

ANALISIS HUMAN ERROR PADA PROSES PRODUKSI GULA DENGAN MENGGUNAKAN METODE SHERPA DAN HEART UNTUK MEMINIMALKAN KECELAKAAN KERJA DI PG REJO AGUNG BARU MADIUN

Vensa Aldian Alfano¹⁾, Rusindiyanto²⁾

^{1, 2)} Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
Jl. Rungkut Madya Surabaya 60294

e-mail: vensa.aldian12@gmail.com¹⁾, rusindiyanto4@gmail.com²⁾

ABSTRAK

PG Rejo Agung Baru Madiun adalah suatu perusahaan yang memproduksi gula, didalam suatu proses produksi pasti tidak lepas dari terjadinya kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja pada PG Rejo Agung Baru Madiun sebagian besar disebabkan oleh banyak faktor salah satunya ialah kelalaian manusia (human error). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menentukan nilai HEP tertinggi serta dapat memberikan usulan rekomendasi perbaikan pada kegiatan kritis yang berpotensi terjadi human error untuk meminimalkan tingkat kecelakaan kerja. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode SHERPA dan HEART. Berdasarkan dari hasil penerapan metode tersebut menunjukkan bahwa hasil rekapitulasi nilai HEP untuk semua task yang menyebabkan error yaitu sebesar 0,2718 hasil ini menunjukkan bahwa probabilitas error yang dilakukan operator sebesar 27,18% dan terdapat 2 nilai HEP yang terbesar yaitu pada task 2.2 memanaskan nira hingga suhu tertentu dengan nilai HEP sebesar 0,952557 dan pada task 6.3 pengukuran gas menggunakan parameter PH dengan nilai HEP sebesar 0,849728.

Kata Kunci: Human Error, HEART, Kecelakaan Kerja, SHERPA

ABSTRACT

PG Rejo Agung Baru Madiun is a company that produces sugar, in a certain production process it cannot be separated from work accidents. Most of the work accidents at PG Rejo Agung Baru Madiun are caused by many factors, one of which is human error (human error). This study aims to identify and determine the highest HEP value and can provide recommendations for improvements to critical activities that have the potential for human error to minimize the level of work accidents. The methods used in this research are the SHERPA and HEART methods. Based on the results of the application of this method, it shows that the results of the recapitulation of HEP values for all tasks that cause errors are 0.2718, these results indicate that the probability of error made by the operator is 27.18% and there are 2 biggest HEP values, namely in task 2.2 heating sap. up to a certain temperature with a HEP value of 0.952557 and on task 6.3 gas measurement used the PH parameter with a HEP value of 0.849728.

Keywords: Human Error, HEART, Work Accident, SHERPA

I. PENDAHULUAN

PG. Rejo Agung Baru merupakan pabrik yang memproduksi gula dimana memiliki andil besar dalam menyumbang pasokan gula dalam negeri. Pabrik gula yang berada di Madiun tersebut dikelola oleh PT Rajawali Nusantara Indonesia I. Kapasitas giling di PG. Rejo Agung Baru sebesar 6.000 Ton Cane per Day (TCD) dan juga memiliki karyawan tetap sebanyak 301 orang pada saat proses *maintenance* dan ada sebanyak 1.113 pekerja pada saat musim giling berlangsung.

Salah satu kecelakaan kerja pada PG Rejo Agung Baru Madiun disebabkan kelalaian manusia (*human error*), antara lain kelalaian pekerja, tanggung jawab pekerja dengan pekerjaannya dan sering tidak menggunakan alat pelindung diri (APD). Pada tahun 2019 terdapat 5 kali kecelakaan kerja seperti tersangkut rantai penggerak, terjepit penggilingan, tersandung material, tersengat aliran listrik, dan jempol kaki tertusuk batu. Oleh karena itu diperlukan analisa untuk mengetahui bagian-bagian yang berpotensi menyebabkan *human error*, untuk diberikan usulan rekomendasi perbaikan pada perusahaan.

Kecelakaan kerja akibat *human error* dapat dicegah dan diminimalisir melalui identifikasi kemungkinan terjadinya *human error*. Menurut Nurhayati, pada tahun 2017 disebutkan metode yang digunakan dalam mengidentifikasi kemungkinan terjadinya *human error* dengan metode *Human Error Assessment and Reduction Technology (HEART)*. Metode HEART diperoleh dari kinerja manusia. Penggunaan metode ini juga dinilai oleh beberapa pakar adalah metode HRA yang sesuai. Metode HEART cocok untuk situasi atau industri apa pun yang sangat penting untuk keandalan manusia (Utama, ASP 2020). Metode ini juga cocok untuk mengevaluasi kemungkinan terjadinya *human error* di PG Rejo Agung Baru Madiun, karena *human* keandalan manusia merupakan bagian penting dari proses produksi industri gula.

Diperlukan suatu pendekatan untuk mengetahui faktor penyebab *human error*, seberapa besar kemungkinannya pada pekerjaan pengemudi, dan diperlukan upaya-upaya perbaikan untuk meminimalisir terjadinya *human error* (Mas'idah, 2019). Tahapan-tahapan yang diambil di penelitian ini ada 2 yaitu: melalui identifikasi prosedur menggunakan *Hierarchical Task Analysis (HTA)* dan identifikasi *human error* dengan *Systematic Human Error Reduction and Prediction Analysis* yang biasa disingkat SHERPA (Setyowati, 2019).

