

MENJAGA KEHALALAN DAN KEAMANAN: ANALISIS HUMAN ERROR PROBABILITY PADA PACKING PLANT SEMEN TONASA MENGGUNAKAN METODE SHERPA DAN HEART DI PT BIRINGKASSI RAYA PANGKEP

Sindi Antika¹ Lamatinulu² Muhammad Nusran³

Universitas Muslim Indonesia

Correspondence Author: muhamamad.nusran@umi.ac.id

Abstract: *The implementation of Occupational Health and Safety (OHS) in industrial environments plays a crucial role in minimizing accident risks caused by human error. Based on occupational accident data at PT Biringkassi Raya during 2023–2025, several incidents were still found to result from negligence and non-compliance with Standard Operating Procedures (SOP), particularly in the packing plant area of Semen Tonasa. This study aims to analyze the level of Human Error Probability (HEP) and identify the factors contributing to work errors using the Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach (SHERPA) and the Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART). The research was conducted through field observations, interviews, and evaluation of SOP compliance across four job positions: packer operator, tender belt operator, jumbo bag worker, and ship loader operator. The SHERPA analysis indicates that the dominant errors are action errors and checking errors influenced by lack of focus, poor communication, and inadequate supervision. HEART calculations show variations in HEP values for each task, with the highest probability found in activities involving the operation and control of heavy equipment. These findings emphasize the need to strengthen SOP supervision, provide regular safety training, and improve workplace communication to reduce human error probability and create a safer, more productive working environment. In addition, safety and halal factors are priorities in activities while in the factory area.*

Keywords: *Human Error; K3; Packing Plant; Halalness; Safety*

Abstrak: Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di lingkungan industri berperan penting dalam meminimalkan risiko kecelakaan akibat human error. Berdasarkan data kecelakaan kerja di PT Biringkassi Raya tahun 2023–2025, masih terjadi insiden akibat kelalaian dan ketidakpatuhan terhadap Standar Operasional Prosedur (SOP) pada area packing plant Semen Tonasa. Penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat Human Error Probability (HEP) serta mengidentifikasi faktor penyebab kesalahan kerja menggunakan metode Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach (SHERPA) dan Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART). Penelitian dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara, dan evaluasi kepatuhan SOP pada empat posisi kerja, yaitu operator packer, operator tender belt, pekerja jumbo bag, dan operator ship loader. Hasil analisis SHERPA menunjukkan bahwa kesalahan dominan berupa action error dan checking error yang dipengaruhi kurangnya fokus, komunikasi, serta pengawasan kerja. Perhitungan HEART menunjukkan variasi nilai HEP pada setiap aktivitas, dengan nilai tertinggi pada pekerjaan yang melibatkan pengoperasian dan pengendalian alat berat. Temuan ini menegaskan perlunya peningkatan pengawasan SOP, pelatihan berkala, dan penguatan komunikasi kerja guna menurunkan probabilitas human error serta menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan produktif. Disamping itu faktor keamanan dan kehalalan menjadi prioritas dalam aktivitas selama di area pabrik.

Kata Kunci: Human Error; K3; Packing Plant; Kehalalan; Keamanan

PENDAHULUAN

Setiap perusahaan bertujuan menerapkan sistem kehalalan dan keamanan kerja ergonomis untuk mendukung keselamatan dan kesehatan kerja (K3) demi kelancaran produksi (Mail *et al.*, 2020). Kecelakaan kerja dapat terjadi akibat lingkungan yang tidak aman atau kesalahan manusia (*human error*). Di era modern, penerapan teknologi untuk meningkatkan produktivitas juga meningkatkan interaksi manusia dan mesin, namun berpotensi menimbulkan kesalahan kerja akibat keterbatasan manusia. Kompleksitas sistem, kurangnya pemahaman prosedur, dan kelalaian pekerja turut meningkatkan risiko kecelakaan kerja (Riyadi 2023).

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan aspek penting dalam meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan karyawan. K3 juga menjadi kebijakan pemerintah untuk melindungi tenaga kerja dengan mengatur hak dan kewajiban antara pekerja dan perusahaan. Penerapannya menjadi tanggung jawab perusahaan agar pekerja dapat bekerja dengan aman dan nyaman, sehingga target produksi tercapai. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 yang merevisi UU No. 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan, K3 berperan penting dalam perlindungan tenaga kerja serta pengembangan sumber daya manusia. Program ini bertujuan menciptakan budaya kerja yang berorientasi pada keselamatan dan lingkungan kerja yang aman guna mencegah kecelakaan kerja (Ferida Yuamita 2023).

PT Biringkassi Raya Raya yang terletak di wilayah Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkep (Pangakajene dan Kepulauan) Sulawesi Selatan yang bergerak di bidang jasa bongkar muat dan logistik. Sebagai anak perusahaan dari PT Semen Tonasa. PT Biringkassi Raya Raya merupakan perusahaan yang menerapkan program kesehatan dan keselamatan kerja (K3) dan melakukan kegiatan *safety talk* sebelum memulai kerja serta pemeriksaan karyawan saat melakukan kegiatan operasional. Perusahaan harus memberikan perhatian khusus kepada karyawan selain keselamatan dan kesehatan kerja, pengawasan kerja juga mempunyai peran penting dalam mengurangi tingkat kecelakaan kerja, dengan adanya fokus keselamatan dan kesehatan kerja (k3) ini diharapkan mampu meminimalisirkan resiko kecelakaan saat bekerja.

