

**ANALISIS *HUMAN RELIABILITY ASSESSMENT* DENGAN
METODE *HUMAN ERROR ASSESSMENT AND REDUCTION
TECHNIQUE* PADA OPERATOR STASIUN PEREBUSAN DI
PTPN IV PKS GUNUNG BAYU**

SKRIPSI

OLEH :

REZA RINALDI HASIBUAN

168150020



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2020**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 20/1/21

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)20/1/21

**ANALISIS *HUMAN RELIABILITY ASSESSMENT* DENGAN
METODE *HUMAN ERROR ASSESSMENT AND REDUCTION
TECHNIQUE* PADA OPERATOR STASIUN PEREBUSAN DI
PTPN IV PKS GUNUNG BAYU**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh

Gelar Sarjana di Fakultas Teknik

Universitas Medan Area

OLEH :

REZA RINALDI HASIBUAN

168150020

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

2020

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 20/1/21

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)20/1/21

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis *Human Reliability Assessment* Dengan Metode *Human Error Assessment and Reduction Technique* Pada Operator Stasiun Perebusan Di PTPN IV PKS Gunung Bayu.
Nama : Reza Rinaldi Hasibuan
NPM : 168150020
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh :
Komisi Pembimbing

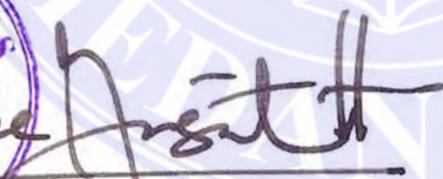


(Chalis Fajri Hasibuan, ST, M.Sc)
Dosen Pembimbing I



(Yudi Daeng Polewangi, ST, MT)
Dosen Pembimbing II

Mengetahui :



(Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT)

Dekan



(Yudi Daeng Polewangi, ST, MT)

Ketua Program Studi

Tanggal Lulus : 28 Juli 2020

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, Juli 2020

METERAI
TEMPEL

ACE78AHF673869820

6000
ENAM RIBU RUPIAH

Reza Rinaldi Hasibuan

168150020

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Reza Rinaldi Hasibuan
NPM : 168150020
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : ANALISIS HUMAN RELIABILITY ASSESSMENT DENGAN METODE HUMAN ERROR ASSESSMENT AND REDUCTION TECHNIQUE PADA OPERATOR STASIUN PEREBUSAN DI PTPN IV PKS GUNUNG BAYU

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 22 September 2020

Yang menyatakan



(Reza Rinaldi Hasibuan)

RINGKASAN

Reza Rinaldi Hasibuan NPM 168150020. Analisis *Human Reliability Assessment* dengan Metode *Human Error Assessment and Reduction Technique* pada Operator Stasiun Perebusan di PTPN IV PKS Gunung Bayu. Dibawah bimbingan Chalis Fajri Hasibuan, ST, M.Sc dan Yudi Daeng Polewangi, ST, MT.

Persoalan keandalan manusia adalah perihalnya pengaruh besar terhadap tingkat kecelakaan kerja maupun tingkat produktivitas suatu produk. Kecelakaan kerja terjadi di PTPN IV PKS Gunung Bayu terdapat 3 kecelakaan kerja yang terjadi di stasiun perebusan dan banyaknya kesalahan atau *human error* yang dilakukan oleh operator kerja, yaitu kelebihan waktu rebusan, lori yang keluar jalur, memasukkan tekanan uap yang tidak sesuai standard, tingkat kedisiplinan yang rendah, tidak memakai APD (Alat Pelindung Diri). PTPN IV PKS Gunung Bayu merupakan salah satu perusahaan dalam proses pembuatan minyak kelapa sawit. *Human Reliability Assessment* dilakukan dengan menggunakan metode HEART (*Human Error Assessment and Reduction Technique*). Pada tahapan awal dilakukan analisis terhadap tugas yang harus dilakukan operator dengan menyusun HTA (*Hierarchical Task Analysis*) sebagai tahapan awal dari metode HEART. Hasil pendiskripsian pekerjaan di stasiun perebusan terdapat 11 task atau jenis pekerjaan yang dilakukan oleh operator. Berdasarkan perhitungan diperoleh nilai HEP terbesar pada jenis pekerjaan mengatur waktu rebusan dengan nilai HEP (*Human Error Probability*) sebesar 0,5324, nilai HEP tertinggi kedua 0,5251 yaitu jenis pekerjaan mengatur tekanan uap, dan nilai HEP tertinggi ketiga yaitu jenis pekerjaan membuka atau menutup pintu rebusan dengan nilai HEP 0,1480. Kemudian peneliti menganalisis jenis pekerjaan dengan nilai HEP yang tinggi menggunakan *fishbone* diagram. Kemudian peneliti menyusun upaya pencegahan *human error* berdasarkan EPC, HEP dan *Fishbone* diagram.

Kata Kunci : *Human Error Assessment and Reduction Technique, Human Error Probability, Hierarchical Task Analysis, Human error, Human Reliability Assessment*

ABSTRACT

Reza Rinaldi Hasibuan. 168150020. "The Analysis of Human Reliability Assessment by Using The Human Error Assessment and Reduction Technique in Operation Boiling Station at PTPN IV PKS Gunung Bayu". Supervised by Chalis Fajri Hasibuan, S.T., M.Sc and Yudi Daeng Polewangi, S.T., M.T.

The human reliability problem is critical to the accident rate and productivity level. There are three main work accidents occurred at PTPN IV PKS Gunung Bayu, namely excess boiling time, the lorry that come in and out causing the vapor pressure that does not meet the standard, and low level of discipline. The company runs the palm oil manufacturing process. The analysis of human reliability assessment is conducted by employing the Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART). At the initial stage, the analysis of operator's task was carried by composing HTA (Hierarchal Task Analysis). The results of job descriptions at the boiling station stated that there are 11 operator's tasks. Then, the result also pointed out the highest of HEP (Human Error Probability) value is at 0.5324 for setting the boiling time. The second highest of HEP value is at 0.5251 for regulating the vapor pressure. The third of HEP value is at 0.1480 for open and close the boiling door. The study also employs the fishbone diagram to analysis type of tasks by using the HEP value. The human error preventions are prepared by using EPC, HEP and the fishbone diagram.

Keywords: *Human Error Assessment and Reduction Technique, Human Error Probability, Hierarchal Task Analysis, Human Error, Human Reliability Assessment.*



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lubuk Pakam pada tanggal 20 Juli 1998 dari Ayah Syahnan Hasibuan dan Ibu Darnisyah Siregar. Penulis merupakan putra kedua dari 2 bersaudara.

Tahun 2016 penulis lulus dari SMA Negeri 2 L.Pakam dan pada tahun 2016 juga terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area, Medan.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis pernah meraih beberapa prestasi ataupun penghargaan yaitu :

1. Pemenang medali emas pada kompetisi *International Art Creativity and Engineering Exhibition 2019*
2. Peraih *Semi Grand Award* dari *World Inventors Association* pada kompetisi *International Art Creativity and Engineering Exhibition 2019*
3. Peraih *Special Award* dari *Korea Invention Academy* pada kompetisi *International Art Creativity and Engineering Exhibition 2019*
4. Mendapatkan Sertifikat Sebagai *Author* pada ajang *International Conference on Information Technology and Engineering Management 2020*.
5. Peraih *Favorite Team* pada ajang *Product Design Competition* Tahun 2019.

Pada tahun 2019 Penulis juga telah melaksanakan Kerja Praktek (KP) di PT. Perkebunan Nusantara IV PKS Gunung Bayu pada bulan Agustus 2019 dan mengambil data untuk Tugas Akhir di PT. Perkebunan Nusantara IV PKS Gunung Bayu pada Desember 2019 – Januari 2020.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karuniaNya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Adapaun judul penelitian ini ialah **Analisis *Human Reliability Assessment* dengan Metode *Human Error Assessment and Reduction Technique* pada Operator Stasiun Perebusan di PTPN IV PKS Gunung Bayu.**

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis dapat menyelesaikannya karena adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak yang terlibat langsung maupun tidak langsung dalam meluangkan waktu dan pikiran. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

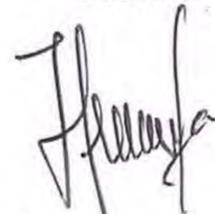
1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng. MSc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Ibu Dr. Grace Yuswita Harahap, ST. MT., Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.
3. Bapak Chalis Fajri Hasibuan, ST, M.Sc., Selaku Pembimbing I.
4. Bapak Yudi Daeng Polewangi, ST. MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area sekaligus Pembimbing II.
5. Seluruh dosen program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik, Universitas

Medan Area yang telah memberikan ilmu pengetahuannya ketika mengajar mata kuliah dengan ikhlas kepada penulis.

6. Seluruh staf dosen pengajar dan karyawan/wati di Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
7. Kedua orang tua yang saya yang selalu memberikan dukungan baik moral maupun materil dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Seluruh teman-teman seperjuangan Teknik Industri stambuk 2016 Universitas Medan Area yang selalu memberi dukungan dan motivasi untuk saya.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Semoga apa yang telah disajikan dalam skripsi ini dapat digunakan sebagai bahan referensi untuk rekan-rekan dan pembaca sekalian. Penulis berharap semoga Tuhan Yang Maha Esa dapat membalas semua kebaikan dan bantuan yang telah diberikan pada penulis.

