



***HUMAN RELIABILITY ASSESSMENT MENGGUNAKAN MODIFIKASI
METODE SHERPA DAN HEART
(STUDI PADA PEKERJAAN PENGELASAN CONVEYOR CHUTE DI
AREA COAL HANDLING PT. X)***

SKRIPSI

Oleh

**A'yun Hafisyah Wafi
NIM 142110101159**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS JEMBER**

2018



***HUMAN RELIABILITY ASSESSMENT MENGGUNAKAN MODIFIKASI
METODE SHERPA DAN HEART
(STUDI PADA PEKERJAAN PENGELASAN CONVEYOR CHUTE DI
AREA COAL HANDLING PT. X)***

SKRIPSI

Oleh

**A'yun Hafisyah Wafi
NIM 142110101159**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS JEMBER**

2018



***HUMAN RELIABILITY ASSESSMENT MENGGUNAKAN
MODIFIKASI METODE SHERPA DAN HEART
(STUDI PADA PEKERJAAN PENGELASAN CONVEYOR CHUTE DI AREA
COAL HANDLING PT. X)***

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat
dan mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

Oleh

**A'yun Hafisyah Wafi
NIM 142110101159**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS JEMBER**

2018

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya Bapak Moh. Ali Wafa, S.Pd dan Ibu Lugis Yulianti, A.Md yang selalu memberika do'a, kasih sayang dan dukungan sehingga saya dapat menjalani kehidupan dengan baik.
2. Adik-adik saya Wildan Hamdani Yuwafi dan Nafilah Hildan Yuwafi yang selalu memberikan do'a, kasih sayang dan dukungan.
3. Bapak dan Ibu Dosen yang telah membimbing, menasehati dan memberikan ilmu yang bermanfaat dan tidak ternilai harganya mengenai masa depan nanti.
4. Almamater tercinta Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

MOTTO

Orang kebanyakan hanya percaya kemungkinan. “Orang-orang luar biasa” melihat yang mungkin dan tidak mungkin. Dengan melihat yang tidak mungkin, mereka melihat kemungkinan.*

(Cherle Carter Csott)

Jika engkau pernah melakukan kesalahan, belajarlah dari kesalahan itu. Kemudian tinggalkanlah kesalahan itu setelah engkau mengambil pelajaran darinya.**

(Dr. ‘Aidh Al-Qarni)

*) Rifaldi. 2016. *Kekuatan Kata Motivasi dan Gambar : Power of Poster*. Yogyakarta: Diandra Kreatif

**) Al-Qarni, Dr. ‘Aidh. 2014. *Menjadi Wanita Paling Bahagia*. Jakarta : Qisthi Press

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : A'yun Hafisyah Wafi

NIM : 142110101159

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul : *Human Reliability Assessment menggunakan Modifikasi Metode SHERPA dan HEART (Studi pada Pekerjaan Pengelasan Conveyor Chute di Area Coal Handling PT. X)* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan sub-tansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 10 Juli 2018

Yang menyatakan,

(A'yun Hafisyah Wafi)

NIM 142110101159

PEMBIMBINGAN

SKRIPSI

***HUMAN RELIABILITY ASSESSMENT MENGGUNAKAN MODIFIKASI
METODE SHERPA DAN HEART***

(Studi pada Pekerjaan Pengelasan Conveyor Chute di Area Coal Handling PT. X)

Oleh

A'yun Hafisyah Wafi

NIM 142110101159

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : dr. Ragil Ismi Hartanti, M.Sc
Dosen Pembimbing Anggota : Reny Indrayani, S.KM., M.KKK

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Human Reliability Assessment menggunakan Modifikasi Metode SHERPA dan HEART (Studi pada Pekerjaan Pengelasan Conveyor Chute di Area Coal Handling PT. X)* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 10 Juli 2018

Tempat : Ruang Ujian Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

Pembimbing

Tanda tangan

1. DPU : dr. Ragil Ismi Hartanti, M.Sc

NIP. 198110052006042002

(.....)

2. DPA : Reny Indrayani, S.KM., M.KKK

NIP. 198811182014042001

(.....)

Penguji

1. Ketua : Andrei Ramani, S.KM., M.Kes

NIP. 198008252006041005

(.....)

2. Sekretaris : Prehatin T. N., S.KM., M.Kes

NIP. 198505152010122003

(.....)

3. Anggota : Jamrozi, S.H

NIP. 196202091992031004

(.....)

Mengesahkan

Dekan,

Irma Prasetyowati, S.KM., M.Kes

NIP. 198005162003122002

RINGKASAN

Human Reliability Assessment menggunakan Modifikasi Metode SHERPA dan HEART (Studi pada Pekerjaan Pengelasan Conveyor Chute di Area Coal Handling PT. X); A'yun Hafisyah Wafi; 142110101159; 2018; (216 halaman); Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Kecelakaan kerja merupakan kejadian tidak diinginkan yang menimbulkan kerugian. Menurut Heinrich, akar penyebab kecelakaan 80% karena *unsafe acts* dan 10% karena *unsafe conditions* (Salami dkk, 2016: 237). Penyebab mendasar terjadinya kecelakaan kerja karena perilaku berbahaya yang berupa kesalahan manusia atau *human error*. *Human error* dapat dicegah dengan menganalisa dengan cara mengukur keandalan manusia melalui pendekatan *Human Reliability Assessment (HRA)*. Metode *HRA* yang baik untuk digunakan yaitu *SHERPA* karena keakuratannya dalam memprediksi *human error*. Metode *HRA* lain yang baik digunakan yaitu metode *HEART* karena menghasilkan *output* berupa *Human Error Probability (HEP)*.

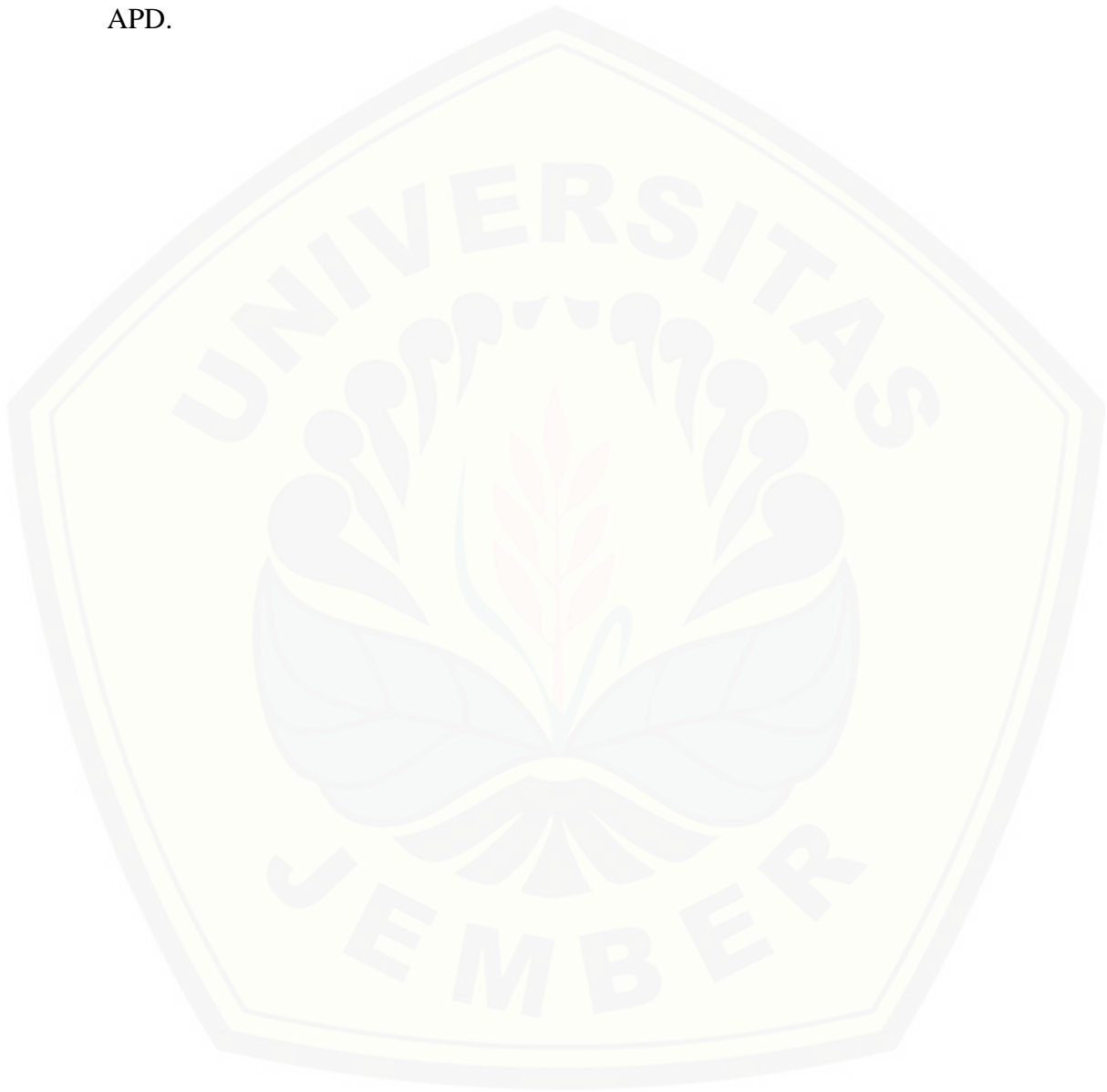
Tingginya angka kecelakaan kerja di Jawa Timur menunjukkan bahwa penerapan kesadaran dan perilaku K3 masih perlu ditingkatkan, terlebih banyak perusahaan besar di Jawa Timur salah satunya PT. X yang merupakan perusahaan pembangkitan listrik tenaga uap. Berdasarkan data yang didokumentasikan oleh Departemen Kimia, Lingkungan serta Keselamatan dan Kesehatan Kerja (KLK3) selama tahun 2008 sampai tahun 2012, terdapat 53% kecelakaan kerja di bidang *maintenance/* pemeliharaan yang disebabkan oleh *human error* (Arini, 2013: 3-4). Berdasarkan data yang diperoleh dari bidang pemeliharaan PT. X, jumlah *work order* terbanyak diperoleh oleh bagian pemeliharaan mesin 2 dengan area kerja salah satunya *coal handling*, yang artinya bagian tersebut memiliki frekuensi kerja tertinggi sehingga kemungkinan terjadinya *human error* pun semakin tinggi. Hasil observasi saat melakukan pengambilan data awal menunjukkan bahwa kejadian *unsafe action* terbanyak terjadi pada area *coal handling*. Hal ini menunjukkan

hubungan linier antara data *work order* dengan kejadian *unsafe action* dan kemungkinan *human error*. Data *work order* terbanyak dari bagian mesin 2 yaitu pekerjaan pengelasan *conveyor chute*.

Tujuan dari penelitian ini yaitu melakukan penilaian probabilitas *human error* untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja karena *human error* menggunakan modifikasi metode *SHERPA* dan *HEART* agar penilaian yang dilakukan semakin lengkap dan terperinci. Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian deskriptif dengan jumlah responden 9 orang. Data primer dalam penelitian ini diperoleh melalui *brainstorming*, wawancara, observasi dan dokumentasi. Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu *brainstorming*, wawancara, observasi dan dokumentasi. Kemudian data diolah dan dianalisis secara deskriptif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 8 *task* dan 80 *sub task* pada pekerjaan pengelasan *conveyor chute*. Adapun *task* dalam pekerjaan ini yaitu persiapan, identifikasi kebocoran, memotong plat sesuai kebutuhan, pemindahan material (plat) dan alat ke tempat kebocoran, persiapan seluruh alat dan material di tempat pengelasan, proses pengelasan, pembasahan disemua tempat jatuhnya bunga api dan merapikan alat. Dari 80 *sub task* dapat diprediksi 54 *sub task* yang memiliki kemungkinan *human error* dengan 72% *error mode* kategori A9, 9% *error mode* kategori A4, 6% *error mode* kategori A1 dan C1, 4% *error mode* kategori A3 serta 1% *error mode* kategori C2. Hasil penilaian penghitungan probabilitas *human error* yaitu *sub task* yang memiliki *HEP* terbesar yaitu saat melakukan pengelasan dari dalam *conveyor chute* dengan nilai *HEP* 0,9934, sedangkan *sub task* yang memiliki *HEP* terkecil yaitu memberikan stang las saat melakukan proses pengelasan baik dari dalam maupun dari luar *conveyor chute* dengan nilai *HEP* 0,249. Nilai keandalan manusia total (R_m) pada *task* identifikasi kebocoran yaitu 0,5781, pada *task* pemindahan material (plat) dan alat ke tempat kebocoran yaitu 0,0983, pada *task* persiapan seluruh alat dan material (plat) di tempat pengelasan yaitu 0,00025, pada *task* proses pengelasan dari luar yaitu 0,1564 dan pengelasan dari dalam 3,1582E-5, pada *task* pembasahan yaitu 0,1922, pada *task* merapikan alat yaitu 0,00097.

Hasil penilaian risiko yaitu 29% *risk level* dengan kategori *acceptable*, 24% kategori *priority 3*, 23% kategori *very high*, 21% kategori *substansial* dan 3% kategori *priority 1*. Upaya Upaya pencegahan *human error* disusun berdasarkan *EPC*, *HEP* dan risiko yang mungkin terjadi secara engineering, administrasi dan APD.



SUMMARY

Human Reliability Assessment using Modification Method of SHERPA and HEART (Study on Welding Work of Conveyor Chute in Coal Handling Area of PT X); A'yun Hafisyah Wafi; 142110101159; 2018; (216 pages); Department of Environmental Health and Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, University of Jember.

Work accidents are undesirable events which cause losses. According to Heinrich, the causes of accidents were 80% due to unsafe acts and 10% due to unsafe conditions (Salami dkk, 2016: 237). The fundamental cause of work accidents due to unsafe behavior in the form of human error. Human error can be prevented by analyzing human reliability by measuring through Human Reliability Assessment (HRA) approach. A good HRA method to be used is SHERPA because of its accuracy in predicting human error. Another good HRA method to be used is HEART because it produces Human Error Probability (HEP).

The high number of work accidents in East Java show that the application of awareness and behavior in safety still need to be improved, especially there are many big companies in East Java, one of them was PT. X which is a steam power plant company. Based on data documented by Department of Chemistry, Environment and Occupational Safety and Health (KLK3) during 2008 to 2012, there were 53% of work accident occurred in maintenance department caused by human error (Arini, 2013: 3-4). Based on data of maintenance department of PT. X that obtained from preliminary studies, the most number of work orders obtained by the 2nd machine maintenance department. The working area of 2nd machine maintenance department is in coal handling area, which means that department had the highest working frequency so that the possibility of human error even higher. The result of observation during the initial data retrieval showed that the most unsafe action occurred in coal handling area. This result showed the linear relationship between work order data with the unsafe action and

human error possibility. The most number of work order data from the 2nd machine maintenance department was welding work of the conveyor chute.

The purpose of this study was to assess the probability of human error to prevent the occurrence of accidents due to human error using SHERPA and HEART method modification, so that the assessment could be more completed and detailed. The type of this research was descriptive research with 9 respondents. Primary data in this research was obtained through brainstorming, interview, observation and documentation. Data collection techniques in used were brainstorming, interview, observation and documentation. Then the data was processed and analyzed descriptively.

The results showed that there were 8 tasks and 80 sub tasks on the welding work of conveyor chute. The tasks in this work were preparation, leak identification, cutting plate as needed, the transfer of material (plate) and the tool to the leakage, preparation of all tools and materials in the welding area, welding process, wetting in all places where the sparks fall and the last was tidying tools. From 80 predictable sub tasks, there were 54 sub tasks that had human error possibility with 72% error mode in A9 category, 9% error mode in A4 category, 6% error mode in A1 category and C1 category, 4% error mode in A3 category and 1% error mode in C2 category. The result of the human error probability calculation was the sub task that had the largest HEP was welding process from inside of conveyor chute with the HEP value was 0.9934, while the sub task that has the smallest HEP was provided the welding handlebar when doing the welding process both from inside and outside the conveyor chute with HEP value was 0.249. The total human reliability value (Rm) in the leak identification task was 0.5781, the task of moving the material (plate) and the tool to the leakage place was 0,0983, the task of preparation of all tools and materials (plate) at the welding area was 0.00025, the task of welding process from the outside was 0.1564 and welding from inside conveyor chute was 3.1582E-5, the wetting task was 0.1922, the task tidying tool was 0.00097.

The results of risk assessment were 29% risk level with acceptable category, 24% 3rd priority category, 23% very high category, 21% substantial category and 3% 1st priority category. The efforts of human error prevention were based on EPC, HEP and possible risk by giving engineering control, administrative control and PPE.



PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat terselesaikannya skripsi dengan judul *Human Reliability Assessment* Menggunakan Modifikasi Metode *SHERPA* dan *HEART* (Studi pada Pekerjaan Pengelasan *Conveyor Chute* di Area *Coal Handling* PT. X), sebagai salah satu persyaratan akademis dalam rangka menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Dalam skripsi ini dijabarkan bagaimana hasil analisis metode *SHERPA* dan *HEART* untuk menilai tingkat keandalan manusia pada pekerja pengelasan *conveyor chute* di area *coal handling* PT. X. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memprediksi setiap kemungkinan *error* yang terjadi dan menghitung probabilitasnya kemudian dapat menjadi bahan pertimbangan terkait rekomendasi yang diberikan oleh peneliti untuk mengurangi terjadinya kecelakaan kerja akibat *human error*.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Ibu dr. Ragil Ismi Hartanti, M.Sc selaku dosen pembimbing utama dan Ibu Reny Indrayani, S.KM., M.KKK yang telah memberikan petunjuk, koreksi serta saran hingga terwujudnya skripsi ini.

Terima kasih dan penghargaan penulis sampaikan pula kepada yang terhormat:

1. Ibu Irma Prasetyowati, S.KM., M.Kes., selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
2. Bapak Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes., selaku ketua bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
3. Bapak Yunus Ariyanto, S.KM., M.Kes., selaku Dosen Pembimbing Akademik selama penulis menjadi mahasiswa di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
4. Bapak Andrei Ramani, S.KM., M.Kes., selaku ketua penguji skripsi.

5. Ibu Prehatin Trirahayu Ningrum, S.KM., M.Kes., selaku sekretaris penguji skripsi.
6. Bapak Jamrozi, S.H., selaku anggota penguji skripsi.
7. Seluruh dosen dan staf di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember yang telah memberikan dan mengajarkan ilmunya kepada penulis serta membantu penulis selama masa studi.
8. Kedua orang tua tercinta Bapak Moh. Ali Wafa, S.Pd dan Ibu Lugis Yulianti, A.Md serta adik-adik saya Wildan Hamdani Yuwafi dan Nafilah Hildan Yuwafi yang telah memberikan dukungan dan do'a demi terselesaikannya skripsi ini.
9. Orang tua keduaku sekaligus guru ngajiku Abah Rofi' dan Ibuk Masnu'ah yang telah memberikan do'a untuk anak sekaligus santrinya.
10. Bapak Mustofa selaku General Manager PT. X, Bapak Purwo, Bapak Badrul, Bapak Drajat, Mas Irham, Mas Kevin, Mas Bagas, Mas Azky, Mas Ksatrya, Bapak Nurdi, Bapak Zaini dan seluruh karyawan PT. X yang telah memberi izin dan membantu dalam pengambilan data baik saat pengambilan data awal maupun penelitian.
11. Mas Muhammad Kemal Jayadi yang telah membantu banyak sekali dalam proses penyelesaian skripsi ini, terima kasih.
12. Sahabat-sahabatku tercinta Andriana Putri Wijaya, Swara Mega Hasanah, Tika Nurfitriana dan Aji Rayyan Khairi terima kasih telah menemaniku selama perkuliahan.
13. Teman terjomblo yang telah banyak sekali membantu saya baik untuk urusan akademik maupun organisasi Rizqi Muthoharoh, Mbak Zahroh, mantan Sekretaris Umum saya Yanuar Annaafia, Eriena Melati, Anis Trisia, Fifian Najib, Galuh, Windy, Nadhifah, Amel.
14. Keluarga baru di paiton papa Misbi, mama Mayang, Andriana Putri, Cahaya Rizki, dedek Kintan Fia dan say Nur Hidayati.
15. Sahabat-sahabat SMP dan SMA yang tercinta Olyvia Putri, Iqlima Alvein, Safitri Nur, Yeri Suhartin, Hamidah Qurrotun, Febri Diah, Savira Bira, Ajeng Anindi.

16. Saudara kelompok PBL Gedang Agung Selatan yang telah banyak mengajak pada kebaikan terutama Eriena, Indri, Dwi Mustika dan Wiwin.
17. Teman sekaligus keluarga di Al-Ma'unah, kelompok magang, teman-teman peminatan K3 angkatan 2014, teman-teman UKM KOMPLIDS khususnya pengurus periode 2016 dan 2017, teman-teman UKM Lentera, tim LKTIN, teman-teman Ketua Umum Ormawa FKM Unej Periode 2017 dan semua teman seperjuangan FKM UNEJ angkatan 2014.
18. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Skripsi ini telah penulis susun dengan optimal, namun tidak menutup kemungkinan adanya kekurangan, oleh karena itu penulis dengan tangan terbuka menerima masukan yang membangun. Semoga tulisan ini berguna bagi semua pihak yang memanfaatkannya.

Jember, 10 Juli 2018

Penulis.

DAFTAR ISI

	Halaman
Judul.....	i
Halaman Judul.....	ii
PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN.....	v
PEMBIMBINGAN.....	vi
PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	xi
PRAKATA.....	xiv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xx
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xxiv
DAFTAR ISTILAH	xxv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan.....	7
1.3.1 Tujuan Umum.....	7
1.3.2 Tujuan Khusus.....	7
1.4 Manfaat.....	8
1.4.1 Manfaat Teoritis	8
1.4.2 Manfaat Praktis.....	8
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Kecelakaan Kerja.....	9

2.1.1	Pengertian Kecelakaan Kerja	9
2.1.2	Penyebab Kecelakaan Kerja	9
2.1.3	Teori Kecelakaan Kerja	10
2.2	<i>Unsafe Action</i>	13
2.3	<i>Human Error</i>	14
2.3.1	Faktor <i>Human Error</i>	15
2.4	Keandalan Manusia (<i>Human Reliability</i>)	18
2.4.1	Perkembangan <i>Human Reliability Assessment</i>	18
2.5	<i>SHERPA</i>	21
2.5.1	Prosedur <i>SHERPA</i>	21
2.6	<i>HEART</i>	26
2.6.1	Perhitungan Metode <i>HEART</i>	27
2.6.2	<i>Assessed Effect</i>	31
2.6.3	<i>Human Error Probability</i>	31
2.7	Analisis Risiko	32
2.8	Pengelasan	36
2.8.1	Pengertian dan Teknik Pengelasan	36
2.8.2	Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Pengelasan	37
2.9	Kerangka Teori	40
2.10	Kerangka Konsep	41
BAB 3.	METODE PENELITIAN	43
3.1	Jenis Penelitian	43
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian	43
3.2.1	Lokasi Penelitian	43
3.2.2	Waktu Penelitian	43
3.3	Obyek Penelitian	44
3.3.1	Responden Penelitian	44
3.3.2	Teknik Penentuan Responden Penelitian	45
3.4	Variabel Penelitian dan Definisi Operasional	45
3.4.1	Variabel Penelitian	45
3.4.2	Definisi Operasional	46

3.5 Data dan Sumber Data	50
3.5.1 Data Primer.....	50
3.5.2 Data Sekunder	50
3.6 Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data.....	51
3.6.1 Teknik Pengumpulan Data	51
3.6.2 Instrumen Pengumpulan Data	52
3.7 Teknik Penyajian dan Analisis Data	52
3.7.1 Teknik Penyajian Data	52
3.7.2 Analisis Data	53
3.8 Alur Penelitian	63
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	64
4.1 Hasil.....	64
4.2 Pembahasan.....	146
BAB 5. PENUTUP	171
5.1 Kesimpulan.....	171
5.2 Saran	172
DAFTAR PUSTAKA	175
LEMBAR <i>BRAINSTORMING TASK-ERROR IDENTIFICATION</i>	190
LEMBAR PENILAIAN METODE <i>SHERPA</i>	191
LEMBAR PENILAIAN METODE <i>HEART</i>	192

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Teori Domino	11
2.2 Teori Frank E. Bird	11
2.3 <i>The “Swiss cheese” model of accident caution</i>	12
2.1 <i>Hierarcical Task Analysis</i>	23
3.1 <i>Hierarchical Task Analysis</i>	54
4.1 <i>Hierarchical Task Analysis</i> dari <i>Task</i> Persiapan.....	67
4.2 <i>Hierarchical Task Analysis</i> dari <i>Task</i> Identifikasi Kebocoran	68
4.3 <i>Hierarchical Task Analysis</i> dari <i>Task</i> Memotong Plat Sesuai Kebutuhan	70
4.4 <i>Hierarchical Task Analysis</i> dari <i>Task</i> Pindahan Material (plat) dan Alat ke Tempat Kebocoran.....	71
4.5 <i>Hierarchical Task Analysis</i> dari <i>Task</i> Pindahan Seluruh Alat dan Material (plat) di Tempat Kebocoran	73
4.6 <i>Hierarchical Task Analysis</i> dari <i>Task</i> Proses Pengelasan dari Luar	75
4.7 <i>Hierarchical Task Analysis</i> dari <i>Task</i> Proses Pengelasan dari Dalam.....	75
4.8 <i>Hierarchical Task Analysis</i> dari <i>Task</i> Pembasahan di semua Tempat Jatuhnya Bunga Api	76
4.9 <i>Hierarchical Task Analysis</i> dari <i>Task</i> Merapikan Alat.....	78
4.10 <i>Generic Task Type</i> pada Pekerjaan Pengelasan <i>Conveyor chute</i>	139
4.11 <i>Error Mode</i> pada Pekerjaan Pengelasan <i>Conveyor chute</i>	140
4.12 <i>Error Producing Conditions (EPC)</i> Pekerjaan Pengelasan <i>Conveyor chute</i>	141
4.13 <i>Risk Level</i> pada Pekerjaan Pengelasan <i>Conveyor chute</i>	146
4.15 Cara Mengangkat Beban yang Benar.....	167

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Metode <i>HRA</i> yang Telah Diinvestigasi.....	19
2.2 Metode <i>Human Reliability</i> yang potensial digunakan dalam kasus K3.....	20
2.3 <i>Human Error Identification</i>	24
2.4 Nominal <i>Human Unreliability</i> Berdasarkan <i>GTT</i>	27
2.5 Nilai <i>Error Producing Conditions</i>	28
2.6 Nilai <i>Assessed Proportion of Effect</i>	30
2.7 Tabel <i>Likelihood</i> Berdasarkan AZ/NZS 4630	33
2.8 Tabel <i>Exposure</i> Berdasarkan AZ/NZS 4630.....	34
2.9 Tabel <i>Consequence</i> Berdasarkan AZ/NZS 4630	34
2.10 Tabel Tingkat Risiko Berdasarkan AZ/NZS 4630.....	35
2.11 Perbandingan 3 Metode Analisis Risiko Berdasarkan AZ/NZS 4630.....	36
3.1 Daftar Responden Penelitian.....	45
3.2 Variabel, Definisi Operasional, Alat Ukur, Cara Pengukuran, Kriteria Penilaian.....	46
3.3 <i>Generic Task Types</i>	55
3.4 <i>Human Error Identification</i>	56
3.5 Tabel <i>EPC</i>	57
3.6 Tabel <i>APOE</i>	58
3.7 Tabel <i>Likelihood</i> Berdasarkan AZ/NZS 4630	60
3.8 Tabel <i>Exposre</i> Berdasarkan AZ/NZS 4630.....	61
3.9 Tabel <i>Consequence</i> Berdasarkan AZ/NZS 4630	61
3.10 Tingkat risiko menurut standar AS/NZS 4360	62
3.11 Tabel Bobot <i>Risk Level</i>	62
4.1 <i>Task</i> dan <i>sub task</i> pada Pekerjaan Pengelasan <i>Conveyor chute</i>	64
4.2 Identifikasi <i>Human Error</i> pada <i>Task</i> Persiapan.....	79
4.3 Identifikasi <i>Human Error</i> pada <i>Task</i> Identifikasi Kebocoran.....	79
4.4 Identifikasi <i>Human Error</i> pada <i>Task</i> Memotong Plat.....	81

4.5 Identifikasi <i>human error</i> pada <i>task</i> pemindahan plat ke tempat kebocoran ...	84
4.6 Identifikasi <i>human error</i> pada <i>task</i> persiapan alat dan material	85
4.7 Identifikasi <i>human error</i> pada <i>task</i> proses pengelasan	87
4.8 Identifikasi <i>human error</i> pada <i>task</i> pembasahan	90
4.9 Identifikasi <i>human error</i> pada <i>task</i> merapikan alat	91
4.10 Tabel Penilaian Probabilitas <i>Human Error</i> pada <i>Task</i> Persiapan	94
4.11 Tabel Penilaian Probabilitas <i>Human Error</i> pada <i>Task</i> Identifikasi Kebocoran	95
4.12 Tabel Penilaian Probabilitas <i>Human Error</i> pada <i>Task</i> Memotong Plat.....	98
4.13 Tabel Penilaian Probabilitas <i>Human Error</i> pada <i>Task</i> Pemindahan Material dan Alat ke Tempat Kebocoran	104
4.14 Tabel Penilaian Probabilitas <i>Human Error</i> pada <i>Task</i> Persiapan Seluruh Alat dan Material di Tempat Pengelasan	107
4.15 Tabel Penilaian Probabilitas <i>Human Error</i> pada <i>Task</i> Proses Pengelasan .	111
4.16 Tabel Penilaian Probabilitas <i>Human Error</i> pada <i>Task</i> Pembasahan.....	116
4.17 Tabel Penilaian Probabilitas <i>Human Error</i> pada <i>Task</i> Merapikan Alat	118
4.18 Tabel Penilaian Risiko pada <i>Task</i> Persiapan.....	122
4.19 Tabel Penilaian Risiko pada <i>Task</i> Identifikasi Kebocoran	122
4.20 Tabel Penilaian Risiko pada <i>Task</i> Memotong Plat	123
4.21 Tabel Penilaian Risiko pada <i>Task</i> Pemindahan Plat ke Tempat Kebocoran	126
4.22 Tabel Penilaian Risiko pada <i>Task</i> Persiapan Alat dan Material	127
4.23 Tabel Penilaian Risiko Pada <i>Task</i> Proses Pengelasan.....	129
4.24 Tabel Penilaian Risiko pada <i>Task</i> Pembasahan	131
4.25 Tabel Penilaian Risiko pada <i>Task</i> Merapikan Alat.....	131
4.26 Tabel Perkalian antara <i>HEP</i> dan Bobot <i>Risk Level</i>	133
4.27 Tabel Prioritas Pencegahan <i>Human Error</i> yang Mungkin Terjadi	136
4.28 Urutan Nilai <i>HEP</i> Pekerjaan Pengelasan <i>Conveyor chute</i>	142