Berdasarkan data kecelakaan kerja perusahaan tahun 2023, terjadi kecelakaan kerja di area kerja PT Biringkassi Raya 1 orang operator tertimpa *crane* yang mengakibatkan meninggal dunia disebabkan kelalaian dan 1 orang petugas *clinker* mengalami cedera serius di karenakan mengabaikan SOP sehingga kaki sebelah kiri tertimpun *clinker* panas. Selain data kecelakaan kerja tahun 2023, pada tanggal 14 Juni 2025 juga terjadi kecelakaan kerja di area Kiln Tonasa IV yang melibatkan karyawan PT Biringkassi Raya. Insiden terjadi akibat serpihan batu api yang terpantul saat proses pengeboran dan mengenai bagian pinggul pekerja hingga menyebabkan luka lecet. Kejadian ini menunjukkan bahwa potensi *human error* dan kurangnya pengendalian risiko kerja masih terjadi di lingkungan operasional perusahaan. Kondisi tersebut memperkuat pentingnya analisis probabilitas *human error* untuk mencegah kecelakaan serupa di masa mendatang.

Menurut (Noventya Cahyani, 2022) Manusia berperan penting dalam proses kerja, namun juga menjadi penyebab utama kecelakaan kerja (Nusran, 2019), di mana sekitar 70–80% disebabkan oleh kesalahan atau kelalaian manusia (*human error*). *Human error* merupakan penyimpangan dari prosedur atau standar yang dapat menimbulkan kegagalan, insiden, dan penurunan kinerja maupun keselamatan. Karena itu, analisis *human error* penting untuk meminimalkan risiko kecelakaan kerja, salah satunya melalui metode *Systematic Human error Reduction and Prediction* (SHERPA) dan *Human error Assessment and Reduction Technique* (HEART).

Metode *Systematic Human error Reduction and Prediction* (SHERPA) dikembangkan oleh Embrey (1986) sebagai metode kualitatif untuk menganalisis kesalahan manusia berdasarkan kebiasaan, keterampilan, dan kemampuan individu. Metode ini mampu mengidentifikasi faktor penyebab *human error* secara sistematis dan rinci. Tujuannya adalah menentukan tingkat probabilitas kesalahan serta memberikan rekomendasi perbaikan untuk meminimalkan potensi *error*. SHERPA telah banyak digunakan dalam penelitian, termasuk analisis keandalan manusia pada sistem rekayasa (Noventya Cahyani et al. 2022).

Metode *Human error Assessment and Reduction Technique* (HEART) dikembangkan oleh Williams (1985) sebagai metode kuantitatif yang sederhana dan andal untuk menghitung probabilitas kesalahan manusia (*human error*). Metode ini bersifat fleksibel dan dapat diterapkan di berbagai industri seperti konstruksi, penerbangan, dan kimia. Tujuannya adalah mengidentifikasi kemungkinan terjadinya kesalahan berdasarkan *Human Error Probability* (HEP) yang dipengaruhi oleh kinerja pekerja serta *Error Producing Condition* (EPC). HEART telah banyak digunakan dalam penelitian untuk menganalisis faktor *human error* pada proses produksi, industri konstruksi, kelistrikan, dan manufaktur. Berdasarkan penjelasan yang telah diuraikan maka penulis memilih tempat penelitian dan mengangkat judul, Analisis *Human Error Probability* pada area kerja *packing plant* Semen Tonasa dengan Menggunakan Metode SHERPA dan HEART di Pelabuhan PT Biringkassi Raya.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lapangan, wawancara dengan operator dan koordinator K3, serta checklist kepatuhan terhadap Standar Operasional Prosedur (SOP). Data sekunder diperoleh dari dokumen perusahaan, laporan kecelakaan kerja tahun 2023–2025, serta literatur pendukung terkait human error dan keselamatan kerja.

Analisis data menggunakan metode SHERPA dan HEART dapat dilakukan berdasarkan langkah – lankah berikut ini:

1. Penggunaan metode SHERPA

- Langkah I : Hierarchical Task Analysis (HTA)
- Langkah II : Human Error Identification (HEI)
- Langkah III: Konsekuensi Analisis
- Langkah IV: Analisis Ordinal Probabilitas
- Langkah V : Analisis Strategi