Penulis



(Reza Rinaldi Hasibuan)

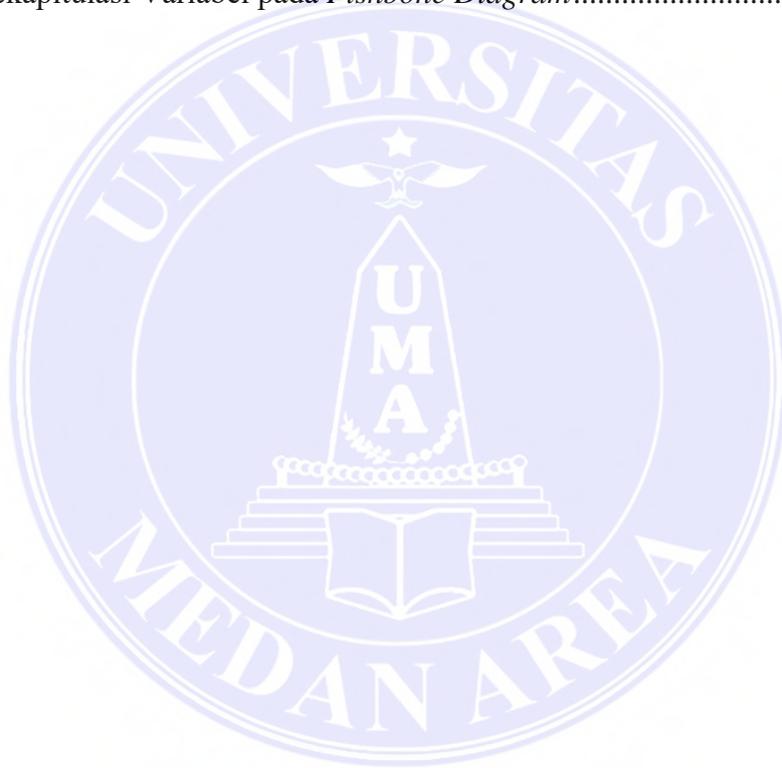
DAFTAR ISI

	HAL
RINGKASAN	v
ABSTRACT.....	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah dan Asumsi	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematis Penulisan.....	4
II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Stasiun Perebusan	6
2.1.1 Lori.....	8
2.1.2 <i>Sling dan Bollards</i>	10
2.1.3 <i>Capstand atau Track Lier</i>	10
2.1.4 <i>Rail Tracks</i>	10
2.1.5 <i>Transfer Cariage</i>	11
2.2 <i>Human Reliability Assessment (HRA)</i>	11
2.3 Kesalahan Manusia (<i>Human Error</i>)	12
2.3.1 Faktor-faktor yang Mendasari Terjadinya <i>Human Error</i>	13
2.4 HEART (<i>Human Error Assessment and Reduction Technique</i>)	15

2.5	<i>Hierarchical Task Analysis (HTA)</i>	21
2.6	Diagram <i>Fishbone</i>	23
2.6.1	Tahapan Membuat Diagram <i>Fishbone</i>	24
2.6.2	Kelebihan Diagram <i>Fishbone</i>	25
III METODOLOGI PENELITIAN		26
3.1	Lokasi dan Jadwal Penelitian	26
3.1.1.	Lokasi Penelitian.....	26
3.2.2.	Waktu Penelitian	26
3.2	Sumber Data dan Jenis Penelitian	26
3.2.1.	Sumber Data.....	26
3.2.2.	Jenis Penelitian.....	27
3.3	Variabel Penelitian.....	27
3.4	Kerangka Berpikir.....	28
3.5	Teknik Pengumpulan Data	28
3.6	Teknik Pengolahan Data	28
3.7	Metode Penelitian	29
IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		30
4.1	Hasil	30
4.1.1	Identifikasi Pekerjaan di Stasiun Perebusan Menggunakan HTA	30
4.1.2	Identifikasi Kegagalan di Stasiun Perebusan.....	34
4.1.3	Pengolahan Data Metode HEART di Stasiun Perebusan	35
4.2	Pembahasan	38
4.2.1	Analisis HEP (<i>Human Error Probability</i>)	38
4.2.2	Analisis <i>Fishbone</i> Jenis Pekerjaan dengan HEP tertinggi	40
V KESIMPULAN DAN SARAN		50
5.1	Simpulan.....	50
5.2	Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....		53

DAFTAR TABEL

	HAL
1. <i>Generic Task</i>	17
2. <i>Error Production Condition (EPC)</i>	18
3. Identifikasi Kegagalan	34
4. Rekapitulasi Perhitungan HEART	37
5. Rekapitulasi Variabel pada <i>Fishbone Diagram</i>	49



DAFTAR GAMBAR

HAL

1. Grafik Jumlah Kecelakaan Tahun 2016 - 2019	1
2. Grafik Perebusan Sistem <i>Triple Peak</i>	8
3. Stasiun Perebusan (<i>Sterilizer</i>)	8
4. Lori.....	9
5. <i>Capstand</i> atau <i>Track Lier</i>	10
6. <i>Rail Track</i>	11
7. <i>Transfer Cariage</i>	11
8. Contoh <i>Hierarchical Task Analysis</i> (HTA)	22
9. Contoh Diagram <i>Fishbone</i>	24
10. Kerangka Berpikir.....	28
11. Metodologi Penelitian	29
12. Pekerjaan Memeriksa <i>Mobile Centiliver</i>	30
13. Pekerjaan Membersihkan <i>Rail Tracks</i>	30
14. Pekerjaan Mengaitkan Kaitan ke Lori	31
15. Pekerjaan Menarik Lori dengan <i>Capstand</i>	31
16. Pekerjaan Menggeser Lori dengan <i>Mobile Centiliver</i>	31
17. Pekerjaan Memberihkan Plat Saringan Kondensat	32
18. Pekerjaan Melihat Alat Ukur	32
19. Pekerjaan Membuka dan Menutup Pintu Rebusan	32
20. Pekerjaan Membuan Air Kondensat	33
21. Pekerjaan Memasukkan dan Mengeluarkan Uap.....	33
22. Pekerjaan Mengatur Waktu Rebusan.....	33
23. Grafik Nilai HEP.....	38
24. Grafik Nilai HEP (Tertinggi – Terendah).....	40
25. Diagram <i>Fishbone</i> Pengaturan Waktu Rebusan	41
26. Diagram <i>Fishbone</i> Mengatur Tekanan Uap.....	44
27. Diagram <i>Fishbone</i> Membuka dan Menutup Pintu Rebusan	47

DAFTAR LAMPIRAN

	HAL
1. <i>Hierarchical Task Analysis</i> (HTA) di Stasiun Perebusan.....	L1
2. Data Pekerja di Stasiun Perebusan.....	L2
3. Data Pekerja yang Bekerja Selama Pengamatan.....	L3
4. Rekap Kecelakaan dan Penyakit Akibat Kerja Tahun 2016-2019.....	L4

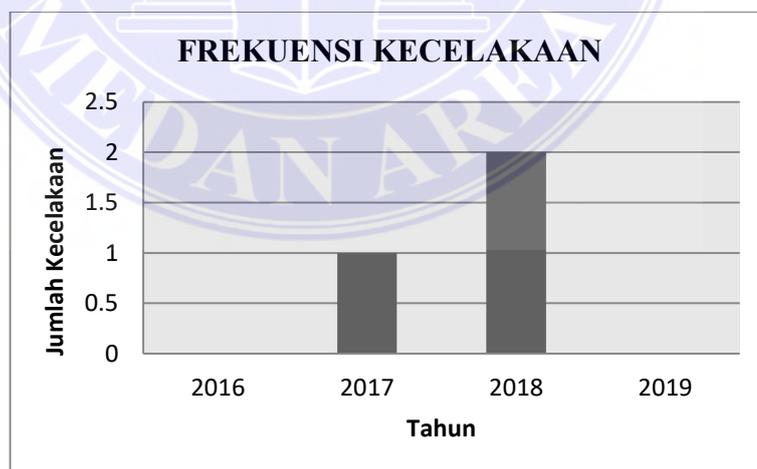


BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Persoalan keandalan manusia adalah perihalnya pengaruh besar terhadap tingkat kecelakaan kerja maupun tingkat produktivitas seorang pekerja. PTPN IV merupakan salah satu perusahaan dalam proses pembuatan minyak kelapa sawit. Dari data Kecelakaan kerja PTPN IV PKS Gunung Bayu tahun 2016-2019 bahwa terjadi 3 kecelakaan kerja yaitu terjadi di stasiun perebusan dan terjadi 8 jenis penyakit akibat kerja dan pada stasiun perebusan terjadi 2 penyakit akibat kerja yaitu gangguan pada pendengaran. Pada stasiun perebusan banyak terlihat Kesalahan-kesalahan yang dilakukan oleh para operator seperti kelebihan ataupun kekurangan waktu perebusan, lori yang keluar jalur, mesin yang rusak, serta tidak memakai Alat Pelindung Diri (APD) yang lengkap.



Gambar 1. Grafik Jumlah Kecelakaan tahun 2016-2019

Metode HRA yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode HEART (*Human Error Assessment and Reduction Technique*) yang merupakan metode

kuantifikasi *Human Reliability* yang dikembangkan pada tahun 1985 oleh Williams. HEART memiliki kelebihan dalam penerapannya yang dapat digunakan dalam berbagai macam situasi atau industry seperti kimia, penerbangan, perminyakan, medis, dan sebagainya (Bell dan Holroyd, 2009). Metode HEART dapat menggambarkan tingkat kesulitan dari suatu pekerjaan secara baik dan HEART juga mendeskripsikan pekerjaan yang dilakukan oleh operator secara baik dan detail (Farid Akbar Harahap, 2012). Metode ini juga sudah diuji validitasnya oleh Kirawan pada tahun 1997 dimana hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode HEART tersebut level akurasi yang dapat diterima. *Human Reliability Assessment* dilakukan dengan menggunakan metode HEART (*Human Error Assessment and Reduction Technique*). Pada tahapan awal dilakukan identifikasi tugas yang harus dilakukan operator dengan menyusun *Hierarchical Task Analysis* (HTA) sebagai tahapan dari metode HEART. Tujuan dari *Human Reliability Assessment* adalah untuk mengidentifikasi kemungkinan-kemungkinan kesalahan operator yang terjadi pada stasiun perebusan di PTPN IV PKS Gunung Bayu.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka terdapat beberapa hal yang menjadi rumusan masalah yaitu sebagai berikut.

