	Pengecekan hasil printing Woven Bag di roll mesin yang berputar	Operator lain lupa mematikan tombol OFF pada saat pengecekan hasil printing
4.7	Menambahkan reducer secara periodik	Operator terlambat menambahkan reducer maka akan terjadi blocking
5.1	Mematikan mesin dengan menekan tombol 'OFF'	Operator salah tekan tombol
5.2	Mengangkat Brake Band dari gulungan karung	Operator lupa tidak mengangkat brake band
5.3	Mengangkat gulungan hingga masuk ke dalam tuas silinder	Operator mengangkat gulungan sendiri menyebabkan gulungan tidak seimbang saat ditarik
5.4	Melepaskan gulungan karung dari tuas air silinder	Operator tidak hati-hati saat proses melepaskan karung
6.1	Menggeser katup kompressor dengan memutar stang katup	Terjadi kesalahan dalam memutar stang katup
6.2	Mengarahkan ke bagian-bagian mesin yang kotor hingga bersih	Operator tidak mengarahkan katup ke bagian mesin
6.3	Menggeser kembali katup kompressor hingga katup tertutup	Operator tidak menutup katup kompressor dengan benar
6.4	Membersihkan kotoran yang tercecer (di luar mesin)	Masih terdapat kotoran yang tercecer di sekitar mesin

Pada **Tabel 1** diatas dapat dilihat beberapa prediksi kemungkinan *human error* yang kemungkinan dilakukan oleh operator pekerjaan *Printing Flexo RTR (Roll To Roll)* yang bertanggungjawab mengoperasikan mesin *printing flexo RTR*. Hasil prediksi *human error* pada setiap *subtask* pekerjaan menghasilkan 27 kemungkinan *error*, hasil kemungkinan *error* yang dapat dilakukan oleh operator ini nantinya dapat membantu dalam menentukan penilaian pada metode HEART. Langkah selanjutnya adalah menentukan *task unreability* dari probabilitas *error* yang diklasifikasikan berdasarkan hasil *expert judgement*. Nilai nominal *human unreability* ditentukan dengan melihat tabel *generic task types (GTTs)*.

Tabel 2. Penentuan *Generic Task Types* (GTTs) pada Pekerjaan *Printing Flexo RTR*

<i>Sub Task</i>	<i>Generic Task Types (GTTs)</i>	<i>Nilai Nominal Human Unreability</i>
1.1	D. Operasi yang mudah, bisa diandalkan keberhasilannya	0.09
1.2	G. Operasi sudah dikenal, sering dikerjakan, sudah ada standarnya, sangat terlatih, dilakukan oleh orang berpengalaman, mengetahui kesalahan yang mungkin terjadi dengan tersedianya waktu untuk koreksi tanpa bantuan operator khusus	0.0004
1.3	E. Operasi rutin, sering dilakukan, sudah terlatih	0.02
1.4	E. Operasi rutin, sering dilakukan, sudah terlatih	0.02
1.5	F. Operasi merubah suatu sistem dengan proses <i>checking</i>	0.003
1.6	C. Operasi yang kompleks, membutuhkan skill yang tinggi	0.16
2.1	F. Operasi merubah suatu sistem dengan proses <i>checking</i>	0.003
2.2	F. Operasi merubah suatu sistem dengan proses <i>checking</i>	0.003
2.3	D. Operasi yang mudah, bisa diandalkan keberhasilannya	0.09
2.4	F. Operasi merubah suatu sistem dengan proses <i>checking</i>	0.003
2.5	F. Operasi merubah suatu sistem dengan proses <i>checking</i>	0.003
2.6	E. Operasi rutin, sering dilakukan, sudah terlatih	0.02
3.1	F. Operasi merubah suatu sistem dengan proses <i>checking</i>	0.003
3.2	D. Operasi yang mudah, bisa diandalkan keberhasilannya	0.09
3.3	D. Operasi yang mudah, bisa diandalkan keberhasilannya	0.09
3.4	F. Operasi merubah suatu sistem dengan proses <i>checking</i>	0.003
4.1	G. Operasi sudah dikenal, sering dikerjakan, sudah ada standarnya, sangat terlatih, dilakukan oleh orang berpengalaman, mengetahui kesalahan yang mungkin terjadi dengan tersedianya waktu untuk koreksi tanpa bantuan operator khusus	0.0004