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Kuisisioner Pemilihan <i>Expert Judgement</i>	184
B. Lembar Pernyataan <i>Expert Judgement</i>	187
C. Lembar <i>Brainstorming</i>	188
D. Lembar Penilaian Metode <i>SHERPA</i>	191
E. Lembar Penilaian Metode <i>HEART</i>	192
F. Lembar Penilaian Modifikasi Metode <i>SHERPA</i> dan <i>HEART</i>	193
G. Surat Ijin Penelitian.....	194
H. Hasil <i>Human Reliability Assessment</i> menggunakan Modifikasi Metode <i>SHERPA</i> dan <i>HEART</i>	195
I. Contoh Desain <i>Near Miss Report</i>	206
J. Draft Instruksi Kerja Perbaikan <i>Chute</i>	207
K. Dokumentasi Penelitian.....	212

DAFTAR SINGKATAN

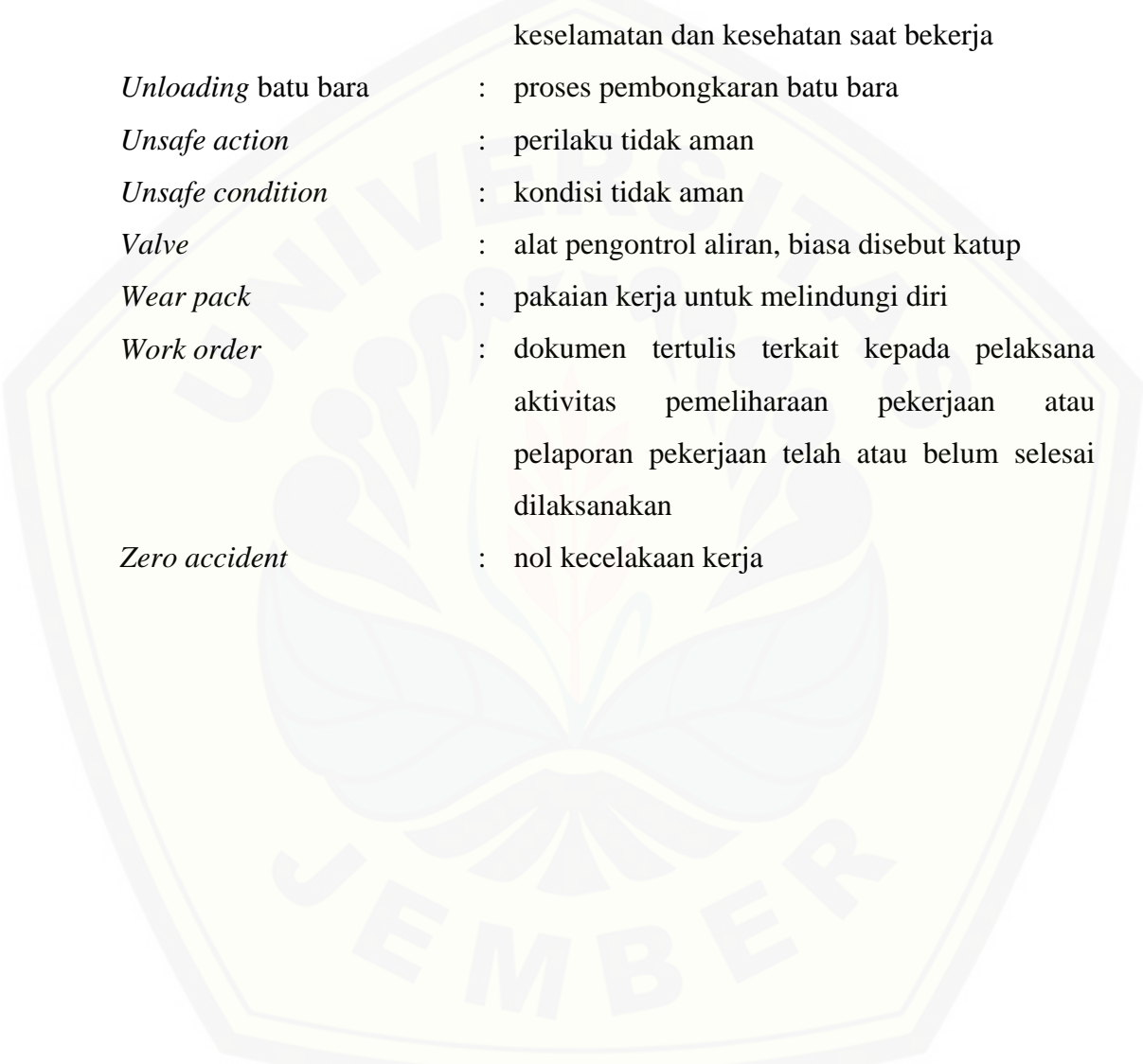
<i>AE</i>	: <i>Assessed Effect</i>
<i>APD</i>	: <i>Alat Pelindung Diri</i>
<i>APOE</i>	: <i>Assessed Proportion of Effect</i>
<i>BPJS</i>	: <i>Badan Penyelenggara Jaminan Sosial</i>
<i>Disnakertrans</i>	: <i>Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi</i>
<i>EPC</i>	: <i>Error Producing Conditions</i>
<i>GTT</i>	: <i>Generic Task Types</i>
<i>HEART</i>	: <i>Human Error Assessment and Reduction Technique</i>
<i>HEI</i>	: <i>Human Error Identification</i>
<i>HEP</i>	: <i>Human Error Probability</i>
<i>HRA</i>	: <i>Human Reliability Assessment</i>
<i>HTA</i>	: <i>Hierarchical Task Analysis</i>
<i>ILCI</i>	: <i>International Loss Control Institute</i>
<i>ILO</i>	: <i>International Labour Organization</i>
<i>K3</i>	: <i>Keselamatan dan Kesehatan Kerja</i>
<i>MEG</i>	: <i>Mobile Equipment Garage</i>
<i>P3K</i>	: <i>Pertolongan Pertama pada Kecelakaan</i>
<i>Permenaker</i>	: <i>Peraturan Menteri Tenaga Kerja</i>
<i>SHERPA</i>	: <i>Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach</i>

DAFTAR ISTILAH

<i>Accident</i>	: kecelakaan
<i>Ash handling</i>	: unit yang menangani abu batu bara yang akan dibuang ke tempat pembuangan limbah akhir
Asetilen	: salah satu jenis gas yang digunakan untuk proses las <i>Oxygen Acetylene Welding (OAW)</i>
<i>Brander</i>	: alat mencampur gas asetilen dan oksigen untuk las
<i>Chute</i>	: kerangka yang digunakan untuk membuat sebuah benda melucur dari tempat tinggi menuju tempat rendah
<i>Coal handling</i>	: unit yang menangani <i>loading</i> dan <i>unloading</i> batu bara
<i>Conveyor</i>	: sebuah sistem yang digunakan untuk memindahkan barang dari satu tempat ke tempat lain
<i>Convined space</i>	: ruang terbatas dalam suatu area kerja
<i>Currative maintenance</i>	: pemeliharaan alat/mesin dengan cara perbaikan
<i>Cutting</i>	: proses pengelasan dengan cara memotong
Dehidrasi	: kondisi tubuh yang mengalami kehilangan cairan
Elektroda las	: penghantar listrik las
Ergonomis	: bersifat ergonomi, memperhatikan keamanan dan kenyamanan
<i>Expert</i>	: para ahli yang membantu proses penilaian <i>human Error</i>
<i>Face shield</i>	: alat pelindung muka dan mata dari percikan bunga api pengelasan
<i>Fan exhaust</i>	: alat yang digunakan untuk mempercepat

	sirkulasi udara
<i>Flashback arrestor</i>	: alat yang digunakan untuk menahan nyala api agar tidak merembet ke jalur <i>supply</i>
<i>Forklift</i>	: kendaraan yang memiliki 2 garpu yang digunakan untuk mengangkat dan memindahkan beban berat
<i>Grounding</i>	: proses penghubungan dengan tanah
<i>Guarding</i>	: pelindung
<i>Hand rail</i>	: alat bantu jalan atau pemegang tangga
<i>Hook</i>	: pengait
<i>Human error</i>	: kesalahan atau kelalaian yang dilakukan manusia
<i>Injury</i>	: luka
<i>Loading batu bara</i>	: proses pengangkutan batu bara menuju silo
<i>Low back pain</i>	: nyeri punggung bawah
<i>Maintenance</i>	: pemeliharaan
<i>Man hole</i>	: lubang sebagai jalan manusia untuk memasuki <i>chute</i>
<i>Manometer</i>	: alat ukur tekanan kerja gas
<i>Mobile Equipment Garage</i>	: bengkel alat berat
<i>Musculoskeletal disorder</i>	: gangguan otot rangka
<i>Mur</i>	: alat pengerat untuk menggabungkan beberapa komponen
<i>On the job training</i>	: proses yang terorganisasi untuk meningkatkan keterampilan, pengetahuan, kebiasaan kerja dan sikap karyawan
<i>Outdoor</i>	: aktivitas di luar ruangan
<i>Overhead crane</i>	: alat yang digunakan untuk membantu memindahkan beban berat
<i>Pembasahan</i>	: kegiatan membasahi area kerja sekitar pengelasan dengan air

<i>Person in Charge</i>	: orang yang bertanggung jawab dalam sebuah pekerjaan
<i>Plan</i>	: rencana
<i>Possible human error</i>	: kemungkinan kesalahan yang dilakukan manusia
<i>Pressure gauge</i>	: alat yang digunakan untuk mengukur tekanan gas dalam tabung
<i>Pullcord</i>	: <i>emergency stop</i> untuk menghentikan <i>conveyor</i>
<i>Railing</i>	: elemen tangga yang berfungsi untuk pengaman dan pegangan
<i>Receptacle</i>	: stop kontak
<i>Regulator</i>	: alat yang digunakan untuk mengatur tegangan
<i>Reliability</i>	: keandalan
<i>Risk level</i>	: level risiko
<i>Safety body harness</i>	: pengaman yang digunakan saat bekerja pada ketinggian
<i>Safety goggles</i>	: alat pelindung mata
<i>Safety helmet</i>	: alat pelindung kepala
<i>Safety shoes</i>	: alat pelindung kaki
<i>Scaffolding</i>	: struktur sementara yang digunakan untuk menyanggah manusia saat bekerja pada ketinggian
<i>Silo</i>	: alat yang digunakan untuk menyimpan batu bara
<i>Sling belt</i>	: sabuk dengan lubang dikedua sisinya yang berfungsi mengangkat barang dengan beban yang bervariasi
<i>Step nosing</i>	: material yang dipasang di siku tangga agar tidak licin
<i>Stockpile</i>	: area penampungan batu bara
<i>Stretching</i>	: peregangan otot



<i>Sub task</i>	: anak tugas dalam pekerjaan
<i>Task</i>	: tugas dalam pekerjaan
<i>Training</i>	: pelatihan
<i>Transfer house</i>	: tempat perpindahan jalur batu bara
<i>Toolbox safety meeting</i>	: pertemuan rutin pada pagi hari membahas keselamatan dan kesehatan saat bekerja
<i>Unloading batu bara</i>	: proses pembongkaran batu bara
<i>Unsafe action</i>	: perilaku tidak aman
<i>Unsafe condition</i>	: kondisi tidak aman
<i>Valve</i>	: alat pengontrol aliran, biasa disebut katup
<i>Wear pack</i>	: pakaian kerja untuk melindungi diri
<i>Work order</i>	: dokumen tertulis terkait kepada pelaksana aktivitas pemeliharaan pekerjaan atau pelaporan pekerjaan telah atau belum selesai dilaksanakan
<i>Zero accident</i>	: nol kecelakaan kerja

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kecelakaan kerja merupakan suatu peristiwa yang tidak terduga dan tidak diinginkan yang dapat menimbulkan kerugian pada manusia, material, waktu kerja dan proses produksi. Faktor penyebab terjadinya kecelakaan cukup beragam, bisa berasal dari peralatan kerja, lingkungan kerja dan manusia. Peralatan teknis yang kurang aman, tidak tersedianya alat pengaman dan mesin-mesin yang tidak dirancang dengan baik, keadaan lingkungan kerja yang tidak memenuhi syarat dapat menurunkan konsentrasi pekerja terhadap pekerjaan yang sedang dijalankan. Pekerja yang memiliki pengalaman, pengetahuan dan kesadaran rendah tentang keselamatan kerja juga dapat menyebabkan kecelakaan. Sebenarnya dapat dilakukan tindakan preventif agar kecelakaan kerja tidak terjadi dengan cara melakukan investigasi terhadap setiap kejadian untuk diketahui penyebabnya sehingga dapat dirancang tindakan preventifnya (Sucipto, 2014: 75-77).

Menurut *International Labour Organization (ILO)*, orang yang meninggal karena kecelakaan kerja atau penyakit akibat kerja berakibat kematian berjumlah lebih dari 2,78 juta kematian per tahun. Selain itu, terdapat sekitar 374 juta kasus cedera dan penyakit akibat kecelakaan kerja non-fatal setiap tahun yang mengakibatkan hilangnya waktu kerja (ILO, 2017). Jumlah kasus kecelakaan kerja di Indonesia pada tahun 2014 yaitu sebanyak 24.910 kasus (Infodatin Kesja, 2015). Mengutip data BPJS Ketenagakerjaan, jumlah kecelakaan kerja pada tahun 2011, 2012, 2013, 2015 dan 2016 berturut-turut sebanyak 99.491 kasus, 103.074 kasus, 103.285 kasus, 110.285 kasus dan 101.367 kasus kecelakaan kerja. Berdasarkan hasil tersebut, tren kecelakaan di Indonesia dapat dikatakan cenderung meningkat walaupun sempat terjadi sedikit penurunan pada tahun 2016 (BPJS Ketenagakerjaan, 2011-2016).

Berdasarkan data yang dicatat oleh Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi (Disnakertrans) Jawa Timur, tren kecelakaan kerja di Jawa Timur selama 6 tahun terhitung mulai tahun 2012 hingga 2016 cenderung menurun. Hal ini dibuktikan dengan jumlah kecelakaan kerja tahun 2012 hingga 2016 berturut-turut 7.763 kasus, 6.982 kasus, 6.635 kasus, 6.655 kasus dan 6.146 kasus kecelakaan kerja (Disnakertrans Jatim, 2013-2017). Walaupun data menunjukkan penurunan, namun jumlah kecelakaan tersebut masih tergolong tinggi dibandingkan dengan provinsi tetangga, Jawa Tengah dengan angka kecelakaan 3.665 kasus pada tahun 2016 dan 1468 kasus pada tahun 2017 (Pemerintah Provinsi Jawa Tengah, 2017). Oleh karena itu, Jawa Timur masih membutuhkan perhatian untuk meminimalkan kasus kecelakaan kerja yang ada.

Secara umum, akar penyebab kecelakaan dapat dibagi menjadi 2 kelompok yaitu *unsafe acts* merupakan pekerjaan yang tidak aman dan *unsafe conditions* merupakan keadaan lingkungan yang tidak aman. Heinrich dalam teori Dominonya menyatakan bahwa 80% penyebab kecelakaan kerja diakibatkan oleh tindakan tidak aman (*unsafe action*), 10% kondisi tidak aman (*unsafe condition*) yang keduanya dapat dicegah dan 2% sisanya disebabkan oleh *act of God* yang tidak dapat dicegah (Salami dkk, 2016: 237). Selama ini, setiap kecelakaan atau kefatalan yang terjadi di dunia industri selalu dikaitkan dengan kondisi mesin yang kurang handal, namun tidak memperhatikan faktor pemeran aktivitas, yaitu manusia. Padahal, faktanya faktor manusia sangat berperan penting dalam keselamatan kerja ataupun kecelakaan kerja. Perihal yang menjadi penyebab dasar bagi terjadinya kecelakaan kerja adalah perilaku berbahaya yang berupa kesalahan yang dibuat manusia atau *human error* (Sanders & McCormick dalam Iridiastadi, 2014: 68).

Human error adalah setiap tindakan manusia dan kelalaian yang melebihi toleransi dari sistem yang sudah ditetapkan serta kaitannya dengan interaksi manusia (Rooney, 2002: 28). Upaya preventif yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja salah satunya yaitu dengan melakukan pendekatan perilaku untuk menganalisis *human error* sehingga tercapai solusi yang tepat. Untuk melakukan analisis *human error* tersebut, dapat dilakukan

dengan cara mengukur tingkat keandalan manusia melalui pendekatan *Human Reliability Assessment (HRA)*.

Metode *HRA* yang baik untuk digunakan dalam melakukan pengukuran keandalan manusia yaitu metode *SHERPA (Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach)* karena merupakan metode analisis reliabilitas yang terstruktur, komprehensif untuk memprediksi terjadinya *human error*, menawarkan strategi mengurangi *error*, dan taksonomi dalam *SHERPA* (Hughes dkk, 2014: 77). Keandalan metode dan keakuratan prediksi adalah kunci utama dalam *SHERPA*. Dari beberapa teknik *Human Error Identification (HEI)* yang divalidasi, *SHERPA* menduduki peringkat tertinggi dan Kirwan (1992) merekomendasikan *SHERPA* untuk digunakan bersama *expert* karena *SHERPA* merupakan pendekatan *HRA* yang paling valid. Menurut Embrey (1986), *SHERPA* sebenarnya dirancang untuk membantu pengguna dalam proses industri, seperti pembangkit tenaga nuklir, distribusi tenaga listrik, ekstraksi minyak dan gas, dll (Stanton, 2010: 1738).

Metode lainnya yang baik digunakan untuk *HRA* yaitu *HEART (Human Error Assesment and Reduction Technique)* karena merupakan teknik pengukuran keandalan manusia yang sederhana, relatif cepat, mempunyai akurasi yang tinggi karena mempunyai tetapan yang sudah divalidasi, serta lebih mudah dimengerti. *HEART* menggunakan rumus matematis yang menghasilkan nilai *human error probability (HEP)* (Bell dkk, 2009: 15). *HEART* merupakan salah satu metode *HRA* yang telah divalidasi secara empiris yang dapat digunakan dalam industri manapun dimana keandalan manusia dianggap penting. Keunggulan lainnya dari metode ini yaitu metode ini berisi tentang segala hal yang dibutuhkan dalam melakukan *HRA* (Sandom dan Harvey, 2009: 184). Metode ini sangat baik diaplikasikan untuk mengukur reliabilitas manusia dalam melakukan pekerjaan untuk dirancang tindakan mengurangi *human error* yang mungkin terjadi.

Ghasemi dan Nasleseraji (2013: 207) melakukan penelitian di perusahaan Petrokimia, Iran dengan menggunakan pendekatan *HRA* menggunakan metode *SHERPA*. Hasil dari penelitian tersebut terdapat 222 prediksi *human error* yang dapat terjadi, diantaranya 48,62% termasuk *action error*, 31,9% termasuk

checking error, 6,75% termasuk *retrieval error*, 11,70% termasuk *communication error* dan 0,90% adalah *selection error*. Penelitian ini digunakan sebagai referensi dalam pengaplikasian metode *SHERPA*. Selain itu, Masitoh dkk (2013: 245) juga melakukan penelitian untuk menganalisa *human error* pada operator *inside welding* menggunakan metode *HEART*. Hasil penelitian Masitoh, dkk didapat bahwa keandalan operator *inside welding* sebesar 0,025, artinya operator tersebut memiliki tingkat keandalan rendah. Rekomendasi yang diberikan yaitu pelatihan dengan metode *on the job training*, memberikan *fan exhaust*, mengganti mesin motor listrik dengan yang baru serta melakukan *maintenance* pada mesin secara berkala. Penelitian tersebut digunakan sebagai referensi dalam pengaplikasian metode *HEART*.

Tingginya angka kecelakaan kerja di Jawa Timur menunjukkan bahwa penerapan kesadaran dan perilaku K3 masih perlu ditingkatkan di berbagai perusahaan di Jawa Timur. Terlebih, terdapat banyak perusahaan besar di Jawa Timur salah satunya yaitu PT. X. PT. X merupakan perusahaan pembangkit listrik di Jawa Timur yang memiliki unit batu bara, sehingga memiliki probabilitas risiko tertinggi dibanding dengan unit pembangkit listrik yang lain. Perusahaan ini merupakan perusahaan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) yang memiliki target *zero accident* setiap 1.200.000 jam kerja per tahunnya, tetapi pada kenyataannya masih terjadi *accident* selama proses produksi berlangsung. Berdasarkan data kecelakaan yang didokumentasikan oleh Departemen Kimia, Lingkungan serta Keselamatan dan Kesehatan Kerja (KLK3) selama tahun 2008 sampai tahun 2012 terdapat 15 kasus kecelakaan dengan kategori *first aid injury* yang terjadi di PT. X dan 8 diantaranya adalah kasus kecelakaan yang terjadi pada bidang pemeliharaan atau *maintenance*. Kemudian, apabila dibagi berdasarkan penyebab kecelakaan maka terdapat 53% kasus kecelakaan pada bidang *maintenance* yang disebabkan oleh *human error* (Arini, 2013: 3-4).

Bidang *maintenance*/ pemeliharaan di PT. X dibagi menjadi beberapa bagian diantaranya pemeliharaan mesin 1, pemeliharaan mesin 2, pemeliharaan kontrol dan instrumentasi serta pemeliharaan listrik. Berdasarkan data *work order* yang diperoleh dari bagian *maintenance*, berikut adalah jumlah *work order*

beberapa pekerjaan dengan frekuensi kerja tinggi selama bulan Agustus 2017-Januari 2018: bagian pemeliharaan mesin 1 memiliki 101 *work order*, pemeliharaan mesin 2 dengan 166 *work order*, pemeliharaan kontrol dan instrumentasi memiliki 31 *work order* dan pemeliharaan listrik memiliki 53 *work order* (Bidang Pemeliharaan PT. X, 2018). Dari data tersebut, dapat diketahui bahwa pemeliharaan mesin 2 memiliki jumlah *work order* terbanyak, artinya bagian pemeliharaan mesin 2 memiliki frekuensi kerja tertinggi sehingga kemungkinan terjadinya *human error* saat melakukan pekerjaan pun tinggi.

Bagian kerja dari pemeliharaan mesin 2 yaitu area *ash handling* dan *coal handling*. *Ash handling* merupakan *common unit* yang menangani abu batubara dari hasil proses pembakaran *boiler* yang akan dibuang ke *disposal area* (tempat pembuangan limbah akhir). *Coal handling* merupakan bagian yang bertugas menangani batubara mulai dari proses pembongkaran (*unloading*), penataan batubara di penampungan (*stockpile*), hingga proses pengangkutan (*loading*) batubara menuju silo. Proses *unloading* batubara dari kapal tongkang dibantu menggunakan alat bongkar batubara (*ship unloader*) yang dihantarkan dengan menggunakan *conveyor* sebagai transport batubara menuju *stockpile*. Berdasarkan hasil pengamatan peneliti yang dilakukan pada tanggal 9 Januari dan 11 Januari 2018 di semua area kerja PT. X ditemukan kasus *unsafe action* pada area *water treatment plant* sebanyak 4 kasus, pada area *boiler* dan *turbin* sebanyak 8 kasus dan pada area *coal handling* ditemukan 28 kasus *unsafe action*, dimana menurut rasio kecelakaan DuPont, *unsafe action* merupakan penyebab mendasar terjadinya kecelakaan ringan, serius, berat dan fatal (Ramli, 2010: 22). Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kejadian *unsafe action* paling banyak terjadi pada area yang memiliki pekerjaan dengan kontinuitas tinggi yaitu *coal handling*.

Proses transfer batu bara dari kapal tongkang pada area ini melewati *conveyor chute*, karena temperatur dan tekanan yang tinggi serta adanya gesekan yang terjadi maka sering kali menyebabkan kebocoran atau lubang pada bagian *conveyor chute*. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan *currative maintencance* dengan melakukan pengelasan *conveyor chute* baik dari dalam maupun dari luar. Proses pengelasan ini memiliki risiko dan potensi kecelakaan yang tinggi karena

dilakukan pada tempat berketinggian, ruang terbatas, berisiko kebakaran, risiko tersengat listrik, risiko terjatuh, terpeleset, terpapar debu batu bara, risiko menghirup zat asetilen dan risiko yang lain. Disamping itu, subjek pengerjaan pengelasan *conveyor chute* ini adalah manusia yang membutuhkan keterampilan dan konsentrasi tinggi dalam menyelesaikan pekerjaannya.

Selain itu, pengelasan *conveyor chute* ini juga memiliki jumlah *work order* terbanyak. Dari 166 berbagai macam *work order* pemeliharaan mesin 2, 48 diantaranya adalah *work order* pengelasan *conveyor chute*. Dapat diambil kesimpulan bahwa apabila dibagi secara merata selama kurun waktu lima bulan, setidaknya ada 2-3 *conveyor chute* yang mengalami perbaikan setiap minggunya. Artinya, kemungkinan terjadinya *human error* pada pekerjaan tersebut tinggi dan potensi risiko kecelakaan kerja juga semakin tinggi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penilaian probabilitas *human error* untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja karena *human error* pada area *coal handling* tepatnya pada pekerjaan pengelasan *conveyor chute* dengan modifikasi metode *SHERPA* dan *HEART*.

Penggabungan kedua metode ini bertujuan agar penilaian yang dilakukan semakin lengkap dan terperinci. Selain itu, penggabungan kedua metode ini tidak hanya dapat memprediksi kemungkinan *human error* yang dapat terjadi namun juga menghitung probabilitasnya dan kemungkinan sukses seseorang melakukan suatu pekerjaan. Setelah itu juga dilakukan penilaian dan analisis risiko dari kemungkinan *human error* tersebut. Prioritas masalah dapat ditentukan dengan menganalisis *HEP* dan *risk level* yang ada.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah tersebut, dalam penelitian ini penulis merumuskan masalah sebagai berikut : bagaimanakah hasil *human reliability assessment* pada pekerjaan pengelasan *conveyor chute* di area *coal handling* PT. X menggunakan modifikasi metode *SHERPA* dan *HEART*?

1.3 Tujuan

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah mengukur *human reliability* pada pekerjaan pengelasan *conveyor chute* di area *coal handling* PT. X menggunakan modifikasi metode *SHERPA* dan *HEART*.

1.3.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari penelitian ini yaitu :

1. Mengidentifikasi *task* dan *sub task* pada pekerjaan pengelasan *conveyor chute* di area *coal handling* PT. X.
2. Melakukan prediksi terjadinya *human error* menggunakan modifikasi metode *SHERPA* dan *HEART* pada pekerjaan pengelasan *conveyor chute* di area *coal handling* PT. X.
3. Menghitung probabilitas terjadinya *human error* menggunakan modifikasi metode *SHERPA* dan *HEART* pada pekerjaan pengelasan *conveyor chute* di area *coal handling* PT. X.
4. Menghitung tingkat keandalan manusia menggunakan modifikasi metode *SHERPA* dan *HEART* pada pekerjaan pengelasan *conveyor chute* di area *coal handling* PT. X.
5. Melakukan penilaian dan peringkat risiko pada pekerjaan pengelasan *conveyor chute* di area *coal handling* PT. X.
6. Memberikan rekomendasi untuk mengurangi kemungkinan terjadinya *human error*.

1.4 Manfaat

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat mengembangkan khasanah ilmu Kesehatan Masyarakat, khususnya tentang Kesehatan dan Keselamatan Kerja pada pekerja industri untuk meningkatkan keandalan manusia dan mengurangi *human error* yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja.

1.4.2 Manfaat Praktis

a. Bagi Perusahaan

Secara praktis diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai masukan atau tambahan pengetahuan bagi PT. X. Selain itu, penelitian ini dapat digunakan untuk memprediksi kemungkinan *human error* yang akan terjadi dari setiap *task* pekerjaan serta menghitung probabilitas terjadinya *human error* tersebut, kemudian dapat dikembangkan program serta intervensi yang tepat dalam upaya pencegahan kecelakaan kerja akibat *human error* sehingga penerapan keselamatan dan kesehatan kerja dapat berjalan dengan tepat.

b. Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai literatur di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember dan sebagai referensi bagi pihak yang membutuhkan untuk melakukan penelitian yang berkaitan mengenai *human reliability assessment* atau *human error*.

c. Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat mengembangkan pengetahuan dan sikap kritis peneliti terhadap keselamatan kerja yang diterapkan di Indonesia.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kecelakaan Kerja

2.1.1 Pengertian Kecelakaan Kerja

Berdasarkan UU No. 1 Tahun 1970 tentang keselamatan kerja, kecelakaan kerja adalah suatu kejadian yang tidak diduga semula dan tidak dikehendaki, yang mengacaukan proses yang telah diatur dari suatu aktivitas dan dapat menimbulkan kerugian baik korban manusia maupun harta benda. Kejadian kecelakaan merupakan sesuatu yang tidak dikehendaki dan terasa sebagai sesuatu yang merugikan. Dampak dari kecelakaan dapat berupa kerugian secara ekonomi, kehilangan secara sosial, cacat individu atau grup, atau sekelompok populasi. Kejadian kecelakaan kerja tidak saja menimpa suatu individu, tetapi juga dapat terjadi pada suatu kegiatan/ kerja yang melibatkan banyak orang seperti dalam suatu perusahaan ataupun industri. Selain kerugian yang menyangkut individu atau kelompok manusia, kecelakaan kerja pada suatu industri juga menimbulkan inefisiensi kegiatan, gangguan produksi, ataupun menghambat tercapainya suatu kemajuan dan standar lingkungan kerja (Salami dkk, 2016: 234).

2.1.2 Penyebab Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja yang terjadi menurut dapat disebabkan oleh dua faktor, yaitu (Sucipto, 2014: 82) :

- a. Faktor manusia itu sendiri yang merupakan penyebab kecelakaan meliputi aturan kerja, kemampuan pekerja (usia, masa kerja/pengalaman, kurangnya kecakapan dan lambatnya mengambil keputusan), disiplin kerja, perbuatan-perbuatan yang mendatangkan kecelakaan, ketidakcocokan fisik dan mental. Kesalahan-kesalahan yang disebabkan oleh pekerja dan karena sikap yang tidak wajar seperti terlalu berani, sembrono, tidak mengindahkan instruksi, kelalaian, melamun, tidak mau bekerja sama, dan kurang sabar. Kurang sehat fisik dan mental seperti adanya cacat, kelelahan dan penyakit.