2. Penggunaan metode HEART

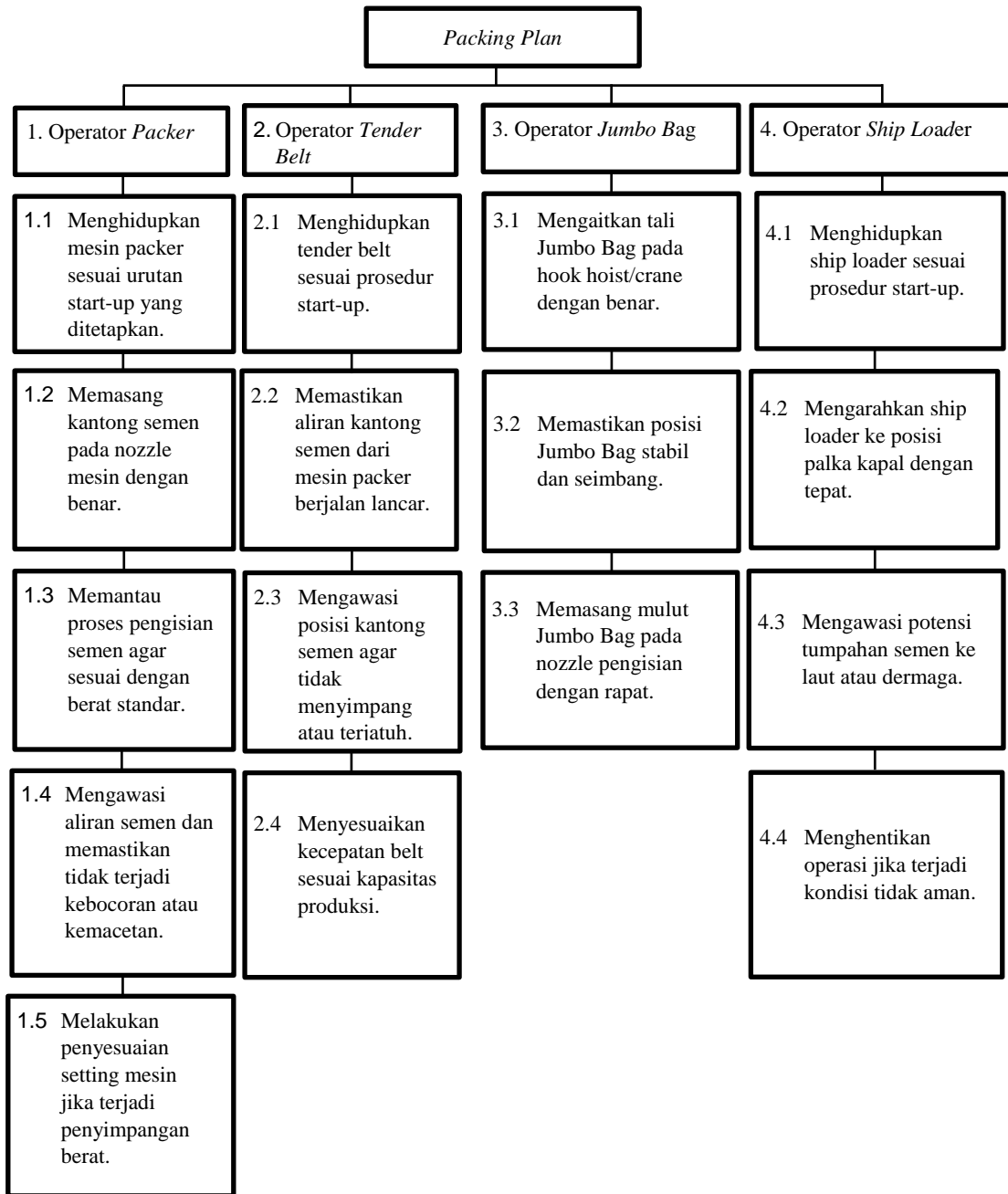
- Mengkategorikan item pekerjaan
- Menentukan EPC dari tiap aktivitas
- Menentukan proporsi efek atau Assessed Proportion Of Effect (APOEA) dan menghitung
- Menghitung Assessed Effect (AE) $AE = (Max\ Effect - 1) \times APOEA + 1$
- Menghitung nilai human Error Probability (HEP)
- $HEP = Assessed\ Effect \times Normal\ Human\ Reliability$

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hierarchical Task Analysis (HTA)

Hasil penentuan HTA yang diperoleh dari hasil wawancara dengan pihak pimpinan dan

operator, maka diperoleh gambar HTA sebagai berikut:



Gambar 1. Hasil Penentuan HTA

Pada gambar 1 diatas, dapat dilihat bahwa hasil penentuan HTA pada aktivitas operator packer, operator tender belt, pekerja jumbo bag, dan operator ship loader dengan 4 aktivitas yang dilakukan oleh 13 orang.

2. Human Error Identification (HEI)

Hasil penentuan HEI yang diperoleh dari hasil wawancara dengan pihak pimpinan dan operator, maka diperoleh tabel hasil penentuan HEI sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Penentuan HEI

No Task	Sub Task	Type Error	Code	Keterangan
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1. Operator Packer	1.1 Menghidupkan mesin packer sesuai urutan start-up yang ditetapkan.	Action Error	A5	Urutan tindakan tidak sesuai dengan prosedur

	1.2 Memasang kantong semen pada nozzle mesin dengan benar.	<i>Action Error</i>	A3	Tindakan dilakukan kurang tepat
	1.3 Memantau proses pengisian semen agar sesuai dengan berat standar.	<i>Checking Error</i>	C3	Pengecekan dilakukan namun tidak akurat
	1.4 Mengawasi aliran semen dan memastikan tidak terjadi kebocoran atau kemacetan.	<i>Checking Error</i>	C2	Pemeriksaan tidak dilakukan secara lengkap
	1.5 Melakukan penyesuaian setting mesin jika terjadi penyimpangan berat.	<i>Retrieval Error</i>	R2	Informasi pengaturan tidak didapat atau tidak tersedia
2. Operator Tender Belt	2.1 Menghidupkan tender belt sesuai prosedur start-up.	<i>Action Error</i>	A5	Urutan pengoperasian tidak sesuai prosedur
	2.2 Memastikan aliran kantong semen dari mesin packer berjalan lancar.	<i>Checking Error</i>	C2	Pemeriksaan tidak lengkap
	2.3 Mengawasi posisi kantong semen agar tidak menyimpang atau terjatuh.	<i>Checking Error</i>	C3	Pemeriksaan dilakukan namun tidak tepat
	2.4 Menyesuaikan kecepatan belt sesuai kapasitas produksi.	Communication Error	I2	Informasi atau instruksi Kecepatan disampaikan tidak tepat
3. Operator Jumbo Bag	3.1 Mengaitkan tali Jumbo Bag pada hook hoist/crane dengan benar.	<i>Action Error</i>	A3	Tindakan dilakukan kurang tepat
	3.2 Memastikan posisi Jumbo Bag stabil dan seimbang.	<i>Checking Error</i>	C3	Pemeriksaan kurang akurat
	3.3 Memasang mulut Jumbo Bag pada nozzle	<i>Action Error</i>	A3	Tindakan pemasangan kurang tepat

		pengisian dengan rapat.		
4. Operator Ship Loader	4.1	Menghidupkan ship loader sesuai prosedur start-up.	Action Error	A5
	4.2	Mengarahkan ship loader ke posisi palka kapal dengan tepat.	Communication Error	I3
	4.3	Mengawasi potensi tumpahan semen ke laut atau dermaga.	Checking Error	C2
	4.4	Menghentikan operasi jika terjadi kondisi tidak aman.	Retrieval Error	R1
				Urutan tindakan tidak sesuai prosedur
				Informasi tidak dipahami dengan benar
				Pemeriksaan tidak dilakukan secara lengkap
				Operator lupa atau tidak mengingat prosedur penghentian darurat