Penelitian ini juga sudah dilakukan oleh Utama, ASP 2020, dengan judul "Analisis Human Error Pada Proses Produksi Keramik Dengan Menggunakan Metode HEART dan SHERPA" dengan tujuan untuk mengidentifikasi *human error* yang terjadi pada proses produksi keramik dan memberikan rekomendasi perbaikan untuk meminimalkan *human error* yang terjadi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Human Error*

Kecelakaan kerja diartikan sebagai peristiwa merugikan yang menimbulkan kerugian bagi manusia dan harta benda. Perlu adanya kewaspadaan dan antisipasi karena kecelakaan tidak terjadi secara kebetulan kecelakaan, tapi pasti ada alasannya (Sari, 2016). Pada pasal 86 tentang Undang-undang Tenaga Kerja Nomor 3 tahun 2003, didalamnya berisi tentang hak dan perlindungan yang harus diperoleh buruh dan pekerja (Restuputri, 2016). *Human error* merupakan suatu keputusan atau perilaku manusia yang harus menyimpang dari keadaan semestinya, sehingga mengurangi efektifitas, keselamatan atau kinerja sistem yang dapat menimbulkan kerusakan (Waluyo, 2016). *Human error* diartikan sebagai keputusan atau tindakan yang mengurangi keamanan kinerja sistem (Wignjosoebroto, 2010). Menurut Laing, pada tahun 2016, *human error* mengacu pada "korespondensi penulis" sesuai standar kinerja yang telah ditetapkan sebelumnya, yaitu keterlambatan yang disebabkan oleh kesulitan, masalah, insiden, dan malfungsi. Terdapat banyak faktor yang menyebabkan terjadinya *human error*. Menurut Pandya, 2016, faktor

terjadinya human error adalah: kurangnya pengetahuan dan informasi yang diperoleh, pelanggaran terhadap peraturan, dan buruknya komunikasi sehingga menjadikan error.

B. *SHERPA (Systematic Human Error Reduction and Prediction)*

SHERPA ialah salah cara menganalisa terbentuknya human error dengan memakai input hirarki task tingkat dasar. Task yang hendak dianalisa dibreakdown dahulu, setelah itu tiap task diprediksi human error yang terjalin (Masita, 2017). Keunggulan yang dimiliki SHERPA hampir sama dengan keunggulan program SRK (*Skill, Risk and Knowledge-Based Behavior*). Program ini mengidentifikasi kegagalan model eksternal dan mendeteksi bagaimana kegagalan internal manusia (misalnya tidak tahu). SHERPA kurang sesuai jika digunakan mengidentifikasi pengetahuan, peraturan, dan pengetahuan profesional. SHERPA lebih cocok untuk kesalahan yang berkaitan dengan kemampuan personel dan prosedur rutin yang lebih rinci dan konsisten dalam identifikasi error. SHERPA juga dapat melakukan beberapa analisis seperti analisis terhadap kemungkinan yang terjadi apabila error dikerjakan oleh operator, analisis tindakan yang dirasa kritis, dan strategi (Marta, 2020).

Langkah-langkah yang diambil dalam mengolah data metode SHERPA sebagai berikut:

1. Menentukan *Hierarchical Task Analysis* (HTA)
2. Menentukan *Human Error Identification* (HEI)
3. Menentukan Konsekuensi Analisis
4. Menentukan Analisis Ordinal Probabilitas
5. Menentukan Analisis Strategi

Metode SHERPA dapat diterapkan untuk studi kasus yang ada hubungannya dengan keahlian yang dimiliki seseorang serta kebiasaan seseorang, karena metode ini detail dan konsisten dalam mengidentifikasi error (Rachmawati, 2019).

C. *HEART (Human Error Assessment and Reduction Technique)*

HEART adalah serangkaian prosedur yang digunakan untuk menilai keadaan manusia, hal ini bertujuan mengevaluasi kesalahan manusia terdapat diseluruh penyelesaian tugas tertentu (Xiayuan, 2016). Kegunaan yang paling utama HEART yaitu memproses perhitungan melalui prosedur HEART untuk mengelompokkan task sesuai dengan jenis general dan nilai tingkat nominalnya yang sesuai tabel HEART Generic Task. Tata cara HEART ialah bagian dari perhitungan keandalan selaku seberapa besar operator melakukan kesalahan task yang harus dicoba dahulu (Safitri, 2016). Metode HEART memiliki prinsip bahwa setiap task terdapat kemungkinan untuk gagal. Kemungkinan kegagalan dapat disebabkan oleh satu atau lebih EPC (*Error Producing Condition*), seperti: gangguan, kelelahan, dan kondisi sempit (Williams, 2016). Metode HEART dilakukan melalui beberapa langkah yaitu: mengecek keadaan task terlebih dahulu apakah task kedalam *Generic Task Type* (GTT), menganalisis kondisi-kondisi yang diperkirakan menyebabkan error (EPC), memperkirakan dampak yang mungkin terjadi pada EPC task, menghitung nilai *assessed effect* setiap EPC, dan menghitung *Human Error Probability* (HEP), (Iridiastadi, 2016). Menurut Utama pada tahun 2018, Penentuan nilai Error Producing Conditions (EPC) ini didasarkan oleh faktor-faktor penentu yang mendorong terjadinya berbagai kesalahan yang dilakukan oleh operator.