- b. Faktor mekanik dan lingkungan, letak mesin, tidak dilengkapi dengan alat pelindung, alat pelindung tidak dipakai, alat-alat kerja yang telah rusak. Faktor mekanis dan lingkungan dapat pula dikelompokkan menurut keperluan dengan suatu maksud tertentu.

2.1.3 Teori Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja dapat dicegah apabila diketahui penyebabnya. Penyebab kecelakaan kerja dapat dijelaskan melalui beberapa teori. Teori kecelakaan kerja yang pertama adalah Teori Domino yang dikemukakan oleh Heirich dan kedua adalah modifikasi Teori Domino yang dikemukakan oleh Frank E. Bird dari *International Loss Control Institute* (1990), yang nantinya akan dikenal sebagai dasar manajemen K3 (Sujoso, 2012: 18).

a. Teori Heinrich (Teori Domino)

Teori ini digunakan secara meluas sebagai salah satu prinsip pencegahan kecelakaan dan pengendalian kerugian. Heinrich melakukan analisis terhadap 75.000 laporan kecelakaan di perusahaan. Heorich menyimpulkan bahwa 88% kecelakaan disebabkan oleh tindakan tidak aman (*unsafe act*) dari pekerja, 10% karena kondisi tidak aman (*unsafe condition*) dan 2% karena kehendak Tuhan. Heirich mengidentifikasi lima faktor tahapan kecelakaan yaitu lingkungan sosial, kesalahan manusia, perilaku dan kondisi tidak aman, kecelakaan dan *injury*. Kelima faktor yang diungkapkan Heinrich dalam teorinya diumpamakan sebagai kartu domino yang posisinya didirikan dan disejajarkan antara satu dengan lainnya. Apabilas alah satu diantaranya terjatuh, maka yang lainnya juga akan terjatuh. Heinrich mengatasi hal ini dengan cara menghilangkan salah satu kartu yaitu tindakan tidak aman (*unsafe act*) dan kondisi tidak aman (*unsafe condition*) yang merupakan susunan kartu domino tersebut. Menghilangkan tindakan tidak aman dan kondisi tidak aman berarti kecelakaan kerja dan kerugian dapat dihindarkan. Secara ringkas teori domino ini menjelaskan

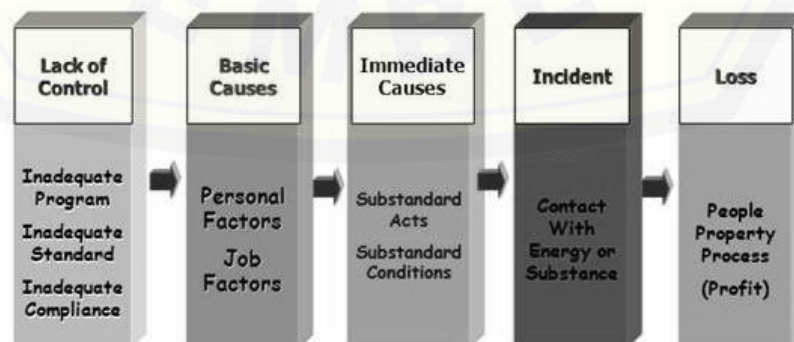
bahwa kecelakaan kerja bisa dicegah dengan memperbaiki salah satu faktor penyebabnya (Dell, 2012: 5).



Gambar 2.1 Teori Domino
Sumber : Dell (2012)

b. Teori Frank E. Bird

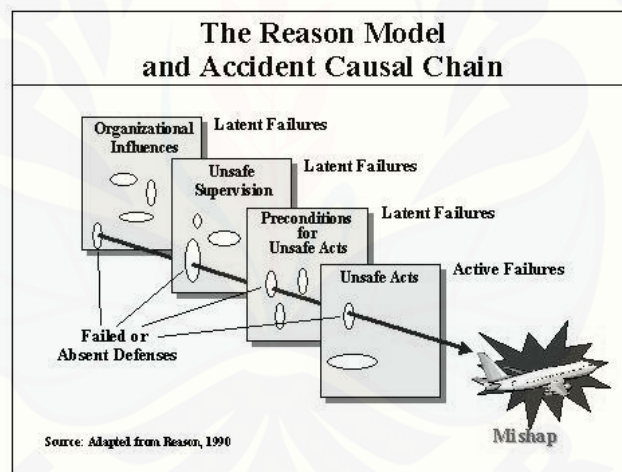
Teori domino Heinrich kemudian dikembangkan oleh Bird dan Germain pada tahun 1985 yang mengakui bahwa teori domino Heinrich tersebut merupakan dasar pemikiran keselamatan selama 30 tahun lebih. Bird dan Germain menyadari bahwa diperlukan manajemen untuk mencegah dan mengendalikan kecelakaan. Mereka mengembangkan teori domino baru yang mencerminkan hubungan langsung manajemen dengan penyebab dan dampak dari kerugian kecelakaan. Teori domino baru dari Bird dan Germain lebih dikenal dengan sebutan *The ILCI Loss Causation Model* yang digambarkan dengan lima domino, terkait satu sama lain dalam suatu urutan linier. Teori ini terdiri dari lima domino yang berurutan dengan susunan sebagai berikut (Waluyo, 2015: 97-101).



Gambar 2.2 Teori Frank E. Bird

c. Teori *Swiss Cheese*

Reason mengembangkan teori penyebab kecelakaan kerja yang dikenal dengan teori *swiss cheese*. Teori ini merupakan ilustrasi sederhana bagaimana kecelakaan dapat terjadi dalam suatu sistem atau organisasi. Teori ini menekankan pada struktur atau hierarki organisasi dan dengan kolaborasi kesalahan manusia (*human error*). Reason menggambarkan sebuah sistem sebagai keju swiss yang berlubang dan diletakkan berjajar setelah dipotong-potong. Setiap lubang dari keju menggambarkan kelemahan manusia dan sistem. Lubang-lubang keju ini menggambarkan bahwa kecelakaan terjadi akibat adanya kegagalan aktif dan kegagalan laten. Kegagalan aktif dikenal dengan sebutan *unsafe act*, sedangkan kegagalan laten merupakan kegagalan dari sisi organisasi, *unsafe supervision* dan *unsafe condition* (Griggs, 2012: 25-26).



Sumber: (Reason, 1990)

Gambar 2.3 The "Swiss cheese" model of accident caution

Model "*Swiss cheese*" merupakan model yang sangat detail untuk menggambarkan kecelakaan yang terjadi di sebuah perusahaan. Hudson (2010) berpendapat bahwa Model "*Swiss cheese*" berfokus pada penyebab mekanis terjadinya kecelakaan. Model "*Swiss cheese*" menyebabkan adanya *unsafe action* yang berbeda dengan penyebab mekanis.

2.2 *Unsafe Action*

Salah satu akibat pelanggaran aturan kerja yang terjadi di lingkungan perusahaan yaitu kecelakaan kerja. Terjadinya kecelakaan di tempat kerja dapat dikelompokkan secara garis besar menjadi dua, yaitu tindakan tidak aman dari manusia (*unsafe action*) dan keadaan tidak aman (*unsafe condition*) (Anizar, 2009: 3). Dari penelitian yang ada, 80-85% kecelakaan disebabkan oleh *unsafe action*. *Unsafe action* sendiri terdiri dari kurang pendidikan, *work load*, ketidakseimbangan fisik pekerja, dan pemakaian alat pelindung diri (APD) yang hanya berpura-pura (Anizar, 2009: 4). Tindakan tidak aman dari manusia (*unsafe acts*) antara lain:

- a. Bekerja tanpa wewenang;
- b. Gagal untuk memberi peringatan;
- c. Bekerja dengan kecepatan salah;
- d. Menyebabkan alat pelindung tidak berfungsi;
- e. Menggunakan alat yang rusak;
- f. Bekerja tanpa alat keselamatan kerja;
- g. Menggunakan alat secara salah;
- h. Melanggar peraturan keselamatan kerja;
- i. Bergurau di tempat kerja;
- j. Mabuk;
- k. Mengantuk.

Seseorang yang melakukan tindakan tidak aman atau kesalahan yang mengakibatkan kecelakaan disebabkan karena :

- a. Tidak tahu

Yang bersangkutan tidak mengetahui bagaimana melakukan pekerjaan dengan aman dan tidak tahu bahaya-bahayanya sehingga terjadi kecelakaan.

- b. Tidak mau

Walaupun telah mengetahui dengan jelas cara kerja/peraturan dan bahaya-bahaya yang ada serta yang bersangkutan mampu/bisa melakukannya, tetapi karena kemauan tidak ada, akhirnya melakukan kesalahan atau mengakibatkan kecelakaan.

c. Tidak mampu

Yang bersangkutan telah mengetahui cara yang aman, bahaya-bahayanya, tetapi belum mampu atau kurang terampil, akhirnya melakukan kesalahan dan gagal.

Manusia sebagai salah satu faktor yang dapat dipengaruhi melalui pelatihan dan instruksi dari pengawas sebagai usaha mengurangi kejadian kecelakaan kerja. Walaupun demikian, kemungkinan pekerja itu menjadi lupa. Melakukan kesalahan, canggung/gugup, hilang konsentrasi atau pernah dengan sengaja melakukan risiko tidak dapat dihindarkan.

2.3 *Human Error*

Human error adalah setiap tindakan manusia dan kelalaian yang melebihi batasan toleransi dari suatu sistem yang sudah ditetapkan serta kaitannya dengan interaksi manusia (Rooney, 2002: 28). McComick juga mengemukakan bahwa penyebab dasar terjadinya kecelakaan kerja adalah perilaku berbahaya yang berupa kesalahan-kesalahan yang dibuat oleh manusia/ *human error* (Winarsunu, 2008: 35). *Human error* juga dinyatakan sebagai penyebab kecelakaan kerja dalam bukunya "*Industrial Accident Prevention*". Cakupan *human error* menurut Heinrich meliputi semua manusia yang terlibat pada proses produksi, mulai dari pimpinan tertinggi, ahli perancang, ahli teknik, petugas pengadaan alat, pengawas, operator dan semua petugas yang terlibat produksi. Pernyataan dari Heinrich ini ditegaskan kembali oleh Petersen dalam bukunya yang berjudul "*The Human-Error Reduction and Safety Management*", maupun CCPS dalam model "*System-Induced Error Approach*" (Waluyo, 2015: 108).

2.3.1 Faktor *Human Error*

Human error dapat terjadi karena faktor internal dalam diri pelaku maupun faktor eksternal dari luar diri pelaku (Waluyo, 2015: 110-112).

a. Faktor internal

Secara praktis, faktor-faktor internal yang menyebabkan terjadinya *human error* meliputi :

1) Khilaf dan lupa (*slips and lapses*)

Slips dan *lapses* merupakan kesalahan karena ketidaksadaran, hilangnya perhatian atau lupa sesaat. *Slips* dan *lapses* mempunyai kesamaan yaitu keduanya merupakan kegagalan di dalam pelaksanaan pekerjaan (*failure in execution*), dimana *slips* dapat diamati, sedangkan *lapses* merupakan kesalahan yang mengakibatkan ingatan dimana yang tahu adalah orang yang mengalaminya sendiri. *Slips* adalah suatu kesalahan dimana maksud yang benar dilaksanakan secara tidak benar dan merupakan kesalahan urutan-urutan tindakan. Sedangkan *lapses* menggambarkan kesalahan dalam melakukan tindakan yang secara langsung dapat dihubungkan dengan kegagalan memori atau disebabkan oleh kelupaan (*forgetfulness*). *Slips* dan *lapses* paling sering ketika tugas membutuhkannya hanya sedikit kesadaran untuk melakukannya dan dapat dikatakan terjadi secara otomatis (Winarsunu, 2008: 35).

2) Kesalahan (*mistakes*)

Bockey (dalam Winarsunu, 2008: 37) mengemukakan bahwa *mistakes* adalah kesalahan yang “*involve he correct execution of an inappropriate plan*”. Kesalahan dalam kelompok ini adalah kesalahan penerapan peraturan (*rule-based*), kesalahan karena ketidaktahuan (*knowledge-based*), atau kesalahan karena ketidakmampuan secara fisik, kejiwaan maupun emosi (*skill-based*). Kesalahan ini dilakukan dengan sengaja dan sadar oleh pelaku.

a) Menyalahi aturan (*rule-based mistakes*)

Bentuk kesalahan ini karena faktor dari dalam pelaku yaitu pekerja salah saat menerapkan aturan atau prosedur kerja yang benar atau memakai aturan yang salah saat melakukan pekerjaan.

b) Salah karena kurang tahu (*knowledge-based mistakes*)

Bentuk kesalahan ini yaitu melakukan kesalahan karena kurang pengetahuan terhadap apa yang akan dikerjakan, termasuk dalam hal peraturan yang harus diikuti.

c) Salah karena kurang mampu (*skill-based mistakes*)

Kesalahan ini terjadi karena ketidakmampuan fisik atau mental, atau keterampilan untuk melaksanakan tugas secara benar. Contoh: orang yang takut ketinggian (keterbatasan mental) ditugaskan bekerja di tempat yang tinggi, sehingga kemungkinan terjadinya kecelakaan semakin tinggi.

3) Pelanggaran (*violation*)

Pelanggaran adalah tindakan yang disengaja melanggar aturan atau prosedur yang berlaku (*intended action, violation*). Tindakan ini dilakukan bukan karena ketidaksadaran/ khilaf, lupa, keidaktahuan atau keidakmampuan secara fisik maupun mental, tetapi karena pelaku dengan sengaja tidak mau mengikuti aturan yang berlaku atau sengaja mengambil jalan pintas yang melanggar peraturan (SOP atau peraturan yang benar) sehingga memperbesar terjadinya kecelakaan. Pelaku tidak mempunyai motivasi untuk mematuhi aturan yang benar dan ini mungkin sudah dilakukan secara rutin maupun yang tidak rutin (luar biasa). Sedangkan sabotase merupakan pelanggaran yang paling parah karena pelaku dengan sengaja menginginkan terjadinya kecelakaan. Ada beberapa faktor keinginan dalam diri (*desire*) yang mendorong kita melakukan pelanggaran yaitu :

a) Ingin segera selesai untuk menghemat waktu

b) Malas atau menghemat usaha agar lebih efisien, lebih praktis dan lebih mudah

- c) Ingin nyaman, seperti tidak menggunakan alat pelindung diri (APD)
- d) Menarik perhatian orang lain untuk menunjukkan bahwa dirinya berani
- e) Mengikuti keinginan kelompok
- f) Ingin bebas

b. Faktor eksternal

Faktor eksternal yang dapat menyebabkan terjadinya *human error* yaitu:

- 1) Rancangan pekerjaan, rancangan peralatan dan rancangan lingkungan fisik di tempat kerja dapat menimbulkan keadaan yang merangsang orang untuk melakukan kesalahan (*error provocative situation*). Contoh keadaan yang mendorong pekerja melakukan kesalahan yaitu seorang pekerja yang membuka *valve* dengan kaki berpijak pada *box* listrik.
- 2) Kelemahan yang ada dalam lingkungan organisasi. Faktor ini meliputi kepemimpinan dan kebijakan manajemen, maupun sistem manajemen di perusahaan. Kepemimpinan dan kebijakan manajemen menentukan perilaku anggota organisasinya. Jika pimpinan mengutamakan laba jangka pendek dan memotong biaya semaksimal mungkin tanpa memperhitungkan risiko, anggota organisasi dari atas sampai ke bawah akan menggunakan jalan-jalan pinas yang berbahaya demi mencapai keinginan pimpinan itu. Sistem pembinaan danempatan tenaga kerja yang kurang baik akan menyebabkan banyak pekerja memiliki pengetahuan dan keterampilan yang tidak sesuai dengan tuntutan kompetensi pekerjaan. Pekerja yang tidak kompeten ini akan melakukan tindakan yang berbahaya. Selain itu, suasana pengelolaan perusahaan yang kurang baik, dimana ketidakadilan secara umum terjadi, misalnya dalam pemberian kenaikan jabatan maupun pemberian bonus akan menimbulkan iklim kerja yang penuh keresahan. Iklim kerja yang kurang sehat ini akan menimbulkan stres pada diri pekerja, yang pada kesempatan berikutnya akan memperbesar terjadinya kesalahan pekerja.

2.4 Keandalan Manusia (*Human Reliability*)

Menurut Dhillon pada tahun 2005, *reliability* dapat didefinisikan sebagai probabilitas sebuah benda melaksanakan tujuan spesifiknya dengan memuaskan pada waktu dan kondisi yang telah ditetapkan. *Reliability* erat kaitannya dengan *quality* dan *safety*. Dalam kasus *safety*, *reliability* merupakan hal yang sangat penting. *Safety* sendiri didefinisikan sebagai perlindungan kehidupan manusia dan pencegahan terhadap bahaya dari kegiatan yang telah ditetapkan (Dhillon, 2005: 16). Untuk melakukan analisis kemampuan sistem tersebut dalam mengatasi bahaya yang ditimbulkan dalam permasalahan K3 maka sangat dibutuhkan pengukuran *reliability*. Hal ini sejalan dengan definisi *reliability* adalah karakteristik dari item, yang dinyatakan oleh probabilitas bahwa ia akan melakukan fungsi yang diperlukan dalam kondisi tertentu dalam interval waktu yang ditetapkan. Hal ini umumnya dinotasikan dengan huruf R. Dari sudut pandang kualitatif, keandalan juga dapat didefinisikan sebagai kemampuan sesuatu untuk berjalan secara fungsional. Secara kuantitatif, reliabilitas menetapkan probabilitas bahwa tidak ada interupsi operasional akan terjadi selama interval waktu yang ditentukan (Biolini, 2017: 2).

2.4.1 Perkembangan *Human Reliability Assessment*

Human reliability assessment merupakan metode kualitatif dan kuantitatif untuk mengukur kontribusi manusia terhadap risiko. Dalam kaitannya dengan kesehatan, keselamatan dan Lindung Lingkungan. *HRA* digunakan untuk mengidentifikasi risiko yang diberikan manusia, melakukan risiko dan pengurangan risiko terhadap kecelakaan kerja.

Secara total terdapat 72 alat potensial *human reliability* yang potensial digunakan, dimana terdapat 37 metode yang masih dalam investigasi.

Tabel 2.1 Metode HRA yang Telah Diinvestigasi

Metode	Kepanjangan
ASEP	<i>Accident Sequence Evaluation Programme</i>
AIPA	<i>Accident Initiation and Progression Analysis</i>
APJ	<i>Absolute Probability Judgement</i>
ATHENA	<i>A Technique for Human Error Analysis</i>
CAHR	<i>Connectionism Assessment of Human Reliability</i>
CARA	<i>Controller Action Reliability Assessment</i>
CES	<i>Cognitive Environmental Simulation</i>
CESA	<i>Commission Errors Search and Assessment</i>
CM	<i>Confusion Matrix</i>
CODA	<i>Conclusions from occurrences by descriptions of actions</i>
COGENT	<i>COGNitive EveNt Tree</i>
COSIMO	<i>Cognitive Simulation Model</i>
CREAM	<i>Cognitive Reliability and Error Analysis Method</i>
DNE	<i>Direct Numerical Estimation</i>
DREAMS	<i>Dynamic Reliability Technique for Error Assessment in Man-machine Systems</i>
FACE	<i>Framework for Analysing Commission Errors</i>
HCR	<i>Human Cognitive Reliability</i>
HEART	<i>Human Error Assessment and Reduction Technique</i>
HORAAM	<i>Human and Organisational Reliability Analysis in Accident Management</i>
HRMS	<i>Human Reliability Management System</i>
INTENT	<i>Not an acronym</i>
JHEDI	<i>Justified Human Error Data Information</i>
MAPPS	<i>Maintenance Personnel Performance Simulation</i>
MERMOS	<i>Method d'Evaluation de la Realisation des Missions Operateur pour la Surete(Assessment method for the performance of safety operation.)</i>
NARA	<i>Nuclear Action Reliability Assessment</i>
OATS	<i>Operator Action Tree System</i>
OHPR	<i>Operational Human Performance Reliability Analysis</i>
PC	<i>Paired comparisons</i>
PHRA	<i>Probabilistic Human Reliability Assessment</i>
SHARP	<i>Systematic Human Action Reliability Procedure</i>
SLIM-MAUD	<i>Success likelihood index methodology, multi-attribute utility decomposition</i>
SPAR-H	<i>Simplified Plant Analysis Risk Human Reliability Assessment</i>
STAHR	<i>Socio-Technical Assessment of Human Reliability</i>
TESEO	<i>Tecnica empirica stima errori operatori(Empirical technique to estimate operator errors)</i>
THERP	<i>Technique for Human Error Rate Prediction</i>

Sumber: Bell & Holroyd (2009)

Dari 35 metode *HRA* tersebut terdapat 12 metode yang potensial untuk digunakan dalam kasus K3. Metode yang potensial tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2 Metode *Human Reliability* yang potensial digunakan dalam kasus K3

	Metode	Keterangan	Domain		
Dapat diakses untuk umum	Generasi Pertama	THERP	Pendekatan <i>HRA</i> yang komprehensif dikembangkan untuk USMC	Nuklir dengan aplikasi yang lebih luas	
		ASEP	Versi yang dipersingkat dari THERP	Nuklir	
		HEART	Relatif cepat digunakan dan dimengerti oleh <i>engineers</i> dan spesialis <i>human factors</i>	Umum	
		SPAR-H	Pendekatan yang berguna untuk situasi dimana penilaian rinci tidak diperlukan. Dikembangkan untuk USRN	Nuklir dengan aplikasi yang lebih luas	
	Generasi Kedua	ATHEANA	Sumber daya intensif dan akan diuntungkan dari pengembangan lebih lanjut. Dikembangkan oleh USRNC	Nuklir dengan aplikasi yang lebih luas	
		CREAM	Membutuhkan pengembangan lebih lanjut. Tersedia dalam beberapa referensi yang dipublikasikan	Umum	
	Penilaian Ahli	APJ	Memerlukan kontrol ketat untuk meminimalkan bias, jika tidak validitasnya mungkin terjadi	Umum	
		PC	Memerlukan kontrol ketat untuk meminimalkan bias, jika tidak validitasnya mungkin terjadi	Umum	
		SLIM-MAUD	Memerlukan kontrol ketat untuk meminimalkan SLIM elemen, jika tidak validitasnya mungkin terjadi dipertanyakan. Elemen SLIM terbuka untuk umum	Nuklir dengan aplikasi yang lebih luas	
	Tidak dapat diakses untuk umum	Generasi Pertama	HRMS	Alat komputerisasi yang komprehensif	Nuklir
			JHEDI	Teknik penyeringan yang lebih cepat dari HRMS	Nuklir
			INTENT	Fokus terbatas pada kesalahan yang disengaja	Nuklir
Generasi Kedua		CAHR	Metode <i>database</i> yang bermanfaat. Tersedia jika menghubungi penulis (situs CAHR)	Umum	
		CESA	Tersedia dengan menghubungi penulis	Nuklir	
		CODA	Membutuhkan pengembangan lebih lanjut dana CAHR atau CESA mungkin lebih	Nuklir	

		berguna. Tersedia dengan menghubungi penulis
	MERMOS	Dikembangkan dan digunakan oleh EdF, Nuklir pengembangannya terus berlanjut
Generasi Ketiga	NARA	HEART versi khusus nuklir. Alat Nuklir berpemilik.

Sumber: Bell & Holroyd (2009)

2.5 SHERPA

Secara umum, sebagian besar teknik kesalahan manusia yang ada prediksi punya dua masalah kunci (Stanton, 2005: 1737). Yang pertama dari masalah-masalah berkaitan dengan kurangnya representasi dari lingkungan eksternal atau objek. *Systematic Human Error Reduction and Prediction (SHERPA)* dikembangkan oleh Embrey pada tahun 1986. *SHERPA* merupakan salah satu metode kualitatif untuk menganalisa *human error* dengan menggunakan task level dasar sebagai inputnya. *SHERPA* lebih cocok diterapkan untuk *error* yang berhubungan dengan keahlian dan kebiasaan manusia, lebih detail dan konsisten dalam identifikasi *error* (Kirwan dalam Findiastuti dkk, 2008: 46).

2.5.1 Prosedur SHERPA

Menurut Stanton dkk (2005: 1743) ada delapan langkah dalam analisis *SHERPA*, sebagai berikut :

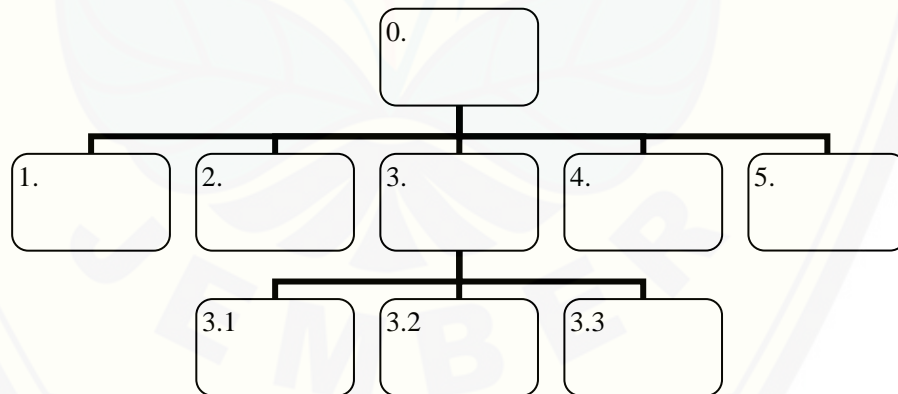
a. *Hierarchical Task Analysis (HTA)*

Sebelum melakukan analisis dengan menggunakan metode *HRA*, maka langkah awal yang harus dilakukan adalah menganalisis tahapan kerja dari operator. Tahapan kerja ini dapat dinalisis menggunakan *Hierarchical Task Analysis (HTA)*. *HTA* merupakan pendekatan hirarkis yang mendeskripsikan *task* atau operatoran dari tujuan level atas ke level operasi perorangan. *HTA* digunakan untuk mengidentifikasi proses kerja suatu operatoran untuk dilakukan. Apabila tidak dipecah menjadi sub-sub proses maka akan mengakibatkan adanya sesuatu yang tidak dapat terpikirkan dalam

penyusunan alternatif solusi dan dapat menyebabkan *error*. Penerapan *HTA* sangat mudah dan langsung mengenai sasaran *task* dari level atas sampai level dasar (level operasi individu) (Sheperd, 2001: 561). *HTA* dapat berupa teks atau diagram. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam *HTA* adalah sebagai berikut (dalam Findiastuti, 2002: 48):

- a) Menentukan aspek masalah dari *task* yang akan dianalisis. Menentukan tujuan secara keseluruhan dengan batasan-batasannya. Selain itu tentukan ruang lingkup tujuan tersebut, apakah aktivitas *task* melibatkan aktivitas perawatan, aktivitas pada saat *task* berjalan abnormal atau mengalami gangguan.
- b) Memecah pekerjaan utama menjadi sub pekerjaan dan membangun *plan*. Mendefinisikan *sub-sub task* untuk mencapai tujuan secara keseluruhan dan memulai membangun *plan*. Meneruskan sampai level dari operasi terdeskripsi dengan jelas. *Plan* berfungsi untuk menjelaskan rangkaian pekerjaan yang dikerjakan dengan kondisi tertentu. Misalkan dalam pekerjaan membuang sampah ke dalam 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.
- c) Untuk setiap kotak, tentukan kotak-kotak subordinat di bawahnya, periksa apakah *goal*, *task*, operasi secara lengkap telah terdeskripsi.
- d) Berhentikan sub pekerjaan berdasarkan tingkat rinciannya (*stopping rule*). *Stopping rule* adalah aturan untuk membatasi sejauh mana pekerjaan harus diuraikan menjadi sub pekerjaan dan operasi. Jika diperlukan sebuah keputusan sebagai bagian dari operasi atau *task*, maka redeskripsi operasi atau *task* tersebut. Jika redeskripsi dihentikan dan ternyata masih menyisakan keputusan yang implisit, maka kemungkinan ada informasi tertentu yang dirahasiakan. Jika operasi menampakkan ketidakjelasan yang membingungkan analisis, maka hentikan redeskripsi.

- e) Selain aturan penghentian redeskripsi di atas, terdapat pula aturan penghentian lain yaitu aturan PxC. Langkah awal adalah mengalikan probabilitas dari operasi yang ditampilkan secara tidak mencukupi dengan biaya atau konsekuensi dari operasi.
- f) Bentuk sebuah *plan* untuk setiap level. Terdapat beberapa tipe *plan*:
- (1) Aliran tetap;
 - (2) Tindakan dilakukan bila ada penampakan gejala;
 - (3) Aliran tindakan tetap dengan gejala yang tidak terduga;
 - (4) Pilihan;
 - (5) Siklus;
 - (6) *Plan* diskrit. *Plan* ini fleksibel dan dapat ditangan sesuai preferensi operator.
- g) Lanjutkan proses penguraian tugas.
- h) Mengelompokkan beberapa sub pekerjaan (jika terlalu detail) ke level yang lebih tinggi dari sub pekerjaan.
- i) Mengkonsultasikan dengan operator, analis sistem, desainer, *assessor* atau siapa saja yang menguasai dengan baik operasi tersebut.