Berdasarkan Tabel HEI di atas, dapat diketahui bahwa dari total 14 aktivitas kerja yang dianalisis pada empat posisi operator (*Operator Packer*, *Operator Tender Belt*, *Operator Jumbo Bag*, dan *Operator Ship Loader*), diperoleh 6 aktivitas dengan *Action Error* (A5, A3, A5, A3, A3, A5), 5 aktivitas dengan *Checking Error* (C3, C2, C2, C3, C2), 2 aktivitas dengan *Retrieval Error* (R2, R1), dan 2 aktivitas dengan *Communication Error* (I2, I3).

3. Analisis Konsekuensi

Analisis Konsekuensi dilakukan karena bertujuan untuk mengetahui akibat dari Human Error yang terjadi pada operator dalam 16 aktivitas. Berikut adalah tabel hasil analisis konsekuensi.

Tabel 2. Hasil Analisis Konsekuensi

No Task	Sub Task	Code	Konsekuensi
1. Operator Packer	1.1	A5	Mesin tidak siap dan produksi terganggu
	1.2	A3	Kantong bocor dan tumpahan semen
	1.3	C3	Berat produk tidak sesuai standar
	1.4	C2	Terjadi kemacetan aliran semen
	1.5	R2	Setting mesin tidak tepat
2. Operator Tender Belt	2.1	A5	Conveyor tidak stabil
	2.2	C2	Penumpukan kantong semen
	2.3	C3	Kantong jatuh dari belt
	2.4	I2	Alur produksi tidak sinkron
3. Operator Jumbo Bag	3.1	A3	Jumbo bag terlepas
	3.2	C3	Jumbo bag tidak seimbang
	3.3	A3	Terjadi kebocoran pengisian
4. Operator Ship Loader	4.1	A5	Proses muat tertunda
	4.2	I3	Salah posisi muatan
	4.3	C2	Tumpahan ke dermaga/laut
	4.4	R1	Risiko kecelakaan kerja

Berdasarkan Tabel 2. Analisis Konsekuensi, Pada operator packer, *action error* (A5, A3)

berdampak pada gangguan produksi dan tumpahan semen, sedangkan *checking error* (C3, C2) menyebabkan ketidaksesuaian berat produk dan kemacetan aliran semen. *Retrieval error* (R2) mengakibatkan kesalahan pengaturan mesin.

Pada operator tender belt, *action error* (A5) menyebabkan conveyor tidak stabil, sementara *checking error* (C2, C3) mengakibatkan penumpukan dan jatuhnya kantong semen. *Communication error* (I2) berdampak pada ketidaksinkronan alur produksi.

Pada operator jumbo bag, *action error* (A3) berpotensi menyebabkan terlepasnya jumbo bag dan kebocoran pengisian, sedangkan *checking error* (C3) menyebabkan posisi muatan tidak seimbang. Secara keseluruhan, konsekuensi yang ditimbulkan tidak hanya memengaruhi kelancaran produksi, tetapi juga berpotensi menimbulkan kerugian material dan risiko keselamatan kerja.

4. Analisis Ordinal Probabilitas

Pada penentuan hasil analisis ordinal probabilitas, dilakukan untuk mengklasifikasikan human error yang terjadi pada masing-masing aktivitas pada tiap operator. Probabilitas yang kemungkinan error sangat besar adalah Tinggi. Sedangkan probabilitas yang memiliki kemungkinan error sangat rendah adalah Rendah dan hasilnya dapat dilihat berikut ini.

Tabel 3. Hasil Analisis Ordinal Probabilitas

No Task	Sub Task	Mode Error	Probabilitas
1. Operator Packer	1.1	A5	Sangat Tinggi
	1.2	A3	Sedang
	1.3	C3	Sedang
	1.4	C2	Rendah
	1.5	R2	Rendah
2. Operator Tender Belt	2.1	A5	Sangat Tinggi
	2.2	C2	Rendah
	2.3	C3	Sedang
	2.4	I2	Rendah
3. Operator Jumbo Bag	3.1	A3	Sedang
	3.2	C3	Sedang
	3.3	A3	Sedang
4. Operator Ship Loader	4.1	A5	Sangat Tinggi
	4.2	I3	Sedang
	4.3	C2	Rendah
	4.4	R1	Sangat Rendah

Pada Tabel 3 di atas, dapat dilihat bahwa hasil analisis ordinal probabilitas dilakukan terhadap 14 aktivitas pada empat operator. Pada operator packer diperoleh 1 aktivitas dengan probabilitas Sangat Tinggi, 2 aktivitas Sedang, dan 2 aktivitas Rendah. Pada operator tender belt diperoleh 1 aktivitas Sangat Tinggi, 1 aktivitas Sedang, dan 2 aktivitas Rendah. Pada operator jumbo bag diperoleh 3 aktivitas dengan probabilitas Sedang. Sedangkan pada operator ship loader diperoleh 1 aktivitas Sangat Tinggi, 1 aktivitas Sedang, 1 aktivitas Rendah, dan 1 aktivitas Sangat Rendah. Maka secara keseluruhan hasil probabilitas yang paling dominan adalah kategori Sedang.