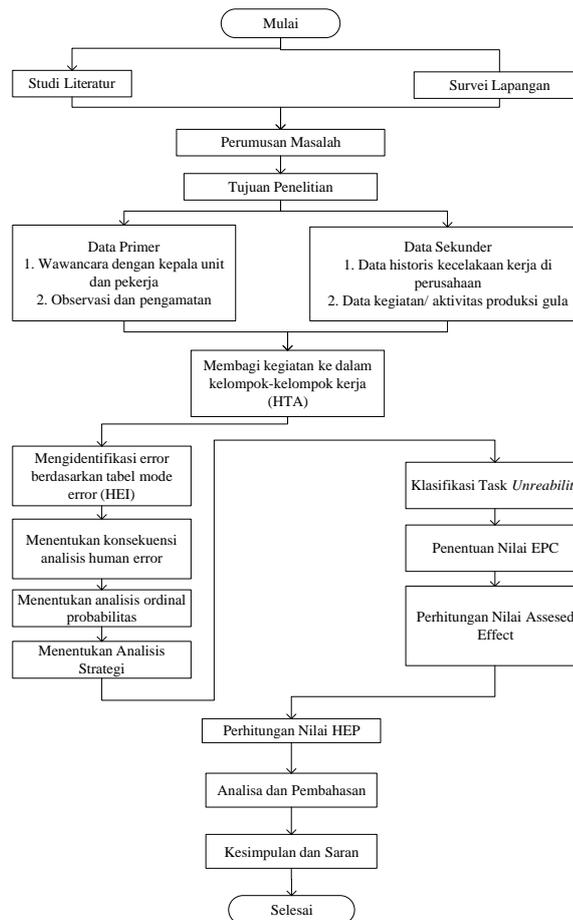
Pengolahan data dengan metode HEART menggunakan langkah-langkah berikut:

1. Mengklasifikasikan *Task Unreability*
2. Mencari Nilai dari *Error Producing Condition* (EPC)
3. Menetapkan Nilai *Assessed Proportion of Effect* (APOE) dan menghitung Nilai dari *Assessed Effect* (AE)
4. Langkah terakhir HEART dengan menentukan nilai HEP setiap pekerjaan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pekerjaan yang penting untuk karena memiliki nilai HEP yang tertinggi diantara pekerjaan lainnya (Istiqomah, 2017).

III. METODE PENELITIAN

Analisis data yang digunakan di penelitian ini dimulai dari studi pengenalan dari stasiun pemurnian PG Rejo Agung Baru Madiun yang menjadi tempat penelitian yang diharapkan dapat diketahui permasalahan. Proses pengumpulan data melalui survey lapangan dan mengkaji beberapa literatur. Data yang telah diperoleh digunakan sebagai pedoman untuk menganalisa objek yang diteliti dan sebagai dasar teoritis.

Menurut Sugiyono, 2016 metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan melalui mengumpulkan data, mengolah data data, menganalisa hasil data dan terakhir membuat kesimpulan penelitian. Pada diagram ini secara singkat diuraikan mengenai prosedur yang digunakan dalam menyelesaikan suatu masalah yang ada di perusahaan. Berikut adalah flowchart penelitian:



Gambar 1. Langkah-Langkah Pemecahan Masalah

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

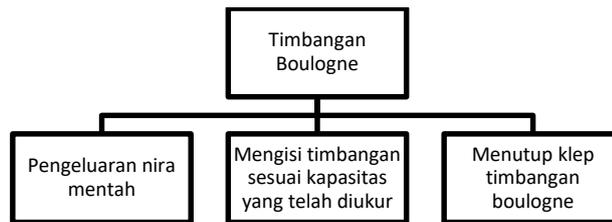
Lokasi penelitian yang dipilih di PG. Rejo Agung Baru Madiun tepatnya di Jl. Yos Sudarso No.23, Patihan, Kec. Manguharjo, Kota Madiun. Waktu dilakukannya penelitian dimulai bulan November 2020 hingga data terpenuhi. Data yang dicari dalam penelitian ini adalah data primer (diperoleh melalui pengamatan dan wawancara) dan data sekunder (berasal dari sumber pertama kemudian disusun dalam bentuk dokumen yang melibatkan beberapa bagian perusahaan). Beberapa data yang dibutuhkan di antaranya, yaitu: data historis tingkat kecelakaan kerja, alat dan proses produksi gula.

B. *Pengolahan Data*

1. *Hierarchical Task Analysis (HTA)*

Tahan yang digunakan dalam metode HEART adalah HTA (Hierarchy Task Analysis). Menurut Mandal, 2016, HTA adalah proses mengidentifikasi kerja yang penting untuk dilaksanakan. HTA memperlihatkan tugas yang harus dilakukan oleh operator dalam memproduksi produk (Alatas, 2017). HTA dalam proses ini dapat diperkirakan *human error* yang dapat terjadi ketika operator melakukan pekerjaannya.

HTA pada proses timbangan boulogne dapat dilihat pada gambar 2 yang memperlihatkan pekerjaan yang semestinya dikerjakan operator bagian timbangan boulogne. Bagan HTA merupakan bagian bejana timbangan boulogne dapat diperkirakan human error yang diprediksi akan terjadi pada operator saat bekerja.



Gambar 2. HTA Timbangan Boulogne

HTA pada proses bejana pemanas pendahuluan (*voorwarmer*) dapat dilihat pada gambar 3 yang memperlihatkan pekerjaan yang harus dilakukan oleh operator bagian bejana pemanas pendahuluan (*voorwarmer*). Berdasarkan bagan HTA bagian bejana pemanas pendahuluan (*voorwarmer*) dapat diperkirakan human error yang dapat terjadi ketika operator melaksanakan pekerjaannya.