Tabel 2. Penentuan *Generic Task Types* (GTTs) pada Pekerjaan *Printing Flexo RTR* (lanjutan)

<i>Sub Task</i>	<i>Generic Task Types (GTTs)</i>	<i>Nilai Nominal Human Unreability</i>
4.2	F. Operasi merubah suatu sistem dengan proses <i>checking</i>	0.003
4.3	E. Operasi rutin, sering dilakukan, sudah terlatih	0.02
4.4	E. Operasi rutin, sering dilakukan, sudah terlatih	0.02
4.5	E. Operasi rutin, sering dilakukan, sudah terlatih	0.02
4.6	E. Operasi yang kompleks, membutuhkan skill yang tinggi	0.16
4.7	G. Operasi sudah dikenal, sering dikerjakan, sudah ada standarnya, sangat terlatih, dilakukan oleh orang berpengalaman, mengetahui kesalahan yang mungkin terjadi dengan tersedianya waktu untuk koreksi tanpa bantuan operator khusus	0.0004
5.1	F. Operasi merubah suatu sistem dengan proses <i>checking</i>	0.003
5.2	E. Operasi rutin, sering dilakukan, sudah terlatih	0.02
5.3	E. Operasi rutin, sering dilakukan, sudah terlatih	0.02
5.4	E. Operasi rutin, sering dilakukan, sudah terlatih	0.02
6.1	D. Operasi yang mudah, bisa diandalkan keberhasilannya	0.09
6.2	E. Operasi rutin, sering dilakukan, sudah terlatih	0.02
6.3	D. Operasi yang mudah, bisa diandalkan keberhasilannya	0.09
6.4	E. Operasi rutin, sering dilakukan, sudah terlatih	0.02

Berdasarkan **Tabel 2** terlihat bahwa nilai *generic task type* tertinggi adalah kategori C dengan nilai *human unreliability* sebesar 0,16 sebanyak 1 *subtask*. Hasil ini berarti pekerja membutuhkan pengetahuan serta keterampilan yang tinggi untuk melakukan pekerjaannya. Pada kategori D dengan nilai *human unreliability* 0,09 sebanyak 6 *subtask*, artinya operator dapat menjalankan pekerjaannya dengan cepat atau dengan sedikit perhatian karena tugas yang dikerjakan tidak kompleks. Pada kategori E dengan nilai *human unreliability* 0,02 sebanyak 12 *subtask*, artinya pekerja menjalankan pekerjaannya dengan rutin dan kompeten dengan keterampilan yang rendah. Pada kategori F dengan nilai *human unreliability* 0,003 sebanyak 9 *subtask*, artinya pekerja memiliki kemampuan untuk mengembalikan sistem suatu proses ke keadaan semula atau baru serta dilanjutkan dengan melakukan prosedur pengujian. Pada kategori G yang memiliki nilai *human unreliability* 0,0004 sebanyak 3 *subtask*. Selanjutnya yaitu melakukan identifikasi *Error Producing Conditions* (EPCs).

Tabel 3. Penentuan Kondisi yang Menyebabkan *Error* Berdasarkan *Error Producing Conditions* (EPCs) pada Pekerjaan *Printing Flexo RTR*

