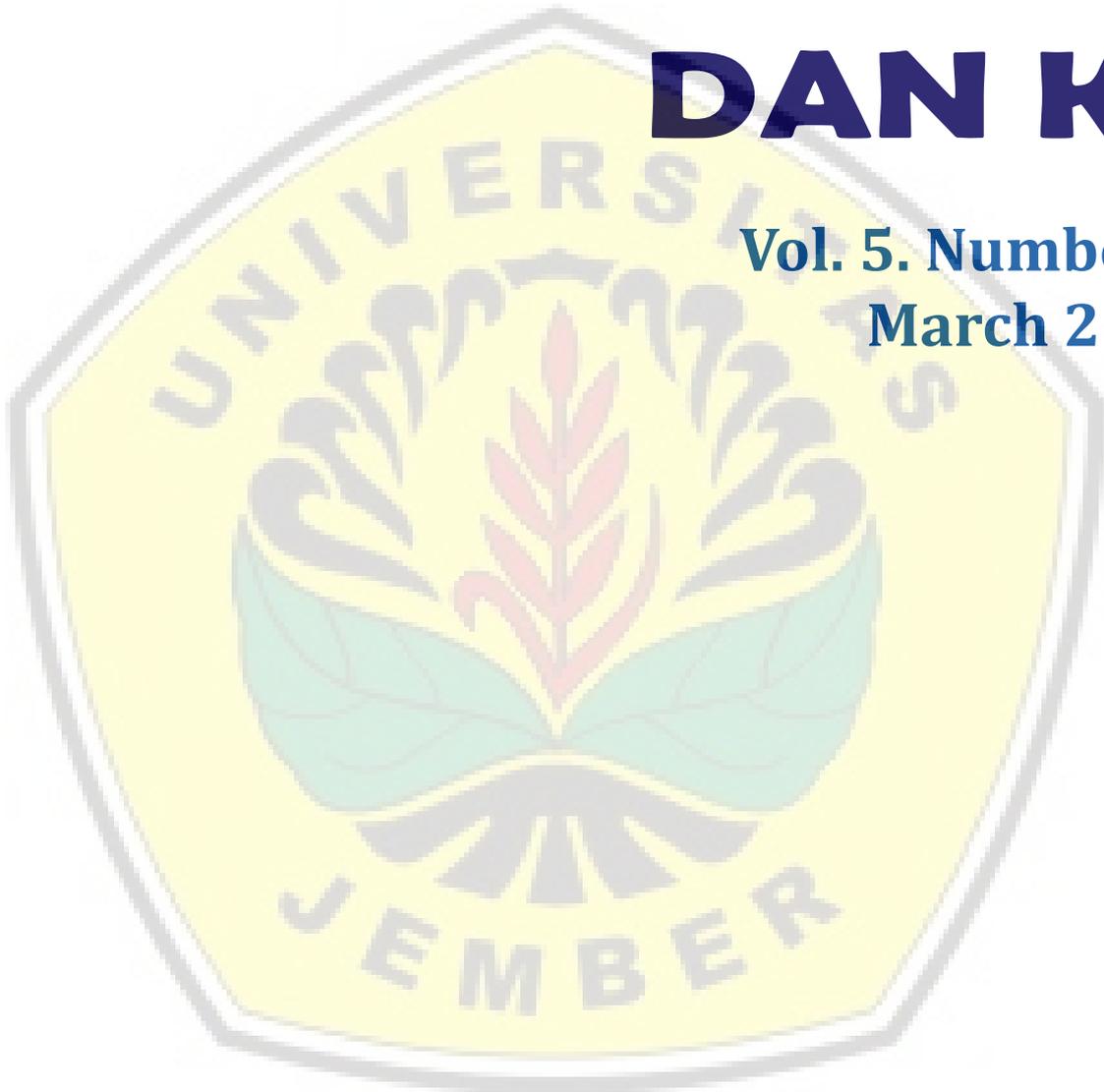


JURNAL ERGONOMI DAN K3

**Vol. 5. Number 1
March 2020**



**Jurnal Resmi
Perhimpunan Ergonomi Indonesia**

ISSN: 2615-7732

JURNAL ERGONOMI DAN K3

Volume 5 Number 1 March 2020

Dewan Editorial

Ketua Dewan Editorial

Ari Widyanti,
Institut Teknologi Bandung

Editor

Markus Hartono,
Universitas Surabaya

Ilham Bakri,
Universitas Hasanuddin

Titis Wijayanto,
Universitas Gajah Mada

Nurul Listiani Nurul Huda,
Universitas Sumatera Utara

Gradiyan Budi Pratama,
Institut Teknologi Bandung

Dwita Astari Pujiartati,
Institut Teknologi Bandung



Jurnal Ergonomi dan K3 diterbitkan oleh Perhimpunan Ergonomi Indonesia dan Kelompok Keahlian Ergonomi Rekayasa Kerja dan Keselamatan Kerja ITB setahun 2 kali, bulan Maret dan September.