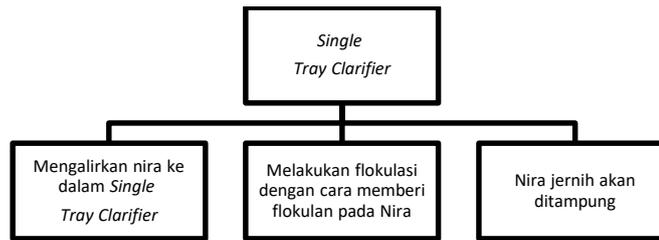
Gambar 3. HTA Bejana Pemanas Pendahuluan (*Voorwarmer*)

HTA pada proses tangki defekator dapat dilihat pada gambar 4 yang memperlihatkan pekerjaan yang mestinya dikerjakan operator bagian tangki defekator. Berdasarkan bagan HTA bagian tangki defekator dapat diperkirakan human error yang dapat terjadi.



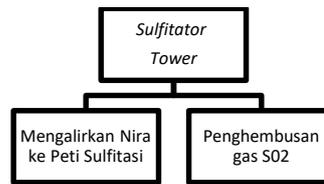
Gambar 4. HTA Tangki Defekator

HTA pada proses *single tray clarifier* dapat dilihat pada gambar 5 yang memperlihatkan pekerjaan yang dilakuka operator di bagian *single tray clarifier*. Berdasarkan bagan HTA bagian *single tray clarifier* dapat diperkirakan human error yang mungkin terjadi ketika operator melaksanakan pekerjaannya.



Gambar 5. HTA Single Tray Clarifier

HTA pada proses *sulfitator tower* dapat dilihat pada gambar 6 yang memperlihatkan pekerjaan yang dikerjakan operator bagian *sulfitator tower*. Dari bagan HTA bagian *sulfitator tower* dapat diperkirakan human error dapat terjadi pada operator saat melaksanakan pekerjaannya.



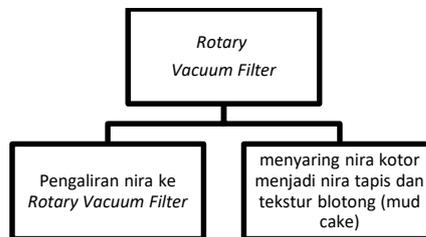
Gambar 6. HTA Sulfitator Tower

HTA pada proses tobong belerang dapat dilihat pada gambar 7 yang memperlihatkan pekerjaan semestinya dilakukan operator bagian tobong belerang. Dari bagan HTA bagian tobong belerang dapat diperkirakan human error yang diperkirakan dapat terjadi pada operator saat melaksanakan pekerjaannya.



Gambar 7. HTA Bejana Tobong Belerang

HTA pada proses *rotary vacuum filter* dapat dilihat pada gambar 8 yang memperlihatkan pekerjaan yang harus dilaksanakan operator yang ada di bagian *rotary vacuum filter*. Dari bagan HTA bagian *rotary vacuum filter* dapat diperkirakan human error dapat terjadi pada operator ketika melaksanakan pekerjaannya.



Gambar 8. HTA Rotary Vacuum Filter

HTA pada proses *clarified juice tank* dapat dilihat pada gambar 9 yang memperlihatkan pekerjaan mestinya dilakukan operator bagian *clarified juice tank*. Dari bagan HTA bagian *clarified juice tank* dapat diperkirakan terjadinya human error pada operator saat melaksanakan pekerjaannya.



Gambar 9. HTA Clarified Juice Tank

2. Human Error Identification (HEI)

Tabel 1 menjelaskan bagaimana human error yang dapat terjadi beserta konsekuensi yang akan diterima ketika operator melakukan pekerjaan.

TABEL I
DESKRIPSI ERROR

No. Task	Deskripsi Task	Code Error	Deskripsi Code Error	Deskripsi Error	Konsekuensi
1.1	Pengeluaran nira mentah	A3	<i>Operation in wrong direction</i>	Tidak dilaksanakan pemeriksaan Penggunaan Safety shoes, helm, masker	Pekerja terkena senyawa kimia/ zat berbahaya lainnya.
1.2	Mengisi timbangan sesuai kapasitas yang telah diukur	A2	<i>Operation mistimed</i>	Tidak melakukan operasi secara tepat waktu.	Cidera pada tangan dan bau menyengat mengganggu pernapasan.
1.3	Menutup klep timbangan boulogne	A3	<i>Operation in wrong direction</i>	Tidak dilaksanakan pemeriksaan Penggunaan Safety shoes, helm, masker	Kebocoran mesin menyebabkan proses produksi terganggu dan lingkungan kerja licin menyebabkan pekerja terpelesat
2.1	Mengalirkan nira ke bejana pemanas	A3	<i>Operation in wrong direction</i>	Tidak dilaksanakan pemeriksaan Penggunaan Safety shoes, helm, masker.	Pekerja terkena senyawa kimia/ zat berbahaya (asam phospat) lainnya.
2.2	Memanaskan nira hingga suhu tertentu	A1	<i>Operation too long/short</i>	Waktu proses operasi terlalu lama atau terlalu cepat.	Pekerja mengalami luka bakar di kulit
2.3	Penampungan nira yang telah melalui proses pemanasan	A3	<i>Operation in wrong direction</i>	Tidak dilaksanakan pemeriksaan Penggunaan Safety shoes, helm, masker.	Pekerja mengalami luka bakar di kulit dan mengalami gangguan pernafasan (keracunan) akibat bau menyengat
3.1	Pengaliran nira ke Tangki Defekator	A3	<i>Operation in wrong direction</i>	Tidak dilaksanakan pemeriksaan Penggunaan Safety shoes, helm, masker	Pekerja terkena senyawa kimia/ zat berbahaya (asam phospat) lainnya.
3.2	Penambahan susu kapur	A4	<i>Operation too little/much</i>	Operasi terlalu sedikit atau terlalu banyak.	Kebocoran mesin pekerja mengalami gangguan pernafasan (keracunan)
3.3	Menampung nira yang telah melalui proses penambahan	A3	<i>Operation in wrong direction</i>	Tidak dilaksanakan pemeriksaan Penggunaan Safety shoes, helm, masker.	Pekerja mengalami gangguan pernafasan (keracunan)
4.1	Mengalirkan nira ke dalam Single Tray Clarifier	A3	<i>Operation in wrong direction</i>	Tidak dilaksanakan pemeriksaan Penggunaan Safety shoes, helm, masker	Pekerja terkena senyawa kimia/ zat berbahaya lainnya.
4.2	Melakukan flokulasi dengan cara memberi flokulan pada Nira	A3	<i>Operation in wrong direction</i>	Tidak dilaksanakan pemeriksaan Penggunaan Safety shoes, helm, masker	Pekerja terkena senyawa kimia/ zat berbahaya (asam phospat) lainnya.
4.3	Nira jernih akan ditampung	A3	<i>Operation in wrong direction</i>	Tidak dilaksanakan pemeriksaan Penggunaan Safety shoes, helm, masker	Pekerja terkena senyawa kimia/ zat berbahaya lainnya.
5.1	Mengalirkan Nira ke Peti Sulfitasi	A3	<i>Operation in wrong direction</i>	Tidak dilaksanakan pemeriksaan Penggunaan Safety shoes, helm, masker	Pekerja terkena senyawa kimia/ zat berbahaya (asam phospat) lainnya.