Sub Task	No. Tabel EPCs	Deskripsi	Nilai EPCs
1.1	32	Ketidaksesuaian antara display dan prosedur	1,2
	36	Langkah kerja yang disebabkan oleh campur tangan orang lain	1,6
	38	umur individu yang mempengaruhi kemampuan melaksanakan tugas	1,02
1.2	14	Tidak ada konfirmasi yang jelas, langsung dan tepat waktu dari tindakan yang dimaksudkan dari bagian sistem yang digunakan untuk mengontrol	4
	31	Tingkat disiplin pekerja yang rendah	1,2
1.3	25	Alokasi fungsi dan tanggungjawab yang tidak jelas	1,6
	27	Bahaya yang disebabkan terbatasnya kemampuan fisik	1,4
1.4	12	Ketidaksesuaian antara risiko yang dibayangkan dengan risiko nyata	4
	16	Kualitas informasi yang buruk yang disampaikan melalui prosedur dan interksi antar manusia	3
1.5	11	Ambiguitas dalam standar kerja yang diisyaratkan	5
	15	Operator yang tidak berpengalaman (memenuhi syarat, tetapi bukan ahli)	3
	23	Instrumentasi tidak dapat diandalkan (cukup untuk diperhatikan)	1,6
1.6	15	Operator yang tidak berpengalaman (memenuhi syarat, tetapi bukan ahli)	3
	16	Kualitas informasi yang buruk yang disampaikan melalui prosedur dan interaksi antar manusia	3
	31	Tingkat disiplin pekerja yang rendah	1,2
2.1	15	Operator yang tidak berpengalaman (memenuhi syarat, tetapi bukan ahli)	3
	23	Instrumentasi tidak dapat diandalkan (cukup untuk diperhatikan)	1,6
2.2	6	Ketidakkcocokan antara model dunia operator dan yang dibayangkan oleh desainer	8
	11	Ambiguitas dalam standar kinerja yang diisyaratkan	5
	15	Operator yang tidak berpengalaman (memenuhi syarat, tetapi bukan ahli)	3
	23	Instrumentasi tidak dapat diandalkan (cukup untuk diperhatikan)	1,6
2.3	15	Operator yang tidak berpengalaman (memenuhi syarat, tetapi bukan ahli)	3
	27	Bahaya yang disebabkan terbatasnya kemampuan fisik	1,4

Tabel 3. Penentuan Kondisi yang Menyebabkan *Error* Berdasarkan *Error Producing Conditions* (EPCs) pada Pekerjaan *Printing Flexo RTR* (lanjutan)

Sub Task	No. Tabel EPCs	Deskripsi	Nilai EPCs
2.4	11	Ambiguitas dalam standar kinerja yang diisyaratkan	5
	15	Operator yang tidak berpengalaman (memenuhi syarat, tetapi bukan ahli)	3
	23	Instrumentasi tidak dapat diandalkan (cukup untuk diperhatikan)	1,6
	38	umur individu yang mempengaruhi kemampuan melaksanakan tugas	1,02
2.5	15	Operator yang tidak berpengalaman (memenuhi syarat, tetapi bukan ahli)	3
	23	Instrumentasi tidak dapat diandalkan (cukup untuk diperhatikan)	1,6
2.6	14	Tidak ada konfirmasi yang jelas, langsung dan tepat waktu dari tindakan yang dimaksudkan dari bagian sistem yang digunakan untuk mengontrol	4
	34	Kemalasan yang berkepanjangan atau rendahnya mental melakukan pekerjaan yang sangat sering terjadi	1,05
	22	Kesempatan kecil untuk melatih pikiran dan tubuh di luar batasan pekerjaan	1,8
3.1	15	Operator yang tidak berpengalaman (memenuhi syarat, tetapi bukan ahli)	3
	23	Instrumentasi tidak dapat diandalkan (cukup untuk diperhatikan)	1,6
3.2	25	Alokasi fungsi dan tanggungjawab yang tidak jelas	1,6
	27	Bahaya yang disebabkan terbatasnya kemampuan fisik	1,4
3.3	25	Alokasi fungsi dan tanggungjawab yang tidak jelas	1,6
	27	Bahaya yang disebabkan terbatasnya kemampuan fisik	1,4
3.4	15	Operator yang tidak berpengalaman (memenuhi syarat, tetapi bukan ahli)	3
	23	Instrumentasi tidak dapat diandalkan (cukup untuk diperhatikan)	1,6
4.1	14	Tidak ada konfirmasi yang jelas, langsung dan tepat waktu dari tindakan yang dimaksudkan dari bagian sistem yang digunakan untuk mengontrol	4
	32	Ketidaksesuaian antara display dan prosedur	1,2
4.2	15	Operator yang tidak berpengalaman (memenuhi syarat, tetapi bukan ahli)	3
	19	Tidak ada keragaman input informasi untuk pemeriksaan kebenaran	2,5
	23	Instrumentasi tidak dapat diandalkan (cukup untuk diperhatikan)	1,6
4.3	15	Operator yang tidak berpengalaman (memenuhi syarat, tetapi bukan ahli)	3
	23	Instrumentasi tidak dapat diandalkan (cukup untuk diperhatikan)	1,6
4.4	22	Kesempatan kecil untuk melatih pikiran dan tubuh di luar batasan pekerjaan	1,8
	27	Bahaya yang disebabkan terbatasnya kemampuan fisik	1,4