Gambar 2.1 *Hierarcical Task Analysis*

Keterangan Gambar :

- 0 : *Task* pada urutan 0 (awal dan persiapan)
- 1 : *Task* pada urutan pertama
- 2 : *Task* pada urutan kedua
- 3 : *Task* pada urutan ketiga

3.1, 3.2, 3.3 : *Task* pada urutan ketiga, *breakdown* menjadi *sub task* untuk menggambarkan *task* pekerjaan yang lebih detail

4 : *Task* pada urutan keempat

5 : *Task* pada urutan kelima

b. Klasifikasi Tugas

Setiap aktivitas diklasifikasikan dari kesalahan taksonomi ke salah satu jenis berikut :

- 1) Aksi (seperti menekan sebuah tombol, menarik *switch*, membuka pintu).
- 2) *Retrieval* (seperti mendapatkan informasi dari layer atau manual)
- 3) Pemeriksaan (seperti melakukan kegiatan *procedural*)
- 4) Pemilihan (seperti memilih salah satu alternative atas yang lain)
- 5) Informasi komunikasi (seperti berbicara dengan pihak lain)

c. Identifikasi Kesalahan Manusia (*Human Error Identification*)

Setiap kesalahan yang dilakukan manusia saat melakukan pekerjaan diklasifikasikan ke dalam tabel berikut :

Tabel 2.3 *Human Error Identification*

<i>Action Errors</i>	A1	Operasi terlalu panjang/pendek
	A2	Operasi terlewat
	A3	Operasi dalam arah yang salah
	A4	Operasi yang terlalu sedikit/banyak
	A5	<i>Misalign</i>
	A6	Operasi benar di objek yang salah
	A7	Salah operasi pada objek yang benar
	A8	Operasi dihilangkan
	A9	Operasi tidak lengkap
	A10	Salah operasi pada objek yang salah
<i>Checking Errors</i>	C1	Pemeriksaan dihilangkan
	C2	Pemeriksaan tidak lengkap
	C3	Pemeriksaan benar di objek yang salah
	C4	Salah pemeriksaan di objek yang benar
	C5	Pemeriksaan tidak tepat waktu
	C6	Salah pemeriksaan pada objek yang salah
<i>Retrieval Errors</i>	R1	Informasi tidak diperoleh
	R2	Informasi yang diperoleh salah
	R2	Pencarian informasi tidak lengkap
<i>Communication Errors</i>	I1	Informasi tidak dikomunikasikan
	I2	Komunikasi informasi salah

	I3	Komunikasi informasi tidak lengkap
<i>Selection Errors</i>	S1	Pemilihan dihilangkan
	S2	Salah membuat pilihan

Sumber: Stanton dan Barber, 2005

d. Analisis Konsekuensi

Aktivitas-aktivitas yang telah dikelompokkan berdasarkan taksonomi kesalahan kemudian ditentukan konsekuensi dari setiap kesalahan yang dapat berimplikasi bagi kekritisan kesalahan.

e. Analisis Pemulihan

Jika ada langkah aktivitas yang kesalahannya dapat dipulihkan maka dapat dimasukkan ke langkah berikutnya. Namun jika tidak mungkin melakukan pemulihan maka kolom pemulihan dibiarkan kosong atau tidak ada.

f. Analisis Ordinal Probabilitas

Aktivitas diklasifikasikan kembali dalam bentuk nilai kekerapan kejadian yang diklasifikasikan berdasarkan data historis. Nilai kekerapan dikategorikan kedalam :

L (*Low*) : Rendah, jika kesalahan tidak pernah atau hampir tidak pernah dilakukan.

M (*Medium*) : Sedang, jika kesalahan telah terjadi pada kesempatan sebelumnya.

H (*High*) : Tinggi, jika kesalahan telah sering terjadi.

g. Analisis Kekritisan

Kekritisan penilaian dimodifikasi untuk mencerminkan tingkat keparahan menjadi :

L (*Low*) : Jika konsekuensi kesalahan menyebabkan tingkan kekritisan masalah rendah

M (*Medium*) : Jika konsekuensi kesalahan menyebabkan tingkan kekritisan masalah sedang

H (*High*) : Jika konsekuensi kesalahan menyebabkan tingkan kekritisan masalah tinggi

h. Analisis *Remedy*

Tahap terakhir dalam proses ini yaitu mengusulkan strategi pengurangan kesalahan. Biasanya, strategi ini dikategorikan dalam empat kategori, yaitu peralatan, pelatihan, prosedur dan organisasi.

2.6 HEART

HEART (Human Error Assessment and Reduction Technique) merupakan metode yang dirancang sebagai metode *HRA* yang cepat dan sederhana dalam mengkualifikasikan risiko *human error*. Secara umum, metode ini dapat digunakan pada situasi atau industri dimana *human reliability* menjadi suatu hal yang penting. Metode *HEART* dapat digunakan dalam industri nuklir dan berbagai industri seperti kimia penerbangan, kereta api, pengobatan, dan sebagainya (Bell & Holyord, 2009: 268). Dalam perhitungan dengan metode *HEART*, untuk mendapatkan nilai *HEP*, hal yang harus diperhatikan ialah *GTTs (Generic Task Types)*, *EPC (Error Producing Conditions)*, *APOE (Assessed Proportion of Effect)* dan *Assessed Effect*.

HEART digunakan untuk mengukur kesalahan manusia dalam tugasnya sebagai operator (*operator tasks*). Metode ini secara umum dapat digunakan pada situasi atau industri dimana *human reliability* menjadi suatu hal yang penting. Metode *HEART* digunakan dalam industri nuklir dan berbagai industri seperti kimia penerbangan, kereta api, pengobatan, dan sebagainya (Bell dan Holroyd, 2009: 270).

HEART merupakan salah satu metode *HRA* yang memiliki sejarah validasi. Pada tahun 1997, Kirwan melakukan validasi pada metode *HEART* melalui dua metode yakni *THERP* dan *JHEDI*. Penelitian validasi ini dilakukan oleh tiga puluh praktisi *HRA* yang melakukan pengukuran terhadap tiga puluh pekerjaan. Validasi dilakukan dengan sepuluh orang melakukan pengukuran menggunakan metode *THERP*, sepuluh orang menggunakan metode *HEART* dan sepuluh orang menggunakan metode *JHEDI*. Hasil validasi tersebut menunjukkan korelasi yang signifikan berdasarkan *assesses value* dan *true values*. Kirwan menemukan bahwa

tidak ada satupun teknik yang memiliki performa beda dibandingkan lainnya dan ketiga metode memiliki level akurasi yang masuk akal (Kirwan, 1996: 361).

2.6.1 Perhitungan Metode *HEART*

Untuk menghitung *Human Error Probability* menggunakan metode *HEART* Adapun langkah langkah perhitungannya adalah sebagai berikut :

- a. Langkah 1 : Mengklasifikasikan jenis tugas atau pekerjaan
Tahap ini merupakan tahap pengklasifikasian jenis tugas/ pekerjaan objek yang diteliti berdasarkan *GTTs* pada metode *HEART*.
- b. Langkah 2 : menentukan nilai ketidakandalan dari tugas atau pekerjaan tersebut. Nilai *HEP* (nilai ketidakandalan) untuk setiap tugas (*GTTs*) diimana nilai tersebut merupakan nilai ketetapan yang sudah divalidasi oleh Jeremy Williams (1988) dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.4 Nominal *Human Unreability* Berdasarkan *GTT*

No	Kategori <i>Task</i>	Nominal <i>Human Unreability</i>	<i>Range</i>
A	Tidak terbiasa sama sekali, dijalankan cepat dengan tidak mengetahui akibat yang terjadi	0,55	(0,35-0,97)
B	Mengganti atau memulihkan sitem ke bentuk yang baru atau asli dengan usaha sendiri tanpa pengawasan atau prosedur	0,26	(0,14-0,42)
C	Pekerjaan sulit yang memerlukan pemahaman dan keahlian tinggi	0,16	(0,12-0,28)
D	Pekerjaan yang agak sederhana yang dijalankan cepat seta tidak memerlukan perhatian yang terlalu besar	0,09	(0,06-0,13)
E	Pekerjaan rutin, terlatih, pekerjaan yang cepat dengan membutuhkan keahlian yang tidak terlalu tinggi	0,02	(0,007-0,045)
F	Memindahkan atau mengembalikan sistem ke dalam bentuk baru atau bentuk semula terhadap suatu usaha mengikuti prosedur tertentu dengan diakhiri adanya proses pengecekan.	0,003	(0,0008-0,007)
G	Sangat terbiasa, di desain dengan baik, terlatih, pekerjaan rutin dengan laju beberapa kali per jam, dilakukan pada	0,0004	(0,00008-0,009)

No	Kategori Task	Nominal Human Unreability	Range
	tingkat performansi tertinggi oleh pekerja yang sangat termotivasi, operator sudah sangat berpengalaman, sangat mengerti tentang konsekuensi dari suatu kesalahan, dengan adanya waktu untuk mengoreksi dari potensi kesalahan, tetapi tanpa adanya alat bantu.		
H	Respon yang benar terhadap perintah dari suatu sistem dan bahkan ada penambahan pengawasan otomatis terhadap sistem yang bisa menyediakan interpretasi terhadap langkah-langkah dari sistem yang benar	0,00002	(0,000006-0,0009)

Sumber : Calixto, 2016

- c. Langkah 3 : mengidentifikasi kondisi yang menimbulkan kesalahan (*EPC*). Tahapan ini merupakan tahap identifikasi di lapangan yang menimbulkan kesalahan kemudian dikaitkan dengan *EPC* yang ada pada metode HEART. *EPC* dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.5 Nilai *Error Producing Conditions*

No	Error Producing Condition (EPC)	Total Effect
1	Tidak biasa dengan situasi di mana hal itu secara potensial penting, tetapi hanya terjadi sesekali atau baru terjadi.	17
2	Kurangnya waktu yang tersedia untuk mendeteksi dan mengoreksi kesalahan	11
3	Rendahnya rasio antara penerimaan informasi (<i>signal</i>) terhadap kebisingan (<i>noise</i>) sekitar	10
4	Mudahnya cara dalam penerimaan atau penolakan terhadap informasi	9
5	Tidak adanya alat untuk menyampaikan informasi baik itu bersifat fungsional maupun spasial kepada operator dalam bentuk yang lebih mudah dipahami	8
6	Ketidaksesuaian antara suatu model operator pada umumnya dengan apa yang dibayangkan oleh perancang	8
7	Tidak adanya cara untuk mengembalikan tindakan yang tidak diinginkan	8
8	Berlebihnya kapasitas informasi yang disampaikan disebabkan adanya penyampaian informasi yang bersamaan atau kurangnya informasi	6
9	Kebutuhan akan meninggalkan teknik yang telah dipelajari dan menerapkan langkah yang sama sekali berlawanan	6
10	Kebutuhan untuk memindahkan tugas ke tugas berikutnya	5,5

No	Error Producing Condition (EPC)	Total Effect
	tanpa menimbulkan kerugian	
11	Keraguan pada standar kinerja yang diperlukan	5
12	Ketidaksesuaian antara risiko yang dibayangkan dengan risiko sebenarnya	4
13	Lemahnya atau ambiguitas sistem <i>feedback</i>	4
14	Tidak jelasnya ketepatan waktu dan konfirmasi langsung dari tindakan yang harus dilakukan dari sistem kontrol	4
15	Kurangnya pengalaman operator	3
16	Kualitas informasi yang rendah terkait dengan prosedur dan juga interaksi antar personal	3
17	Kurangnya atau tidak adanya pengecekan independen atas pekerjaan yang telah dilakukan	3
18	Konflik antara tujuan akhir yang cepat dengan tujuan akhir yang membutuhkan waktu	2,5
19	Tidak adanya perbedaan antara masukan informasi dari kebenaran pengecekan	2,5
20	Ketidaksesuaian antara tingkat pendidikan yang dibutuhkan dengan tingkat pekerjaan yang diminta	2
21	Adanya dorongan untuk melakukan cara lain yang lebih berbahaya	2
22	Kurangnya kesempatan untuk merefresh psikis dan fisik di luar pekerjaan	1,8
23	Ketidakandalan dari peralatan	1,6
24	Kebutuhan untuk membuat penilaian yang pasti yang di luar batas kemampuan dan pengalaman operator	1,6
25	Tidak jelasnya alokasi pembagian fungsi dan tanggung jawab	1,6
26	Tidak ada langkah yang nyata untuk memastikan bahwa langkah yang ada sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan	1,4
27	Bahaya yang disebabkan terbatasnya kemampuan fisik	1,4
28	Kecil atau tidak adanya makna intrinsik dalam suatu tugas	1,4
29	Besarnya tingkat stres emosional	1,3
30	Adanya keterangan penurunan kesehatan terutama demam	1,2
31	Moral kerja yang rendah	1,2
32	Inkonsistensi makna antara <i>display</i> dan prosedur	1,2
33	Lingkungan yang tidak sesuai (dibawah 75% <i>severity</i> untuk kesehatan atau ancaman kematian)	1,15
34	Kemalasan yang berkepanjangan atau rendahnya mental melakukan pekerjaan yang sering terjadi (untuk setengah jam pertama)	1,1
35	Gangguan siklus kerja/ tidur yang normal	1,1
36	Mondar-mandir dalam pekerjaan karena ada intervensi orang lain	1,06
37	Penambahan anggota team yang melebihi jumlah orang yang dibutuhkan untuk menjalankan tugas secara normal dan memuaskan (setiap penambahan personil)	1,03
38	Umur individu yang mempengaruhi kemampuan melaksanakan tugas	1,02

Sumber : Calixto, 2016

d. *APOE* (*Assessed Proportion of Effect*)

APOE merupakan asumsi proporsi kesalahan yaitu menentukan besarnya pengaruh *EPC* yang telah ditentukan. Tahap ini merupakan tahap penilaian pada keseluruhan ketidakandalan yang mempengaruhi tugas didasarkan pada hasil kuisioner dengan subjek yang bersangkutan. Peran *expert* sangat penting untuk mendapatkan hasil optimal *EPC*. *Expert* dalam hal ini yang memberikan suatu penilaian pada keseluruhan ketidakandalan yang mempengaruhi tugas. Range yang digunakan untuk penilaian ialah antara 0 sampai dengan 1. Adapun kriteria penentuan *APOE* menggunakan metode *HEART* ialah sebagai berikut :

Tabel 2.6 Nilai *Assessed Proportion of Effect*

<i>Assessed Proportion</i>	Keterangan
0	<i>EPC</i> tidak berpengaruh terhadap <i>HEP</i>
0,1	Dapat berpengaruh terhadap <i>HEP</i> jika <i>EPC</i> sering (frekuensi >5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 3 <i>EPC</i> yang lain
0,2	Dapat berpengaruh terhadap <i>HEP</i> jika <i>EPC</i> sering (frekuensi >5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 2 <i>EPC</i> yang lain
0,3	Dapat berpengaruh terhadap <i>HEP</i> jika <i>EPC</i> sering (frekuensi >5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 1 <i>EPC</i> yang lain
0,4	Dapat berpengaruh terhadap <i>HEP</i> jika <i>EPC</i> sering (frekuensi >5 kali setiap shift) terjadi dan tanpa disertai <i>EPC</i> yang lain
0,5	Dapat berpengaruh terhadap <i>HEP</i> jika <i>EPC</i> jarang (frekuensi 2-5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 2 <i>EPC</i> yang lain
0,6	Dapat berpengaruh terhadap <i>HEP</i> jika <i>EPC</i> jarang (frekuensi 2-5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 1 <i>EPC</i> yang lain
0,7	Dapat berpengaruh terhadap <i>HEP</i> jika <i>EPC</i> jarang (frekuensi 2-5 kali setiap shift) terjadi dan tanpa disertai <i>EPC</i> yang lain
0,8	Dapat langsung berpengaruh terhadap <i>HEP</i> jika <i>EPC</i> satu kali terjadi dan disertai dengan minimal 2 <i>EPC</i>
0,9	Dapat langsung berpengaruh terhadap <i>HEP</i> jika <i>EPC</i> satu kali terjadi dan disertai dengan minimal 1 <i>EPC</i>
1	Dapat langsung berpengaruh terhadap <i>HEP</i> jika <i>EPC</i> satu kali terjadi dan tanpa disertai dengan <i>EPC</i> yang lain

Sumber : Calixto, 2016

e. Langkah 4 : Menentukan *HEP* (*Human Error Probability*)

Pada tahap ini adalah perhitungan *HEP* dengan metode *HEART*. Perhitungan *HEP* diperoleh dari hasil *GTTs* yang ditentukan dan pengklasifikasian *EPC* serta asumsi proporsi kesalahan.

2.6.2 Assessed Effect

Assessed Effect merupakan perkalian antara *total effect* dan proporsi kesalahan masing-masing *EPC*. *Assessed Effect* dapat dihitung dengan rumus : (Willian, 1986).

Rumus *Assessed Effect* :

$$AE_i = [(EPC_n - 1) \times APOE_n] + 1$$

Dimana:

- AE_i : besarnya *assessed effect* pada *EPC* ke-i.
EPC : total *effect EPC* ke-n
APOE : asumsi proporsi kesalahan ke-n tiap *EPC*

2.6.3 Human Error Probability

HEP merupakan *output* yang didapatkan dari metode *HEART*, dimana penentuan *HEP* dapat dihitung dengan memperkirakan penilaian ketidakandalan dari suatu tugas operator. Pertama, menentukan tugas ke dalam bentuk umumnya (*generic task*) pada permasalahan tersebut. Selanjutnya dihubungkan dengan faktor *r* (*nominal human unreliability*) untuk memutuskan besaran nilai ketidakandalannya. Selanjutnya, menentukan kondisi yang menimbulkan kesalahan (*EPC*), yang kemudian dihubungkan dengan π (*total effect*) tiap *EPC*, kemudian melakukan penilaian proporsi (*APOE*) dengan menandakan π_i untuk

setiap kesalahan / *EPC* yang mempengaruhi tugas operator. Kemungkinan nilai kegagalan manusia selanjutnya dapat dihitung dengan rumus (Kirwan, 1996: 362):

$$HEP = GTT_1 \times AE_1 \times AE_2 \times AE_3 \times AE_n$$

Dimana :

HEP : *human error probability*

GTT : nominal *human unreliability* tiap *GTTs*

AE : *assessed effect*

Nilai *Human Reliability* total dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Human Reliability Total} = 1 - (\prod \text{probability of failure})$$

2.7 Analisis Risiko

Analisis risiko adalah untuk menentukan besarnya suatu risiko yang dicerminkan dari kemungkinan dan keparahan yang ditimbulkannya. Banyak teknik yang dapat digunakan untuk melakukan analisis risiko baik kualitatif, semi kuantitatif maupun kuantitatif. Ada beberapa pertimbangan dalam memilih teknik analisis risiko yang tepat antara lain:

- 1) Teknik yang digunakan sesuai dengan kondisi dan kompleksitas fasilitas atau instalasi serta jenis bahaya yang ada dalam operasi.
- 2) Teknik tersebut dapat membantu dalam menentukan pilihan cara pengendalian risiko.
- 3) Teknik tersebut dapat membantu membedakan tingkat bahaya secara jelas sehingga memudahkan dalam menentukan prioritas langkah pengendalian.
- 4) Cara penerapannya terstruktur dan konsisten sehingga proses manajemen risiko dapat berjalan berkesinambungan.

Analisis semi kuantitatif bukan bagian dari analisis kuantitatif maupun analisis kualitatif. Analisis semi kuantitatif menghasilkan prioritas yang lebih rinci dibandingkan dengan analisis kualitatif, karena risiko dibagi menjadi

beberapa kategori. Pada prinsipnya metode ini hampir sama dengan analisis kualitatif, perbedaannya terletak pada uraian atau deskripsi dari parameter yang ada pada analisis semi kuantitatif dinyatakan dengan nilai atau skor tertentu. Menurut AS/NZS 4360:1999, analisis semi kuantitatif mempertimbangkan kemungkinan untuk mengabungkan dua elemen, yaitu probabilitas (*likelihood*) dan paparan (*exposure*) sebagai frekuensi. Terdapat hubungan yang kuat antara frekuensi dari paparan dengan probabilitas terjadinya risiko.

Dalam metode analisis semi kuantitatif terdapat 3 unsur yang dijadikan pertimbangan, yaitu:

a. Kemungkinan (*Likelihood*)

Kemungkinan adalah nilai yang menggambarkan kecenderungan terjadinya konsekuensi dari sumber risiko pada setiap tahapan pekerjaan.

Tabel 2.7 Tabel *Likelihood* Berdasarkan AZ/NZS 4630

Faktor	Kategori	Deskripsi	Rating
Kemungkinan (<i>likelihood</i>)	<i>Almost Certain</i>	Kejadian yang paling sering terjadi	10
	<i>Likely</i>	Kemungkinan terjadi 50% - 50%	6
	<i>Unusually</i>	Kemungkinan saja terjadi tapi jarang	3
	<i>Remotely possible</i>	Kejadian yang sangat kecil kemungkinannya untuk terjadi	1
	<i>Conceivable</i>	Mungkin saja terjadi, tetapi tidak pernah terjadi meskipun dengan paparan yang bertahun-tahun	0,5
	<i>Practically impossible</i>	Tidak mungkin terjadi atau sangat tidak mungkin terjadi	0,1

Sumber : *Risk Management AS/NZS 4360 : 1999*

Kemungkinan tersebut akan ditentukan ke dalam kategori tingkat kemungkinan yang mempunyai nilai ranting yang berbeda, yaitu: *Almost Certain, Likely, Unusually, Remotely Possible, Conceivable, dan Practically Impossible* (AS/NZS 4360 ; 1999).

b. Paparan (*exposure*)

Paparan menggambarkan tingkat frekuensi interaksi antara sumber risiko yang terdapat ditempat kerja dengan pekerja dan menggambarkan kesempatan yang terjadi ketika sumber risiko ada yang akan diikuti oleh dampak atau konsekuensi yang akan ditimbulkan. Tingkat frekuensi tersebut

akan ditentukan kedalam kategori tingkat paparan yang mempunyai nilai rating yang berbeda, yaitu : *Continuously*, *Frequently*, *Occasionally*, *Infrequent*, *Rare* dan *Very Rare* (AS/NZS 430 ; 1999). Dibawah ini merupakan tabel penentuan tingkat paparan dengan metode semi kuantitatif.

Tabel 2.8 Tabel *Exposure* Berdasarkan AZ/NZS 4630

Faktor	Kategori	Deskripsi	Rating
Paparan (<i>exposure</i>)	<i>Continuously</i>	Kejadian secara terus – menerus setiap hari	10
	<i>Frequently</i>	Terjadi sekali setiap hari	6
	<i>Occasionally</i>	Terjadi sekali seminggu sampai dengan sekali sebulan	3
	<i>Infrequent</i>	Terjadi sekali sebulan sampai dengan sekali setahun	2
	<i>Rare</i>	Pernah terjadi tetapi jarang diketahui kapan terjadinya	1
	<i>Very rare</i>	Sangat jarang, tidak diketahui kapan terjadinya	0,5

Sumber : *Risk Management* AS/NZS 4360 : 1999

c. Konsekuensi (*consequence*)

Konsekuensi adalah nilai yang menggunakan suatu keparahan dari efek yang ditimbulkan oleh sumber risiko pada setiap tahapan pekerjaan. Analisis konsekuensi ini sangat berguna untuk memperoleh suatu informasi mengenai cara mencegah dan meminimalkan dampak terjadinya kecelakaan akibat suatu proses pekerjaan. Tingkat konsekuensi metode analisis semi kuantitatif dibagi ke dalam beberapa kategori, yaitu : *Catastropic*, *Disaster*, *Very Serious*, *Serious*, *Important* dan *Noticeable* (AS / NZS 4360 ; 1999).

Tabel 2.9 Tabel *Consequence* Berdasarkan AZ/NZS 4630

Faktor	Kategori	Deskripsi	Rating
Konsekuensi (<i>consequence</i>)	<i>Catastropic</i>	Kerusakan yang fatal dan sangat parah, terhentinya aktifitas, dan terjadinya kerusakan lingkungan yang sangat parah.	100
	<i>Disaster</i>	Kejadian yang berhubungan dengan kematian, serta kerusakan permanen yang kecil terhadap lingkungan.	50
	<i>Very serious</i>	Cacat atau penyakit yang permanen dan kerusakan sementara terhadap lingkungan	25

Faktor	Kategori	Deskripsi	Rating
	<i>Serious</i>	Cidera yang serius tapi bukan penyakit parah yang permanen dan sedikit berakibat buruk bagi lingkungan	15
	<i>Important</i>	Cidera yang membutuhkan penanganan medis, terjadi emisi buangan, di luar lokasi tetapi tidak menimbulkan kerusakan.	5
	<i>Noticeable</i>	Cidera atau penyakit ringan, memar bagian tubuh, kerusakan kecil, kerusakan ringan dan terhentinya proses kerja sementara waktu tetapi tidak menyebabkan pencemaran diluar lokasi	1

Sumber : *Risk Management AS/NZS 4360 : 1999*

Tingkat risiko pada analisis semi kuantitatif merupakan hasil perkalian nilai variabel kemungkinan, paparan, dan konsekuensi dari risiko-risiko keselamatan kerja yang terdapat pada setiap tahapan pekerjaan. Tingkat risiko metode analisis semi kuantitatif dibagi kedalam beberapa kategori, yaitu : *Very High, Priority 1, Substansial, Priority 3, dan Acceptabel (AS / NZS 4360 : 1999)*.

Tabel 2.10 Tabel Tingkat Risiko Berdasarkan AZ/NZS 4630

Tingkat Risiko	Kategori	Tindakan
>350	<i>Very High</i>	Aktivitas dihentikan sampai risiko bisa dikurangi hingga mencapai batas yang diperbolehkan atau diterima
180 – 350	<i>Priority 1</i>	Perlu pengendalian sesegera mungkin
70 – 180	<i>Substansial</i>	Mengharuskan adanya perbaikan secara teknis
20 – 70	<i>Priority 3</i>	Perlu diawasi dan diperhatikan secara berkesinambungan
<20	<i>Acceptable</i>	Intensitas yang menimbulkan risiko dikurangi seminimal mungkin

Sumber : *Risk Management AS/NZS 4360 : 1999*

Menurut Cross (1998) masing-masing metode analisis risiko yang telah dijelaskan di atas mempunyai beberapa kelebihan dan kekurangan di antara satu sama lain. Berikut tabel perbandingan antara 3 metode analisis tersebut :

Tabel 2.11 Tabel Perbandingan 3 Metode Analisis Risiko Berdasarkan AZ/NZS 4630

No	Metode Analisis	Kelebihan	Kekurangan
1.	Analisis Kualitatif	<ul style="list-style-type: none"> • Lebih mudah • Lebih cepat 	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil analisisnya kurang akurat jika dibandingkan dengan analisis metode yang lain
2.	Analisis Kuantitatif	<ul style="list-style-type: none"> • Lebih akurat dibandingkan dengan analisis lainnya 	<ul style="list-style-type: none"> • Waktu lebih lama • Lebih sulit • Sumber data harus memadai dan representatif
3.	Analisis Semi Kuantitatif	<ul style="list-style-type: none"> • Lebih akurat dibandingkan analisis kualitatif • Lebih mudah dan lebih cepat dibandingkan dengan analisis kuantitatif 	<ul style="list-style-type: none"> • Kurang akurat dibandingkan analisis kuantitatif • Skala yang dipakai harus tepat untuk menentukan tingkat risiko

Sumber : *Risk Management AS/NZS 4360* : 1999

2.8 Pengelasan

2.8.1 Pengertian dan Teknik Pengelasan

Berdasarkan definisi dari *Deutche Industrie Normen (DIN)* las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas (Wiryosumanto dan Okumura, 2008: 1). Hasil pengelasan sangat ditentukan oleh teknik-teknik pengelasan yang benar. Teknik pengelasan yang perlu diperhatikan adalah bagaimana posisi dan arah pengelasan yang dilakukan. Adapun teknik pengelasan yang benar yaitu (Bintoro, 2012: 43-44) :

a. Posisi Pengelasan

Posisi *brander* terhadap benda kerja yang dilas sangat mempengaruhi hasil pengelasan. Posisi benda kerja yang dilas tidak semua dapat diletakkan pada posisi yang mudah dilas. Sering kali operator terpaksa melakukan pengelasan pada posisi yang sulit, sehingga akan mempengaruhi hasil pengelasan. Ada bermacam-macam posisi benda kerja, antara lain :

- 1) Posisi di atas kepala

Letak benda kerja di atas kepala sehingga pengelasan hanya dapat dilakukan dari bawah.

- 2) Posisi tegak

Letak benda tegak sehingga arah pengelasan dilakukan pada arah naik turun.

- 3) Posisi mendatar

Letak benda kerja mendatar setinggi bahu operator las sehingga pengelasan dilakukan pada arah mendatar maju atau mundur.

- 4) Posisi di bawah tangan

Benda kerja terletak di bawah tangan operator las di atas bidang datar, arah pengelasan maju maupun mundur. Posisi ini yang paling mudah dan paling banyak digunakan sebagai latihan bagi pemula.

- b. Arah Pengelasan

Ada dua cara arah pengelasan, yaitu maju atau *forhand* dan cara mundur atau *backhand*. Arah pengelasan maju mundur perlu diikuti gerakan kawat las dan gerakan brander dengan benar. Ada arah gerakan yang dianjurkan untuk masing-masing benda kerja agar menghasilkan permukaan yang baik, rapi dan mempunyai kekuatan mekanis yang diinginkan.

2.8.2 Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Pengelasan

- a. Alat Pelindung Diri

- 1) Pelindung Pernafasan

Bila gas, debu dan uap tidak dapat ditahan di bawah nilai ambang batas, pekerja harus memakai pelindung pernafasan (*respirator*). Bila oksigen juga tidak cukup, kenakan alat bantu bernafas (*breathing apparatus*). Pemeriksaan fisik, termasuk pemeriksaan sinar-X pada dada dan paru-paru, disarankan untuk semua pekerja yang terlibat dalam pengelasan (Rijanto, 2011: 402).

2) Pelindung Mata

Kaca mata pelindung samping, helm, dan pelindung muka yang memberikan perlindungan maksimum kepada para pekerja pada setiap pekerjaan pengelasan dan pemotongan, harus dipakai oleh setiap operator, pengelas dan pembantunya (Rijanto, 2011: 402).