5.2	Penghembusan gas SO2	A3	<i>Operation in wrong direction</i>	Tidak dilaksanakan pemeriksaan Penggunaan Safety shoes, helm, masker	Kebocoran mesin pekerja mengalami gangguan pernafasan (keracunan)
6.1	Pembakaran belerang/ sulfur oksida menjadi cair	A3	<i>Operation in wrong direction</i>	Tidak dilaksanakan pemeriksaan Penggunaan Safety shoes, helm, masker	Pekerja terkena pipa yang bersuhu tinggi dan dapat terkena senyawa kimia/ zat berbahaya lainnya.
6.2	Memberikan air pendingin untuk menghasilkan gas SO2	A4	<i>Operation too little/much</i>	Operasi terlalu sedikit atau terlalu banyak.	Pekerja terkena senyawa kimia/ zat berbahaya (asam phospat) lainnya.
6.3	Pengukuran gas menggunakan parameter PH	A3	<i>Operation in wrong direction</i>	Tidak dilaksanakan pemeriksaan Penggunaan Safety shoes, helm, masker	Pekerja mengalami gangguan pernafasan (keracunan)
7.1	Pengaliran nira ke Rotary Vacuum Filter	A3	<i>Operation in wrong direction</i>	Tidak dilaksanakan pemeriksaan Penggunaan Safety shoes, helm, masker	Pekerja terkena senyawa kimia/ zat berbahaya (asam phospat) lainnya.
7.2	Menyaring nira kotor menjadi nira tapis dan tekstur blotong (mud cake)	A3	<i>Operation in wrong direction</i>	Tidak dilaksanakan pemeriksaan Penggunaan Safety shoes, helm, masker	Berinteraksi dengan pipa bersuhu dan tekanan tinggi, pekerja dapat mengalami luka bakar
8.1	Pengaliran nira ke juice tank	A3	<i>Operation in wrong direction</i>	Tidak dilaksanakan pemeriksaan Penggunaan Safety shoes, helm, masker	Pekerja terkena senyawa kimia/ zat berbahaya lainnya.
8.2	Penyaringan kotoran nira oleh saringan.	A3	<i>Operation in wrong direction</i>	Tidak dilaksanakan pemeriksaan Penggunaan Safety shoes, helm, masker	Pipa bertekanan tinggi menyebabkan pekerja mengalami keracunan gas dan luka bakar di kulit.
8.3	Penampungan nira bersih pada clarified juice tank.	A3	<i>Operation in wrong direction</i>	Tidak dilaksanakan pemeriksaan Penggunaan Safety shoes, helm, masker	Pekerja terkena senyawa kimia/ zat berbahaya (asam phospat) lainnya.
8.4	Mengirim nira yang sudah tersaring ke stasiun penguapan	A3	<i>Operation in wrong direction</i>	Tidak dilaksanakan pemeriksaan Penggunaan Safety shoes, helm, masker	Kebocoran mesin pekerja mengalami gangguan pernafasan (keracunan).

3. Analisis Ordinal Probabilitas

Tingkat/ kemungkinan operator melakukan kesalahan pada saat melakukan pekerjaan yang berpotensi terjadinya *human error*.

TABEL II
ANALISIS ORDINAL PROBABILITAS

No. Task	Deskripsi Task	Probabilitas
1.1	Pengeluaran nira mentah	Medium (level 2)
1.2	Mengisi timbangan sesuai kapasitas yang telah diukur	High (level 4)
1.3	Menutup klep timbangan boulogne	Medium (level 2)
2.1	Mengalirkan nira ke bejana pemanas	Medium (level 2)
2.2	Memanaskan nira hingga suhu tertentu	High (level 4)
2.3	Penampungan nira yang telah melalui proses pemanasan	Medium (level 2)
3.1	Pengaliran nira ke Tangki Defekator	Medium (level 2)
3.2	Penambahan susu kapur	High (level 4)
3.3	Menampung nira yang telah melalui proses penambahan	Medium (level 2)
4.1	Mengalirkan nira ke dalam Single Tray Clarifier	Medium (level 2)
4.2	Melakukan flokulasi dengan cara memberi flokulan pada Nira	High (level 4)
4.3	Nira jernih akan ditampung	Medium (level 2)
5.1	Mengalirkan Nira ke Peti Sulfitasi	Medium (level 2)
5.2	Penghembusan gas SO2	High (level 4)
6.1	Pembakaran belerang/ sulfur oksida menjadi cair	Medium (level 2)
6.2	Memberikan air pendingin untuk menghasilkan gas SO2	High (level 4)
6.3	Pengukuran gas menggunakan parameter PH	Medium (level 2)