1. Apa saja faktor yang mempengaruhi *Human Error* di stasiun perebusan ?
2. Menentukan jenis pekerjaan yang mengakibatkan *Human Error* tertinggi berdasarkan nilai *Human Error Probability* (HEP) ?

1.3. Batasan Masalah dan Asumsi

Batasan masalah dari penelitian adalah Penelitian dilakukan pada operator di stasiun perebusan PTPN IV PKS Gunung Bayu.

Asumsi yang digunakan dari penelitian adalah:

1. Operator yang diamati adalah operator yang bekerja dalam keadaan baik.
2. Tidak terjadi perubahan proses produksi selama penelitian.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan umum dari pemecahan masalah adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui faktor yang mempengaruhi *human error* operator di tempat kerja atau di stasiun perebusan.
2. Mengetahui jenis pekerjaan yang mengakibatkan *Human Error* tertinggi berdasarkan nilai *Human Error Probability* (HEP)

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Untuk menambah wawasan dan pengetahuan penulis, terutama mengenai konsep *human error* maupun *human reliability* di tempat kerja.
2. Sebagai bahan masukan bagi perusahaan untuk mengetahui mengelola sistem kerja yang baik bagi pekerja guna meminimalisir kesalahan ataupun *Human Error* yang dilakukan oleh operator di stasiun perebusan.
3. Perusahaan mendapatkan masukan yang dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam meminimalisir kesalahan kerja guna perbaikan sistem kerja kedepannya.

1.6 Sistematis Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada penelitian Analisis *Human Reliability Assessment* dengan metode *Human Error Assessment and Reduction Technique* pada operator stasiun perebusan di PTPN IV PKS Gunung Bayu ialah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Menguraikan latar belakang, perumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematis penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Menguraikan teori-teori yang berhubungan dengan judul penelitian seperti teori perebusan, metode HEART (*Human Error Assessment and Reduction Technique*), *Fishbone Diagram*, *Human Reliability Assessment*, faktor-faktor *human error*, *Hierarchical Task Analysis* (HTA).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

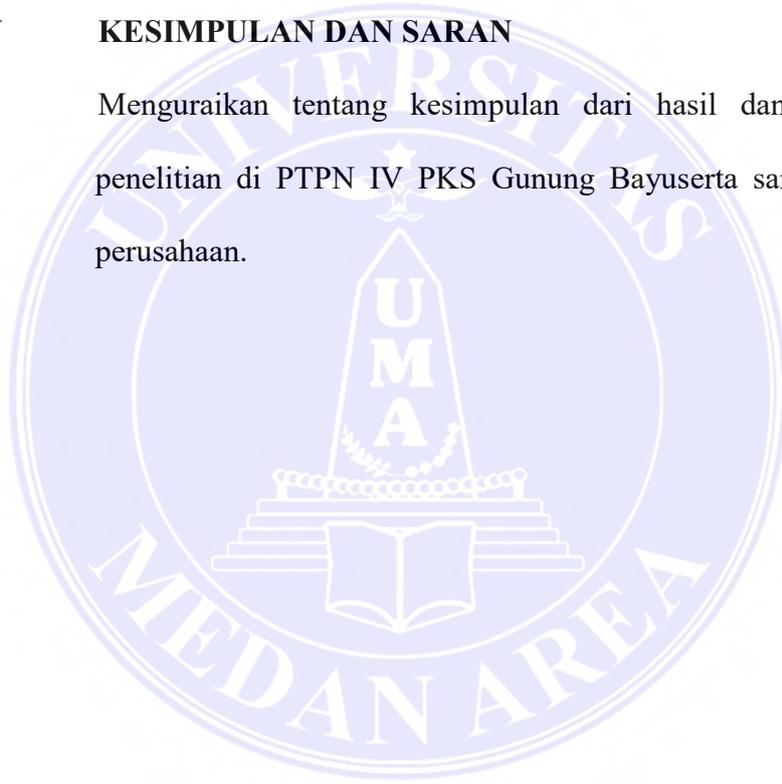
Metodologi penelitian ini menguraikan tentang lokasi penelitian, waktu penelitian, sumber data, jenis penelitian, variabel penelitian, kerangka berfikir, teknik pengumpulan data, teknik pengolahan data, dan metode penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menguraikan hasil dan pembahasan penelitian berupa identifikasi pekerjaan dengan *Hierarchical Task Analysis* (HTA), identifikasi kegagalan pekerja, pengolahan data dengan metode HEART, analisis HEP (*Human Error Probability*), dan juga analisis HEP menggunakan *fishbone* Diagram

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Menguraikan tentang kesimpulan dari hasil dan pembahasan penelitian di PTPN IV PKS Gunung Bayuserta saran-saran bagi perusahaan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Stasiun Perebusan (*Sterilizer*)

Sterilizer adalah bejana uap bertekanan yang digunakan untuk merebus TBS dengan uap (*steam*). Dalam melakukan proses perebusan, *steam* diperlukan untuk memanaskan *sterilizer* yang disalurkan dari *boiler*. *Steam* yang digunakan adalah uap basah dengan tekanan 2.8 – 3.0 Kg/cm² yang diinjeksi dari BPV (*Back Pressure Vessel*). Dengan menggunakan pipa uap untuk mencapai suatu kondisi tertentu pada buah yang dapat digunakan untuk pencapaian tujuan proses berikutnya. Tujuan perebusan adalah sebagai berikut :

1. Mengurangi peningkatan Asam Lemak Bebas (ALB) karena pemanasan saat perebusan dapat mematikan aktivitas enzim-enzim yang dapat meningkatkan kadar ALB.
2. Mempermudah proses pemberondolan pada *Threaser*
3. Menurunkan kadar air brondolan, memudahkan inti lekang dari cangkang serta meningkatkan efisiensi pada saat proses pemecahan biji di *cracker* atau *ripple mill*

Pada PKS PTPN IV Gunung Bayu terdapat 3 unit stasiun rebusan / *sterilizer* (isi 10 lori per *sterilizer*) yang menggunakan proses perebusan tiga puncak. Waktu perebusan yang digunakan untuk satu siklus perebusan adalah 90-100 menit dan dibagi dalam tiga puncak yaitu :

1. Puncak I (15 menit)

Keran pemasukan uap (*steam inlet*) dibuka 13 menit untuk mencapai tekanan $2,3 \text{ kg/cm}^2$ termasuk deaerasi dalam ketel rebusan selama 2 menit. Kemudian keran *steam inlet* ditutup. Keran pembuangan kondensat dibuka terlebih dahulu dan 1 menit kemudian keran *steam outlet (blow up)* dibuka dengan cepat untuk menurunkan tekanan menjadi 0 kg/cm^2 . Keran kondensat dan keran *steam outlet* kembali kemudian keran *steam inlet* dibuka untuk puncak kedua.

2. Puncak II (14 menit)

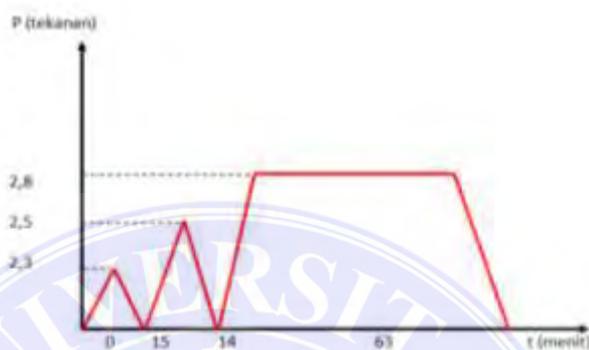
Pembuangan udara dan tekanan yang dicapai pada puncak kedua adalah $2,5 \text{ kg/cm}^2$. Waktu yang diperlukan untuk menaikkan *steam* ± 12 menit dan untuk pembuangan *steam* ± 2 menit. Keran kondensat dan keran *steam outlet* ditutup kembali, kemudian keran *steam inlet* dibuka untuk puncak ketiga.

3. Puncak III (63 menit)

Keran *steam inlet* dibuka penuh untuk mencapai tekanan $3,0 \text{ kg/cm}^2$ selama 14 menit. Puncak ketiga ditahan (*holding time*) selama 45 menit. Selama *holding time* dilakukan pembuangan kondensat dengan cara membuka keran kondensat sebanyak 3 kali sehingga tekanan menurun sampai $2,7 \text{ kg/cm}^2$ dan keran kondensat ditutup kembali. Selesai *holding time*, pembukaan keran dilakukan secara berurut mulai dari keran pembuangan kondensat, kemudian keran *steam outlet (blow up)* sehingga tekanan turun menjadi 0 kg/cm^2 . Waktu yang diperlukan untuk penurunan *steam* ± 4 menit.

Setelah tekanan dalam rebusan turun hingga 0 kg/cm^2 dan air kondensat terkuras habis, keran kontrol *steam* di samping pintu rebusan dibuka untuk memastikan tekanan dalam rebusan benar-benar sudah 0 kg/cm^2 .

Bila tekanan sudah benar-benar 0 kg/cm², maka pintu rebusan dapat dibuka dengan bantuan *capstand*, lori-lori dikeluarkan untuk diproses lebih lanjut. Waktu yang dipergunakan untuk membuka pintu, mengeluarkan lori dan menutup pintu rebusan adalah 5 menit.



Gambar 2. Grafik perebusan Sistem Triple Peak



Gambar 3. Stasiun Perebusan (Sterilizer)

Pembuangan uap pada proses terakhir ini disebut dengan *blowdown* dimana air/kondensat dibuang masih mengandung minyak hasil dari perebusan tersebut yang akan dipompakan ke bak *Fat pit*.