3) Pakaian Pelindung

Beberapa jenis pelindung yang diperlukan oleh pekerja pengelasan adalah (Rijanto, 2011: 403) :

- a) Sarung tangan "*gauntlet*" tahan api – sebagian dari kulit, sebagian dari bahan lain tahan api.
- b) *Apron* (celemek) kulit atau bahan tahan api lainnya, untuk menahan radiasi panas dan percikan.
- c) Untuk pekerjaan berat, kenakan pembungkus kaki, sepatu boot tinggi atau perlindungan sejenis.
- d) Untuk pekerjaan di atas kepala, tudung atau penutup bahu dari kulit atau bahan tahan api lainnya.
- e) Topi pelindung atau pelindung kepala lainnya terhadap objek yang tajam atau kejatuhan benda-benda.

b. Pelatihan Cara Aman

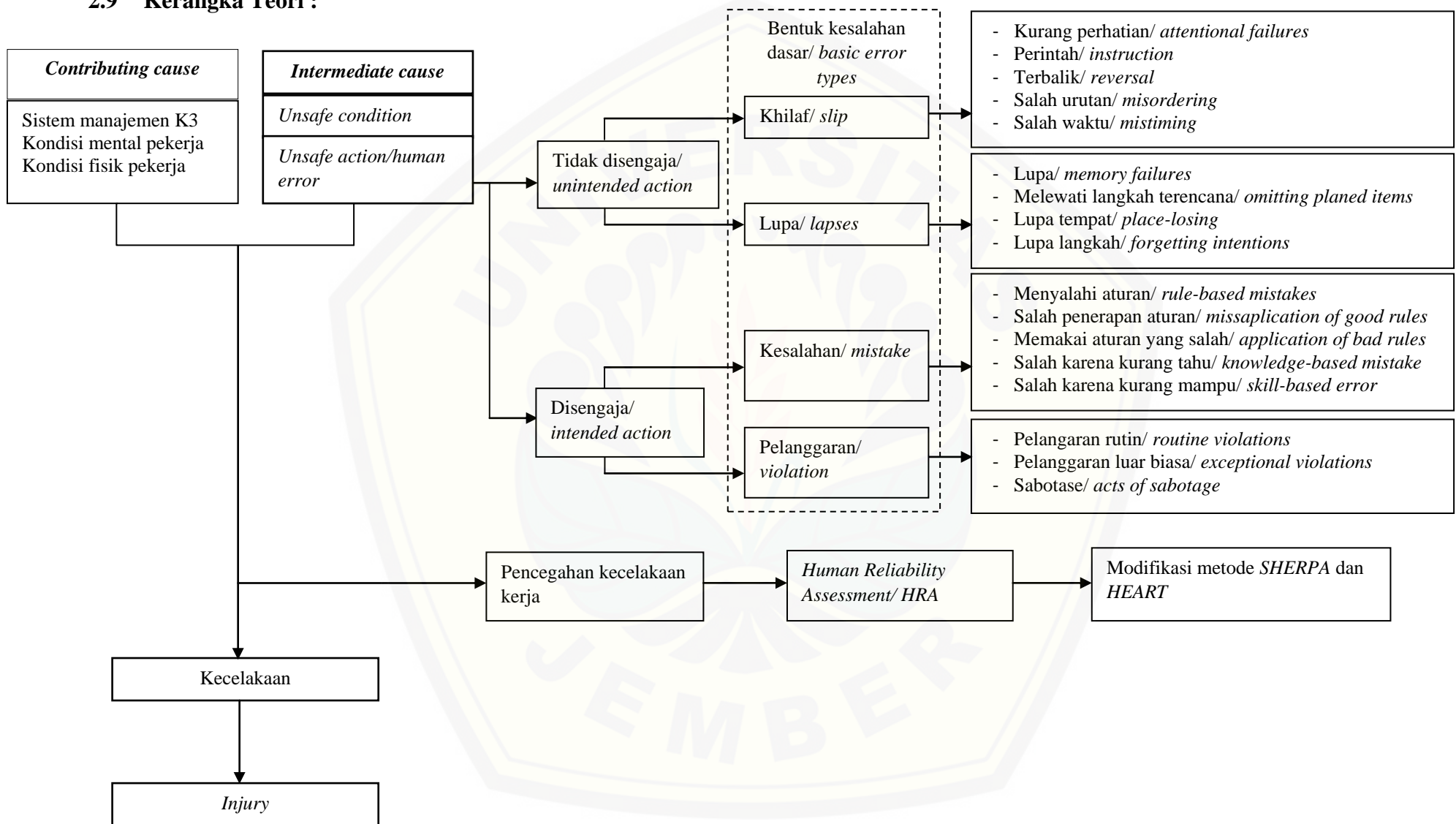
Pekerja pada pengelasan dan pemotongan harus dilatih dalam hal praktek bekerja dengan aman yang disyaratkan bagi pekerjaannya. Yang harus dicermati untuk pekerjaan tersebut adalah termasuk (Rijanto, 2011: 404) :

- 1) Bila mungkin, tempatkan pekerjaan pada posisi agak tinggi untuk menghindari tegangan pada pinggang atau kelelahan bahu.
- 2) Untuk pekerjaan lebih tinggi 1,5 meter di atas lantai atau tanah, gunakan lantai kerja berpagar atau pelindung jatuh.
- 3) Kenakan pelindung pernafasan yang diperlukan dan *harness* dengan tali pengaman untuk bekerja di ruang terbatas, seperti tangki dan bejana tekan. Tali pengaman dihubungkan dengan pembantu memakai perlengkapan yang sama, yang bertugas mengamati pekerja dan melakukan penyelamatan dalam keadaan darurat.

- 4) Lakukan tindakan pencegahan khusus bila pengelasan dan pemotongan di dalam ruang terbatas dihentikan sementara waktu. Lepaskan hubungan sumber tenaga unit pengelasan atau pemotongan, dan lepaskan elektroda dari pemegangnya. Tutup katup gas unit pengelasan atau pemotongan. Tutup suplai gas pada titik di luar ruang terbatas. Bila mungkin, singkirkan ujung las dan selangnya dari area.
 - 5) Ikuti prinsip kerumah tanggaan yang aman. Jangan membuang-buang elektroda dan potongan-potongan kawat ke lantai, kumpulkan pada tempat penampungan limbah.
- c. Gas-gas Las dan Potong

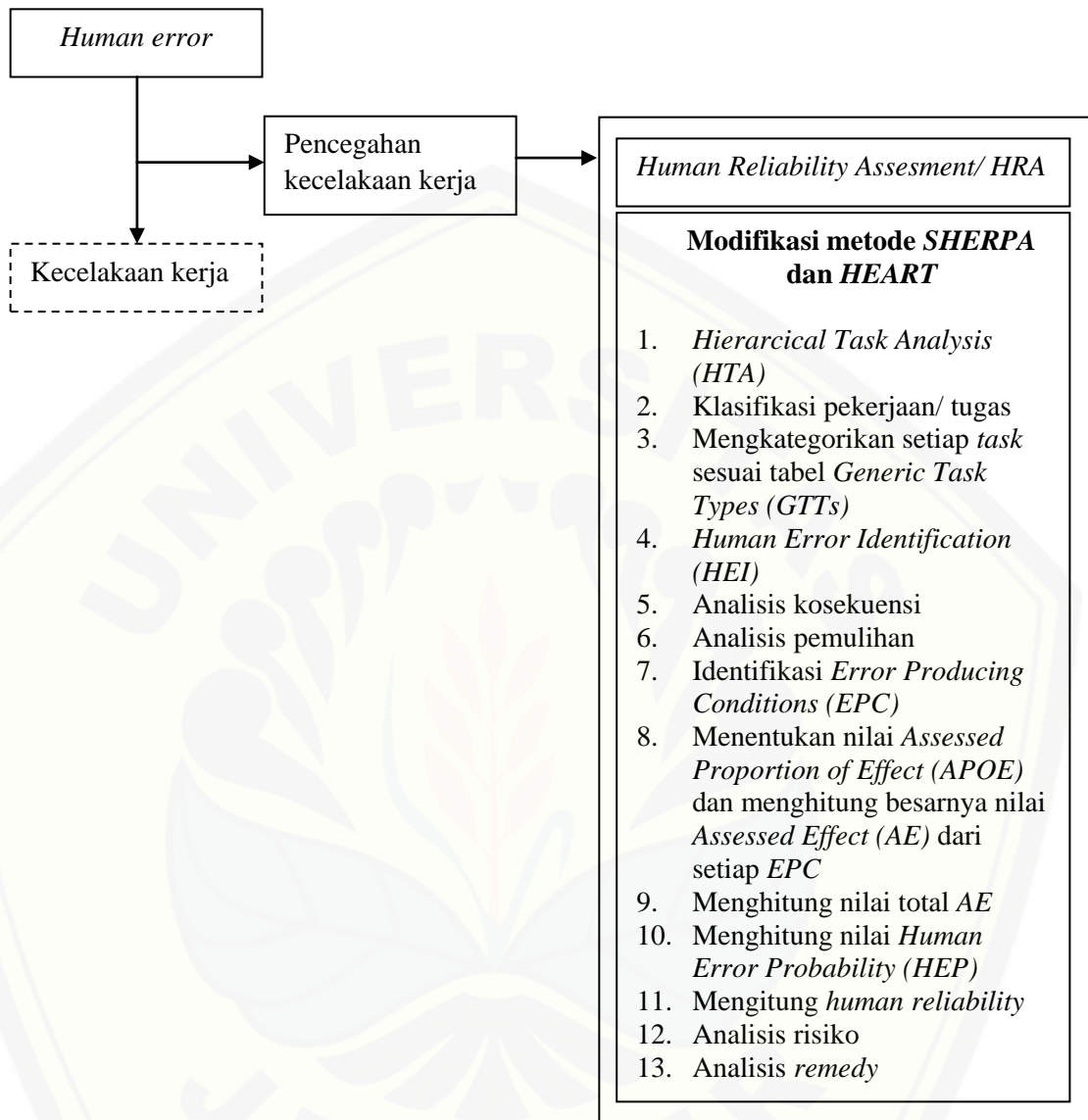
Oksigen murni tidak akan terbakar atau meledak. Ini hanya mendukung pembakaran, menyebabkan baahn-bahan lain bila mencapai suhu tertentu. Oksigen membentuk campuran mudah meledak pada proporsi tertentu dengan *asetilen*, hidrogen dan gas mudah terbakar lainnya. Pada senyawa kimia *asetilen* (C_2H_2), terdiri atas 92,7% berat karbon dan 7,7% berat hidrogen, mengandung energi tersembunyi yang akan terlepas sebagai paans saat terbakar, seperti misalnya pada pengelasan. Panas ini merupakan suatu tambahan yang juga diharapkan pada sejumlah unsur lain mengandung karbon dan hidrogen. *Asetilen* terbakar dengan oksigen dapat menghasilkan suatu suhu yang lebih tinggi (sekitar $3.300^{\circ}C$ atau $6.000^{\circ}F$) daripada gas lainnya yang digunakan secara komersial. Kisaran batas menyala *asetilen* (sekitar 2,5% sampai 81% di dalam udara) adalah lebih besar dari gas-gas umum lainnya, sehingga memiliki bahaya yang lebih besar (Rijanto, 2011: 406).

2.9 Kerangka Teori :



Modifikasi Teori Domino Heinrich & Frank E. Bird dan Taksonomi Generic Error Modelling System (Reason, 1990)

2.10 Kerangka Konsep



Keterangan :

= diteliti

= tidak diteliti

Dalam penelitian ini, peneliti mengkaji tentang pencegahan kecelakaan kerja yang diakibatkan oleh *human error* dengan pendekatan *Human Reliability Assessment (HRA)* untuk mengetahui tingkat keandalan manusia. Metode *HRA* yang digunakan oleh peneliti yaitu menggunakan modifikasi metode *SHERPA* dan *HEART*. Penilaian tingkat keandalan manusia ini berdasarkan pada prinsip bahwa tidak ada pekerjaan/ *task* pada kehidupan sehari-hari yang tidak memiliki kemungkinan gagal. Kemudian, risiko dari kemungkinan *human error* akan dianalisis. Langkah pertama yang dilakukan yaitu peneliti akan memecah *task* menjadi *sub task* dan menyusun *Hierarchical Task Analysis (HTA)* yang mendeskripsikan aktivitas pekerja dalam pengelasan *conveyor chute* di area *coal handling* PT. X. Selanjutnya, peneliti akan mengklasifikasikan pekerjaan/ tugas sesuai dengan pedoman *SHERPA*. Apabila telah dilakukan pengklasifikasian, maka dilakukan *GTTs* dan identifikasi *human error*. Setelah itu, dilakukan analisis konsekuensi dan analisis pemulihan. Langkah selanjutnya yaitu mengidentifikasi kondisi yang dapat menimbulkan *error (EPC)*, memprediksi dampak dari setiap *EPC* pada setiap *task*, kemudian menghitung *Assessed Effect (AE) value* untuk setiap *EPC*, menghitung *Human Error Probability (HEP)*, menghitung nilai *human reliability*, analisis risiko dan terakhir analisis *remedy* yang selanjutnya akan menjadi rekomendasi bagi perusahaan.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini yaitu penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif adalah suatu metode dalam meneliti status sekelompok manusia, suatu objek, suatu set kondisi, suatu system pemikiran, ataupun suatu kelas peristiwa pada masa sekarang (Nazir, 2009: 54). Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi *task* dan *sub task* pada pekerjaan pengelasan *conveyor chute*, memprediksi terjadinya *human error*, menghitung probabilitas terjadinya *human error*, menghitung tingkat keandalan manusia, melakukan penilaian dan peringkat risiko kecelakaan kerja karena *human error* dan memberikan rekomendasi untuk mengurangi kecelakaan kerja karena *human error* pada pekerjaan pengelasan *conveyor chute* di area *coal handling* PT. X. Metode yang digunakan yaitu modifikasi metode *SHERPA* dan *HEART*.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

3.2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. X, Kabupaten Probolinggo tepatnya pada area *coal handling*. Peneliti melakukan penelitian di tempat tersebut karena berdasarkan observasi dan wawancara saat melakukan pengambilan data awal, terdapat potensi risiko kecelakaan yang tinggi, banyak pekerjaan yang menggunakan operator manusia terutama pada proses *maintenance* dan kasus *unsafe action* terbanyak terjadi di area *coal handling* sehingga potensi terjadinya *human error* juga tinggi.

3.2.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian ini mulai dari penyusunan proposal, mengumpulkan data, pengolahan data, analisis data sampai penulisan hasil penelitian akan dilakukan pada bulan November 2017 sampai dengan bulan Mei tahun 2018.

3.3 Obyek Penelitian

Obyek penelitian adalah suatu karakteristik atau nilai dari orang, obyek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari lalu ditarik kesimpulan (Sugiyono, 2015: 38). Obyek penelitian ini adalah bagian pengelasan *chute coveyor* di area *coal handling* di PT. X

3.3.1 Responden Penelitian

Responden penelitian adalah subyek penelitian yang dapat memberikan informasi yang diperlukan selama proses penelitian (Suyanto, 2005: 71). Dalam penelitian ini, terdapat 9 responden yang terdiri dari ahli K3 PT. X, *supervisor* pemeliharaan mesin 2 PT. X, *staff* pemeliharaan mesin 2 PT. X dan pekerja pengelasan *conveyor chute* PT. X.

Pengumpulan informasi dilakukan dengan cara *brainstorming* dan wawancara terhadap beberapa pekerja yang terlibat dalam interaksi sosial di lapangan dan beberapa *expert*. Penilaian *human error* dilakukan dengan *expert judgement* menggunakan alat bantu *SHERPA* dan *HEART*. *Expert judgement* adalah pertimbangan atau pendapat ahli atau orang yang berpengalaman. Ada beberapa kriteria yang harus dimiliki oleh *expert* yang akan dipilih, diantaranya :

- a. Mempunyai pengalaman dalam pekerjaan *maintenance* mesin 2 khususnya pekerjaan pengelasan *conveyor chute*.
- b. Bersedia meluangkan waktu pada jam kerja untuk dimintai informasi terkait pekerjaan.
- c. Mempunyai banyak pengetahuan tentang pekerjaan *maintenance* mesin 2 khususnya pekerjaan pengelasan *conveyor chute*.
- d. Mempunyai reputasi yang baik di perusahaan.
- e. Bersifat netral, objektif dan jujur.

Beberapa kriteria diatas bersumber dari (Skjong dkk, 2001: 541) disesuaikan dengan kondisi pekerjaan yang akan diteliti. Pemberian kuesioner diberikan kepada calon *expert* untuk mengetahui apakah yang bersangkutan dapat

dijadikan responden dalam penelitian ini. Kuesioner berisi tentang pengetahuan dan pengalaman di bidang *maintenance* mesin 2.

Tabel 3.1 Daftar Responden Penelitian

No.	Jabatan	Jumlah
1	Ahli K3 PT. X	2
2	<i>Supervisor</i> pemeliharaan mesin 2 PT. X	1
3	<i>Staff</i> pemeliharaan mesin 2 PT. X	2
4	Pekerja pengelasan <i>conveyor chute</i> PT. X	4
Jumlah		9

3.3.2 Teknik Penentuan Responden Penelitian

Teknik penentuan responden penelitian dalam penelitian ini yaitu menggunakan teknik *non random sampling* melalui pendekatan *purposive sampling*. Teknik *non random sampling* atau pengambilan sampel non acak merupakan teknik pengambilan sampel yang tidak memberi peluang/ kesempatan sama bagi setiap unsur atau anggota populasi untuk dipilih menjadi sampel (Sugiyono, 2015: 84). *Purposive sampling* merupakan cara memilih sampel dari suatu populasi didasarkan pada suatu pertimbangan tertentu yang dibuat peneliti sendiri (Notoatmodjo, 2010: 124-125).

3.4 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

3.4.1 Variabel Penelitian

Menurut Notoadmodjo (2010: 103), variabel adalah ukuran atau karakteristik yang dimiliki oleh suatu kelompok yang berbeda dengan kelompok lain. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *task*, *sub task*, *hierarcical task analysis*, klasifikasi tugas, *generic task type*, identifikasi *human error*, analisis konsekuensi, analisis pemulihan, *error producing conditions*, *assessed proportion of effect*, *assessed effect value*, *human error probability (HEP)*, *human reliability*, analisis risiko, analisis *remedy*.

3.4.2 Definisi Operasional

Definisi operasional adalah uraian dari batasan variabel yang ditentukan untuk mengarahkan kepada pengukuran atau pengamatan terhadap variabel yang bersangkutan serta pengembangan instrumen (Notoatmodjo, 2010: 85). Definisi operasional variabel dalam penelitian ini sebagai berikut:

Tabel 3.2 Variabel, Definisi Operasional, Alat Ukur, Cara Pengukuran, Kriteria Penilaian

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Pengukuran	Kriteria Penilaian
<i>Task</i>	Langkah-langkah pekerjaan yang harus dilakukan pada saat pengelasan <i>conveyor chute</i>	Pedoman <i>SHERPA</i> dan <i>HEART</i>	Identifikasi setiap pekerjaan pengelasan <i>conveyor chute</i> dengan <i>brainstorming</i>	-
<i>Sub task</i>	Sub bagian tugas yang harus dilakukan pada saat pengelasan <i>conveyor chute</i>	Pedoman <i>SHERPA</i> dan <i>HEART</i>	Identifikasi setiap sub-pekerjaan pengelasan <i>conveyor chute</i> dengan <i>brainstorming</i>	-
<i>Hierarcical Task Analysis (HTA)</i>	Teknik mendeskripsikan dan memecah <i>task</i> dari level atas ke level operasi individu	Pedoman <i>SHERPA</i> dan <i>HEART</i>	Pengukuran dilakukan dengan observasi dan wawancara/diskusi	-
Klasifikasi tugas	Mengklasifikasikan setiap pekerjaan berdasarkan taksomi menurut metode <i>SHERPA</i>	Pedoman <i>SHERPA</i>	Menyesuaikan hasil observasi dan <i>brainstorming</i> dengan taksonomi <i>SHERPA</i>	a. Aksi (A) b. Pemeriksaan (C) c. <i>Retrieval</i> (R) d. Informasi (I) e. Pemilihan (S)
<i>Generic task type (GTT)</i>	Kategori tugas secara umum yang mempunyai	Pedoman <i>HEART</i>	Berdiskusi dengan para <i>expert</i> mengisi lembar	Dinilai menggunakan tabel <i>GTTs</i>

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Pengukuran	Kriteria Penilaian
	nilai ketidakandalan manusia		penilaian dengan metode <i>HEART</i>	
Identifikasi <i>human error</i>	Menentukan atau menetapkan pekerjaan pengelasan <i>conveyor chute</i> yang menyimpang sehingga dapat menyebabkan kecelakaan kerja	Pedoman <i>SHERPA</i>	Menyesuaikan hasil observasi dan <i>brainstorming</i> dengan taksonomi <i>SHERPA</i>	<p>a. <i>Action Error</i></p> <p>A1 : Operasi terlalu panjang/pendek</p> <p>A2 : Operasi terlewat</p> <p>A3 : Operasi dalam arah yang salah</p> <p>A4 : Operasi yang terlalu sedikit/banyak</p> <p>A5 : <i>Misalign</i></p> <p>A6 : Operasi benar di objek yang salah</p> <p>A7 : Salah operasi pada objek yang benar</p> <p>A8 : Operasi dihilangkan</p> <p>A9 : Operasi tidak lengkap</p> <p>A10 : Salah operasi pada objek yang salah</p> <p>b. <i>Checking Error</i></p> <p>C1 : Pemeriksaan dihilangkan</p> <p>C2 : Pemeriksaan tidak lengkap</p> <p>C3 : Pemeriksaan benar di objek yang salah</p> <p>C4 : Salah pemeriksaan di objek yang benar</p> <p>C5 : Pemeriksaan tidak tepat waktu</p> <p>C6 : Salah pemeriksaan pada objek yang salah</p>

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Pengukuran	Kriteria Penilaian
				<p>c. <i>Retrieval Error</i> R1 : Informasi tidak diperoleh R2 : Informasi yang diperoleh salah R3 : Pencarian informasi tidak lengkap</p> <p>d. <i>Communication Error</i> I1 : Informasi tidak dikomunikasikan I2 : Komunikasi informasi salah I3 : Komunikasi informasi tidak lengkap</p> <p>e. <i>Selection Error</i> S1 : Pemilihan dihilangkan S2 : Salah membuat pilihan</p>
Analisis Konsekuensi	Menentukan atau menetapkan akibat dari <i>error</i> pada masing-masing <i>sub task</i>	Pedoman <i>SHERPA</i>	Menggolongkan berdasarkan taksonomi kesalahan dengan berdiskusi bersama <i>expert</i>	-
Analisis pemulihan	Menentukan apakah ada langkah aktivitas yang kesalahannya dapat dipulihkan	Pedoman <i>SHERPA</i>	Identifikasi langkah kesalahan yang dapat dipulihkan dengan berdiskusi bersama <i>expert</i>	-
<i>Error producing condition (EPC)</i>	Kategori kondisi yang menimbulkan kesalahan (<i>error</i>) dan mempunyai	Pedoman <i>HEART</i>	Berdiskusi dengan para <i>expert</i> mengisi lembar penilaian dengan metode <i>HEART</i>	Dinilai menggunakan tabel <i>EPC</i>

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Pengukuran	Kriteria Penilaian
	nilai pengaruh maksimal			
<i>Assessed proportion of effect (APOE)</i>	Kategori dampak setiap <i>EPC</i> terhadap nilai jumlah kemungkinan <i>HEP</i>	Pedoman <i>HEART</i>	Berdiskusi dengan para <i>expert</i> dan mengisi lembar penilaian dengan metode <i>HEART</i>	Dinilai menggunakan tabel <i>APOE</i>
<i>Assessed effect</i>	Dampak dari setiap <i>EPC</i> dan mempunyai <i>assessed effect (AE)</i>	Pedoman <i>HEART</i>	Mengisi lembar penilaian dengan metode <i>HEART</i>	Menghitung nilai <i>AE</i> untuk setiap <i>EPC</i> dengan rumus : $AE_i = [(EPC_n - 1) \times APOE_n] + 1$
<i>Human error probability (HEP)</i>	Kemungkinan terjadinya <i>human error</i> pada setiap <i>task</i> dan mempunyai nilai total <i>probability of failure</i>	Pedoman <i>HEART</i>	Mengisi lembar penilaian dengan metode <i>HEART</i>	Menghitung <i>HEP</i> dengan rumus : $HEP = GTT_1 \times AE_1 \times AE_2 \times AE_3 \times AE_n$
<i>Human reliability</i>	Tingkat keandalan manusia dalam melakukan suatu pekerjaan	Pedoman <i>HEART</i>	Mengisi lembar penilaian dengan metode <i>HEART</i>	Nilai <i>human reliability</i> total dapat dihitung dengan rumus : $1 - \prod (\text{probability of failure})$
Penilaian risiko	Proses sistematis untuk mengetahui tingkatan risiko <i>human error</i> dari masing-masing <i>task</i>	Lembar <i>risk assessment</i> AS/NZS 4360: 1999	Mengisi lembar penilaian dengan <i>risk assessment</i> AS/NZS 4360: 1999	<i>Very high</i> : >350 <i>Priority 1</i> : 180 - 350 <i>Substansial</i> : 70 - 180 <i>Priority 3</i> : 20 - 70 <i>Acceptable</i> : <20
<i>Analisis remedy</i>	Menentukan atau merekomendasikan perbaikan sesuai dengan masing-masing <i>error</i>	Pedoman <i>SHERPA</i>	Menganalisis kesalahan dan merekomendasikan perbaikan sesuai kesalahan pada setiap <i>task</i>	-

3.5 Data dan Sumber Data

Data adalah kumpulan huruf/kata. Kalimat atau angka yang dikumpulkan melalui proses pengumpulan data. Data merupakan karakteristik dan sesuatu yang diteliti (Notoatmodjo, 2010: 180).

3.5.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh dari sumber pertama, atau dengan kata lain data yang pengumpulannya dilakukan sendiri oleh peneliti secara langsung seperti hasil wawancara dan hasil pengisian angket atau kuisisioner (Widoyoko, 2013: 22). Data primer dalam penelitian ini adalah data hasil wawancara, *brainstorming* dan observasi yang meliputi aktivitas pekerja pengelasan *conveyor chute* di area *coal handling* PT. X, prediksi dan pengukuran probabilitas *human error* yang akan terjadi serta penilaian risiko akibat *human error*. Proses *brainstorming* dan wawancara dilakukan kepada beberapa pekerja dan *expert* yang telah ditentukan.

3.5.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari sumber kedua. Purwanto (dalam Widoyoko, 2013: 23) mengartikan data sekunder sebagai data yang dikumpulkan oleh orang atau lembaga lain. Soeratno dan Arsyad (dalam Widoyoko, 2013: 23) mengartikan data sekunder sebagai data yang diterbitkan atau digunakan oleh organisasi yang bukan pengolahnya. Data sekunder dalam penelitian ini yaitu data terkait kecelakaan kerja karena *human error*, jumlah *work order* dari pekerjaan pengelasan *conveyor chute*, serta dokumen lain yang dibutuhkan dari PT. X.

3.6 Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

3.6.1 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah prosedur yang sistematis dan standar untuk memperoleh data yang diperlukan. Metode pengumpulan data merupakan bagian instrumen pengumpulan data yang menentukan berhasil atau tidaknya suatu penelitian (Bungin, 2010: 123). Pengumpulan data dalam penelitian dimaksudkan untuk memperoleh bahan-bahan, keterangan, kenyataan-kenyataan dan informasi yang dapat dipercaya (Widoyoko, 2013: 33). Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

a. *Brainstorming*

Brainstorming atau curah pendapat adalah suatu teknik yang digunakan untuk mengumpulkan ide-ide atau pendapat. Ide atau pendapat yang dihasilkan dirancang untuk mengatasi masalah tertentu. *Brainstorming* adalah alat yang umum digunakan di tengah-tengah akademis, peneliti dan tim bisnis (Arif, 2016: 12). Dalam penelitian ini, *brainstorming* digunakan untuk mengumpulkan informasi mengenai setiap *task* dari pekerjaan pengelasan *conveyor chute* karena ketidaktersediaan instruksi kerja terkait pekerjaan tersebut dari pihak perusahaan, pengisian lembar penilaian *SHERPA* dan *HEART* serta penilaian risiko.

b. Wawancara

Wawancara adalah suatu metode yang dipergunakan untuk mengumpulkan data, dimana peneliti mendapatkan keterangan atau informasi secara lisan dari seseorang sasaran penelitian (responden), atau bercakap-cakap berhadapan muka dengan orang tersebut (*face to face*) (Notoatmodjo, 2010: 130-131). Wawancara dilakukan kepada 8 informan yang terdiri dari 5 *expert* dan 4 pekerja untuk mendapatkan data-data tentang pengerjaan pengelasan *conveyor chute* di area *coal handling* PT. X.

c. Pengamatan (observasi)

Observasi diartikan sebagai pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap unsur-unsur yang nampak dalam suatu gejala pada objek penelitian. Metode ini digunakan untuk melihat dan mengamati secara

langsung keadaan di lapangan agar peneliti memperoleh gambaran yang lebih luas tentang permasalahan yang diteliti (Widoyoko, 2013: 46). Bentuk pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengamatan alat kerja yang digunakan, proses kerja yang dilakukan, identifikasi kemungkinan *human error* yang akan terjadi serta upaya pencegahan terjadinya *human error*.

d. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan catatan peristiwa yang disajikan dalam bentuk tulisan, gambar dan karya monumental seseorang (Sugiyono, 2015: 240). Dokumentasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah berupa foto proses kerja, hasil wawancara dengan responden, dokumen penelitian lain yang berhubungan dengan pekerjaan pengelasan *conveyor chute* di area *coal handling* PT. X.

3.6.2 Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan data adalah alat bantu yang digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan data penelitian dengan cara melakukan pengukuran. Ada juga yang menyatakan bahwa instrumen penelitian merupakan pedoman tertulis tentang wawancara, atau pengamatan, atau daftar pertanyaan yang dipersiapkan untuk mendapatkan informasi dari responden (Widoyoko, 2013: 51). Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah panduan metode *SHERPA* dan *HEART*.

3.7 Teknik Penyajian dan Analisis Data

3.7.1 Teknik Penyajian Data

Penyajian data merupakan salah satu kegiatan dalam pembuatan laporan hasil penelitian yang telah dilakukan agar dapat dipahami, dianalisis sesuatu dengan tujuan yang diinginkan dan kemudian ditarik kesimpulan sehingga menggambarkan hasil penelitian (Suyanto, 2005). Teknik penyajian data pada

penelitian ini yaitu berbentuk kata-kata, angka, tabel dan bagan. Sebelum data disajikan, untuk mempermudah analisis dilakukan beberapa hal berikut :

a. Pemeriksaan Data (Editing)

Editing dilakukan sebelum pengolahan data. Data yang telah dikumpulkan dari wawancara perlu dibaca sekali lagi dan diperbaiki, apabila terdapat hal-hal yang salah atau masih meragukan. Hal ini dilakukan untuk memperbaiki kualitas data serta menghilangkan keraguan data.

b. Tabulasi (*Tabulating*)

Kegiatan ini dilakukan dengan cara memasukkan data yang diperoleh ke dalam tabel – tabel sesuai dengan variabel yang diteliti.

c. Penyajian data

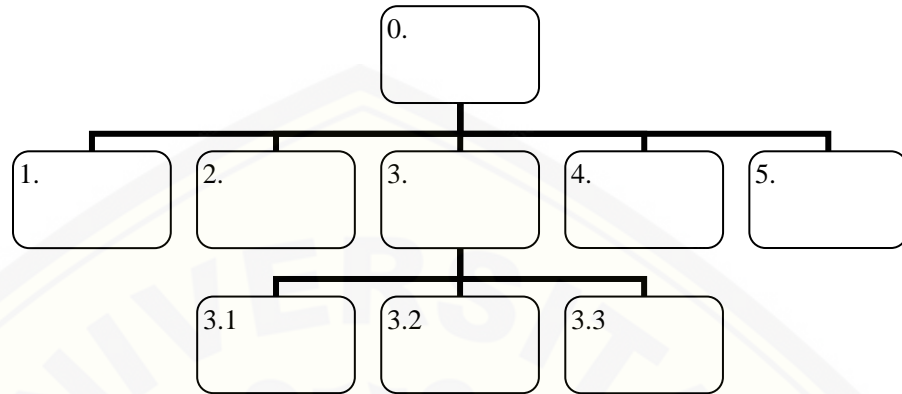
Setelah data hasil wawancara dan observasi terpenuhi, maka dilakukan pengolahan data secara terstruktur kemudian dilakukan analisis secara deskriptif. Analisis data secara deskriptif ini dilakukan tanpa melakukan uji data secara statistik.