5. Analisis Strategi

Pada hasil analisis strategi, dilakukan untuk memberikan solusi pada setiap aktivitas yang dilakukan operator yang mengakibatkan terjadinya human error (Nusran, 2019). Berikut merupakan solusi yang diberikan masing-masing aktivitas berdasarkan hasil diskusi pada pihak perusahaan dan penelitian terdahulu.

Tabel 4. Hasil Penentuan Strategi Penyelesain Masalah *Human Error*

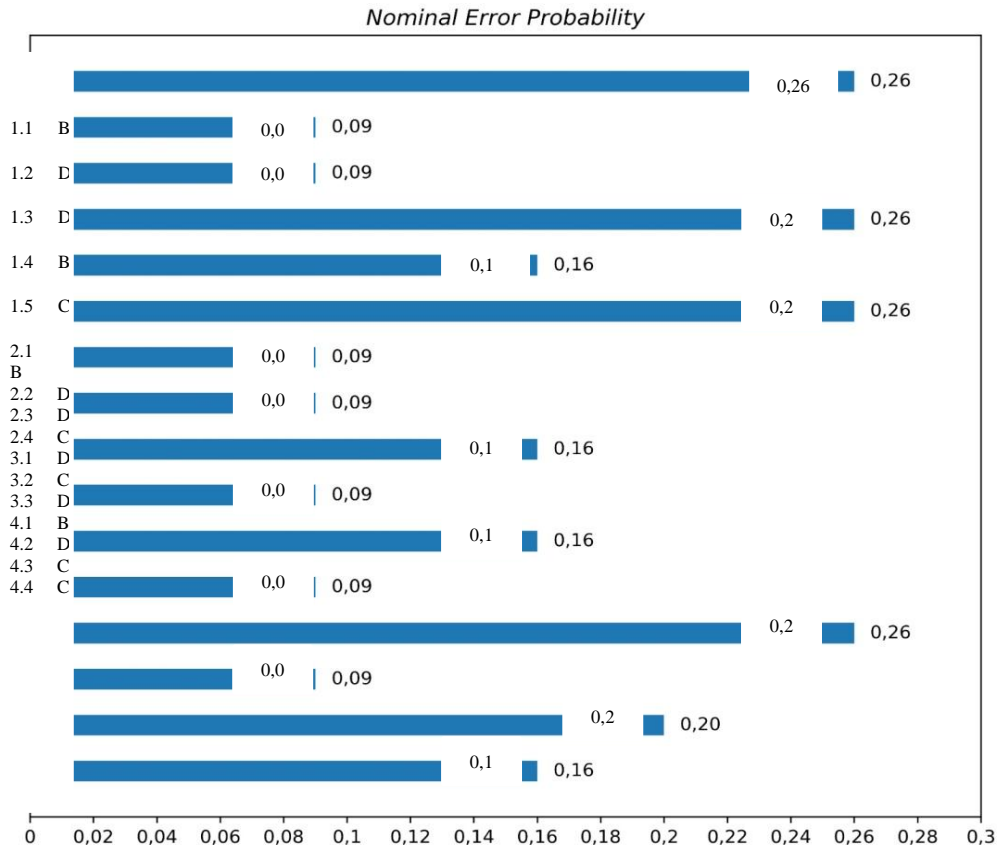
No Task	Sub Task	Analisa Strategi
1. Operator Packer	1.1	Melakukan checklist kesiapan mesin sebelum start produksi dan briefing awal shift
	1.2	Mengurangi kecepatan mesin saat awal operasi dan melakukan pengecekan kualitas kantong
	1.3	Melakukan kalibrasi timbangan secara berkala dan meningkatkan pengawasan hasil pengisian
	1.4	Melakukan pembersihan rutin pada jalur aliran semen untuk mencegah kemacetan
	1.5	Melakukan setting ulang mesin sesuai SOP dan konfirmasi parameter sebelum produksi
2. Operator Tender Belt	2.1	Melakukan pemeriksaan kondisi conveyor dan belt sebelum dan selama operasi
	2.2	Mengatur jarak dan kecepatan belt untuk mencegah penumpukan kantong semen
	2.3	Memastikan posisi kantong stabil di atas belt dan meningkatkan fokus pengawasan
	2.4	Meningkatkan koordinasi antar operator agar alur produksi tetap sinkron
3. Operator Jumbo Bag	3.1	Melakukan pengecekan pengait dan penguncian jumbo bag sebelum proses pengisian
	3.2	Mengatur posisi jumbo bag dengan benar dan memastikan keseimbangan selama pengisian
	3.3	Melakukan pemeriksaan valve dan sambungan untuk mencegah kebocoran pengisian
4. Operator Ship Loader	4.1	Memastikan kesiapan alat dan area muat sebelum proses loading dimulai
	4.2	Mengikuti panduan posisi muatan dan melakukan komunikasi aktif dengan pengawas
	4.3	Menggunakan pelindung area muat dan prosedur penanganan tumpahan
	4.4	Menggunakan APD lengkap serta meningkatkan kewaspadaan terhadap potensi bahaya kerja

Berdasarkan Tabel Analisis Strategi, rekomendasi perbaikan difokuskan pada peningkatan kepatuhan terhadap SOP, penguatan pengawasan operasional, serta peningkatan koordinasi antar operator. Pada operator packer dan tender belt, strategi utama meliputi pelaksanaan checklist sebelum operasi, pengaturan kecepatan mesin dan belt, serta pengawasan rutin untuk mencegah kemacetan dan ketidaksesuaian proses. Pada operator jumbo bag, perbaikan difokuskan pada pengecekan pengait, keseimbangan muatan, serta pemeriksaan valve dan sambungan guna mencegah kebocoran. Sementara itu, pada operator ship loader, strategi diarahkan pada kesiapan alat, komunikasi aktif, penggunaan APD, serta peningkatan kewaspadaan terhadap potensi bahaya. Secara keseluruhan, strategi yang diusulkan bertujuan untuk meminimalkan human error dan menurunkan risiko gangguan produksi maupun kecelakaan kerja di area packing plant.