2.1.1 Lori

Lori adalah alat yang digunakan untuk menampung atau membawa buah dari *loading ramp* ke rebusan untuk direbus. Berat rata-rata isian 1 lori adalah 2,5 ton TBS.



Gambar 4.Lori

TBS yang berada didalam *loading ramp* selanjutnya akan dimasukkan kedalam lori. Pengisian 1 lori sekitar 5 sampai 10 menit. Lori merupakan tempat untuk merebus tandan buah segar (TBS). Lori tersebut terbuat dari plat besi yang berlubang sebagai tempat keluarnya air dan udara, serta sebagai lubang penetrasi *steam* ke dalam buah pada saat buah direbus, untuk memasukkan TBS kedalam lori digunakan sistem FIFO (*First In First Out*), dimana hal ini perlu dilakukan agar buah restan tidak terlalu banyak yang menumpuk yang dapat meningkatkan asam lemak bebas pada buah. Ketika pengisian TBS kedalam lori perlu diatur keseragaman isi lori dalam satu rebusan berdasarkan kondisi buah (segar, restan dan buah kecil) untuk memudahkan penentuan *loading time*. Hal ini perlu dikoordinasikan kepada operator rebusan agar operator rebusan dapat menentukan holding time buah yang akan direbus. Pengisian lori harus penuh (sesuai kapasitas per lori yaitu 2,5 ton TBS), tidak boleh melebihi batas kapasitas karena dapat menggesek dan merusak dinding/plat bagian dalam rebusan, serta brondolan akan berjatuhan dilantai rebusan dan mengakibatkan tertutupnya saringan kondensat.

2.1.2 *Sling dan Bollards*

Sling adalah *staaal drad* kabel untuk menarik lori yang berisi buah. *Sling* bisa dipindah-pindah sesuai dengan keberadaan lori sehingga antara *sling* dan rel atau rangkaian lori yang ditarik berada dalam satu garis lurus (searah).

Sedangkan *bollards* (*roll* antar) adalah berupa silinder besi yang bisa berputar pada as nya untuk mengarahkan *sling* ke jalur lori yang akan ditarik.

2.1.3 *Capstand atau Track Lier*

Capstand atau *lier* adalah penarik lori keluar masuk *sterilizer* (rebusan) yang menggunakan elektromotor. Sebelum *Capstand* dijalankan, bollard harus dalam keadaan bersih dan kering untuk menghindarkan terjadinya *slip sling*/tali nylon waktu digunakan. *Bollard Capstand* dijalankan untuk menarik lori dengan melilitkan *sling*/tali nylon secara teratur dan tidak bertindihan.



Gambar 5.*Capstand atau Track Lier*

2.1.4 *Rail Tracks*

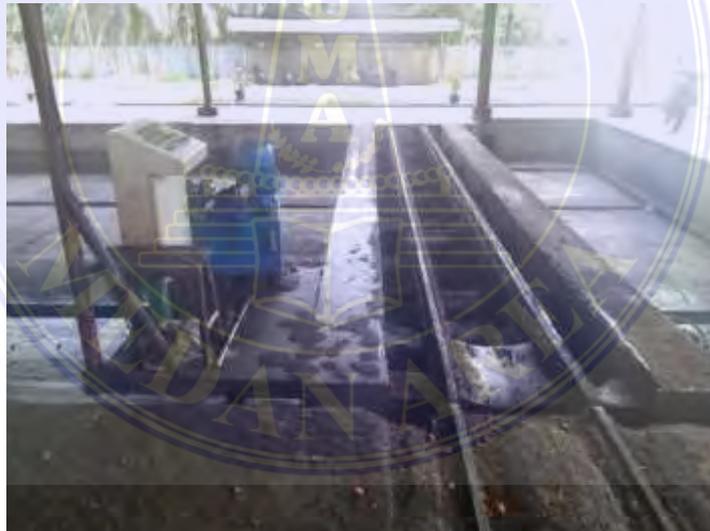
Rel harus rata dan tidak bergelombang, tidak bengkok dan jarak antar rel tetap 60 cm.



Gambar 6. Rail Tracks

2.1.5 Transfer Carriage

Transfer Carriage adalah pemindah lori yang telah berisi TBS dari jalur *rel Loading Ramp* ke jalur rebusan yang posisinya berada dibelakang rebusan.



Gambar 7. Transfer Carriage

2.2 Human Reliability Assessment (HRA)

Human Reliability Assessment (HRA) adalah salah satu disiplin ilmu dari keandalan yang mempelajari tentang keseluruhan kinerja manusia dalam melakukan suatu operasi. Banyak metode HRA telah dikembangkan untuk

penggunaan di dalam berbagai macam industri. Saat ini, ada sekitar 50 metode pendekatan HRA dan setiap metode memiliki perbedaan di beberapa aspek. Umumnya, metode pendekatan HRA menghitung probabilitas human error untuk sebuah tugas tertentu sambil memperhatikan pengaruh dari faktor-faktor pembentuk kinerja.

“inti sesungguhnya dari keandalan manusia adalah menemukan cara-cara yang dapat dipercaya untuk membantu para perancang, manajemen, operator, dan pihak berwenang untuk dapat membantu meningkatkan keamanan dan keuntungan sistem-sistem teknologi. Objek *Probabilistic Risk Assessment* (PRA) atau *Human Reliability Assessment* (HRA) adalah untuk memberikan manajemen alat untuk menilai faktor risiko yang terkait dengan operasi.” (Anthony, 2010)

Tujuan dari HRA adalah mengidentifikasi area dengan risiko tinggi, mengukur keseluruhan risiko dan mengindikasikan di mana dan bagaimana perbaikan harusnya dibuat untuk sistem.

2.3 Kesalahan Manusia (*Human Error*)

Sanders & McCormick (1993) mendefinisikan kesalahan manusia (*Human Error*) sebagai tindakan atau perilaku manusia yang kurang sesuai atau tidak diinginkan sehingga menyebabkan penurunan efektivitas, keselamatan kerja, serta performansi sistem. (Riselia, 2017) Menyatakan bahwa *Human error* adalah keputusan atau perilaku manusia yang menyimpang dari yang seharusnya yang dapat menurunkan daya guna, keselamatan atau kinerja system, sehingga berpotensi menimbulkan kerugian.

Hollnagel (1993, dalam Salmon, 2005) menyatakan bahwa *Human Error* adalah suatu aksi yang gagal mencapai suatu hasil yang diharapkan dan pada akhirnya menghasilkan konsekuensi yang berbeda dari yang diharapkan. Reason (2008) menjelaskan bahwa ada beberapa kesamaan yang tampaknya bias menjadi pendorong untuk mendefinisikan *Human Error*. Pendorong itu diantaranya adalah penyimpangan atas sesuatu, penyimpangan atas batas (*trip* atau *stumble*), penyimpangan dari tujuan mula-mula (*slip* atau *looses*), penyimpangan dari beberapa jalan atau rute yang telah ditetapkan (*mistake*), dan penyimpangan dari kebenaran (*sin*).

Berdasarkan pada pendapat-pendapat tersebut, secara sederhana kesalahan manusia (*human error*) dapat didefinisikan sebagai kegagalan manusia dalam melakukan pekerjaannya atau menghasilkan pekerjaan yang kurang sesuai dengan tujuan akhir yang ingin dicapai.

2.3.1 Faktor-faktor yang Mendasari Terjadinya *Human Error*

Senders (1991) menyebutkan *error* bukanlah suatu kejadian yang acak, melainkan sudah pasti didahului oleh suatu yang mendorong terjadinya *error* tersebut. Misalnya saja, *error* dapat terjadi karena buruknya desain sistem yang ada atau bahkan karena terlalu sedikit atau terlalu banyaknya sistem otomatisasi yang ada. Oleh karena itu, pastilah *error* tersebut didahului oleh suatu faktor pendorong yang diberi nama *Performance Shaping Factor*. *Performance Shaping Factor* dapat didefinisikan sebagai segala sesuatu di luar sistem yang mendorong terjadinya suatu *error*. Faktor-faktor tersebut dapat berdiri atau saling berinteraksi sampai pada akhirnya suatu *error* dapat terjadi.

Seorang manajer memiliki peran ganda dalam terjadinya suatu *error*. Pertama, bias jadi *error* yang terjadi disebabkan karena lemahnya pengawasan yang dilakukan olehnya sehingga memungkinkan orang-orang yang berada dibawahnya melakukan kesalahan (*error*). Kedua, *error* yang terjadi murni disebabkan bawahan dari manajer tersebut. Selanjutnya, *error* tersebut dapat dibagi kedalam beberapa faktor, yaitu sebagai berikut.

1. *Intrinsic factors*

Merupakan faktor yang terdapat dalam diri manusia (operator) yang dapat mengakibatkan terjadinya *error*. Faktor-faktor tersebut dapat saja berbeda antarindividu, bergantung pada kondisi psikodinamis individu yang bersangkutan

2. *Impressed factors*

Merupakan faktor yang dapat ditimbulkan akibat adanya kesan terhadap kondisi normal dari manusia dan respon perilaku yang diharapkan. Salah satu contoh dari faktor pendorong ini adalah kesalahan dalam memberikan resep obat.

3. *Extrinsic factors*

Merupakan faktor yang murni diluar individu atau operator yang melakukan *error*. Faktor-faktor pendorong di luar individu ini seperti adanya faktor-faktor pendorong stress, kelelahan fisik maupun mental, paparan terhadap dingin dan panas, dan arena ketidaknyamanan ketika sedang bekerja.

4. *Compensatory factors*

Merupakan faktor yang berkaitan dengan adanya motivasi dari individu atau operator yang bersangkutan. Salah satu contoh dari faktor ini adalah motivasi baik maupun buruk, adanya perubahan, maupun adanya control terhadap *error* tersebut.