3.7.2 Analisis Data

Analisis data adalah proses mengorganisasikan dan mengurutkan data kedalam pola, kategori, dan satuan uraian dasar sehingga dapat ditemukan tema dan dapat dirumuskan hipotesis kerja seperti yang disarankan oleh data (Moelong, 2010: 248). Proses analisis data dilakukan dengan menelaah semua hasil penelitian yaitu hasil wawancara, proses pengamatan, dan identifikasi melalui dokumen foto atau hasil rekaman, serta data sekunder. Setelah itu, dilakukan reduksi data yang dilakukan dengan membuat abstraksi yaitu rangkuman inti, proses serta pernyataan-pernyataan. Kemudian langkah selanjutnya adalah menganalisis dengan modifikasi metode *SHERPA* dan *HEART*. Tahap terakhir dari analisis data ini adalah mengadakan pemeriksaan keabsahan data (Moleong, 2010: 247). Berikut adalah langkah-langkah yang harus dilakukan dalam penganalisisan data menggunakan modifikasi metode *SHERPA* dan *HEART* :

1) *Hierarchical Task Analysis (HTA)*

Langkah pertama yaitu melakukan *HTA* dari *task* dan *sub task* yang ada



Sumber : Sheperd, 2001

Gambar 3.1 *Hierarchical Task Analysis*

Keterangan Gambar :

- 1. : *Task* pada urutan 0 (awal dan persiapan)
- 2. : *Task* pada urutan pertama
- 3. : *Task* pada urutan kedua
- 4. : *Task* pada urutan ketiga
- 3.1, 3.2, 3.3 : *Task* pada urutan ketiga, *breakdown* menjadi *sub task* untuk menggambarkan *task* pekerjaan yang lebih detail
- 5. : *Task* pada urutan keempat
- 6. : *Task* pada urutan kelima

2) *Klasifikasi Tugas*

Selanjutnya, setiap aktivitas diklasifikasikan dari kesalahan taksonomi ke salah satu jenis berikut :

- a. Aksi (seperti menekan sebuah tombol, menarik *switch*, membuka b. pintu).
- c. *Retrieval* (seperti mendapatkan informasi dari layer atau manual)
- d. Pemeriksaan (seperti melakukan kegiatan *procedural*)
- e. Pemilihan (seperti memilih salah satu alternative atas yang lain)
- f. Informasi komunikasi (seperti berbicara dengan pihak lain)

- 3) Pengkategorian pekerjaan menggunakan *Generic Task Type* (GTT) Setelah diklasifikasikan berdasarkan taksonomi *SHERPA*, maka pekerjaan dikategorikan berdasarkan *GTT* dari metode *HEART* seperti pada tabel di bawah :

Tabel 3.3 *Generic Task Types*

No	Kategori Task	Nominal Human Unreability	Range
A	Tidak terbiasa sama sekali, dijalankan cepat dengan tidak mengetahui akibat yang terjadi	0,55	(0,35-0,97)
B	Mengganti atau memulihkan sitem ke bentuk yang baru atau asli dengan usaha sendiri tanpa pengawasan atau prosedur	0,26	(0,14-0,42)
C	Pekerjaan sulit yang memerlukan pemahaman dan keahlian tinggi	0,16	(0,12-0,28)
D	Pekerjaan yang agak sederhana yang dijalankan cepat serta tidak memerlukan perhatian yang terlalu besar	0,09	(0,06-0,13)
E	Pekerjaan rutin, terlatih, pekerjaan yang cepat dengan membutuhkan keahlian yang tidak terlalu tinggi	0,02	(0,007-0,045)
F	Memindahkan atau mengembalikan sistem ke dalam bentuk baru atau bentuk semula terhadap suatu usaha mengikuti prosedur tertentu dengan diakhiri adanya proses pengecekan.	0,003	(0,0008-0,007)
G	Sangat terbiasa, di desain dengan baik, terlatih, pekerjaan rutin dengan laju beberapa kali per jam, dilakukan pada tingkat performansi tertinggi oleh pekerja yang sangat termotivasi, operator sudah sangat berpengalaman, sangat mengerti tentang konsekuensi dari suatu kesalahan, dengan adanya waktu untuk mengoreksi dari potensi kesalahan, tetapi tanpa adanya alat bantu.	0,0004	(0,00008-0,009)
H	Respon yang benar terhadap perintah dari suatu sistem dan bahkan ada penambahan pengawasan otomatis terhadap sistem yang bisa menyediakan interpretasi terhadap langkah-langkah dari sistem yang benar	0,00002	(0,000006-0,0009)

Sumber : Calixto, 2016

4) *Human Error Identification (HEI)*

Setelah pekerjaan dikategorikan berdasarkan *GTT*, selanjutnya diprediksi *human error* yang mungkin terjadi dan dikategorikan *error modenya* berdasarkan *HEI* seperti tabel di bawah ini :

Tabel 3.4 *Human Error Identification*

<i>Action Errors</i>	A1	Operasi terlalu panjang/pendek
	A2	Operasi teerlewat
	A3	Operasi dalam arah yang salah
	A4	Operasi yang terlalu sedikit/banyak
	A5	<i>Misalign</i>
	A6	Operasi benar di objek yang salah
	A7	Salah operasi pada o bjek yang benar
	A8	Operasi dihilangkan
	A9	Operasi tidak lengkap
	A10	Salah operasi pada objek yang salah
<i>Checking Errors</i>	C1	Pemeriksaan dihilangkan
	C2	Pemeriksaan tidak lengkap
	C3	Pemeriksaan benar di objek yang salah
	C4	Salah pemeriksaan di objek yang benar
	C5	Pemeriksaan tidak tepat waktu
	C6	Salah pemeriksaan pada objek yang salah
<i>Retrieval Errors</i>	R1	Informasi tidak diperoleh
	R2	Informasi yang diperoleh salah
	R2	Pencarian informasi tidak lengkap
<i>Communication Errors</i>	I1	Informasi tidak dikomunikasikan
	I2	Komunikasi informasi salah
	I3	Komunikasi informasi tidak lengkap
<i>Selection Errors</i>	S1	Pemilihan dihilangkan
	S2	Salah membuat pilihan

Sumber : Stanton dan Barber, 2005

5) Analisis Konsekuensi

Task pekerjaan yang telah dikelompokkan berdasarkan *SHERPA error modes* ditentukan konsekuensi *error*nya.

6) Analisis Pemulihan

Jika ada langkah aktivitas yang kesalahannya dapat dipulihkan maka dapat dimasukkan ke langkah berikutnya. Namun jika tidak mungkin melakuka pemulihan maka kolom pemulihan dibiarkan kosong atau tidak ada.

- 7) Penentuan proporsi efek atau *Assessed Proportion of Effect (APOE)* dan menghitung nilai *Assessed Effect (AE)* dari setiap *Error Producing Condition (EPC)*.

Tabel 3.5 Tabel *EPC*

No	<i>Error Producing Condition (EPC)</i>	<i>Total Effect</i>
1	Tidak biasa dengan situasi di mana hal itu secara potensial penting, tetapi hanya terjadi sesekali atau baru terjadi.	17
2	Kurangnya waktu yang tersedia untuk mendeteksi dan mengoreksi kesalahan	11
3	Rendahnya rasio antara penerimaan informasi (<i>signal</i>) terhadap kebisingan (<i>noise</i>) sekitar	10
4	Mudahnya cara dalam penerimaan atau penolakan terhadap informasi	9
5	Tidak adanya alat untuk menyampaikan informasi baik itu bersifat fungsional maupun spasial kepada operator dalam bentuk yang lebih mudah dipahami	8
6	Ketidakesuaian antara suatu model operator pada umumnya dengan apa yang dibayangkan oleh perancang	8
7	Tidak adanya cara untuk mengembalikan tindakan yang tidak diinginkan	8
8	Berlebihnya kapasitas informasi yang disampaikan disebabkan adanya penyampaian informasi yang bersamaan atau kurangnya informasi	6
9	Kebutuhan akan meninggalkan teknik yang telah dipelajari dan menerapkan langkah yang sama sekali berlawanan	6
10	Kebutuhan untuk memindahkan tugas ke tugas berikutnya tanpa menimbulkan kerugian	5,5
11	Keraguan pada standar kinerja yang diperlukan	5
12	Ketidakesuaian antara risiko yang dibayangkan dengan risiko sebenarnya	4
13	Lemahnya atau ambiguitas sistem <i>feedback</i>	4
14	Tidak jelasnya ketepatan waktu dan konfirmasi langsung dari tindakan yang harus dilakukan dari sistem kontrol	4
15	Kurangnya pengalaman operator	3
16	Kualitas informasi yang rendah terkait dengan prosedur dan juga interaksi antar personal	3
17	Kurangnya atau tidak adanya pengecekan independen atas pekerjaan yang telah dilakukan	3
18	Konflik antara tujuan akhir yang cepat dengan tujuan akhir yang membutuhkan waktu	2,5
19	Tidak adanya perbedaan antara masukan informasi dari kebenaran pengecekan	2,5
20	Ketidakesuaian antara tingkat pendidikan yang dibutuhkan dengan tingkat pekerjaan yang diminta	2

No	Error Producing Condition (EPC)	Total Effect
21	Adanya dorongan untuk melakukan cara lain yang lebih berbahaya	2
22	Kurangnya kesempatan untuk merefresh psikis dan fisik di luar pekerjaan	1,8
23	Ketidakandalan dari peralatan	1,6
24	Kebutuhan untuk membuat penilaian yang pasti yang di luar batas kemampuan dan pengalaman operator	1,6
25	Tidak jelasnya alokasi pembagian fungsi dan tanggung jawab	1,6
26	Tidak ada langkah yang nyata untuk memastikan bahwa langkah yang ada sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan	1,4
27	Bahaya yang disebabkan terbatasnya kemampuan fisik	1,4
28	Kecil atau tidak adanya makna intrinsik dalam suatu tugas	1,4
29	Besarnya tingkat stres emosional	1,3
30	Adanya keterangan penurunan kesehatan terutama demam	1,2
31	Moral kerja yang rendah	1,2
32	Inkonsistensi makna antara <i>display</i> dan prosedur	1,2
33	Lingkungan yang tidak sesuai (dibawah 75% <i>severity</i> untuk kesehatan atau ancaman kematian)	1,15
34	Kemalasan yang berkepanjangan atau rendahnya mental melakukan pekerjaan yang sering terjadi (untuk setengah jam pertama)	1,1
35	Gangguan siklus kerja/ tidur yang normal	1,1
36	Mondar-mandir dalam pekerjaan karena ada intervensi orang lain	1,06
37	Penambahan anggota team yang melebihi jumlah orang yang dibutuhkan untuk menjalankan tugas secara normal dan memuaskan (setiap penambahan personil)	1,03
38	Umur individu yang mempengaruhi kemampuan melaksanakan tugas	1,02

Sumber : Calixto, 2016

Setelah mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap *error*, kemudian dilakukan penilaian *assessed proportion of effect* sesuai dengan tabel di bawah ini :

Tabel 3.6 Tabel APOE

Assessed Proportion	Keterangan
0	EPC tidak berpengaruh terhadap HEP
0,1	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi >5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 3 EPC yang lain
0,2	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi >5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 2 EPC yang lain
0,3	Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi >5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 1 EPC yang lain

<i>Assessed Proportion</i>	Keterangan
0,4	Dapat berpengaruh terhadap <i>HEP</i> jika <i>EPC</i> sering (frekuensi >5 kali setiap shift) terjadi dan tanpa disertai <i>EPC</i> yang lain
0,5	Dapat berpengaruh terhadap <i>HEP</i> jika <i>EPC</i> jarang (frekuensi 2-5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 2 <i>EPC</i> yang lain
0,6	Dapat berpengaruh terhadap <i>HEP</i> jika <i>EPC</i> jarang (frekuensi 2-5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 1 <i>EPC</i> yang lain
0,7	Dapat berpengaruh terhadap <i>HEP</i> jika <i>EPC</i> jarang (frekuensi 2-5 kali setiap shift) terjadi dan tanpa disertai <i>EPC</i> yang lain
0,8	Dapat langsung berpengaruh terhadap <i>HEP</i> jika <i>EPC</i> satu kali terjadi dan disertai dengan minimal 2 <i>EPC</i>
0,9	Dapat langsung berpengaruh terhadap <i>HEP</i> jika <i>EPC</i> satu kali terjadi dan disertai dengan minimal 1 <i>EPC</i>
1	Dapat langsung berpengaruh terhadap <i>HEP</i> jika <i>EPC</i> satu kali terjadi dan tanpa disertai dengan <i>EPC</i> yang lain

Sumber : Calixto, 2016

Rumus *Assessed Effect* :

$$AE_i = [(EPC_n - 1) \times APOE_n] + 1$$

Dimana:

AE_i : besarnya *assessed effect* pada *EPC* ke-i.

EPC : total *effect EPC* ke-n

APOE : asumsi proporsi kesalahan ke-n tiap *EPC*

8) Perhitungan nilai *Human Error Probability (HEP)*

$$HEP = GTT_1 \times AE_1 \times AE_2 \times AE_3 \times AE_n$$

Dimana :

HEP : *human error probability*

GTTs : nominal *human unreliability* tiap *GTTs*

AE : *assessed effect*

9) Perhitungan *Human Reliability*

Nilai *Human Reliability* total dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Human Reliability Total} = 1 - (\prod \text{probability of failure})$$

10) Analisis risiko

Selanjutnya yaitu dilakukan analisis risiko dari konsekuensi *human error* (pada langkah 5) untuk menentukan seberapa besar risiko dari *human error* yang diprediksi. Analisis risiko dilakukan dengan cara mengalikan kemungkinan \times paparan \times keparahan. Kemudian, ditentukan kategori risiko berdasarkan tingkat risikonya.

a) Kemungkinan (*Likelihood*)

Kemungkinan adalah nilai yang menggambarkan kecenderungan terjadinya konsekuensi dari sumber risiko pada setiap tahapan pekerjaan.

Tabel 3.7 Tabel *Likelihood* Berdasarkan AZ/NZS 4630

Faktor	Kategori	Deskripsi	Rating
Kemungkinan (<i>likelihood</i>)	<i>Almost Certain</i>	Kejadian yang paling sering terjadi	10
	<i>Likely</i>	Kemungkinan terjadi 50% - 50%	6
	<i>Unusually</i>	Kemungkinan saja terjadi tapi jarang	3
	<i>Remotely possible</i>	Kejadian yang sangat kecil kemungkinannya untuk terjadi	1
	<i>Conceivable</i>	Mungkin saja terjadi, tetapi tidak pernah terjadi meskipun dengan paparan yang bertahun-tahun	0,5
	<i>Practically impossible</i>	Tidak mungkin terjadi atau sangat tidak mungkin terjadi	0,1

Sumber : *Risk Management AS/NZS 4360 : 1999*

b) Paparan (*exposure*)

Paparan menggambarkan tingkat frekuensi interaksi antara sumber risiko yang terdapat ditempat kerja dengan pekerja dan menggambarkan kesempatan yang terjadi ketika sumber risiko ada yang akan diikuti oleh dampak atau konsekuensi yang akan ditimbulkan.

Tabel 3.8 Tabel *Exposre* Berdasarkan AZ/NZS 4630

Faktor	Kategori	Deskripsi	Rating
Paparan (<i>exposure</i>)	<i>Continously</i>	Kejadian secara terus – menerus setiap hari	10
	<i>Frequently</i>	Terjadi sekali setiap hari	6
	<i>Occasionally</i>	Terjadi sekali seminggu sampai dengan sekali sebulan	3
	<i>Infrequent</i>	Terjadi sekali sebulan sampai dengan sekali setahun	2
	<i>Rare</i>	Pernah terjadi tetapi jarang diketahui kapan terjadinya	1
	<i>Very rare</i>	Sangat jarang, tidak diketahui kapan terjadinya	0,5

Sumber : *Risk Management AS/NZS 4360 : 1999*

c) Konsekuensi (*consequence*)

Konsekuensi adalah nilai yang menggunakan suatu keparahan dari efek yang ditimbulkan oleh sumber risiko pada setiap tahapan pekerjaan

Tabel 3.9 Tabel *Consequence* Berdasarkan AZ/NZS 4630

Faktor	Kategori	Deskripsi	Rating
Konsekuensi (<i>consequence</i>)	<i>Catastropic</i>	Kerusakan yang fatal dan sangat parah, terhentinya aktifitas, dan terjadinya kerusakan lingkungan yang sangat parah.	100
	<i>Disaster</i>	Kejadian yang berhubungan dengan kematian, serta kerusakan permanen yang kecil terhadap lingkungan.	50
	<i>Very serious</i>	Cacat atau penyakit yang permanen dan kerusakan sementara terhadap lingkungan	25
	<i>Serious</i>	Cidera yang serius tapi bukan penyakit parah yang permanen dan sedikit berakibat buruk bagi lingkungan	15
	<i>Important</i>	Cidera yang membutuhkan penanganan medis, terjadi emisi buangan, di luar lokasi tetapi tidak menimbulkan kerusakan.	5
	<i>Noticeable</i>	Cidera atau penyakit ringan, memar bagian tubuh, kerusakan kecil, kerusakan ringan dan terhentinya proses kerja sementara waktu tetapi tidak menyebabkan pencemaran diluar lokasi	1

Sumber : *Risk Management AS/NZS 4360 : 1999*

Setelah dilakukan penghitungan kemungkinan \times paparan \times keparahan, maka dikategorikan sesuai dengan tabel di bawah ini :

Tabel 3.10 Tingkat risiko menurut standar AS/NZS 4360

Tingkat Risiko	Kategori	Tindakan
>350	<i>Very High</i>	Aktivitas dihentikan sampai risiko bisa dikurangi hingga mencapai batas yang diperbolehkan atau diterima
180 – 350	<i>Priority 1</i>	Perlu pengendalian sesegera mungkin
70 – 180	<i>Substansial</i>	Mengharuskan adanya perbaikan secara teknis
20 – 70	<i>Priority 3</i>	Perlu diawasi dan diperhatikan secara berkesinambungan
<20	<i>Acceptable</i>	Intensitas yang menimbulkan risiko dikurangi seminimal mungkin

Sumber : *Risk Management AS/NZS 4360 : 1999*

Kemudian dilakukan prioritas pemecahan masalah dengan mengalikan antara hasil perhitungan *HEP* (pada langkah 8) dengan bobot *risk level*. Berikut adalah bobot dari masing-masing *risk level* :

Tabel 3.11 Tabel Bobot *Risk Level*

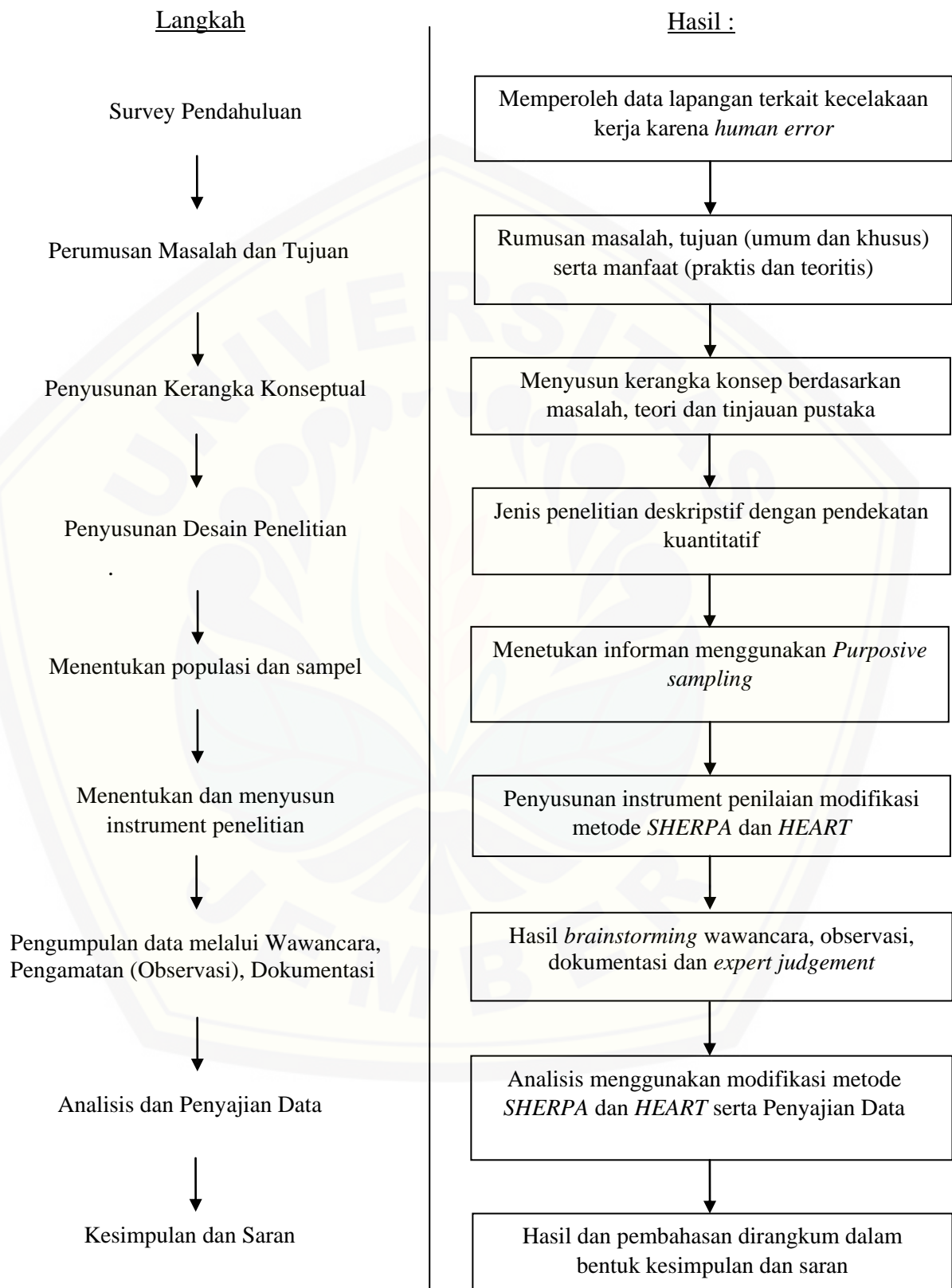
Tingkat Risiko	<i>Risk level</i>	Bobot
>350	<i>Very high</i>	5
180 – 350	<i>Priority 1</i>	4
70 – 180	<i>Substansial</i>	3
20 – 70	<i>Priority 3</i>	2
<20	<i>Acceptable</i>	1

Penentuan prioritas masalah yang harus diselesaikan berdasarkan hasil pengalihan *HEP* dan bobot *risk level* dengan nilai tertinggi sampai nilai terendah.

11) Analisis *Remedy*

Tahap terakhir dalam proses ini yaitu mengusulkan strategi pengurangan kesalahan. Biasanya, strategi ini dikategorikan dalam empat kategori, yaitu peralatan, pelatihan, prosedur dan organisasi.

3.8 Alur Penelitian



Gambar 3.2 Alur Penelitian

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya, berikut adalah kesimpulan yang ditarik oleh peneliti :

- a. Terdapat 8 *task* dan 80 *sub task* pada pekerjaan pengelasan *conveyor chute*. Adapun *task* pada pekerjaan tersebut yaitu persiapan, identifikasi kebocoran, memotong plat sesuai kebutuhan, pemindahan material (plat) dan alat ke tempat kebocoran, persiapan seluruh alat dan material di tempat pengelasan, proses pengelasan, pembasahan disemua tempat jatuhnya bunga api dan merapikan alat.
- b. Terdapat 54 *human error* yang dapat diprediksi dengan 72% *error mode* kategori A9; 9% *error mode* kategori A4; 6% *error mode* kategori A1 dan C1; 4% *error mode* kategori A3 serta 1% *error mode* kategori C2.
- c. Hasil penilaian penghitungan probabilitas *human error* yaitu *sub task* yang memiliki *HEP* terbesar yaitu saat melakukan pengelasan dari dalam *conveyor chute*, sedangkan *sub task* yang memiliki *HEP* terkecil yaitu memberikan stang las saat melakukan proses pengelasan baik dari dalam maupun dari luar *conveyor chute*.
- d. Nilai keandalan manusia (R) merupakan tingkat keberhasilan manusia dalam melakukan sebuah pekerjaan. *Task* yang memiliki tingkat keandalan tinggi yaitu *task* identifikasi kebocoran dengan nilai 0,5781. *Task* yang memiliki tingkat keandalan rendah yaitu *task* pemindahan material (plat) dan alat ke tempat kebocoran dengan nilai 0,0983, *task* persiapan seluruh alat dan material (plat) di tempat pengelasan dengan nilai 0,00025, *task* proses pengelasan dari luar dengan nilai 0,1564 dan pengelasan dari dalam dengan nilai 3,1582E-5, *task* pembasahan dengan nilai 0,1922, *task* merapikan alat dengan nilai 0,00097.
- e. Risiko dinilai dengan mengalikan *likelihood*, *exposure* dan *consequence* dengan hasil sebesar 29% yaitu *risk level* dengan kategori *acceptable*, *risk level* dengan kategori *priority 3* sebesar 24%, *risk level* dengan kategori *very*

high sebesar 23%, *risk level* dengan kategori *substansial* sebesar 21% dan *risk level* dengan kategori *priority 1* sebesar 3%.

- f. Upaya pencegahan *human error* disusun berdasarkan *EPC*, *HEP* dan risiko yang mungkin terjadi baik secara substitusi, teknis, administrasi dan APD.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan oleh peneliti antara lain :

- a. Bagi perusahaan (Ahli K3 dan Pemeliharaan Mesin 2)
 - 1) Mengganti *chute* yang rusak dengan *chute* baru.
 - 2) Melakukan pengawasan yang lebih ketat terhadap penerapan K3 di tempat kerja.
 - 3) Memberikan *training* pengoperasian *forklift*, *overhead crane* dan *welding* pada pekerja yang belum mengalami *training*.
 - 4) Memberikan informasi dan pengetahuan cara mengangkat dan bekerja dengan posisi tubuh yang ergonomis.
 - 5) Memberikan sarung tangan las saat pekerja melakukan pengelasan dan sarung tahan berbahan karet saat pekerja terpapar benda-benda yang tajam.
 - 6) Memberikan alat angkat untuk membantu memindahkan plat yang akan dipotong seperti *hand trolley* atau *hand pallet*.
 - 7) Pada saat menaiki tangga *transfer house* memiliki risiko terjatuh dan terpeleset dikarenakan lantai licin ketika basah atau banyak batu bara di tangga, perusahaan dapat menambahkan *step nosing* pada tangga untuk mengurangi licin.
 - 8) Tempat pemotongan plat yang dilakukan di *outdoor* dan didekat batu bara dapat berbahaya apabila percikan api terbawa angin. Sebaiknya perusahaan memindahkan proses pemotongan plat ke *workshop*. Apabila dilakukan di area *coal handling*, pilih tempat yang aman dan beri atap supaya pekerja tidak terpapar matahari secara langsung serta

pembatas agar percikan bunga api las tidak terbawa angin ke tumpukan batu bara.

- 9) Menambahkan *flashback arrestor* pada tabung asetilen untuk menahan arus balik atau nyala api agar tidak merembet ke jalur *supply*.
- 10) Menambahkan manometer pada tabung gas asetilen untuk mengetahui tekanan kerjanya, agar tidak menggunakan taksiran dalam menentukan jumlah keluarnya gas.
- 11) Memberikan *safety helmet* yang dilengkapi lampu dan menambah *exhaust fan* saat melakukan pengelasan dari dalam *chute*.
- 12) Melakukan penambahan jumlah *man hole* disetiap *chute*.
- 13) Mengganti arah pembukaan pintu *man hole* dari kiri ke kanan menjadi bawah ke atas untuk menghindari amblesan batu bara.
- 14) Mengganti sensor *chute plug* yang tidak berfungsi.
- 15) Mengganti warna tabung oksigen yang semula hitam menjadi biru. Berdasarkan Surat Edaran Menteri Tenaga Kerja No. 06/MEN/1990 tabung oksigen berwarna biru.
- 16) Menambahkan rambu-rambu K3 di area kerja K3 terkait menaiki tangga, bahan kimia berbahaya dan mudah meledak disekitar pemotongan plat yang menggunakan gas asetilen dan rambu-rambu K3 lainnya di area *coal handling* seperti wajib APD.
- 17) Menyediakan air minum di lokasi kerja agar pekerja tidak perlu naik turun *transfer house* untuk mengkonsumsi air minum di *MEG*.
- 18) Perusahaan membuat instruksi kerja (IK) terkait pekerjaan perbaikan *conveyor chute* (terlampir).
- 19) Melakukan pencatatan terhadap setiap *unsafe action* dan *unsafe condition* yang ditemukan dengan kartu *near miss report* (terlampir).
- 20) Memberikan sanksi tegas terkait K3 terutama penggunaan APD karena kepatuhan penggunaan APD masih rendah.

b. Bagi pekerja

- 1) Pekerja harus memperbanyak minum air putih agar tidak dehidrasi.
- 2) Apabila mengalami keluhan penurunan kesehatan, sebaiknya beristirahat.
- 3) Usahakan meminimalkan mengangkat dan mengangkut barang secara manual, apabila terpaksa maka jangan melebihi batas berat yang ditentukan dan memperhatikan posisi yang ergonomis.
- 4) Meningkatkan kedisiplinan dengan menggunakan APD lengkap dan sesuai serta meningkatkan kewaspadaan.

c. Bagi peneliti selanjutnya

Penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu diharapkan untuk peneliti selanjutnya dapat menilai *human error* menggunakan modifikasi metode *SHERPA* dan *HEART* dengan melakukan penilaian indeks sensitivitas supaya hasil prediksi *human error* benar-benar akurat. Selanjutnya yaitu menghitung *residual risk* untuk mengidentifikasi risiko yang masih ada setelah dilakukan pengendalian terhadap bahaya yang telah teridentifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Qarni, Dr. 'Aidh. 2014. *Menjadi Wanita Paling Bahagia*. Jakarta : Qisthi Press
- Ambarsari, Liana. 2015. Pengaruh Lingkungan Kerja dan Keselamatan Kesehatan Kerja terhadap Kinerja Karyawan pada PT. Total Bangun Persada Tbk. *Naskah Publikasi*. Fakultas Ekonomi dan Bisnis. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Anindya Faradhilla, Pramono. 2017. Hubungan Budaya Organisasi Dan Program Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Terhadap Disiplin Kerja Dalam Pemakaian Alat Pelindung Diri (Apd) Pada Karyawan Pt. Komatsu Remanufacturing Asia Balikpapan. *Jurnal Psikoborneo*, Vol.5, No. 1, hal 172-183, ISSN Online 2477-2674.
- Anizar. 2009. *Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Anshari, dkk. 2017. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kecelakaan Kerja pada Karyawan PT. Kunanggo Jantan Kota Padang Tahun 2016. *Prosiding Seminar Nasional IKADESMA A "Peran Tenaga Kesehatan dalam Pelaksanaan SDGs"*. ISBN: 978-979-3812-41-0
- Arif, Muhammad. 2016. *Bahan Ajar Rancangan Teknik Industri*. Yogyakarta: Deepublish.
- Arini, A. & Mulyono, 2013. Analisis Human Reliability Pada Operator Bagian Maintenance Mesin 2 Dengan Metode Human Error Assessment and Reduction Technique di PT. X. *The Indonesian Journal Of Occupation Safety and Health*, Vol. 2, pp. 106-118. s.l.:s.n.
- Aryanto, Lambang dkk. 2016. Hubungan Pelatihan, Status Kerja, Latar Belakang Pendidikan, dan Penggunaan Alat Pelindung Diri dengan Terjadinya Kecelakaan Kerja pada Total E&P Indonesia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Volume 4, Nomor 3, Juli 2016 (ISSN: 2356-3346).
- Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Ketenagakerjaan. 2015. *Laporan Tahunan: Dari Transformasi Menuju Kinerja Unggul*. Jakarta : Badan Penyedia Jaminan Sosial Ketenagakerjaan.

- Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Ketenagakerjaan. 2016. *Laporan Tahunan: Andal dan Unggul Melayani Pekerja Indonesia*. Jakarta : Badan Penyedia Jaminan Sosial Ketenagakerjaan.
- Bancin, Abdon Marke. 2017. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Tindakan tidak Aman (Unsafe Action) pada Pekerja Di PT. Kharisma Cakranusa Rubber Industry Tahun 2016. *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Barizqi, Inna Nesyi. 2015. Hubungan antara Kepatuhan Penggunaan APD dengan Kejadian Kecelakaan Kerja pada Pekerja Bangunan PT. Adhi Karya Tbk Proyek Rumah Sakit Telogorejo Semarang. *Skripsi*. Ilmu Kesehatan Masyarakat. Fakultas Keolahragaan. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Bell, J. & Holyord, J., 2009. *Review Of Human Reliability Assessment Method. Health and Safety Executive (HSE)*. s.l.:HSE Book.
- Bell, Julie dan Justin Holroyd. 2009. *Review of Human Reliability Assessment Methods*. HSE Books.
- Bintoro, A. Gatot. 2012. *Dasar-Dasar Pekerjaan Las*. Yogyakarta : Kanisius.
- Birolini, Alessandro. 2017. *Reliability Engineering Theory and Practise 8th Edition*. Germany : Springer Nature.
- Bryan Alfons Willyam, Sepang dkk. 2013. Manajemen Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Proyek Pembangunan Ruko Orlens Fashion Manado. *Jurnal Sipil Statik*, Vol.1, No. 4, Maret 2013 (282-288) ISSN: 2337-6732.
- Bungin, Burhan. 2005. *Metodologi Penelitian Kuantitatif*. Jakarta : Prenada Media.
- Busyairi, dkk. 2014. Pengaruh Keselamatan Kerja dan Kesehatan Kerja terhadap Produktivitas Kerja Karyawan. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Vol. 13, No. 2, Des 2014. ISSN 1412-6869
- Calixto, Eduardo. 2016. *Gas and Oil Reliability Engineering: Modeling and Analysis, Second Edition*. UK: Gulf Professional Publishing.

- Danim, Sudarwan. 2003. *Motivasi Administrasi Manajemen dan Kepemimpinan Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Daryanto. 2003. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja Bengkel*. Jakarta : PT. Rineka Cipta.
- Dell, Geoff. 2012. *Models of Causation: Safety*. Victoria : Safety Institute of Australia.
- Dhillon. 2005. *Reliability, Quality, and Safety for Engineers*. Washington DC: CRC Press.
- Disnakertrans Jawa Timur. 2013. *Laporan Kinerja Tahun 2013*. Dinas Ketenagakerjaan dan Transmigrasi Jawa Timur.
- Disnakertrans Jawa Timur. 2014. *Laporan Kinerja Tahun 2014*. Dinas Ketenagakerjaan dan Transmigrasi Jawa Timur.
- Disnakertrans Jawa Timur. 2015. *Laporan Kinerja Tahun 2015*. Dinas Ketenagakerjaan dan Transmigrasi Jawa Timur. Surabaya.
- Disnakertrans Jawa Timur. 2016. *Laporan Kinerja Tahun 2016*. Dinas Ketenagakerjaan dan Transmigrasi Jawa Timur. Surabaya.
- Disnakertrans Jawa Timur. 2017. *Laporan Kinerja Tahun 2017*. Dinas Ketenagakerjaan dan Transmigrasi Jawa Timur. Surabaya.
- Dong, Xiuwen Sue dkk. 2017. Fatal Falls and PFAS Use in the Construction Industry: Findings from the NIOSH FACE Reports. *Journal of Elsevier*, Vol. 102, Hal. 136-143.
- Embrey. 1986. *Application of Human Reliability Assessment to Process Plant Design. Ergonomic Problem in Process Operation*. Rugby: Instan Chem. Engrs.
- Esmiralda, dkk. 2014. Investigasi Penyebab Kecelakaan Kerja dengan Menggunakan Metoda *Systemic Cause Analysis Technique (Scat)* di Lingkungan Kerja PT.X. *Prosiding SNSTL I 2014*. ISSN 2356-4938.

- Findiastuti, Weny. 2002. Analisa Human Error Pada Kecelakaan Kereta Api (Studi Kasus Persilangan No.25 Jemur Andayani Surabaya). *Skripsi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ghasemi, Mehdi dan Jebrail Nasleseraji. 2013. Application of SHERPA to Identify and Prevent Human Errors in Control Units of Petrochemical Industry. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)*, Vol. 19, No. 2, 203-209. Departemen Kesehatan Kerja. Sains Kedokteran Universitas TeHRAn. Iran.
- Griggs, Forrest. 2012. *A Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) Examination of Commercial Vessel Accident*. Monterey : Calhoun The NPS Institutional Archieve.
- Harjono, Ade Jiwantyo. 2014. Penilaian Risiko pada Proses Pembuatan Shear Wall pada Pembangunan Apartemen. *The Indonesian Journal of Safety, Health and Environment*. Vol. 1, No. 1 Jan-April 2014: 95-106.
- Hughes, C.M., Baber, C., Bienkiewicz, M., Worthington, A., Hazell, A. and Hermsdorfer, J., 2015. The application of SHERPA (Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach) in the development of compensatory cognitive rehabilitation strategies for stroke patients with left and right brain damage. *Journal of Ergonomics*, 58 (1), pp.75-95.
- International Labour Organization. 2017. *Safety and Health at Work*. United Nation : ILO <http://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/lang--en/index.htm> [diakses tanggal 2 November 2017]
- Iridiastadi, Hardianto dan Yassierli. 2014. *Ergonomi Suatu Pengantar*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Irzal. 2016. *Dasar-Dasar Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. Jakarta : Kencana.
- Jaminan Sosial Tenaga Kerja. 2011. *Laporan Tahunan: Transformasi Menuju Era Baru*. Jakarta : Badan Penyedia Jaminan Sosial Ketenagakerjaan.
- Jaminan Sosial Tenaga Kerja. 2012. *Laporan Tahunan: Membangun Kekuatan Menuju BPJS Ketenagakerjaan*. Jakarta : Badan Penyedia Jaminan Sosial Ketenagakerjaan.

- Jaminan Sosial Tenaga Kerja. 2013. *Laporan Tahunan: Memperkokoh Landasan BPJS Ketenagakerjaan*. Jakarta : Badan Penyedia Jaminan Sosial Ketenagakerjaan.
- Kirwan, Barry. 1996. The Validation of Three Human Reliability Quantification Technique - THERP, HEART, and JHEDI; Part 1 Technique Descriptions and Validation Issue. *Elsevier Science Journal*, Vol. 27, pp. 359-373. s.l.:s.n.
- Kusgiyanto, Wahyu dkk. 2017. Analisis Hubungan Beban Kerja Fisik, Masa Kerja, Usia, dan Jenis Kelamin terhadap Tingkat Kelelahan Kerja pada Pekerja Bagian Pembuatan Kulit Lumpia di Kelurahan Kranggan Kecamatan Semarang Tengah. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, Vol. 5, No. 5, Oktober 2017, ISSN: 2356-3346.
- Kuswana, Wowo Sunaryo. 2016. *Ergonomi dan K3*. Bandung; PT. Remaja Rosdakarya Offset.
- Larasati, Yosi Dhemas. 2015. Pengaruh Paparan Debu Batubara terhadap Status Faal Paru Pekerja di PT. X Surabaya. *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Masitoh, Saida dkk. 2013. Analisa Tingkat Keandalan Operator Inside Welding dengan Metode Human Error Assessment and Reduction Technique. *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 1, No. 3, pp. 245-250. Fakultas Teknik. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Moelong, Lexy J. 2010. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung : PT. Remaja Rosdakarya.
- Nazir, Mohammad. 2009. *Metode Penelitian*. Jakarta : Ghalia Indonesia.
- Nitisesmito, Alex. 1982. *Manajemen Personalia*. Jakarta : Ghalia Indonesia.
- Notoatmodjo, Soekidjo. 2010. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Palupi, Diah Ayu. 2015. Hubungan antara Stres Kerja dengan Perilaku Berbahaya pada Pekerja Shift Malam. *Skripsi*. Fakultas Psikologi. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang.

- Pamungkas, dkk. 2017. Pengaruh Pendidikan dan Pengalaman Kerja terhadap Kemampuan Kerja dan Kinerja Karyawan (Studi pada Karyawan PT. INKA (Persero)). *Jurnal Administrasi Bisnis (JAB)*, Vol. 43 No.1.
- Pemerintah Provinsi Jawa Tengah. 2017. *2017, Angka Kecelakaan Kerja Jateng Turun*. [serial online]. Tersedia : <https://jatengprov.go.id/publik/2017-angka-kecelakaan-kerja-jateng-turun/> [19 Maret 2018]
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.09/MEN/VII/2010 tentang Operator dan Petugas Pesawat Angkat dan Angkut. Jakarta.
- Permatasari dan Arifin. 2017. Hubungan Pengetahuan, Sikap dan Kenyamanan Pekerja dengan Pemakaian Alat Pelindung Diri (APD) di Bengkel Las Listrik Kecamatan Amuntai Tengah Kabupaten HSU Tahun 2016. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, Vol. 14 No. 1, Januari 2017
- Pratama, Dimas Nindy. 2017. Identifikasi Risiko Musculoskeletal Disorders (MSDS) pada Pekerja Pandai Besi. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, Vol. 6, No. 1 Jan-April 2017: 78–87
- Pravitra, dkk. 2017. Analisis Faktor Risiko Kecelakaan Kerja pada Tenaga Kerja Produksi PT Indotama Omicron Kahar di Purworejo, Jawa Tengah. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, Vol. 9, No.1, Agustus 2017, pp.31-37. p-ISSN: 1978-5763; e-ISSN: 2579-3896
- Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI. 2015. *Situasi Kesehatan Kerja*. Jakarta : Kementerian Kesehatan RI.
- Ramli, Suhatman. 2010. *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Reason, James. 1990. *Human Error*. Cambridge, U.K: Cambridge University Press.
- Rifaldi. 2016. *Kekuatan Kata Motivasi dan Gambar : Power of Poster*. Yogyakarta: Diandra Kreatif.
- Rijanto, B. Boedi. 2011. *Pedoman Pencegahan Kecelakaan di Industri*. Jakarta: Mitra Wacana Media.

- Rooney, James dkk. 2002. *Reduce Human Error. Quality Progress* 35(9), 26-36
ABS Consulting, Knoxville, TN.
- Salami, Indah Rachmatiah Siti dkk. 2016. *Kesehatan dan Keselamatan Lingkungan Kerja*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Sandom, Carl dan Roger S. Harvey. 2009. *Human Factor for Engineers*. United Kingdom: The Institution of Engineering and Technology.
- Septiana, Dwi Ayu dan Mulyono. 2014. Faktor yang Mempengaruhi *Unsafe Action* pada Pekerja di Bagian Pengantongan Urea. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, Vol. 3, No. 1 Jan-Jun 2014: 25-34
- Sheperd, Andrew. 2001. *Hierarcical Task Analysis*. London : Taylor and Francis.
- Simanjuntak, Nelly Sri Rahayu, dkk. 2013. Hubungan antara Kadar Debu Batubara Total dan Terhirup Serta Karakteristik Individu dengan Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja di Lokasi Coal Yard PLTU X Jepara. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, Vol. 2, No. 2, April 2013.
- Sinungan, Muchdarsyah. 2008. *Produktivitas : Apa dan Bagaimana*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Skjong, Rolf dan Benedikte H. Wentwordt. 2001. Expert Judgement and Risk Preception. *Proceeding of International Society ogf Offshore and Polar Engineering Conference Stavanger, Norway. June 17-22, 2001: Vol. 4*. s.l.:s.n.
- Soedirman dan Suma'mur. 2014. *Kesehatan Kerja dalam Perspektif Hiperkes dan Keselamatan Kerja*. Jakarta : PT. Gelora Aksara Pratama.
- Stanton, Neville & Sarah V. Stevenage. 2010. *Learning to Predict Human Error: Issues of Acceptability, Reliability and Validity*. UK : Taylor & Francis.
- Stanton, Neville. 2005. *Handbook of Human Factors and Ergonomic Methods*. Florida : CRC Press.
- Sucipto, Cecep Dani. 2014. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Yogyakarta : Goysen Publishing.

- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung : CV. Alfabeta.
- Sujoso, Anita Dewi P. 2012. *Dasar-Dasar Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Jember : UPT Penerbitan UNEJ.
- Sukedana, dkk. 2016. Prevalensi Keluhan Muskuloskeletal dan Keluhan Kesehatan Lainnya pada Pekerja Pura Batu Padas di Desa Tamblang dalam Konsep *Health Ergonomic*. *Jurnal Ergonomi Indonesia*, Vol.2, No.1. ISSN Print : 1411 – 951 X, ISSN Online : 20503-1716
- Suma'mur. 2009. *Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta : Gunung Agung.
- Suma'mur. 2009. *Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan*. Jakarta : CV Haji Masagung.
- Supriyanto, Riyan dan Aman Evendi. 2015. Kepatuhan Pemakaian Alat Pelindung Diri pada Pekerja Las di Indramayu. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, Vol.1, No.3 Desember 2015.
- Suyanto, Bagong. 2005. *Metode Penelitian Sosial: Berbagai Alternatif Pendekatan*. Jakarta : Prenada Media
- Suyono, Karina Zain dan Nawawinetu. 2013. Hubungan antara Faktor Pembentuk Budaya Keselamatan Kerja dengan *Safety Behavior* di PT Dok dan Perkapalan Surabaya Unit *Hull Construction*. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, Vol. 2, No. 1 Jan-Jun 2013: 67–74
- UU Republik Indonesia. 1970. *Undang-Undang Republik Indonesia No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja*. Jakarta
- Waluyo dan Gunawan. 2015. *Risk Based Behavioral Safety*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Waruwu, Saloni dan Ferida Yuamita. 2016. Analisis Faktor Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) yang Signifikan Mempengaruhi Kecelakaan Kerja pada Proyek Pembangunan Apartemen Student Castle. *Jurnal Spektrum Industri*, Vol. 14, No. 1, 1 – 108, ISSN Online : 2442-2630.

Widoyoko, S. Eko Putro. 2013. *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar.

William, Jeremy. 1988. A Data Base Method For Assessing And reducing Human Error To Improve Operational Performance. *Proceeding of IEEE 4th. Conference on Human Factors in Power Plant*. Monterey, CA, USA, June 59, 1988:pp. 436-450.

Winarsunu, Tulus. 2008. *Psikologi Keselamatan Kerja*. Malang : UMM Press.

Wiriosumarto dan Okumura. 2014. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta : PT> Balai Pustaka.

Wiwoho, Bimo. 2017. Percikan Las Diduga Penyebab Kebakaran Pabrik Kembang Api. [Online]. CNN Indonesia. Tersedia <https://www.cnnindonesia.com/nasional/20171028153430-20-251832/percikan-las-diduga-penyebab-kebakaran-pabrik-kembang-api> [diakses 6 Juni 2018]

Lampiran A. Kuesioner Pemilihan *Expert Judgement***KUISIONER PEMILIHAN *EXPERT JUDGEMENT***

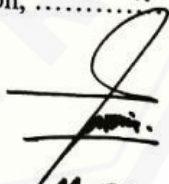
NAMA : Muhammad Badrul M.S.

POSISI : Supervisor Pemeliharaan Mesin 2

Beri tanda (√) untuk setiap jawaban yang dipilih !

- | No. | Pertanyaan | Ya | Tidak |
|-----|---|-------------------------------------|--------------------------|
| 1. | Apakah anda mempunyai pengalaman dalam pekerjaan pada pemeliharaan mesin 2 khususnya pekerjaan pengelasan <i>chute conveyor</i> ? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. | Apakah anda bersedia untuk meluangkan waktu pada jam kerja untuk terlibat dalam penilaian ini? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. | Apakah anda mempunyai banyak pengetahuan tentang pekerjaan pada pemeliharaan mesin 2 khususnya pekerjaan pengelasan <i>chute conveyor</i> ? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. | Apakah anda memiliki reputasi baik dalam perusahaan ini? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. | Apakah anda memiliki sifat netral, objektif dan jujur ? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. | Sudah berapa lama pengalaman anda dalam pekerjaan pemeliharaan mesin 2 ini ?
*sebutkan dalam tahun | | |

Paiton, 30 April 2015



(.....
M. BADRUL.....)

KUISIONER PEMILIHAN EXPERT JUDGEMENT

NAMA : Muhammad Kemal Jayadi
 POSISI : Asistans Engineer Pemeliharaan Mesin 2

Beri tanda (√) untuk setiap jawaban yang dipilih !

- | No. | Pertanyaan | Ya | Tidak |
|-----|--|-------------------------------------|--------------------------|
| 1. | Apakah anda mempunyai pengalaman dalam pekerjaan pada pemeliharaan mesin 2 khususnya pekerjaan pengelasan chute conveyor ? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. | Apakah anda bersedia untuk meluangkan waktu pada jam kerja untuk terlibat dalam penilaian ini? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. | Apakah anda mempunyai banyak pengetahuan tentang pekerjaan pada pemeliharaan mesin 2 khususnya pekerjaan pengelasan chute conveyor ? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. | Apakah anda memiliki reputasi baik dalam perusahaan ini? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. | Apakah anda memiliki sifat netral, objektif dan jujur ? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. | Sudah berapa lama pengalaman anda dalam pekerjaan pemeliharaan mesin 2 ini ?
*sebutkan dalam tahun | | |

Paiton, 16 April 2018



(.....)

KUISIONER PEMILIHAN *EXPERT JUDGEMENT*


NAMA : Irham Siregar

POSISI : Assistant Engineer Pemeliharaan Mesin 2

Beri tanda (√) untuk setiap jawaban yang dipilih !

- | No. | Pertanyaan | Ya | Tidak |
|-----|---|-------------------------------------|--------------------------|
| 1. | Apakah anda mempunyai pengalaman dalam pekerjaan pada pemeliharaan mesin 2 khususnya pekerjaan pengelasan <i>chute conveyor</i> ? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. | Apakah anda bersedia untuk meluangkan waktu pada jam kerja untuk terlibat dalam penilaian ini? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. | Apakah anda mempunyai banyak pengetahuan tentang pekerjaan pada pemeliharaan mesin 2 khususnya pekerjaan pengelasan <i>chute conveyor</i> ? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. | Apakah anda memiliki reputasi baik dalam perusahaan ini? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. | Apakah anda memiliki sifat netral, objektif dan jujur ? | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. | Sudah berapa lama pengalaman anda dalam pekerjaan pemeliharaan mesin 2 ini ?
*sebutkan dalam tahun | | |

Paiton, 25 April 2018..


 (.....)

Lampiran B. Lembar Pernyataan *Expert Judgement***LEMBAR PERNYATAAN EXPERT JUDGEMENT**

Dalam penelitian ini menggunakan *expert* untuk membantu memberikan penilaian probabilitas *human error* pada pekerjaan pengelasan *chute conveyor* dengan modifikasi metode *SHERPA* dan *HEART*. Adapun beberapa penilaian oleh *expert* ini meliputi pemeriksaan *task* dan *subtask*, pemeriksaan prediksi dan konsekuensi *human error*, *GTTs*, pemeriksaan dan penilaian *EPC*, pemeriksaan serta penilaian *APOE* dan penilaian risiko. Penilaian *expert* ini didasarkan pada beberapa kriteria.

Kriteria tersebut ialah sebagai berikut :

1. Mempunyai pengalaman dalam pekerjaan pada pemeliharaan mesin 2 khususnya pekerjaan pengelasan *chute conveyor*.
2. Bersedia melakukan waktu pada jam kerja untuk memberikan informasi terkait pekerjaan pengelasan *chute conveyor*.
3. Mempunyai banyak pengetahuan tentang pekerjaan pada pemeliharaan mesin 2 khususnya pekerjaan pengelasan *chute conveyor*.
4. Memiliki reputasi baik dalam perusahaan.
5. Memiliki sifat netral, objektif dan jujur.

Penilaian dilakukan oleh *expert* yang sudah memenuhi kriteria tersebut diatas.

Adapun *expert* yang sudah memenuhi kriteria ialah :

Nama : Muhammad Badrul

Jabatan: Supervisor Pemeliharaan Mesin 2

Peneliti memohon agar *expert* yang telah memenuhi kriteria dapat membantu memberikan penilaian seperti yang sudah disebutkan diatas.

Paiton,
30 April 2018
.....
(.....
N. Badrul.....)

LEMBAR PERNYATAAN EXPERT JUDGEMENT

Dalam penelitian ini menggunakan *expert* untuk membantu memberikan penilaian probabilitas *human error* pada pekerjaan pengelasan *chute conveyor* dengan modifikasi metode *SHERPA* dan *HEART*. Adapun beberapa penilaian oleh *expert* ini meliputi pemeriksaan *task* dan *subtask*, pemeriksaan prediksi dan konsekuensi *human error*, *GTTs*, pemeriksaan dan penilaian *EPC*, pemeriksaan serta penilaian *APOE* dan penilaian risiko. Penilaian *expert* ini didasarkan pada beberapa kriteria.

Kriteria tersebut ialah sebagai berikut :

1. Mempunyai pengalaman dalam pekerjaan pada pemeliharaan mesin 2 khususnya pekerjaan pengelasan *chute conveyor*.
2. Bersedia melakukan waktu pada jam kerja untuk memberikan informasi terkait pekerjaan pengelasan *chute conveyor*.
3. Mempunyai banyak pengetahuan tentang pekerjaan pada pemeliharaan mesin 2 khususnya pekerjaan pengelasan *chute conveyor*.
4. Memiliki reputasi baik dalam perusahaan.
5. Memiliki sifat netral, objektif dan jujur.

Penilaian dilakukan oleh *expert* yang sudah memenuhi kriteria tersebut diatas.

Adapun *expert* yang sudah memenuhi kriteria ialah :

Nama : Muhammad Kemal Jayadi

Jabatan: Assistant Engineer Pemeliharaan Mesin 2

Peneliti memohon agar *expert* yang telah memenuhi kriteria dapat membantu memberikan penilaian seperti yang sudah disebutkan diatas.

Paiton,16 April 2018



(.....)

LEMBAR PERNYATAAN EXPERT JUDGEMENT

Dalam penelitian ini menggunakan *expert* untuk membantu memberikan penilaian probabilitas *human error* pada pekerjaan pengelasan *chute conveyor* dengan modifikasi metode *SHERPA* dan *HEART*. Adapun beberapa penilaian oleh *expert* ini meliputi pemeriksaan *task* dan *subtask*, pemeriksaan prediksi dan konsekuensi *human error*, *GTTs*, pemeriksaan dan penilaian *EPC*, pemeriksaan serta penilaian *APOE* dan penilaian risiko. Penilaian *expert* ini didasarkan pada beberapa kriteria. Kriteria tersebut ialah sebagai berikut :

1. Mempunyai pengalaman dalam pekerjaan pada pemeliharaan mesin 2 khususnya pekerjaan pengelasan *chute conveyor*.
2. Bersedia melakukan waktu pada jam kerja untuk memberikan informasi terkait pekerjaan pengelasan *chute conveyor*.
3. Mempunyai banyak pengetahuan tentang pekerjaan pada pemeliharaan mesin 2 khususnya pekerjaan pengelasan *chute conveyor*.
4. Memiliki reputasi baik dalam perusahaan.
5. Memiliki sifat netral, objektif dan jujur.

Penilaian dilakukan oleh *expert* yang sudah memenuhi kriteria tersebut diatas. Adapun *expert* yang sudah memenuhi kriteria ialah :

Nama : Irham Sregar

Jabatan: ~~Staff~~ Assistant Engineer Pemeliharaan Mesin 2

Peneliti memohon agar *expert* yang telah memenuhi kriteria dapat membantu memberikan penilaian seperti yang sudah disebutkan diatas.

Paiton, 25 April 2018


(.....IRHAM.....)

Lampiran C. Lembar *Brainstorming*

LEMBAR BRAINSTORMING TASK-ERROR IDENTIFICATION

Task :

<i>Task</i>	<i>Sub-task</i>	<i>Possible Human Error</i>	Konsekuensi Human Error



Lampiran D. Lembar Penilaian Metode *SHERPA*

LEMBAR PENILAIAN METODE *SHERPA*

No. Task	Task	Mode Error	Deskripsi Error	Konsekuensi	Recovery	P	C	Remedy

Keterangan :

P : *probability*

C : *critically*

Lampiran F. Lembar Penilaian Modifikasi Metode *SHERPA* dan *HEART*

LEMBAR PENILAIAN MODIFIKASI *SHERPA* DAN *HEART*

No	Generic Task	Deskripsi Error	Mode Error	Konsekuensi	Recovery	HEP	R	L	E	C	Risk value	Risk level	Remedy

Keterangan :

HEP : human error probability

R : reliability

L : likelihood

E : exposure

C :consequency

Lampiran G. Surat Ijin Penelitian

Nomor : R065335
Sifat : Biasa
Lampiran : -

26 Maret 2018

Kepada

Yth. Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Jember
Jl. Kalimantan 37 Kampus Tegai Boto
Jember
Telp : (0331) 337878, Fax : (0331) 322995

Perihal : **Persetujuan Penelitian Universitas Jember an Ayun Hafisyah Wafi**

Menindaklanjuti surat dari Universitas Jember Perihal : Permohonan Ijin Penelitian, Nomor : 1333/UN25.1.12/SP/2018. Sehubungan dengan perihal tersebut, maka dengan ini kami sampaikan bahwa pada dasarnya kami dapat menerima permohonan mahasiswa saudara atas nama :

No	Nama	Judul Penelitian	Pembimbing
1	A'yun Hafisyah Wafi	Human Reability Assesment Pada Pekerja Pengelasan Chute Conveyor di Area Coal Handling PT I Dengan Menggunakan Metode SHERPA dan HEART	Bagas Kencana

Untuk melaksanakan Penelitian di PT _____ untuk pelaksanaan pada tanggal **01 April 2018 - 30 April 2018 di bidang K3**, setelah memenuhi persyaratan terlampir

MANAGER


MUSTOFA ABDILLAH

Lampiran H. Hasil *Human Reliability Assessment* menggunakan Modifikasi Metode *SHERPA* dan *HEART*

No.	Generic Task	Deskripsi Error	Error Mode	Konsekuensi	Recovery	HEP	R	L	E	C	Risk value	Risk level	Remedy
1. Persiapan													
1.1	Toolbox safety meeting	Tidak ada	-	Tidak ada	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.2	Menggunakan APD	Tidak ada	-	Tidak ada	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Identifikasi kebocoran													
2.1	Menaiki tangga <i>transfer house</i>	Tidak pegangan <i>hand rail</i> , menaiki anak tangga lebih dari satu dalam satu kali langkah	A9	Terjatuh, terpeleset, tersandung, terbentur	-	0,1792	0,8207	6	3	5	90	<i>Substansial</i> <i>Priority 3</i>	Prosedur, peralatan
			A4					10	3	1	30		
								10	3	1	30		
								10	3	1	30		
2.2	Identifikasi lokasi kebocoran	Tidak memperhatikan keamanan, tidak menggunakan APD khususnya masker, <i>safety helmet</i>	A9	kejatuhan benda, terbentur	-	0,1792	0,9748	6	3	1	18	<i>Acceptable</i>	Prosedur, peralatan
							3	3	1	9			
2.3	Menentukan cara pengelasan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.4	Identifikasi kebutuhan plat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.4.1	Mengukur kebutuhan plat menggunakan meteran	Tidak memperhatikan keamanan, tidak menggunakan sarung tangan	A9	Tergores meteran, Terjepit meteran	-	0,1196	0,8804	10	3	1	30	<i>Priority 3</i>	Prosedur, peralatan
								10	3	1	30		
2.4.2	Mencatat hasil ukur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.5	Menuruni tangga <i>transfer house</i>	Tidak pegangan <i>hand rail</i> , menaiki anak tangga lebih dari satu dalam satu kali langkah	A9	Terjatuh, terpeleset, tersandung, terbentur	-	0,1792	0,8207	6	3	5	90	<i>Substansial</i> <i>Priority 3</i>	Prosedur, peralatan
			A4					10	3	1	30		
								10	3	1	30		
								10	3	1	30		