7.1	Pengaliran nira ke Rotary Vacuum Filter	Medium (level 2)
7.2	Menyaring nira kotor menjadi nira tapis dan tekstur blotong (mud cake)	High (level 4)
8.1	Pengaliran nira ke juice tank	Medium (level 2)
8.2	Penyaringan kotoran nira oleh saringan.	High (level 4)
8.3	Penampungan nira bersih pada clarified juice tank.	Medium (level 2)
8.4	Mengirim nira yang sudah tersaring ke stasiun penguapan	Medium (level 2)

4. Analisis Strategi

Analisis Strategi adalah solusi dari perbaikan yang diambil setelah langkah-langkah yang telah dilakukan sebelumnya. Solusi perbaikan sangat penting untuk dilakukan guna mengatasi human error yang mungkin dapat terjadi.

TABEL III
ANALISIS STRATEGI

No. Task	Deskripsi Task	Analisis Strategi
1.1	Pengeluaran nira mentah	Perusahaan mewajibkan pemakaian APD seperti safety shoes, sarung tangan dan masker sesuai dengan standard.
1.2	Mengisi timbangan sesuai kapasitas yang telah diukur	Mengadakan pelatihan/ training rutin kepada operator/pekerja dan memberikan pengarahan kepada operator sebelum mulai bekerja.
1.3	Menutup klep timbangan boulogne	Perusahaan dapat menerapkan pemakaian APD seperti safety shoes, sarung tangan dan masker sesuai dengan standard.
2.1	Mengalirkan nira ke bejana pemanas	Perusahaan dapat menerapkan pemakaian APD seperti safety shoes, sarung tangan dan masker sesuai dengan standard.
2.2	Memanaskan nira hingga suhu tertentu	Perusahaan memberikan <i>mark sign</i> k3 dan mempertegas pemakaian APD sesuai standard.
2.3	Penampungan nira yang telah melalui proses pemanasan	Perusahaan menerapkan penggunaan APD seperti safety shoes, sarung tangan dan masker
3.1	Pengaliran nira ke Tangki Defekator	Perusahaan mewajibkan operator menggunakan APD sesuai dengan standard dan membuat <i>mark sign</i> k3/ tanda bahaya.
3.2	Penambahan susu kapur	Perusahaan menerapkan penggunaan APD seperti safety shoes, sarung tangan dan masker, kaca mata serta membuat SOP dan tidak mengobrol dengan pekerja lain
3.3	Menampung nira yang telah melalui proses penambahan	Perusahaan mewajibkan operator menggunakan APD sesuai dengan standard dan membuat <i>mark sign</i> k3/ tanda bahaya
4.1	Mengalirkan nira ke dalam Single Tray Clarifier	Mengadakan pelatihan/ training rutin kepada operator/pekerja dan memberikan pengarahan kepada operator sebelum mulai bekerja.
4.2	Melakukan flokulasi dengan cara memberi flokulan pada Nira	Mengadakan pelatihan/ training rutin kepada operator/pekerja dan memberikan pengarahan kepada operator sebelum mulai bekerja.
4.3	Nira jernih akan ditampung	Perusahaan menerapkan penggunaan APD seperti safety shoes, sarung tangan dan masker
5.1	Mengalirkan Nira ke Peti Sulfitasi	Perusahaan menerapkan penggunaan APD seperti safety shoes, sarung tangan dan masker
5.2	Penghembusan gas SO ₂	Mengadakan pelatihan/ training rutin kepada operator/pekerja dan memberikan pengarahan kepada operator sebelum mulai bekerja.
6.1	Pembakaran belerang/ sulfur oksida menjadi cair	Perusahaan memberikan <i>safety sign</i> k3/ tanda bahaya dan mempertegas pemakaian APD sesuai standard.
6.2	Memberikan air pendingin untuk menghasilkan gas SO ₂	Mengadakan pelatihan/ training rutin kepada operator/pekerja dan memberikan pengarahan kepada operator sebelum mulai bekerja.
6.3	Pengukuran gas menggunakan parameter PH	Perusahaan memberikan <i>mark sign</i> k3 dan membuat SOP yang jelas tentang penggunaan alat.
7.1	Pengaliran nira ke Rotary Vacuum Filter	Perusahaan menerapkan penggunaan APD seperti safety shoes, sarung tangan dan masker
7.2	Menyaring nira kotor menjadi nira tapis dan tekstur blotong (mud cake)	Perusahaan dapat mengadakan training secara bertahap ke semua operator dan sebelum memulai kerja dilakukan pemeriksaan sebelum operator
8.1	Pengaliran nira ke juice tank	Perusahaan memberikan <i>mark sign</i> k3 dan membuat SOP yang jelas tentang penggunaan alat.
8.2	Penyaringan kotoran nira oleh saringan.	Perusahaan mewajibkan pemakaian APD seperti safety shoes, sarung tangan dan masker sesuai dengan standard.
8.3	Penampungan nira bersih pada clarified juice tank.	Perusahaan memberikan <i>mark sign</i> k3 dan membuat SOP yang jelas tentang penggunaan alat.