A. Mengkategorikan item pekerjaan ke dalam kategori di tabel *Generic Task Type (GTT)*

Pada tahap mengkategorikan item pekerjaan dalam tabel GTT, diperoleh masing-masing aktivitas pada setiap operator yaitu sebagai berikut:

Nominal Error Probability



Gambar 2. Hasil Pengkategorian Pada Aktivitas Operator Terhadap Kegiatan Conveyor

Hasil pengkategorian *Generic Task Type* (GTT) menunjukkan bahwa dari 16 aktivitas yang dianalisis pada area packing plant, sebanyak 50% aktivitas termasuk kategori D (*fairly simple task*) dengan nilai *Nominal Error Probability* (NEP) sebesar 0,09, 31,25% termasuk kategori C (*complex task*) dengan NEP 0,16, dan 18,75% termasuk kategori B (*shift/restore system*) dengan NEP 0,26. Dominasi kategori D mengindikasikan bahwa sebagian besar aktivitas operator merupakan tugas yang bersifat rutin dan relatif sederhana. Namun demikian, potensi terjadinya human error tetap ada, terutama apabila terjadi penurunan konsentrasi atau ketidakpatuhan terhadap prosedur kerja.

Aktivitas yang termasuk kategori C dan B menunjukkan tingkat kompleksitas serta risiko yang lebih tinggi karena melibatkan pengoperasian sistem, pengaturan parameter, dan pengambilan keputusan operasional. Kesalahan pada kategori ini berpotensi menimbulkan gangguan proses produksi maupun risiko keselamatan kerja (Nusran, 2019). Secara umum, distribusi GTT ini menunjukkan bahwa meskipun mayoritas aktivitas tergolong sederhana, keberadaan tugas dengan kompleksitas menengah hingga tinggi memerlukan penguatan pengawasan dan peningkatan kepatuhan terhadap SOP guna meminimalkan probabilitas terjadinya human error.

B. Menentukan Nilai *Assessed Proportion Of Effect* (APOE) dan *Assessed Effect* (AE)

Tabel 5. Nilai *Assessed Proportion Of Effect* (APOE) dan *Assessed Effect* (AE)

Task	No urut (Tabel EPCs)	Max effect	APOE	AE=((Max.Effect 1) x APOE)+1
Operator Packer				
1.1	11	5	0,3	2,2
1.2	13	4	0,6	2,8

1.3	3	10	0,6	6,4
1.4	2	11	0,2	3,0
1.5	23	1,6	1,0	1,6
<i>Operator Tender Belt</i>				
2.1	14	3	0,6	2,2
2.2	3	10	0,3	3,7
2.3	13	4	0,6	2,8
2.4	23	1,6	1,0	1,6
<i>Operator Jumbo Bag</i>				
3.1	26	1,4	0,6	1,24
3.2	23	1,6	1,0	1,6
3.3	13	4	0,6	2,8
<i>Operator Ship Loader</i>				
4.1	11	5	0,6	3,4
4.2	23	1,6	1,0	1,6
4.3	3	10	0,3	3,7
4.4	17	2,5	0,6	1,9

Berdasarkan Tabel 5 Operator *Packer*, EPC yang paling dominan memengaruhi *human error* pada operator packer adalah EPC nomor 2 (max effect 11) dengan nilai AE 3,0, serta EPC nomor 3 (max effect 10) dengan nilai AE 6,4, sehingga aktivitas pemantauan proses pengisian semen dan pengawasan aliran semen menjadi tahapan yang paling berisiko menimbulkan kesalahan. Selain itu, EPC nomor 13 (max effect 4) dan EPC nomor 11 (max effect 5) juga berkontribusi meningkatkan peluang error, sedangkan EPC nomor 23 (max effect 1,6) memiliki pengaruh yang paling rendah.

Berdasarkan Tabel 5 Operator *Tender Belt*, EPC yang paling dominan memengaruhi *human error* pada operator tender belt adalah EPC nomor 3 (max effect 10) dengan nilai AE terbesar 3,7, sehingga aktivitas memastikan aliran kantong semen berjalan lancar menjadi bagian paling berisiko. Selain itu, EPC nomor 13 (max effect 4) dan EPC nomor 14 (max effect 3) juga berkontribusi terhadap meningkatnya peluang kesalahan kerja.

Berdasarkan Tabel 5 Operator *Jumbo Bag*, EPC yang paling dominan memengaruhi *human error* pada operator jumbo bag adalah EPC nomor 13 (max effect 4) dengan nilai AE 2,8, sehingga aktivitas pemasangan mulut jumbo bag pada nozzle pengisian merupakan tahap yang paling berpotensi menimbulkan kesalahan. EPC nomor 23 (max effect 1,6) dan EPC nomor 26 (max effect 1,4) memiliki pengaruh lebih rendah dibandingkan EPC nomor 13.

Berdasarkan Tabel 5 Operator *Ship Loader*, EPC yang paling dominan memengaruhi *human error* pada operator ship loader adalah EPC nomor 3 (max effect 10) dengan nilai AE terbesar 3,7, sehingga aktivitas pengawasan potensi tumpahan semen menjadi titik kritis yang paling berisiko. Selain itu, EPC nomor 11 (max effect 5) juga memiliki pengaruh cukup besar dengan nilai AE 3,4, sedangkan EPC nomor 23 dan EPC nomor 17 memiliki kontribusi yang lebih rendah.