4.5	22	Kesempatan kecil untuk melatih pikiran dan tubuh di luar batasan pekerjaan	1,8
	27	Bahaya yang disebabkan terbatasnya kemampuan fisik	1,4
4.6	3	Rendahnya rasio antara penerima informasi (<i>signal</i>) terhadap gangguan (<i>noise</i>) sekitar	10
	12	Ketidaksesuaian antara risiko yang dibayangkan dengan risiko nyata	4
	15	Operator yang tidak berpengalaman (memenuhi syarat, tetapi bukan ahli)	3
4.7	14	Tidak ada konfirmasi yang jelas, langsung dan tepat waktu dari tindakan yang dimaksudkan dari bagian sistem yang digunakan untuk mengontrol	4
	32	Ketidaksesuaian antara display dan prosedur	1,2
5.1	15	Operator yang tidak berpengalaman (memenuhi syarat, tetapi bukan ahli)	3
	23	Instrumentasi tidak dapat diandalkan (cukup untuk diperhatikan)	1,6
5.2	27	Bahaya yang disebabkan terbatasnya kemampuan fisik	1,4
	38	Umur individu yang mempengaruhi kemampuan melaksanakan tugas	1,02
5.3	27	Bahaya yang disebabkan terbatasnya kemampuan fisik	1,4
	38	Umur individu yang mempengaruhi kemampuan melaksanakan tugas	1,02
5.4	27	Bahaya yang disebabkan terbatasnya kemampuan fisik	1,4
6.1	15	Operator yang tidak berpengalaman (memenuhi syarat, tetapi bukan ahli)	3
	23	Instrumentasi tidak dapat diandalkan (cukup untuk diperhatikan)	1,6
6.2	24	Kemalasan yang berkepanjangan atau rendahnya mental melakukan pekerjaan yang sangat sering terjadi	1,05
6.3	15	Operator yang tidak berpengalaman (memenuhi syarat, tetapi bukan ahli)	3
6.4	28	Kecil atau tidak adanya peran yang berarti dalam tugas	1,4
	31	Tingkat disiplin pekerja yang rendah	1,2
	34	Kemalasan yang berkepanjangan atau rendahnya mental melakukan pekerjaan yang sangat sering terjadi	1,05

Error Producing Conditions (EPCs) ditentukan berdasarkan kondisi yang mempengaruhi kesalahan manusia pada setiap *subtask* yang dikerjakan oleh pekerja. Dari **Tabel 3**, diketahui terdapat EPC yang mendominasi yaitu terdapat pada EPCs nomor 15, yang berarti bahwa operator yang menjalankan pekerjaan kurang berpengalaman. Selain itu, terdapat pada EPCs nomor 25, yang berarti bahwa alokasi fungsi dan tanggungjawab tidak jelas. Dari masing-masing EPCs dari setiap *subtask* pekerjaan selanjutnya ditentukan nilai *Assessed Proportion of Effect* (APOA). APOA merupakan penilaian proporsi dari kemungkinan terjadinya *error* dengan skala 0-1 yang diperoleh melalui *expert judgement*. Dari Tabel 4, dapat diketahui APOA yang paling banyak yaitu 0,3 yang berarti probabilitas *human error* berpengaruh terhadap HEP apabila EPCs sering (frekuensi > 5 kali setiap *shift*) terjadi engan disertai minimal 1 EPC yang lain. Setelah menentukan nilai *Assessed Proportion of Effect*, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *Human Error Probability* (HEP).