8.4	Mengirim nira yang sudah tersaring ke stasiun penguapan	Perusahaan mewajibkan pemakaian APD seperti safety shoes, sarung tangan dan masker sesuai dengan standard.
-----	---------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5. Nilai *Human Error Probability* (HEP)

Nilai HEP menjelaskan seberapa besarnya perkiraan terjadinya kegagalan saat operator melaksanakan pekerjaan di seluruh task yang berpotensi menyebabkan *human error*.

TABEL IV
NILAI *HUMAN ERROR PROBABILITY*

No. Task	Deskripsi Task	Tipe Generic Task	Nilai Human Unreability	Nilai EPC	Nilai HEP
1.1	Pengeluaran nira mentah	D	0,09	1,1	0,387896
1.2	Mengisi timbangan sesuai kapasitas yang telah diukur	C	0,16	8	0,689594
1.3	Menutup klep timbangan boulogne	D	0,09	1,1	0,387896
2.1	Mengalirkan nira ke bejana pemanas	D	0,09	1,1	0,535813
2.2	Memanaskan nira hingga suhu tertentu	G	0,16	8	0,952557
2.3	Penampungan nira yang telah melalui proses pemanasan	D	0,09	1,1	0,535813
3.1	Pengaliran nira ke Tangki Defekator	D	0,09	1,1	0,22669
3.2	Penambahan susu kapur	E	0,02	3	0,050376
3.3	Menampung nira yang telah melalui proses penambahan	D	0,09	1,1	0,22669
4.1	Mengalirkan nira ke dalam Single Tray Clarifier	D	0,09	1,1	0,2266902
4.2	Melakukan flokulasi dengan cara memberi flokulan pada Nira	G	0,0004	3	0,001007512
4.3	Nira jernih akan ditampung	D	0,09	1,1	0,2266902
5.1	Mengalirkan Nira ke Peti Sulfitasi	D	0,09	1,1	0,130968
5.2	Penghembusan gas SO ₂	G	0,0004	1,6	0,00058208
6.1	Pembakaran belerang/ sulfur oksida menjadi cair	E	0,02	1,6	0,106216
6.2	Memberikan air pendingin untuk menghasilkan gas SO ₂	E	0,02	3	0,106216
6.3	Pengukuran gas menggunakan parameter PH	C	0,16	2	0,849728
7.1	Pengaliran nira ke Rotary Vacuum Filter	D	0,09	1,1	0,21186
7.2	Menyaring nira kotor menjadi nira tapis dan tekstur blotong (mud cake)	E	0,02	3	0,04708
8.1	Pengaliran nira ke juice tank	D	0,09	1,1	0,286660062
8.2	Penyaringan kotoran nira oleh saringan.	G	0,0004	3	0,001274045
8.3	Penampungan nira bersih pada clarified juice tank.	E	0,02	1,1	0,063702236
8.4	Mengirim nira yang sudah tersaring ke stasiun penguapan	G	0,00002	1,1	0,000001

6. Analisa dan Pembahasan

Hasil analisa human error yang telah dilaksanakan mengambil metode SHERPA probabilitas high pada task 1.2 yaitu mengisi timbangan sesuai kapasitas yang telah diukur, task 2.2 yaitu memanaskan nira hingga suhu tertentu, task 3.2 yaitu penambahan susu kapur, task 4.2 yaitu melakukan flokulasi dengan cara memberi flokulan pada nira, task 5.2 yaitu penghembusan gas SO₂, task 6.2 yaitu memberikan air pendingin untuk menghasilkan gas SO₂, task 7.2 yaitu menyaring nira kotor menjadi nira tapis dan tekstur blotong (mud cake) dan task 8.2 yaitu penyaringan kotoran nira oleh saringan. Dari hasil perhitungan HEP pada tabel 4 dengan menggunakan metode HEART didapatkan besar nilai rata-rata HEP untuk semua task yang menyebabkan error yaitu sebesar 0,2718. Hasil ini menunjukkan bahwa probabilitas semua error yang ada dilakukan oleh operator adalah sebesar 27,18%.

V. KESIMPULAN

Berikut kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian ini adalah:

1. Probabilitas high untuk proses produksi adalah pada task 1.2 yaitu mengisi timbangan sesuai kapasitas yang telah diukur, task 2.2 yaitu memanaskan nira hingga suhu tertentu, task 3.2 yaitu penambahan susu kapur, task 4.2 yaitu melakukan flokulasi dengan cara memberi flokulan pada nira, task 5.2 yaitu penghembusan gas SO₂, task 6.2 yaitu memberikan air pendingin untuk menghasilkan gas SO₂, task 7.2 yaitu menyaring nira kotor menjadi nira tapis dan tekstur blotong (mud cake) dan task 8.2 yaitu penyaringan kotoran nira oleh saringan. Dengan faktor-faktor yang menjadi penyebab human error terbesar adalah tidak dilaksanakan pemeriksaan, penggunaan safety shoes, helm, dan masker. Sehingga untuk mengatasinya perusahaan menerapkan penggunaan APD seperti safety shoes, sarung tangan dan masker, kaca mata serta membuat SOP dan tidak mengobrol dengan pekerja lain, perusahaan dapat mengadakan pelatihan/ training rutin kepada operator/pekerja dan memberikan pengarahan kepada operator sebelum mulai bekerja. Serta perusahaan membuat safety sign di setiap area yang berkemungkinan menyebabkan error terjadi, apabila ada pekerja yang melanggar SOP yang telah ditetapkan maka dilakukan teguran lisan, secara tulisan dan SP1,2,3 sesuai undang-undang yang berlaku yaitu Undang-Undang Pasal 154A ayat (1) huruf K Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan.
2. Berdasarkan hasil rekapitulasi nilai HEP untuk semua task yang menyebabkan error yaitu sebesar 0,2718 hasil ini menunjukkan bahwa probabilitas error yang dilakukan operator sebesar 27,18% dan terdapat 2 nilai HEP yang terbesar yaitu pada task 2.2 memanaskan nira hingga suhu tertentu dengan nilai HEP sebesar 0,952557 dan pada task 6.3 pengukuran gas menggunakan parameter PH dengan nilai HEP sebesar 0,849728.