C. Menentukan nilai Human Error Probability (HEP)

Pada penentuan nilai HEP, dilakukan setelah menentukan nilai Nominal Error Probability dan Assesed Proportion Of Effect (APOE). Sehingga diperoleh hasil perhitungan HEP sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Penentuan HEP

<i>No Task</i>	<i>Nominal Error Probability</i>	<i>Assesed Proportion Of Effect (APOE)</i>	<i>Human Error Probability (HEP)</i>
<i>Operator Packer</i>			
1.1	0,26	0,3	0,078
1.2	0,09	0,6	0,054
1.3	0,09	0,6	0,054
1.4	0,26	0,2	0,052
1.5	0,16	1,0	0,16
<i>Operator Tender Belt</i>			
2.1	0,26	0,6	0,156
2.2	0,09	0,3	0,027
2.3	0,09	0,6	0,054
2.4	0,16	1,0	0,16
<i>Operator Jumbo Bag</i>			
3.1	0,09	0,6	0,054
3.2	0,16	1,0	0,16
3.3	0,09	0,6	0,054
<i>Operator Ship Loader</i>			
4.1	0,26	0,6	0,156
4.2	0,09	1,0	0,09
4.3	0,2	0,3	0,06
4.4	0,16	0,6	0,096

Memperlihatkan bahwa nilai HEP tertinggi pada operator packer berada pada *no task* 1.5 dengan nilai 0,16, yaitu pada aktivitas yang memiliki tingkat pengaruh kesalahan paling besar. Kesalahan pada task ini dapat menyebabkan proses pengemasan tidak berjalan sesuai prosedur, sehingga berpotensi menimbulkan gangguan operasional, penurunan kualitas hasil *packing*, serta meningkatkan risiko terjadinya kesalahan lanjutan pada proses kerja operator packer.

Memperlihatkan bahwa nilai HEP tertinggi pada operator tender belt berada pada *no task* 2.4 dengan nilai 0,16. Hal ini menunjukkan bahwa *task* tersebut memiliki tingkat risiko kesalahan yang paling besar dibandingkan *task* lainnya. Kesalahan yang terjadi pada aktivitas ini dapat mengakibatkan gangguan pada aliran material, sehingga proses operasional menjadi terhambat dan berdampak pada kelancaran proses produksi secara keseluruhan. Memperlihatkan bahwa nilai HEP tertinggi pada operator jumbo bag berada pada *no task* 3.2 dengan nilai 0,16. Aktivitas ini menjadi *task* dengan potensi kesalahan paling besar, sehingga apabila terjadi kesalahan dapat menyebabkan proses pengisian *jumbo bag* tidak sesuai standar, meningkatkan risiko kerusakan produk, serta mengganggu efektivitas dan kelancaran proses kerja pada area *jumbo bag*. Memperlihatkan bahwa nilai HEP tertinggi pada operator *ship loader* berada pada *no task* 4.1 dengan nilai 0,156. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas tersebut merupakan *task* yang paling berisiko terhadap kesalahan manusia. Kesalahan yang terjadi dapat menyebabkan proses pemuatan semen ke kapal menjadi tidak optimal, berpotensi menimbulkan tumpahan, gangguan operasional, serta meningkatkan risiko keselamatan kerja pada area *ship loader*.

KESIMPULAN

1. Hasil identifikasi menggunakan metode SHERPA menunjukkan adanya penyimpangan terhadap Standar Operasional Prosedur (SOP) yang didominasi oleh jenis *Action Error* (A) dan *Checking Error* (C). Kesalahan paling kritis ditemukan pada sub-tugas persiapan awal (start-up) dengan kode error A5 (urutan tindakan tidak sesuai prosedur) yang memiliki tingkat probabilitas "Sangat Tinggi" pada posisi Operator Packer, Operator Tender Belt, dan Operator Ship Loader. Berdasarkan perhitungan metode HEART, nilai *Human Error Probability* (HEP) atau probabilitas kesalahan manusia tertinggi ditemukan pada dua aktivitas utama, yaitu tugas menyesuaikan kecepatan *belt* pada Operator Tender Belt (tugas 2.4) dan tugas memastikan stabilitas posisi kantong pada Pekerja Jumbo Bag (tugas 3.2), masing-masing dengan nilai sebesar 0,16. Hal ini berarti terdapat peluang kesalahan sebesar 16% dalam setiap pelaksanaan tugas tersebut yang dapat mengganggu kelancaran produksi dan meningkatkan risiko kecelakaan kerja.
2. Untuk meminimalkan potensi *human error* akibat penyimpangan SOP, disusun rekomendasi perbaikan yang mencakup aspek administratif dan teknis. Strategi utama meliputi penerapan sistem *checklist* kesiapan mesin dan peralatan sebelum memulai produksi untuk mencegah kesalahan prosedur awal (*start-up*), serta pelaksanaan kegiatan *briefing* rutin di awal *shift* guna meningkatkan fokus dan kepatuhan operator SOP. Dari semua aktivitas yang dilakukan, aspek kehalalan aktivitas dalam arti senantiasa mengedepankan aspek kerja yang sistematis, disiplin dan berpatokan pada SOP yang telah di gariskan, merupakan manifestasi kerja halal dan berbasis keamanan (Nusran and Marasabessy, 2023).