Tabel 4. Hasil Perhitungan Nilai *Human Error Probability* (HEP) pada Pekerjaan *Printing Flexo RTR*

<i>Sub Task</i>	Nilai GTTs	Nilai <i>Error producing Conditions</i> (<i>fi</i>)	Nilai <i>Assessed Proportion of Affect</i> (<i>pi</i>)	Nilai <i>Assessed Effect</i> $AE1 = [pi (fi - 1)] + 1$	Nilai HEP $HEP = GTTs \times AE1 \times AE2 \times \dots \times AEn$
1.1	0,09	1,2	1	1,2	0,15612
		1,6	0,7	1,42	
		1,02	0,9	1,018	
1.2	0,0004	4	0,6	2,8	0,00128
		1,2	0,7	1,14	
1.3	0,02	1,6	0,4	1,24	0,03174
		1,4	0,7	1,28	
1.4	0,02	4	0,7	3,1	0,186
		3	1	3	
1.5	0,003	5	0,9	0,9	0,06182
		3	0,9	0,9	
		1,6	1	1	
1.6	0,16	3	0,3	1,6	0,42598
		3	0,3	1,6	
		1,2	0,2	1,04	
2.1	0,003	3	0,3	1,6	0,00768
		1,6	1	1,6	
2.2	0,003	8	0,2	2,4	0,03313
		5	0,2	1,8	
		3	0,4	1,8	
		1,6	0,7	1,42	

2.3	0,9	3	0,3	1,6	0,16128
		1,4	0,3	1,12	
2.4	0,003	5	0,3	2,2	0,08765
		3	0,2	1,4	
		1,6	0,7	1,42	
		1,02	0,1	1,002	
2.5	0,003	3	0,4	1,8	0,07668
		1,6	0,7	1,42	
2.6	0,02	4	0,3	1,9	0,05091
		1,05	0,3	1,015	
		1,8	0,4	1,32	
3.1	0,003	3	0,3	1,6	0,00595
		1,6	0,4	1,24	
3.2	0,09	1,6	0,3	1,18	0,12319
		1,4	0,4	1,16	
3.3	0,09	1,6	0,3	1,18	0,12319
		1,4	0,4	1,16	
3.4	0,003	3	0,3	1,6	0,00682
		1,6	0,7	1,42	
4.1	0,0004	4	0,3	1,9	0,00682
		1,2	0,7	1,14	
		3	0,3	1,6	
4.2	0,003	2,5	0,3	1,45	0,00988
		1,6	0,7	1,42	
		3	0,3	0,9	
4.3	0,02	1,6	0,7	1,12	0,02016
		3	0,3	1,24	
4.4	0,02	1,8	0,3	1,12	0,02778
		1,4	0,3	1,24	
4.5	0,02	1,8	0,3	1,24	0,02778
		1,4	0,3	1,12	
		10	0,7	7,3	
4.6	0,16	4	0,3	1,9	0,66576
		3	0,7	2,4	
4.7	0,0004	4	0,3	1,9	0,00087
		1,2	0,7	1,14	
		3	0,7	2,4	

Tabel 4. Hasil Perhitungan Nilai *Human Error Probability* (HEP) pada Pekerjaan *Printing Flexo RTR*

<i>Sub Task</i>	ai GTTs	Nilai <i>Error producing Conditions</i> (fi)	Nilai <i>Assessed Proportion of Affect</i> (pi)	Nilai <i>Assessed Effect</i> AE1 = [pi (fi - 1)] + 1	Nilai HEP HEP = GTTs x AE1 x AE2 x ... x AEn
5.1	0,003	3	0,3	1,6	0,00682
		1,6	0,7	1,42	
5.2	0,02	1,4	0,4	1,16	0,00682
		1,02	0,3	1,006	
5.3	0,2	1,4	0,4	1,16	0,02334
		1,02	0,3	1,006	
5.4	0,2	1,4	0,4	1,16	0,0232
6.1	0,09	3	0,3	1,6	0,20448
		1,6	0,7	1,42	
6.2	0,02	1,05	0,4	1,02	0,0204
6.3	0,09	3	0,4	1,8	0,162
6.4	0,02	1,4	0,2	1,08	0,02356
		1,2	0,4	1,08	
		1,05	0,2	1,01	