No.	Generic Task	Deskripsi Error	Error Mode	Konsekuensi	Recovery	HEP	R	L	E	C	Risk value	Risk level	Remedy
3. Memotong plat sesuai kebutuhan													
3.1	Persiapan alat <i>cutting</i>												
3.1.1	Pengambilan peralatan <i>cutting</i> dari lemari penyimpanan	Tidak memperhatikan keamanan, tidak menggunakan sarung tangan	A9	Terbentur, terjepit pintu lemari	-	0,0249	0,9750	6	3	1	18	Acceptable	Prosedur, peralatan
3.1.2	Pengecekan oksigen dan asetilen	-	-	-	3.1.3	-	-	-	-	-	-	-	-
3.1.3	Pemasangan regulator ke tabung oksigen dan asetilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.1.3.1	Memasukkan regulator ke tabung oksigen dan asetilen	Tidak mengecek <i>seal regulator</i>	C2	Meledak kebakaran, terhirup gas	-	0,1584	0,8416	3	0,5	50	75	Substansial	Prosedur, peralatan
3.1.3.2	Mengencangkan mur menggunakan kunci inggris	Tidak menggunakan sarung tangan, kurang dalam memasang mur	A9 A1	Kebakaran Terhantam benda, terkilir, terbentur	-	0,1584	0,8416	3	0,5	15	22,5	Priority 3	Prosedur, peralatan
3.1.3.3	Membuka <i>valve</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.2	Sketsa plat												
3.2.1	Memposisikan plat yang akan dipotong dengan menarik atau mendorong plat	Tidak menggunakan sarung tangan, posisi tidak ergonomis	A9	Tergores, <i>Low back pain</i>	-	0,0398	0,9602	6	6	1	36	Priority 3	Prosedur, peralatan
								6	1	5	30	Priority 3	

No.	Generic Task	Deskripsi Error	Error Mode	Konsekuensi	Recovery	HEP	R	L	E	C	Risk value	Risk level	Remedy
3.2.2	Menggambar sketsa pada plat menggunakan kapur	Tidak menggunakan sarung tangan, posisi tidak ergonomis	A9	Tergores meteran, <i>Low back pain</i>	-	0,0256	0,9744	6	6	1	36	Priority 3	Prosedur, peralatan
								6	1	5	30	Priority 3	
3.3	Pembasahan												
3.3.1	Membuka <i>valve</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.3.2	Mengarahkan selang ke sekitar <i>brander</i>	Pembasahan tidak merata	A9	Kebakaran	-	0,1745	0,8255	6	2	15	180	Priority 1	Prosedur, peralatan
3.4	Proses <i>Cutting</i>												
3.4.1	Memakai <i>face shield</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4.2	Mengatur api <i>brander</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.4.1.1	Menyalakan api menggunakan korek pada ujung stang	Tidak menggunakan sarung tangan, tangan terlalu dekat dengan ujung stang	A9 A3	Terkena percikan api, Kebakaran	-	0,0348	0,9667	6	6	1	36	Priority 3	Prosedur, peralatan
								3	0,5	15	22,5	Priority 3	
3.4.1.2	Mengontrol <i>valve</i> untuk mengatur aliran keluarnya aliran oksigen dan asetilen	Tidak tepat dalam mengatur kadar oksigen dan asetilen	A4	meledak, menghirup gas asetilen	-	0,0480	0,9519	3	0,5	50	75	Substansial	Prosedur, peralatan, pelatihan
								10	6	15	900	Very high	
3.4.3	Mengarahkan stang sesuai gambar sketsa pada plat	Tidak menggunakan APD lengkap, mengarahkan stang tidak sesuai sketsa	A9 A3	Menghirup gas asetilen Iritasi mata Terkena percikan api	-	0,7110	0,2889	10	10	15	1500	Very high	Prosedur, peralatan, pelatihan
								6	10	5	300	Priority 1	
								6	10	1	60	Priority 3	
3.5	Pembasahan dengan mengarahkan selang pada plat dan sekitarnya	Pembasahan tidak merata	A9	Kebakaran	-	0,1993	0,8078	6	2	15	180	Priority 1	Prosedur, peralatan

No.	Generic Task	Deskripsi Error	Error Mode	Konsekuensi	Recovery	HEP	R	L	E	C	Risk value	Risk level	Remedy
3.6	Merapikan alat												
3.6.1	Mematikan aliran air dengan menutup valve	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.6.2	Mematikan api blender dengan menutup valve pada stang	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.6.3	Pelepasan regulator dari tabung oksigen dan asetilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.6.3.1	Menutup valve	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.6.3.2	Melepas mur sambungan menggunakan kunci inggris	Tidak menggunakan sarung tangan, kencang dalam memasang mur	A9 A1	Terhantam benda, terkilir, terbentur	-	0,1334	0,8666	6 3 3	0,5 3 1	50 1 1	75 12 3	Substansial Acceptable Acceptable	Prosedur, peralatan
3.6.3.3	Melepas regulator dari lubang tabung oksigen dan asetilen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. Pemindahan plat ke tempat kebocoran													
4.1	Mengendarai forklift dari Mobile Equipment Garage (MEG) ke tempat pemotongan plat	Membawa beban terlalu berat, tidak berhati-hati, tidak memiliki lisensi pengoperasian forklift	A4 A9	Menabrak orang, Menyenggol orang lain	-	0,9595	0,0405	3 6	0,5 2	50 1	75 12	Substansial Acceptable	Prosedur, pelatihan
4.2	Memindahkan material (plat) dan alat ke forklift	Tidak berhati-hati, tidak menggunakan sarung tangan, membawa beban terlalu berat	A9 A7	Tergores, kejatuhan plat,	-	0,1689	0,8311	6 6	3 3	1 1	18 18	Acceptable Acceptable	Prosedur, peralatan

No.	Generic Task	Deskripsi Error	Error Mode	Konsekuensi	Recovery	HEP	R	L	E	C	Risk value	Risk level	Remedy
4.3	Mengendarai <i>forklift</i> ke lokasi <i>transfer house</i>	Membawa beban terlalu berat, tidak memperhatikan keamanan, tidak memiliki lisensi pengoperasian <i>forklift</i>	A4 A9	Menabrak orang, Menyenggol orang lain	-	0,9595	0,0405	3 6	0,5 2	50 1	75 12	<i>Substansial</i> <i>Acceptable</i>	Prosedur, pelatihan
4.4	Memindahkan material dan alat ke tempat kebocoran	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.4.1	Mengangkat plat menggunakan <i>over head crane</i>	Kurang kencang dalam memasang <i>slings belt</i>	A1	Tergores, kejatuhan plat/ benda, menghirup debu batu bara	-	0,7878	0,2122	6 6 10	6 3 10	1 1 15	36 18 1500	<i>Priority 3</i> <i>Acceptable</i> <i>Very high</i>	Prosedur, pelatihan
4.4.2	Meletakkan plat didekat lokasi kebocoran	Tidak berhati-hati, tidak menggunakan APD lengkap	A9	Tergores	-	0,1235	0,8765	6	3	1	18	<i>Acceptable</i>	Prosedur, peralatan
5. Persiapan seluruh alat dan material (plat) di tempat pengelasan													
5.1	Menaiki tangga <i>transfer house</i>	Tidak pegangan <i>hand rail</i> menaiki anak tangga lebih dari satu dalam satu kali langkah	A9 A4	Terjatuh dari tangga terpeleset, tersandung, terbentur	-	0,1792	0,8208	6 10 10 10	3 3 3 3	5 1 1 1	90 30 30 30	<i>Substansial</i> <i>Priority 3</i> <i>Priority 3</i> <i>Priority 3</i>	Prosedur, peralatan
5.2	Mengisolasi <i>conveyor</i> dengan menarik <i>pullcord</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.3	persiapan alat pembasahan dan pemadam api	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.3.1	Memasang selang ke kran	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.3.2	Membuka <i>valve</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

No.	Generic Task	Deskripsi Error	Error Mode	Konsekuensi	Recovery	HEP	R	L	E	C	Risk value	Risk level	Remedy	
5.3.3	Mengarahkan selang ke area sekitar pengelasan	Pembasahan tidak merata	A9	Kebakaran		0,1993	0,8078	6	2	15	180	Substansial	Prosedur, peralatan	
5.4	Persiapan alat las													
5.4.1	Mengecek piranti listrik	Tidak mengecek kondisi/kelayakan kabel dan alat las	C1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5.4.2	Menghubungkan rol kabel dengan sumber daya	Tidak memeriksa keamanan instalasi listrik terlebih dahulu	C1	Tersengat listrik	arus	-	0,3746	0,6254	6	3	5	90	Substansial	Prosedur, peralatan
5.4.3	Membawa receptacle ke area pengelasan	Tidak memperhatikan receptacle dan kabel yang dibawa	A9	Tersandung kabel		-	0,0249	0,9750	3	3	1	9	Acceptable	Prosedur, peralatan
5.4.4	Menghubungkan alat las ke receptacle	Tidak memeriksa keamanan instalasi listrik terlebih dahulu	C1	Tersengat listrik	arus	-	0,1301	0,8699	6	3	5	90	Substansial	Prosedur, peralatan
5.4.5	Menghubungkan kabel ground alat las ke bagian transfer house	Tidak memeriksa keamanan instalasi listrik terlebih dahulu, jepitan grounding tidak rapat	C1	Tersengat listrik, terkena percikan bunga api	arus	-	0,1336	0,8664	6	3	5	90	Substansial	Prosedur, peralatan
5.4.6	Mencoba alat las sampai dapat dioperasikan	Tidak memperhatikan kemananan, terlalu dekat dengan stang las	A9 A3	Tersengat listrik, terkena percikan bunga api menghirup asap las,	arus	-	0,1362	0,8638	6	3	5	90	Substansial	Prosedur, peralatan, pelatihan
5.4.7	Memposisikan tangga ke titik pengelasan	Tidak memperhatikan keamanan	A9	Tertimpa tangga, Terjatuh		-	0,1123	0,8877	3	2	1	6	Acceptable	Prosedur, peralatan
5.4.8	Mengikat tangga agar tidak	Kurang berhati-hati, Mengikat tangga kurang	A9 A1	Tertimpa tangga, Terjatuh		-	0,1598	0,8402	3	2	1	6	Acceptable	Prosedur, peralatan
								6	2	5	60	Priority 3		
								6	2	5	60	Priority 3		

No.	Generic Task	Deskripsi Error	Error Mode	Konsekuensi	Recovery	HEP	R	L	E	C	Risk value	Risk level	Remedy
	bergeser atau jatuh	kencang											
5.5	Pembasahan												
5.5.1	Membuka <i>valve</i>	-	-	-	-	-							
5.5.2	Mengarahkan selang ke area sekitar pekerjaan	Pembasahan tidak merata	A9	Kebakaran	-	0,1993	0,8007	6	2	15	180	Priority 1	Prosedur, peralatan
5.5.3	Mengecilkan kran	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6. Proses pengelasan													
a. Pengelasan dari luar													
6.1	Memakai <i>safey body harness</i>	<i>Hook</i> tidak dikaitkan	A9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.2	Menaiki tangga	Tidak memperhatikan keamanan, tidak menggunakan APD lengkap	A9	Terpeleset, terjatuh, tertimpa tangga, menghirup debu batu bara	-	0,1729	0,8271	6 6 3 10	3 3 2 10	5 5 5 15	90 90 30 1500	Substansial Substansial Priority 3 Very high	Prosedur, peralatan
6.3	Memberikan stang las	Tidak memperhatikan keamanan, tidak menggunakan APD lengkap	A9	Kejatuhan stang Menghirup debu batu bara	6.3 dan 6.4	0,0249	0,9750	6 10	3 10	1 15	18 1500	Acceptable Very high	Prosedur, peralatan
6.4	Memberikan kawat las	Tidak memperhatikan keamanan, tidak menggunakan APD lengkap	A9	Kejatuhan kawat las Menghirup debu batu bara	6.4	0,0249	0,9750	6 10	3 10	1 15	18 1500	Acceptable Very high	Prosedur, peralatan
6.5	Memberikan plat	Tidak memperhatikan keamanan, tidak menggunakan APD lengkap	A9	Tergores, kejatuhan plat, menghirup debu batu bara	-	0,0279	0,9720	6 6 10	3 3 10	1 1 15	18 18 1500	Acceptable Acceptable Very high	Prosedur, peralatan
6.6	Mulai mengelas sambil menghilangkan elektroda	Tidak memperhatikan keamanan alat dan	A9	Terkena percikan bunga api,	-	0,7451	0,2549	6 10	3 10	5 1	90 100	Substansial Substansial	Prosedur, peralatan,

No.	Generic Task	Deskripsi Error	Error Mode	Konsekuensi	Recovery	HEP	R	L	E	C	Risk value	Risk level	Remedy
	las	lingkungan, menggunakan lengkap	tidak APD	menghirup asap las, menghirup debu batu bara				10 10	10 10	5 15	500 1500	Very high Very high	pelatihan
6.7	Menurunkan stang las	Tidak memperhatikan keamanan, menggunakan lengkap	A9 tidak APD	Kejatuhan stang las, menghirup debu batu bara	-	0,0249	0,9706	6 10	3 10	1 15	18 1500	Acceptable Very high	Prosedur, peralatan
6.8	Menuruni tangga	Tidak memperhatikan keamanan, menggunakan lengkap	A9 tidak APD	Terpeset, terjatuh, tertimpa tangga, menghirup debu batu bara	-	0,1729	0,8270	6 6 3 10	3 3 2 10	5 5 5 15	90 90 30 1500	Substansial Substansial Priority 3 Very high	Prosedur, peralatan
b. Pengelasan dari dalam													
6.1	Memakai <i>safey body harness</i>	Hook tidak dikaitkan Tidak menggunakan <i>safety body harness</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.2	Memasuki <i>man hole</i>	Tidak memperhatikan keamanan, menggunakan lengkap	A9 tidak APD	Terpeset, terjatuh, tertimpa tangga, menghirup debu batu bara	-	0,8818	0,1182	6 6 3 10	3 3 2 10	5 50 5 15	90 900 30 1500	Substansial Very high Priority 3 Very high	Prosedur, peralatan
6.3	Menaiki/ menuruni tangga	Tidak memperhatikan keamanan, menggunakan lengkap	A9 tidak APD	Terpeleset, terjatuh, menghirup debu batu bara	6.3 dan 6.4	0,3815	0,6185	10 10 10	3 3 10	50 50 15	1500 1500 1500	Very high Very high Very high	Prosedur, peralatan
6.4	memberikan stang las	Tidak memperhatikan keamanan, menggunakan lengkap	A9 tidak APD	Kejatuhan stang Menghirup debu batu bara	6.4	0,0249	0,9750	6 10	3 10	1 15	18 1500	Acceptable Very high	Prosedur, peralatan

No.	Generic Task	Deskripsi Error	Error Mode	Konsekuensi	Recovery	HEP	R	L	E	C	Risk value	Risk level	Remedy
6.5	Memberikan kawat las	Tidak memperhatikan keamanan, tidak menggunakan APD lengkap	A9	Kejatuhan kawat las Menghirup debu batu bara	-	0,0249	0,9750	6 10	3 10	1 15	18 1500	Acceptable Very high	Prosedur, peralatan
6.6	Memberikan plat	Tidak memperhatikan keamanan, tidak menggunakan APD lengkap	A9	Tergores, kejatuhan plat, menghirup debu batu bara	-	0,0274	0,9726	6 6 10	3 3 10	1 1 15	18 18 1500	Acceptable Acceptable Very high	Prosedur, peralatan
6.7	Mulai mengelas sambil menghilangkan elektroda las	Tidak memperhatikan keamanan alat dan lingkungan, tidak menggunakan APD lengkap	A9	Terkena percikan bunga api, menghirup asap las, menghirup debu batu bara	-	0,9934	0,0066	6 10 10 10	3 10 10 10	5 1 5 15	90 100 500 1500	Substansial Substansial Very high Very high	Prosedur, peralatan, pelatihan
6.8	Menurunkan stang las	Tidak memperhatikan keamanan, tidak menggunakan APD lengkap	A9	Kejatuhan stang las, menghirup debu batu bara	-	0,0245	0,9755	6 10	3 10	1 15	18 1500	Acceptable Very high	Prosedur, peralatan
6.9	Menaiki/ menuruni tangga	Tidak memperhatikan keamanan, tidak menggunakan APD lengkap	A9	Terpeleset, terjatuh, menghirup debu batu bara	-	0,3815	0,6184	10 10 10	3 3 10	50 50 15	1500 1500 1500	Very high Very high Very high	Prosedur, peralatan
6.10	Keluar dari man hole	Tidak memperhatikan keamanan, tidak menggunakan APD lengkap	A9	Terpeset, terjatuh, menghirup debu batu bara	-	0,8818	0,1182	6 6 3 10	3 3 2 10	5 50 5 15	90 900 30 1500	Substansial Very high Priority 3 Very high	Prosedur, peralatan
7. Pembasahan													
7.1	Membuka valve	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.2	Mengarahkan selang ke area sekitar pekerjaan	Pembasahan tidak merata	A9	Kebakaran	-	0,1923	0,8078	6	2	15	180	Substansial	Prosedur, peralatan

No.	Generic Task	Deskripsi Error	Error Mode	Konsekuensi	Recovery	HEP	R	L	E	C	Risk value	Risk level	Remedy
8. Merapikan alat													
8.1	Melepaskan tali tangga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.2	Meletakkan tangga di tempat yang aman	Tidak memperhatikan keamanan	A9	Tertimpa tangga, Tersandung	-	0,1123	0,8877	3	2	1	6	Acceptable	Prosedur, peralatan
8.3	Mematikan alat las	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.4	Melepaskan alat las dari receptacle	Tidak memperhatikan keamanan	A9	Tersengat listrik	-	0,0289	0,9711	6	3	5	90	Substansial	Prosedur, peralatan
8.5	Menggulung kabel-kabel alat las sambil mengecek kondisi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.6	Melepas rol kabel dari sumber daya	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.7	Menggulung rol kabel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.8	Melepas selang dari kran dan digulung	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.9	Menuruni tangga transfer house	Tidak pegangan hand rail, menaiki anak tangga lebih dari satu dalam satu kali langkah	A9	Terjatuh dari tangga terpeleset, tersandung, terbentur	-	0,1792	0,8208	6	3	5	90	Substansial	Prosedur, peralatan
								10	3	1	30	Priority 3	
								10	3	1	30	Priority 3	
								10	3	1	30	Priority 3	
8.10	Memindahkan semua alat dan sisa material ke forklift	Tidak berhati-hati, tidak menggunakan sarung tangan, membawa beban terlalu berat	A9	Tergores, kejatuhan plat,	-	0,1689	0,8311	6	3	1	18	Acceptable	Prosedur, peralatan
								6	3	1	18	Acceptable	
8.11	Mengendarai forklift ke tempat penyimpanan alat	Tidak memperhatikan keamanan, kurang konsentrasi, kecepatan terlalu tinggi	A9	Menabrak orang lain, Menyenggol orang lain	-	0,9595	0,0405	3	0,5	50	75	Substansial	Prosedur, pelatihan
								6	2	1	12	Acceptable	

No.	Generic Task	Deskripsi Error	Error Mode	Konsekuensi	Recovery	HEP	R	L	E	C	Risk value	Risk level	Remedy
8.12	Memindahkan alat dari <i>forklift</i> ke tempat penyimpanan	Tidak memperhatikan keamanan, menggunakan sarung tangan	A9	Tergores, kejatuhan plat, menghirup debu batu bara	-	0,1628	0,8372	6 6 10	3 3 10	1 1 15	18 18 1500	<i>Acceptable</i> <i>Acceptable</i> <i>Very high</i>	Prosedur, peralatan
8.13	Mengembalikan <i>forklift</i> ke <i>MEG</i>	Tidak memperhatikan keamanan, konsentrasi, kecepatan terlalu tinggi	A9	Menabrak orang lain, Menyenggol orang lain	-	0,9595	0,0405	3 6	0,5 2	50 1	75 12	<i>Substansial</i> <i>Acceptable</i>	Prosedur, pelatihan

Lampiran I. Contoh Desain *Near Miss Report*

NEAR MISS REPORT	
Lokasi :	
Tanggal/Jam :	
Masalah :	<input type="checkbox"/> Kondisi tidak aman
*centang salah satu	<input type="checkbox"/> Perilaku tidak aman
	<input type="checkbox"/> Kejadian hampir celaka
Uraian :	
Penyebab :	
Saran Perbaikan :	
Dilaporkan Oleh	
Nama :	Tanda tangan
Jabatan :	

Lampiran J. Draft Instruksi Kerja Perbaikan *Chute*

DRAFT INSTRUKSI KERJA
PERBAIKAN *CONVEYOR CHUTE*

1. Tujuan

Instruksi Kerja ini bertujuan untuk memberikan petunjuk tindakan yang harus diambil dalam melaksanakan pekerjaan perbaikan *chute* berdasarkan referensi, pengalaman dan prosedur kaidah K3 sehingga diharapkan tercapai kualitas pekerjaan dan performa peralatan yang optimal.

2. Ruang Lingkup

Instruksi Kerja ini mencakup semua kegiatan pekerjaan perbaikan *chute* meliputi tindakan pencegahan, pengawasan terkena paparan panas, gas atau peralatan sewaktu berlangsungnya pelaksanaan pekerjaan.

3. Acuan

Acuan yang digunakan dalam pembuatan IK ini yaitu :

Manual book Coal Handling System PT. X

4. Pertimbangan Aspek Dampak Lingkungan dan Bahaya Potensi K3

- Menghirup debu batu bara
- Menghirup uap dan gas las
- Terpapar panas
- Kebakaran
- Ledakan
- Tersandung
- Terpeleset
- Jatuh dari ketinggian
- Kejatuhan benda
- Terpapar percikan api las

- Tersengat arus listrik
- Tergores
- Tertimpa tangga
- Terjepit pintu lemari
- Nyeri sendi

5. Sumber Daya Manusia

a. APD yang disiapkan/ digunakan :

- *Faceshield*
- *Safety shoes*
- Sarung tangan las
- Sarung tangan karet
- Masker
- *Wear pack*
- *Safety helmet*
- *Body harness*
- *Safety goggles*

b. Alat-alat Kerja

- Material yang diperlukan :
 - a) Plat
 - b) Gas oksigen
 - c) Gas *acetelyn*
- Tool yang diperlukan :
 - a) Buku tulis
 - b) Bolpoin
 - c) *Tagline*
 - d) *Tool set*
 - e) Lampu penerangan
 - f) *Exhaust fan*

- g) Rambu-rambu K3
 - h) APAR
 - i) *Leak detector* bila pengelasan di daerah yang terdapat gas mudah terbakar
 - j) *Scaffolding* bila pengelasan di ketinggian
 - k) 1 set mesin las listrik
 - l) 1 set mesin las *brander*
 - m) Selang air
 - n) Tangga
- c. Pelaksana / personil terkait
- Supervisor Pemeliharaan Mesin 2
 - Staf Pemeliharaan Mesin 2
 - Operator
 - *Helper*
6. Penanganan Keadaan Darurat
- Jika terjadi kondisi darurat selama pelaksanaan, penanganannya mengacu pada prosedur tanggap darurat PT. X.
7. Persiapan Sebelum Pelaksanaan
- a. Siapkan APD
 - b. Siapkan JSEA (mengambil JSEA di Ruang K3)
 - c. Uruslah Permit To Work (PTW) di PTW Officer
 - d. Cetaklah Work Order
 - e. Lakukanlah koordinasi dengan pihak operasi untuk memastikan peralatan siap untuk dilaksanakan suatu perbaikan *chute*.

8. Langkah-langkah Kegiatan

a. Kriteria Operasi

- 1) Perbaiki *chute* meliputi pemotongan plat dan pengelasan.
- 2) Pekerjaan perbaikan *chute* harus dikerjakan oleh tenaga kerja yang kompeten.
- 3) Bersihkan tempat kerja agar tidak lembab, terbebas dari bahan mudah terbakar.
- 4) Beri pagar pembatas dan rambu di tempat kerja.
- 5) Basahi tempat kerja terlebih dahulu.
- 6) Amankan bahan-bahan mudah terbakar.
- 7) Beri penerangan dan *exhaust fan* yang cukup apabila pekerjaan dilakukan dari dalam *chute*.

b. Pelaksanaan

- 1) Laksanakan pekerjaan sesuai prosedur kerja aman.
- 2) Lakukan proses indentifikasi kebocoran *chute* di masing-masing *transfer house* dan mengukur serta mencatat kebutuhan plat.
- 3) Persiapkan seluruh alat yang dibutuhkan untuk memotong plat.
- 4) Persiapkan bahan untuk memotong plat.
- 5) Lakukan pembasahan di area sekitar pemotongan plat. Pembasahan dilakukan sebelum, selama dan setelah pemotongan plat.
- 6) Sketsa/gambar kebutuhan plat sesuai hasil pengukuran
- 7) Arahkan *brander* sesuai dengan sketsa/gambar.
- 8) Setelah selesai, matikan alat lalu kembalikan ke tempat penyimpanan.
- 9) Pindahkan seluruh material (plat) dan alat ke lokasi kebocoran menggunakan *forklift*.
- 10) Angkat seluruh material (plat) dan alat dari *forklift* menuju tempat titik kebocoran. Gunakan *overhead crane* apabila titik kebocoran tidak berada di lantai dasar dan material yang dibawa terlalu berat.
- 11) Hubungkan semua peralatan las dengan sumber daya.
- 12) Lakukan pembasahan di area sekitar pengelasan. Pembasahan dilakukan sebelum, selama dan setelah pemotongan plat.

- 13) Posisikan tangga/*scaffolding* di dekat tempat kebocoran, gunakan *faceshield* dan *body harness*.
- 14) Apabila pengelasan dilakukan dari dalam *chute*, masuklah dan keluar *man hole* dengan berhati-hati.
- 15) Mulailah pengelasan sambil menghilangkan elektroda las.
- 16) Apabila selesai, rapikan alat dan sisa material yang ada.
- 17) Pastikan hasil pekerjaan aman dan tidak meninggalkan sisa pekerjaan/kondisi yang dapat berpengaruh/ berakibat terjadinya risiko bahaya selanjutnya (misal : kebakaran).
- 18) Kembalikan sisa material dan peralatan ke tempat semula menggunakan *forklift*.
- 19) Kembalikan *forklift* ke MEG.
- 20) Pastikan kembali kondisi sekitar pekerjaan aman dan tidak ada bunga api yang menyala.

c. Setelah Pelaksanaan

- 1) Setelah pekerjaan selesai, tunggulah kurang lebih selama 3 jam untuk memastikan area pengelasa benar-benar aman dan tidak ada api yang menyala.
- 2) Serahkan PTW kepada pihak K3 untuk dilakukan *clearance*.
- 3) Lakukan *close* PTW di PTW Officer.
- 4) Lakukan *close Work Order (WO)*.
- 5) Kumpulkan PTW dan WO yang sudah di-*close* pada Randal Pemeliharaan Mesin 2.

9. Perhatian

- a. Hati – hati dalam bekerja pada ketinggian
- b. Patuhi standard keamanan jika bekerja pada ketinggian
- c. Lakukan koordinasi dengan pihak terkait
- d. Gunakan APD dan alat yang sesuai dengan kaidah K3

Lampiran K. Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Identifikasi kebocoran



Gambar 2. Persiapan pemotongan plat



Gambar 3. Pengukuran plat



Gambar 4. Pemotongan plat



Gambar 5. Pemindahan plat menggunakan forklift



Gambar 6. Persiapan pengelasan



Gambar 7. Proses pengelasan



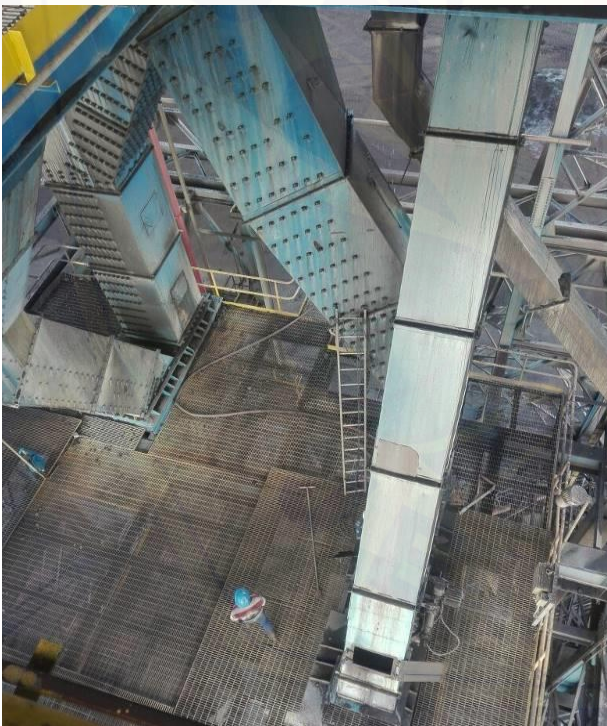
Gambar 8. Proses pembasahan



Gambar 9. Penarikan *pull cord*



Gambar 10. *Overhead crane*



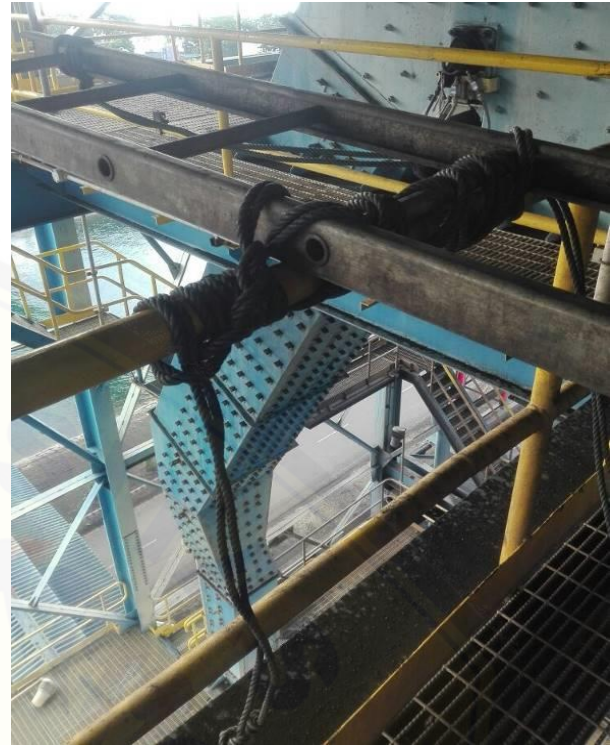
Gambar 11. *Conveyor chute*



Gambar 12. Proses memasuki *man hole*



Gambar 13. Memasukkan tangga ke man hole



Gambar 14. Mengikat tangga ke transfer house



Gambar 15. Wawancara dengan pekerja



Gambar 16. Wawancara dengan pekerja



Gambar 17. Wawancara dengan PIC



Gambar 18. *Brainstorming*



Gambar 19. *Brainstorming*



Gambar 20. Wawancara dengan Ahli K3