PUSTAKA

- Alatas, Anisah Haidar dan Roudhotul Jannah Kalista Putri. 2017. "Identifikasi Human Error Pada Proses Produksi Cassava Chips Dengan Menggunakan Metode Sherpa Dan Heart Di PT. Indofood Fritolay Makmur". Jurnal PASTI. Vol. XI. pp. 98-110. Universitas Mercu Buana Jakarta.
- Pandya, Deepak, Podofillini dan Lomax. 2016. "PO-0994: Human error analysis in radiotherapy: first steps towards a prospective and quantitative method," Radiotherapy and Oncology, vol. 115, pp. S532-S533.
- Laing, Nigel, Bruce dan N. Allorto. 2016. "Using a hybrid electronic medical record system for the surveillance of adverse surgical events and human error in a developing world surgical service," World journal of surgery, vol. 39, pp. 70-79.
- Iridiastadi, Hardianto dan Yassielia Nia. 2016. Ergonomi Suatu Pengantar. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Istiqomah, Shofiana. 2017. Analisis Probabilitas Human Error Pada Pekerjaan Penggantian Bola Ball Mill Dengan Metode HEART Di SAG Mill Concentrating (Studi Kasus: Perusahaan Pertambangan). Proceeding 1st Conference on Safety Engineering and Its Application. ISSN No. 2581 – 2653. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Williams, J. 2016. "HEART A Proposed Method For Achieving High Reliability In Process Operation By Means Of Human Factors Engineering Technology," in Safety and Reliability, pp. 5-25.
- Marta, Deka Dwi. 2020. Evaluasi Human Error Dengan Metode Sherpa Dan Hira Untuk Meminimalisir Kecelakaan Kerja Pada Proses Produksi Di Pt. Fajar Putra Plasindo. Undergraduate (S1) thesis, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Mas'idah, Eli, Akhmad Syakhroni dan Annisa Ayu Rachmawati. 2019. Analisis Kesalahan Manusia pada Pengemudi Bus Rapid Transit (BRT) Menggunakan Metode Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART) dan Systematic Human Error Reduction and Prediction. Jurnal Optimasi Sistem Industri. Vol 12 No.2. Universitas Sultan Agung
- Masita, M. 2017. Analisa Human Error Dengan Metode SHERPA dan HEART Pada Proses Produksi Batik Cap (Studi Kasus : UKM Batik Cap Supriyarso Kampoeng Batik Laweyan). Laporan Tugas Akhir Teknik Industri, UMS.
- Nurhayati, 2017. Penilaian Human Error Probability dengan Metode Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART) (Studi di Departemen Finishing PT. Eratex Djaja, Tbk) Assessment of Human Error Probability with Human Error Assessment and Reduction Technique Method (HEART) (Study at Finishing Department of PT. Eratex Djaja, Tbk) e-Jurnal Pustaka Kesehatan, vol. 5, (no.3). universitas jember
- Rachmawati, 2019. Analisis Kesalahan Manusia Pada Pengemudi Bus Rapid Transit (BRT) Menggunakan Metode Human Error Assessment And Reduction Technique (HEART) Dan Systematic Human Error Reduction And Prediction (SHERPA) (Studi Kasus : BRT Koridor I, Trans Semarang). Hal 79-86. Universitas Islam Sultan Agung Semarang
- Restuputri, D. P. dan Sari R. 2016. Analisis Kecelakaan Kerja dengan Metode Hazard and Operability Study (HAZOP). Jurnal Ilmiah Teknik Industri 14(1): 1412-6869.

- Safitri, D. M, Astriaty, A. R., dan Rizani, N. C. 2016. Human Reability Assessment dengan Metode Human Error Assessment dan Reduction Technique pada Operator Stasiun Shroud PT. X. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*. Volume 4(1), pp.1-7.
- Sari, Windy Pranita, Eka Lestari Mahyuni, dan Umi Salmah. 2016. "Faktor-Faktor yang Memengaruhi Potensi Kecelakaan Kerja Pada Pengemudi Truk Di PT. Berkatnugraha Sinarlestari Belawan.
- Setyowati, Lusiana Putri. 2019. Analisis Human Error Menggunakan Metode Sherpa Pada Pelaksanaan Colon In Loop Di Instalasi Radiologi RSUD Karanganyar. Skripsi Fakultas Teknik. Universitas Negeri Surakarta.
- Sugiyono. 2016. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Bandung.
- Utama, As Shiddiq Putra. 2020. "Analisis Human Error Pada Proses Produksi Keramik Dengan Menggunakan Metode Heart Dan Sherpa". *Jurnal INTECH*. Vol 6 No 1. Hal 12-22. Universitas Mulawarman Samarinda.
- Utama, Prawira Ridzki. 2018. "Analisa Human Error Probability Menggunakan Metode Heart (Human Error Assessment and Reduction Technique) Pada Operator Konveksi CV. 913 Production". *Indonesian Journal of Industrial Engineering & Manajemen*. Vol. 10, No. 1, pp. 93-100.
- Waluyo, Gunawan. Risk Based Behavioral Safety. 2016. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Xiayuan. Su, Mahadevan dan Yong. Deng. 2016. Dependence Assessment In Human Reliability Analysis Using Evidence Theory And AHP, Risk Analysis. vol. 35, pp. 1296-1316.