2.4 HEART (Human Error Assessment and Reduction Technique)

Metode HEART adalah teknik yang digunakan dalam bidang penilaian keandalan manusia (HRA/*Human Reliability Assessment*), untuk tujuan mengevaluasi kemungkinan kesalahan manusia terjadi di seluruh penyelesaian tugas tertentu. Metode HEART didasarkan pada prinsip bahwa setiap kali tugas dilakukan ada kemungkinan gagal dan bahwa kemungkinan ini dipengaruhi oleh satu atau lebih EPC (*Error Producing Condition*), misalnya: gangguan, kelelahan, kondisi sempit dan lain-lain. Faktor-faktor yang memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kinerja ditunjukkan dengan nilai HEP terbesar. Kondisi ini kemudian dapat diterapkan untuk "best-case scenario" perkiraan probabilitas kegagalan di bawah kondisi ideal untuk kemudian mendapatkan kesempatan kesalahan akhir.

Dengan pertimbangan EPCs, metode HEART juga memiliki efek tidak langsung menyediakan berbagai saran tentang bagaimana keandalan dapat ditingkatkan dari sudut pandang ergonomis. Metode HEART didasarkan pada sejumlah hal, yaitu:

1. Keandalan manusia dasar tergantung pada sifat generik dari tugas yang akan dilakukan.
2. Dalam kondisi sempurna, tingkat keandalan akan cenderung dicapai secara konsisten dengan kemungkinan nominal yang diberikan dalam batas probabilistik.
3. Mengingat bahwa kondisi yang sempurna tidak ada dalam segala situasi, keandalan manusia diprediksi dapat menurunkan sebagai fungsi dari sejauh mana identifikasi EPCs dapat berlaku.

Metode HEART didasarkan pada prinsip bahwa setiap kali tugas dilakukan ada kemungkinan gagal dan bahwa kemungkinan ini dipengaruhi oleh satu atau lebih EPC (*Error Producing Condition*).

Tahap pertama adalah HTA (*Hierarchy Task Analysis*) menurut Mandal, et al. yaitu mengidentifikasi proses kerja sangat penting untuk dilakukan. Apabila tidak dipecah menjadi sub-subproses maka akan mengakibatkan adanya sesuatu yang tidak dapat terpikirkan dalam penyusunan alternatif solusi dan dapat menyebabkan *error* masih ada dalam proses tersebut.

Tahap kedua dari metode ini adalah mengklasifikasi tugas yang dianalisis dalam hal tingkat nominal yang diusulkan dari Task Unreability, untuk mengelompokkan *task* dalam kategori generalnya dan nilai *level* nominalnya untuk *human unreliability* sesuai dengan tabel 1.

Tahap ketiga dari metode HEART adalah mengidentifikasi beberapa kondisi yang menyebabkan *error* (EPC's) yang akan diaplikasikan ke dalam skenario atau aktivitas pekerjaan yang dianalisa, pada pekerjaan yang dilakukan dengan menyesuaikan tabel EPC. Dalam proses pengidentifikasian nilai EPC dilakukan dengan cara pengamatan operator di lapangan dan harus benar dan mendetail sesuai dengan Tabel 2.

Tahap keempat dari metode HEART ialah menentukan *Assessed Proportion* dengan range 0-1. Penentuan nilai ini berdasarkan wawancara dengan expert/pakar dan operator yang bersangkutan. Kemudian menghitung nilai HEP (*Human Error Probability*).

Tabell.GenericTask

<i>Code</i>	<i>Kategori Task</i>	<i>NominalHuman Unreliability</i>
A	Pekerjaan yang benar-benar asing atau tidak dikuasai, dilakukan pada suatu kecepatan dan pakonsekuensi yang jelas	0,55
B	Merubah atau mengembalikan sistem ke keadaan baru atau awal dengan suatu upaya tunggal tanpa pengawasan dan prosedur	0,26
C	Pekerjaan yang kompleks dan membutuhkan tingkat pemahaman dan keterampilan yang tinggi	0,16
D	Pekerjaan yang cukup sederhana, dilakukan dengan cepat atau membutuhkan sedikit perhatian	0,09
E	Pekerjaan yang rutin, terlatih, memerlukan keterampilan yang rendah	0,02
F	Mengembalikan atau menggeser sistem ke kondisi semula atau baru dengan mengikuti prosedur, dengan beberapa pemeriksaan	0,003
G	Pekerjaan famili yang sudah dikenal, dirancang dengan baik. Merupakan tugas rutin yang terjadi beberapa kali perjam, dilakukan berdasarkan standar yang sangat tinggi oleh personil yang telah terlatih dan berpengalaman dengan waktu untuk memperbaiki kesalahan yang potensial	0,0004
H	Menanggapi perintah sistem dengan benar, bahkan ada sistem pengawasan yang otomatis tambahan yang menyediakan informasi yang akurat	0,00002

Sumber : Jurnal Teknik Industri Faris Rohmawan dan Dian Palupi

Tabel 2. Errors Production Condition (EPC)

No	Error Peoducing Conditions (EPC)	Value of EPC	No	Error Peoducing Conditions (EPC)	Value of EPC
1	Tidak biasa dengan situasi dimana hal itu secara potensial penting, tetapi hanya sesekali terjadi atau baru terjadi	17	2	Waktu yang tersedia terbatas atau singkat untuk mendeteksi dan mengoreksi kesalahan	11
3	Rendahnya rasio antara penerimaan informasi (<i>signal</i>) terhadap gangguan (<i>noise</i>) sekitar	10	4	Adanya penekanan/penolakan terhadap informasi atau keunggulan yang mana terlalu mudah untuk diterima	9
5	Tidak adanya alat-alat yang menyampaikan secara fungsional kepada operator	8	6	Ketidaksesuaian antara suatu model operator pada umumnya dengan apa yang dibayangkan perancang	8
7	Tidak adanya alat-alat untuk membalikkan tindakan yang tidak diinginkan	8	8	Kapasitas yang berlebihan dalam saluran, khususnya salah satunya diakibatkan oleh informasi yang datang secara bersamaan dalam suatu informasi yang tidak berlebihan	6
9	Perlunya untuk meninggalkan suatu teknik lain dengan menggunakan filosofi yang berlawanan	6	10	Kebutuhan untuk <i>mentransfer</i> pengetahuan yang spesifik antar tugas tanpa kerugian	5.5

Tabel 2. *Errors Production Condition (EPC) Lanjutan*

No	<i>Error Peoducing Conditions (EPC)</i>	Value of EPC	No	<i>Error Peoducing Conditions (EPC)</i>	Value of EPC
11	Keraguan pada standar performansi yang diharuskan	5	12	Keraguan pada standar performansi yang diharuskan	4
13	Tidak sebanding antara persepsi dengan resiko nyata	4	14	Tidak ada konfirmasi yang jelas, langsung, dan tepat waktu dari suatu tindakan yang dimaksudkan dari bagian dari sistem dimana kontrol diberikan	4
15	Operator yang tidak berpengalaman atau baru dan berkualitas tapi tidak ahli	3	16	Miskinnya kualitas dalam informasi yang disampaikan oleh prosedur dan interaksi antar manusia	3
17	Sedikit atau tidak adanya kebebasan dalam pemeriksaan atau pengujian pada <i>output</i> /keluaran	3	18	Konflik antara tujuan jangka pendek dengan tujuan jangka panjang	2.5
19	Tidak adanya perbedaan dari <i>input</i> informasi untuk pengecekan ketelitian	2.5	20	Ketidaksesuaian antara tingkat tingkat pencapaian pendidikan dari individu dengan persyaratan yang diharuskan dalam tugas	2

Tabel 2. Errors Productino Condition (EPC) Lanjutan

No	<i>Error Peoducing Conditions (EPC)</i>	Value of EPC	No	<i>Error Peoducing Conditions (EPC)</i>	Value of EPC
21	Dorongan untuk menggunakan prosedur lain yang lebih berbahaya	2	22	Kurangnya waktu dan kesempatan untuk melatih pikiran dan tubuh	1.8
23	Alat yang tidak dapat diandalkan	1.6	24	Kebutuhan untuk membuat suatu keputusan yang diluar kapasitas atau pengalaman dari operator	1.6
25	Tidak jelasnya alokasi fungsi dan tanggung jawab	1.6	26	Tidak ada langkah yang nyata untuk tetap berada pada jalur kemajuan selama aktivitas	1.4
27	Bahaya yang disebabkan terabtasnya kemampuan fisik	1.4	28	Kecil atau tidak adanya peran yang berarti dalam tugas	1.4
29	Tingkat emosi dan stress yang tinggi	1.3	30	Bukti kesehatan yang buruk antara operator terutama demam	1.2
31	Tingkat disiplin pekerja yang rendah	1.2	32	Ketidaksesuaian antara display dan prosedur	1.2
33	Kondisi lingkungan yang buruk atau tidak mendukung	1.15	34	Siklus berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan yang tinggi dari beban mental kerja yang rendah	1.1

Tabel 2. Errors Productino Condition (EPC) Lanjutan

No	Error Peoducing Conditions (EPC)	Value of EPC	No	Error Peoducing Conditions (EPC)	Value of EPC
35	Terganggunya siklus normal	1.1	36	Kecepatan tugas yang disebabkan oleh campur tangan orang lain	1.06
37	Penambahan anggota tim yang sebenarnya tidak dibutuhkan	1.03	38	Usia operator melakukan pekerjaan	1.02