DAFTAR PUSTAKA

- Alfarabi, Muhammad, Takdir Alisyahbana, A. Dwi Wahyuni, Asrul Fole, and Ihwan Safutra. N.D. *Optimasi Manajemen Risiko dalam Pengolahan Mineral: Evaluasi Probabilitas Human error dengan Metode SHERPA dan HEART di PT. Bumi Mineral Sulawesi*.
- Asyari, Hasyim, Adinda Hananti, and Husnia Rahma. 2025. "Identifikasi Bahaya dan Analisis Risiko K3 pada Pekerjaan Pengamanan Tegangan 20 KV Menggunakan HAZID dan JHA (Studi Kasus: PT XYZ)." 04(1):9–17.doi:10.20895/trinistik. v4i1.1551.
- Dwie Vanesa, Khairiyah, Asila Tiara Putri, Hafizza Salsabilla Tarigan, and Sri Hajijah Purba. 2024. "Perkembangan Sistem Manajemen K3 dalam Industri Konstruksi: Sebuah *Systematic Literature Review*." *Zahra: Journal Of Health and Medical Research* 4(3):288–98.
- Hafisyah Wafi, Yun, Ragil Ismi Hartanti, Reny Indrayani, Fakultas Kesehatan Masyarakat, and Universitas Jember Jl Kalimantan. 2020. *Human Reliability Assessment Menggunakan Modifikasi Metode SHERPA dan HEART (Studi pada Pekerjaan Pengelasan Conveyor Chute di Area Coal Handling PT. X)*. Vol. 5.
- Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Analisa K., Muhammad Nur, Putry Sandy Agustina, Jurusan Teknik Industri, and Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. 2024. *Industri Inovatif-Jurnal Teknik Industri ITN Malang*.
- Kristian Gea, Orianus, and Sri Zetli. 2022. "Analisis *Human error* Untuk Mengurangi Kecelakaan Kerja pada Proses Produksi di Pt Duta Logistik Asia." *Jurnal Comasie*.

- Mail, A. *et al.* (2020) “Analisis Penjadwalan Produksi Dengan Menggunakan Metode Campbell Dudeck Smith Dan Palmer Pada Pt. Bobi Agung Indonesia. 3 (2), 7.”
- Maulana, Denindra Surya, Hidayat Hidayat, and Efta Dhartikasari Priyana. 2025. “*Human error Analysis on Steelmaking Process to Reduce Product Defect Rate at PT. Ravana Jaya Using SHERPA and HEART Methods.*” *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan* 9(2):636–47. doi:10.70609/gtech. v9i2.6569.
- Maulidya, Annisa, Katharina Oginawati, and Suharyanto Suharyanto. 2023. “*Analysis of Human error Potential as a Cause of Work Accident Using SHERPA and HEART Method in The Cement Industry.*” *Journal of World Science* 2(9):1387–97. doi:10.58344/jws.v2i9.408.
- Maulidya, Annisa, Katharina Oginawati, and Suharyanto Suharyanto. 2023. “*Analysis of Human error Potential as a Cause of Work Accident Using SHERPA and HEART Method in The Cement Industry.*” *Journal of World Science* 2(9):1387–97. doi:10.58344/jws. v2i9.408.
- Mewengkang, Ginolha, Charles S. C. Punuhsingon, Johan S. C. Neyland, and Zetly Estefanus Tamod. n.d. “Penerapan Metode *Systematic Human error Reduction and Prediction Approach* (SHERPA) Untuk Keselamatan Kerja Pada Industri Pembuatan Garam di Pt Empat Saudara.” <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/jtmu>.
- Noventya Cahyani, Salma, M. Tutuk Safirin, Dwi Sukma Donoriyanto, and Nur Rahmawati. 2022a. “*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. doi:10.21070/prozima. v6i1.1569.
- Nusran, M. (2019) *Dunia Industri-Perspekti Psikologi Tenaga Kerja*. 01 ed, Nas Mdia Pustaka. 01 ed. Makassar.
- Nusran, M. and Marasabessy, S.A. (2023) “The Paradigm of Halal Works: Road to An Integrated Production System,” *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 31(1), pp. 490–507. Available at: <https://doi.org/10.37934/araset.33.1.490507>.
- Patradhiani, Rurry, Muhammad Harlan Kurniawan, and Masayu Rosyidah. n.d.-b. Analisis *Human error* pada Proses Produksi Batu Bata dengan Metode SHERPA dan HEART Untuk Mengurangi Kecelakaan Kerja *Analysis of Human error in Brick Production with SHERPA and HEART Method to Reduce Work Accident*. <http://jurnal.um-palembang.ac.id/integrasi/index>.
- Rammadaniya, Putri, and Nina Mahbubah. 2022. “*Integration of the HEART and SHERPA Approach to Evaluating Human errors in the Refinery Salt Production.*” *Jurnal Sistem Teknik Industri* 24(2):177–93. doi:10.32734/jsti.v24i2.7755.
- Riyadi, Ridwan. 2023. “Penurunan Kecelakaan Kerja dengan Mempertimbangkan *Human error* Menggunakan Metode SHERPA Dan HEART (Studi Kasus Pada Perusahaan Packaging).” VIII(2).
- Sihaloho, Ricky M., Jefferson Mende, and Irvan R. Rondonuwu. n.d. “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>.
- Widharto, Yusuf, Derry Iskandari, Denny Nurkertamanda, and Penulis Korespondensi. 2018. *Analisis Human Reliability Assessment Dengan Metode HEART (Studi Kasus Pt Abc)*. Vol. 13.



Zetli, Sri. 2021. “Analisis *Human error* dengan Pendekatan Metode SHERPA dan HEART pada Produksi Batu Bata UKM Yasin.” Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya 7(2):147–56. doi:10.30656/intech. v7i2.3934.