Nilai Probabilitas Ordinal metode HEART berada pada *range* $0 < HEP < 1$, Kategori *low* apabila $HEP < 0$, kategori *medium* apabila $0 < HEP < 0,49$. Sedangkan kategori *high* apabila $0,5 < HEP < 1$ (Cahyani dkk., 2022). Berdasarkan Tabel 4, dapat diketahui bahwa hasil HEP tertinggi yang terdapat pada pekerjaan *Printing Flexo RTR* (*Roll To Roll*) yaitu sebesar 0,6658 yang terdapat pada subtask 4.6 dengan tugas pengecekan hasil *printing woven bag* di *roll* mesin yang berputar, yang berarti bahwa kemungkinan terjadinya *human error* oleh operator dalam

menjalankan tugasnya adalah sebesar 66,58 % dengan pengkategorian probabilitas tinggi. Sedangkan *subtask* dengan HEP terendah yaitu terdapat pada *subtask* 4.7 menambahkan *reducer* secara periodik dengan nilai HEP sebesar 0,00087. Hasil tersebut diartikan bahwa kemungkinan terjadinya *human error* yang dilakukan oleh operator dalam menjalankan tugasnya hanya sebesar 0,0087% terkategori rendah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian *human error* pada pekerjaan *Printing Flexo RTR (Roll To Roll)* menggunakan metode HEART maka kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini yaitu hasil pengolahan data didapatkan hasil HEP tertinggi sebesar 0,6658 yang terdapat pada *subtask* 4.6 pengecekan hasil *printing Woven Bag* di *roll* mesin yang berputar, artinya bahwa kemungkinan terjadinya *human error* yang dilakukan oleh operator *printing flexo roll to roll* dalam menjalankan tugasnya yaitu sebesar 66,58 % dengan kategori probabilitas tinggi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, Y.L. dan Saptadi, S., 2019. Usulan Rekomendasi Perbaikan pada Proses Pengecoran (*Concrete Filling*) dan Pengeluaran Produk Beton (*De-Moulding*) Berdasarkan Analisa Keandalan Manusia Menggunakan Metode *Human Error Assessment and Reduction Technique* (HEART) di PT Wijaya Karya Beton TBK. *Industrial Engineering Online Journal*, 8.
- Bell dan Holroyd, 2009. *Review of Human Reliability Assessment Methods*. Health and Safety Laboratory. Harpur Hill, Buxton.
- Cahyani, S.N. *et al.*, 2022. Human Error Analysis to Minimize Work Accidents Using the HEART and SHERPA Methods at PT. Wonojati Wijono. *Prozima*, 6, pp. 48–59.
- Kirwan, 1994. *A Guide to Practical Human Reliability Assessment*. British Library Cataloguing in Publication Data.
- Pratama, 2017, Analisis Human Error Pada Operator Mesin Cetak Dengan Metode Hierarchical Task Analysis (HTA) Dan Fuzzy Heart, *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri*.
- Putra, Harianto dan Alrizal, 2021, Analisis Pengaruh Kepemimpinan Mandor dan Kedisiplinan Pekerja (Tukang dan Kuli) Terhadap Keselamatan dan Kesehatan Kerja, *Seminar Proseeding Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan, dan Infrastruktur*, pp. 63–69.
- Qotrunnada, L., Marlyana, N. dan Khoiriyah, N., 2022, Analisis Human Error Pada Proses Pemintalan Benang di Ring Spinning Frame Menggunakan Metode Human Error Assesment and Reduction Technique (HEART) dan Root Cause Analysis (RCA) (Studi Kasus: PT. Delta Dunia Sandang Tekstil), *JISO: Journal of Industrial and Systems Optimization*, 5(1), pp. 47–53.
- Utama, A.S.P., Tambunan, W. dan Fathimahhayati, L.D., 2020, Analisis Human Error pada Proses Produksi Keramik dengan Menggunakan Metode HEART dan SHERPA, *Jurnal Intech*, 6(1).
- William, J.C., 1992, *Human Error Assessment Reduction and Technique*.
- Zhang, M. *et al.*, 2020, A probabilistic model of human error assessment for autonomous cargo ships focusing on human–autonomy collaboration, *Safety Science*.