Sumber : Jurnal Rekayasa Sistem Industri Dian Mardi Safitri, dkk

2.5 Hierarchical Task Analysis (HTA)

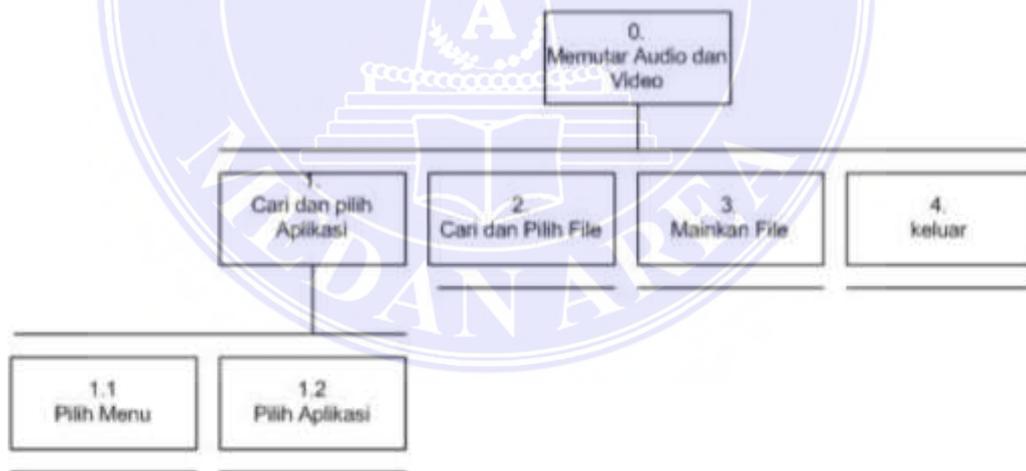
Farid (2012) menyatakan bahwa sebelum melakukan analisa dengan menggunakan metode *Human Reliability Assessment*, maka langkah awal yang harus dilakukan adalah menganalisa tahapan kerja dari operator. Tahapan kerja ini dapat dianalisa menggunakan *Hierarchical Task Analysis* (HTA). *Hierarchical Task Analysis* menghasilkan gambaran berupa hierarki dari pekerjaan dan sub pekerjaan. Dalam HTA juga dikenal *plans* yang menjelaskan tentang urutan dan kondisi pekerjaan yang dilakukan. HTA dapat berupa teks atau diagram.

Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam membuat *Hierarchical Task Analysis* (HTA) menurut Farid (2012) :

1. Identifikasi pekerjaan utama yang akan dianalisa. Tentukan tujuan secara keseluruhan dengan batasan-batasannya. Selain itu tentukan ruang lingkup tujuan tersebut, apakah setiap aktivitas pekerjaan melibatkan aktivitas perawatan, aktivitas pasa saat pekerjaan berjalan abnormal atau mengalami gangguan.
2. Memecah pekerjaan utama menjadi sub pekerjaan dan membangun *plan*. *Plan* berfungsi untuk menjelaskan rangkaian pekerjaan yang dikerjakan

dengan kondisi tertentu. Misalkan dalam pekerjaan membuang sampah kedalam keranjang terdapat sub kegiatan mengosongkan keranjang, sub kegiatan ini dilakukan jika keranjang penuh. Untuk kasus seperti ini dalam HTA dijelaskan dalam *plan* dimana pekerjaan mengosongkan keranjang dilakukan apabila keranjang penuh.

3. Berhentikan sub pekerjaan berdasarkan tingkat rinciannya (*stopping rule*). *Stopping rule* adalah aturan untuk membatasi sejauh mana pekerjaan harus diuraikan menjadi sub pekerjaan dan operasi.
4. Lanjutkan proses penguraian tugas.
5. Kelompokkan beberapa sub pekerjaan (jika terlalu detail) ke level yang lebih tinggi dari sub pekerjaan.



Gambar 8. Contoh Hirarchy TaskAnalysis (HTA)

2.6 Diagram *Fishbone*

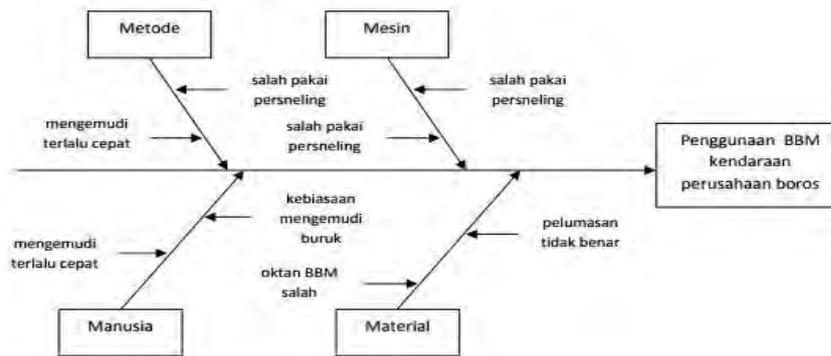
Diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) atau diagram sebab akibat (*Cause and Effect Diagram*) adalah salah satu metode untuk menganalisa penyebab dari sebuah masalah atau kondisi. Sering juga diagram ini disebut dengan diagram tulang ikan (*fishbone diagram*). Diagram ini diperkenalkan pertama kali oleh Prof. Kaoru Ishikawa (Tokyo University) pada tahun 1943. Diagram ini juga berguna untuk menganalisa dan menemukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan didalam menentukan karakteristik kualitas output kerja.

Diagram C & E digunakan untuk meninvestigasi akibat “buruk” dan untuk mengambil tindakan mengkoreksi penyebab-penyebabnya, atau akibat “baik” dan mempelajari penyebab-penyebabnya yang dapat dipercaya. Diagram C & E mempunyai aplikasi yang tidak terbatas di dalam penelitian manufaktur, pemasaran, operasi-operasi perkantoran dan seterusnya.

Fishbone Diagram ini dipergunakan untuk :

1. Mengidentifikasi akar penyebab dari suatu permasalahan
2. Mendapatkan ide-ide yang dapat memberikan solusi untuk pemecahaan suatu masalah
3. Membantu dalam pencarian dan penyelidikan fakta lebih lanjut

Fungsi dasar diagram *Fishbone* (Tulang Ikan)/ *Cause and Effect* (Sebab dan Akibat)/ Ishikawa adalah untuk mengidentifikasi dan mengorganisasi penyebab-penyebab yang mungkin timbul dari suatu efek spesifik dan kemudian memisahkan akar penyebabnya. *Fishbone Diagram* sendiri banyak digunakan untuk membantu mengidentifikasi akar penyebab dari suatu masalah dan membantu menemukan ide-ide untuk solusi suatu masalah.



Gambar 9. Contoh Diagram *Fishbone*

2.6.1 Tahapan Membuat Diagram *Fishbone*

Dalam membuat *Fishbone Diagram*, ada beberapa tahapan, yaitu :

1. Mengidentifikasi masalah

Identifikasikan masalah yang sebenarnya sedang dialami. Masalah utama yang terjadi kemudian digambarkan dengan bentuk kotak sebagai kepala dari *fishbone diagram*. Masalah yang diidentifikasi yang akan menjadi pusat perhatian dalam proses pembuatan *fishbone diagram*.

2. Mengidentifikasi faktor-faktor utama masalah

Dari masalah yang ada, maka ditentukan faktor-faktor utama yang menjadi bagian dari permasalahan yang ada. Faktor-faktor ini akan menjadi penyusun “tulang” utama dari *fishbone diagram*. Faktor ini dapat berupa sumber daya manusia, metode yang digunakan, cara produksi, dan lain sebagainya.

3. Menemukan kemungkinan penyebab dari setiap faktor

Dari setiap faktor utama yang menjadi pangkal masalah, maka perlu ditemukan kemungkinan penyebab. Kemungkinan-kemungkinan penyebab setiap faktor, akan digambarkan sebagai “tulang” kecil pada “tulang” utama. Setiap kemungkinan penyebab juga perlu dicari tau akar penyebabnya dan dapat digambarkan sebagai “tulang” pada tulang kecil kemungkinan penyebab

sebelumnya. Kemungkinan penyebab dapat ditemukan dengan cara melakukan *brain storming* atau analisa keadaan dengan observasi.

4. Melakukan analisa hasil diagram yang sudah dibuat

Setelah membuat *fishbone diagram*, maka dapat dilihat semua akar penyebab masalah. Dari akar penyebab yang sudah ditemukan, perlu dianalisa lebih jauh prioritas dan signifikansi dari penyebabnya. Kemudian dapat dicari tau solusi untuk menyelesaikan masalah yang ada dengan menyelesaikan akar masalah

2.6.2 Kelebihan Diagram *Fishbone*

Berikut beberapa kelebihan analisis *Fishbone Diagram* :

1. Memungkinkan analisis yang bijaksana untuk mengelola akar penyebab dari suatu permasalahan.
2. Teknik *fishbone* mudah diterapkan dan menciptakan representasi visual yang mudah dipahami dari penyebab, kategori penyebab, dan kebutuhan.
3. Dengan menggunakan *fishbone diagram*, kita dapat lebih fokus dalam melakukan indentifikasi risiko pada “gambaran besar”nya. Hal ini berguna dalam malakukan analisis kemungkinan penyebab masalah atau faktor-faktor yang mempengaruhi masalah.
4. Dari akar penyebab yang sudah ditemukan, dapat dilakukan analisis penyebabnya secara lebih jauh. Kemudian dapat dilakukan pencarian solusi untuk menyelesaikan masalah yang ada dengan menyelesaikan akar masalah tersebut.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Adapun lokasi dan waktu penelitian untuk skripsi ini, yaitu :

3.1.1 Lokasi Penelitian

Lokasi PTPN IV PKS Gunung Bayuberada sekitar 48 Meter diatas permukaan laut, terletak di Kabupaten Simalungun Provinsi Sumatera Utara dengan koordinat LU : 3°5'0"N - 3°15'0"N dan BT : 99°19'50"E - 99°28'00"E.

Jarak dari :

- a. Kota Medan =150 KM
- b. Kota Pematang Siantar = 49 KM

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu penenlitian yang saya lakukan pada bulan Desember 2019 - Februari 2020

3.2 Sumber Data dan Jenis Penelitian

Adapun sumber data (data primer dan data sekunder) dan jenis penelitian untuk skripsi ini, yaitu :

3.2.1.Sumber Data

Menurut Sugiono (2012:193) jenis data dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu :

1. DataPrimer

Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil pengamatan secara langsung selama melakukan penelitian, yaitu melihat pekerjaan yang dilakukan operator dan dengan menggunakan indikator metode HEART.

2. DataSekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari hasil wawancara dan mendapatkan data yang sudah ada dari pihak SDM PTPN IV PKS Gunung Bayu.

3.2.2. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini termasuk dalam penelitian deskriptif karena penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan permasalahan yang ada pada sistem kerja operator di rumah PKS Gunung Bayu dan memberikan usulan perbaikan sistem kerja operator untuk meminimalisir kesalahan saat bekerja.

3.3 Variabel Penelitian

Adapun variabel penelitian yang saya teliti, yaitu :

- a) Variable dependent : Human Reliability
- b) Variable independent :
 1. Usia
 2. Pendidikan
 3. Alat dan Mesin
 4. Jenis Pekerjaan
- c) Variable Moderating : Resiko Kerja

3.4 Kerangka Berpikir

Adapun kerangka berpikir dari penelitian ini, yaitu :



Gambar 10. Kerangka Berpikir

3.5. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah:

1. Metode wawancara yaitu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara melakukan wawancara secara langsung kepada pihak operator dan pihak manajemen PKS Gunung Bayu.
2. Metode observasi yaitu metode yang dilakukan untuk meninjau langsung secara detail keadaan tempat kerja Operator di stasiun perebusan.
3. Studi Pustaka Pengumpulan data dengan cara mempelajari buku literatur, laporan-laporan dan hasil penelitian yang telah dilakukan terdahulu yang berhubungan dengan masalah penelitian.

3.6. Teknik Pengolahan Data

Adapun langkah-langkah pengolahan data dengan metode HEART, yaitu :

1. Identifikasi *task* atau jenis pekerjaan di stasiun perebusan
2. Mengklasifikasikan item *task* ke *Generic Task Type* (GTT)
3. Menentukan EPCs dan *Assessed Proportion* (PoA)
4. Menghitung Nilai *Assessed Effect* : $((EPC - 1) \times PoA) + 1$

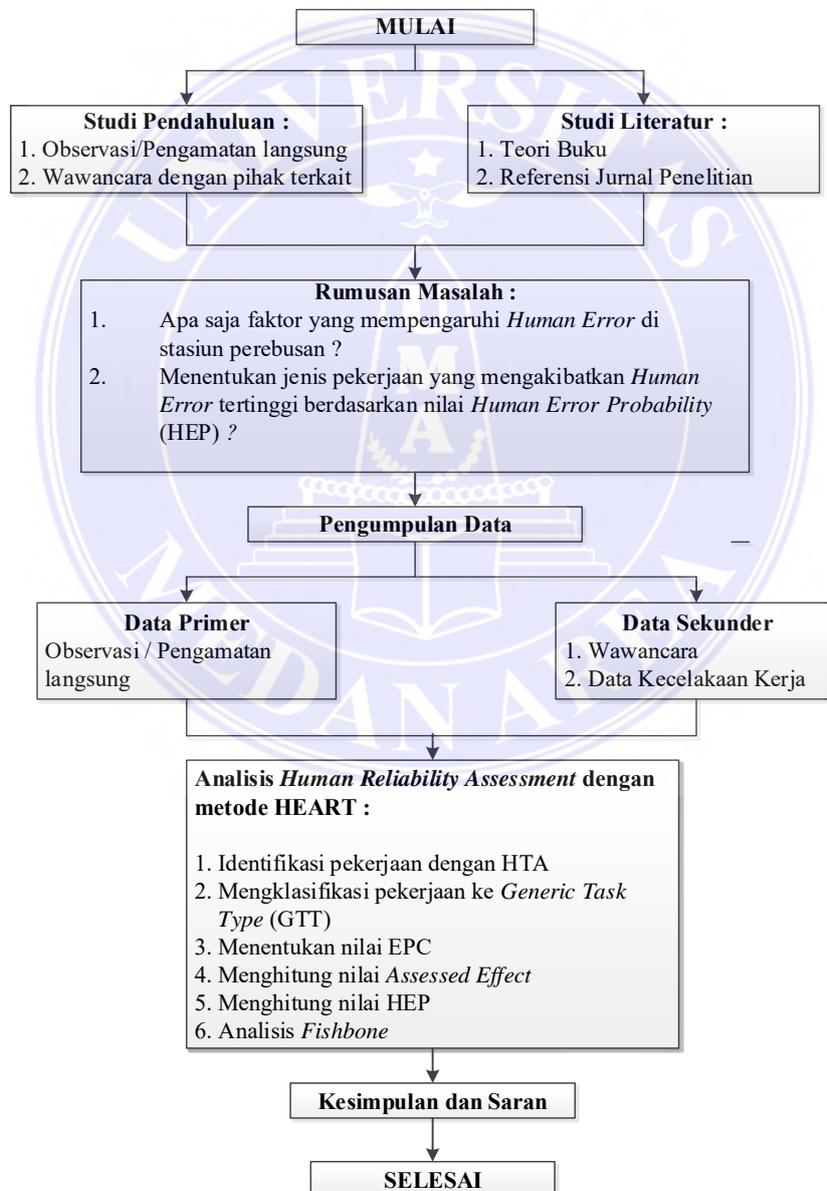
5. Menghitung Nilai HEP (*Human Error Probability*)

$$\text{HEP} = \text{Nominal human unreliability} \times \text{Assesed Effect 1} \times \text{Assesed Effect 2} \times \dots \times \text{Assesed Efeffect n}$$

6. Analisis dengan Diagram *Fishbone*.

3.7. Metode Penelitian

Berikut ialah skema dari metode penelitian saya dari awal sampai selesai.



Gambar 11. Metodologi Penelitian

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini, yaitu :

1. Faktor yang mempengaruhi pekerja melakukan kesalahan saat bekerja atau *human error* di Stasiun Perebusan, yaitu :
 - a. Usia pekerja juga berpengaruh dalam ketahanan pekerja, karena semakin tua umur pekerja maka tingkat produktif pekerja akan menurun dan semakin cepat mengalami kelelahan sehingga konsentrasi bekerja juga terganggu. Kurangnya konsentrasi pekerja juga sangat berpengaruh dalam *human error*.
 - b. Pendidikan berpengaruh dalam keandalan pekerja, karena dalam pekerjaan diperlukan pengetahuan, kedisiplinan, dan keterampilan dalam menjalankan pekerjaan. Pekerja di stasiun rebusan masih belum memiliki tingkat kedisiplinan dikarenakan masih banyak pekerja yang belum memakai Alat Pelindung Diri (APD).
 - c. Alat dan Mesin sangat berpengaruh pekerja akan melakukan kesalahan atau *human error*, dikarenakan terdapat mesin dan alat pada stasiun rebusan yang rusak maka pekerja atau operator melakukan pekerjaan dengan manual dan dengan menggunakan feeling tanpa bantuan mesin/alat, sehingga pekerja sering melakukan kesalahan dalam bekerja seperti kelebihan waktu rebusan, kelebihan tekanan uap, dan lain sebagainya.

- d. Jenis pekerjaan juga memengaruhi ada atau tidaknya pekerja melakukan kesalahan, dikarenakan jenis pekerjaan yang sulit harus di bantu atau di pengaruhi oleh usia pekerja, alat/mesin, dan pendidikan pekerja.
2. Dari hasil perhitungan menggunakan metode HEART (*Human Error Assessment and Reduction Technique*) diperoleh jenis pekerjaan dengan nilai HEP tertinggi yaitu mengatur waktu rebusan dengan nilai HEP sebesar 0,5324, kemudian nilai HEP tertinggi kedua yaitu jenis pekerjaan memasukkan dan mengeluarkan uap dengan nilai HEP sebesar 0,5251, dan kemudian jenis pekerjaan dengan nilai HEP tertinggi ketiga yaitu membuka dan menutup pintu rebusan yaitu dengan nilai HEP sebesar 0,1480.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat di berikan agar dapat mengurangi terjadinya *human error* dalam bekerja, yaitu :

1. Memberikan pengetahuan mengenai kedisiplinan , baik kedisiplinan waktu maupun kedisiplinan dalam memakai Alat Pelindung Diri (APD) serta Memberikan pengetahuan mengenai K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja). Memberikan proporsi istirahat yang sesuai untuk mengurangi stres yang berlebihan akibat lingkungan kerja yang kurang baik.

2. Untuk mengurangi dari ketiga jenis pekerjaan yang memiliki nilai HEP ataupun cara agar tidak terjadi kesalahan-kesalahan pekerja dalam bekerja di stasiun perubasan ialah dengan memperbaiki alat yang rusak dan juga menambahkan jam yang memiliki alarm agar dapat mengetahui kapan saja waktu-waktu penting dalam proses perebusan dan juga memberikan pelatihan-pelatihan kerja pada operator di stasiun perebusan atau mengganti pekerja lama yang kurang kompeten dengan pekerja lain baik dari segi kompetensi maupun usia.



DAFTAR PUSTAKA

- Ginting, Rosnani. (2009). *Sistem Produksi*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Suhadri.Bambang.(2008). *Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi Industri*. Jakarta :Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Spurgin. Anthony J. (2010). *Human Reliability Assessment Theory and Practice*. New York : CRC Press.
- Iridiastadi, Hardianto and Yessierli.(2014). *Ergonomi Suatu Pengantar*. Bandung : PT Remaja Rosdakarya.
- Buku Standar Prosedur Operasi (SPO) Pengolahan Kelapa Sawit PTPN IV (Persero)*
- Farid A H .(2012). *Reliability Assessment Sebagai Upaya Pengurangan Human Error Dalam Penerapan Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. Skripsi Universitas Indonesia. Depok.
- Dian, M.S., Ayu, R.A., and Nataya, C.R. (2015). *Human Reliability Assessment and Reduction Technique* pada Operator Stasiun Shourd PT.X. *Rekayasa Sistem Industri*, 4(1):1-7.
- Faris, R. and Dian, P.R. (2016). *Penggunaan Metode HEART dan JSA Sebagai Upaya Pengurangan Human Error pada Kecelakaan Kerja Di Departemen Produksi*. *Teknik Industri*, 17(1) : 1-11.
- Riseltvia, N., Isa, M., and Ragil, I.H. (2017). *Penilaian Human Error Probability dengan Metode Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART)*. *Pustaka Kesehatan*, 5(3).
- Sugiono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta

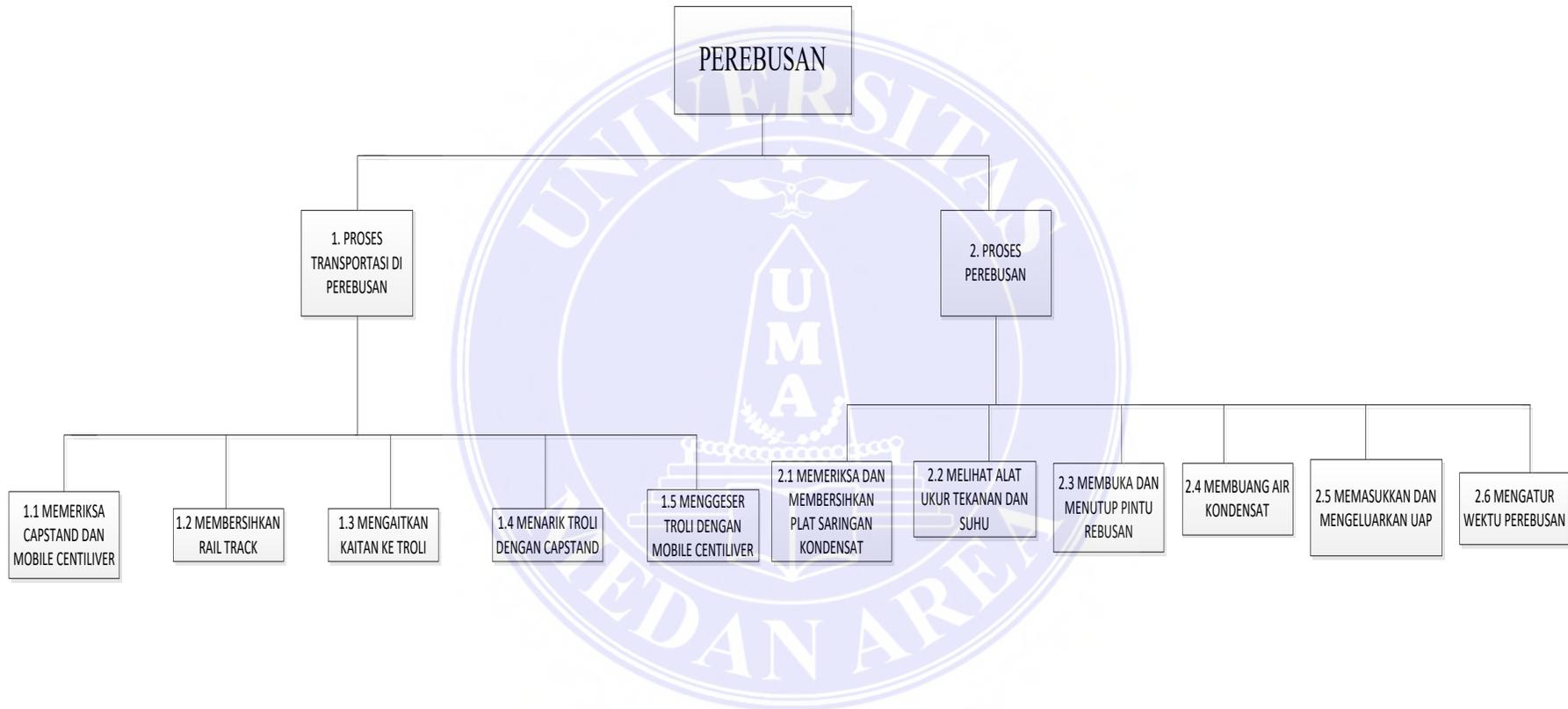
Anthony, Robert. N dan Vijay Govindarajun.(2008). *Sistem Pengendalian Manajemen*. Edisi Sebelas. Jakarta : Salemba Empat.

Sanders, Ernest McCormick.(1992). *Human Factorsa In Engineering and Design*. (Ed.7). Singapore. Mc.Graw-Hill,Inc

Hollnagel, E. (1993). *Human Reliability Analysis: Context and control*. London : Academic Press.



Lampiran 1. Hierarchical Task Analysis (HTA) di Stasiun Perebusan



L1

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 20/1/21

Access From (repository.uma.ac.id)20/1/21

Lampiran 2. Data Pekerja di Stasiun Perebusan

NAMA	L/P	BAGIAN	JABATAN	UMUR	PENDIDIKAN
SURIPTO, SPKB(B)	L	PENGOLAHAN	KEPALA KERJA REBUSAN/STERILIZER	54 THN	SLTA
KADIRIN	L	PENGOLAHAN	OPERATOR REBUSAN/STERILIZER	48 THN	SD
LEGIONO	L	PENGOLAHAN	OPERATOR REBUSAN/STERILIZER	40 THN	SLTA
MISMAN	L	PENGOLAHAN	OPERATOR REBUSAN/STERILIZER	51 THN	SD
MUSTAR	L	PENGOLAHAN	OPERATOR REBUSAN/STERILIZER	50 THN	SD
RIALAT JOKO SUSENO	L	PENGOLAHAN	OPERATOR REBUSAN/STERILIZER	47 THN	SLTA
RUDI	L	PENGOLAHAN	OPERATOR REBUSAN/STERILIZER	46 THN	SD
SELAMAT	L	PENGOLAHAN	OPERATOR REBUSAN/STERILIZER	50 THN	SD
SUDARMAN	L	PENGOLAHAN	OPERATOR REBUSAN/STERILIZER	31 THN	SD
SUMANO	L	PENGOLAHAN	OPERATOR REBUSAN/STERILIZER	51 THN	SLTA
SUPARNO	L	PENGOLAHAN	OPERATOR REBUSAN/STERILIZER	41 THN	SLTA
SUPRIATIN	L	PENGOLAHAN	OPERATOR REBUSAN/STERILIZER	54 THN	SD
HOTPUNGUAN SIANIPAR	L	PENGOLAHAN	KEPALA KERJA REBUSAN/STERILIZER	57 THN	SLTA
ARNOL SARAGIH	L	PENGOLAHAN	OPERATOR REBUSAN/STERILIZER	48 THN	SD
BONGAL NAINGGOLAN	L	PENGOLAHAN	OPERATOR REBUSAN/STERILIZER	53 THN	SLTA
HERBIN HUTAGALUNG	L	PENGOLAHAN	OPERATOR REBUSAN/STERILIZER	46 THN	SD
JHON PRISTON	L	PENGOLAHAN	OPERATOR REBUSAN/STERILIZER	50 THN	SD

Lampiran 3. Data Pekerja yang Bekerja Selama Pengamatan

Jenis Pekerjaan	Umur	Nama	Pendidikan
Memeriksa Capstand dan Mobile Centiliver	51	Misman	SD
Membersihkan Rail Track	48	Arnol Saragih	SD
Mengaitkan kaitan ke lori	53	Bongal Nainggolan	SLTA
Menarik lori dengan capstand	50	Selamat	SD
menggeser lori dengan <i>mobile centiliver</i>	51	Sumano	SLTA
Memeriksa dan membersihkan plat saringan kondensat	48	Kadirin	SD
Melihat alat ukur tekanan dan suhu	57	Hotpunguan Sianipar	SLTA
Membuka dan menutup pintu rebusan	48	Arnol Saragih	SD
Membuang air kondensat	57	Hotpunguan Sianipar	SLTA
memasukkan dan mengeluarkan uap	57	Hotpunguan Sianipar	SLTA
Mengatur waktu perebusan	57	Hotpunguan Sianipar	SLTA

Lampiran 4. Rekap Kcelakaan dan Penyakit Akibat Kerja Tahun 2016 – 2019

Rekap Kecelakaan Kerja di PTPN IV PKS Gunung Bayu

NO	Waktu Kejadian	Nama	Jenis Kelamin	Umur Korban	Luka pada	Sebab Kecelakaan
1	Nov-17	Posma H. Sibarani	Laki-laki	49 Tahun	Jari Kanan	St Motoran
2	Nov-18	Mustar	Laki-laki	51 Tahun	Muka, leher, tangan, a dan sebelah kanan	Semburan uap dari rebusan
3	Des-2018	Bongal Nainggolan	Laki-laki	52 Tahun	Jari Tangan	Terjepit Pintu Rebusan

Rekap Penyakit Akibat Kerja di PTPN IV PKS Gunung Bayu

NO	Tahun Kejadian	Nama	Jenis Kelamin	Umur Korban	Diagnosa	Pekerjaan
1	2016	Tasrun	Laki-laki	54 Tahun	NIHL	Boiler
2	2016	Amri Sukri	Laki-laki	49 Tahun	NIHL	Tukang Las
3	2016	S. Rambey	Laki-laki	52 Tahun	NIHL	Tukang Scrap
4	2016	Seniman	Laki-laki	51 Tahun	NIHL	Mandor Refrasi
5	2016	Suyanto	Laki-laki	46 Tahun	NIHL	Mesin Air
6	2016	Nasib Sitorus	Laki-laki	51 Tahun	NIHL	Krani
7	2017	Sonang Rambe	Laki-laki	53 Tahun	NIHL	Boiler
8	2017	Sutresman	Laki-laki	46 Tahun	NIHL	Op. Ketel (Perebusan)

NIHL (Noise Induced Hearing Loss)