JURNAL ERGONOMI DAN K3

Volume 5 Number 1 March 2020

Daftar Isi

- Human Reliability Assessment menggunakan Modifikasi Metode SHERPA dan HEART (Studi pada Pekerjaan Pengelasan Conveyor Chute Di Area Coal Handling PT. X) 1-10
Ayun Hafisyah Wafi, Ragil Ismi Hartanti, Reny Indrayani
- Analisa Biomekanika Pada Aktivitas Penyetrikaan Studi Kasus Nafri Laundry Yogyakarta 11-19
Farid Ma'ruf, Okka Adiyanto, Hana Fitri Triesnaningrum
- Implementasi Metode Brainstorming dan Pendekatan Anthropometri dalam Perancangan Meja Quality Control untuk Skala Laboratorium 20-29
Lilia Trisyathia Quentara
- Prevention of Musculoskeletal Injuries Among Manufacturing Operators Using REBA and Nordic Body Map to Develop Karakuri-based Tools 30-36
Triarti Saraswati
- The Usefulness of Neurobehavioral Task as Driver's Fatigue Detection Technology 37-44
Herman Rahadian Soetisna, Ida Ayu Putu Mahadewi, Annas Fatkhurrohman, Gradiyan Budi Pratama, Hardianto Iridiastadi

Human Reliability Assessment menggunakan Modifikasi Metode SHERPA dan HEART (Studi pada Pekerjaan Pengelasan Conveyor Chute di Area Coal Handling PT. X)

A'yun Hafisyah Wafi¹, Ragil Ismi Hartanti², Reny Indrayani³

Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Jember

Jl. Kalimantan 37 Jember 68121

Email : ayunhafisyahwafi@gmail.com, ragilhartanti@gmail.com, renyindrayani.fkm@unej.ac.id

ABSTRAK

Kecelakaan kerja dapat disebabkan oleh unsafe action atau human error. Human error dapat dicegah dengan mengukur keandalan manusia melalui pendekatan Human Reliability Assessment (HRA). Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif. Penelitian dilakukan pada 9 responden di PT. X. Data diperoleh dengan cara brainstorming, wawancara dan observasi. Data yang didapat dianalisis menggunakan modifikasi metode SHERPA dan HEART. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 8 task dan 80 sub task pada pekerjaan pengelasan conveyor chute di area coal handling PT.X. Dari 54 human error yang diprediksi, terdapat 68 error mode dan yang terbanyak kategori A9 (operasi tidak lengkap) sebanyak 49 error mode. Sub task yang memiliki HEP tertinggi yaitu saat melakukan pengelasan dari dalam conveyor chute dengan nilai 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 0.249. Task yang memiliki tingkat keandalan total (Rm) tinggi yaitu task identifikasi kebocoran dengan nilai 0,5781. Risiko dinilai dengan mengalikan likelihood, exposure dan consequence dengan hasil sebesar 29% yaitu risk level dengan kategori acceptable, sedangkan terendah risk level dengan kategori priority 1 sebesar 3%. Upaya pencegahan human error disusun berdasarkan HEP dan risk level baik secara substitusi, teknis, administrasi dan APD.

Kata kunci: human error, human reliability assessment, SHERPA, HEART, kecelakaan kerja

ABSTRACT

Work accident can be caused by unsafe action or human error. Human error can be prevented by measuring human reliability through Human Reliability Assessment (HRA) approach. This research was descriptive research. There were 9 respondents from PT.X on this research. The data obtained by brainstorming, interview and observations. The data were analyzed using SHERPA and HEART modification methods. The results showed there were 8 tasks and 80 sub tasks identified. From 54 possible human errors could be predicted, there were 68 error modes and the highest was on A9 category (operation incomplete) with 49 error modes. The highest Human Error Probability (HEP) was doing welding from inside the conveyor chute with HEP 0.9934 and the smallest HEP value was giving the handlebar welding by 0.249. The highest total reliability value (Rm) was identify the leaks task by 0.5781. Risk assessment was carried out by multiplying likelihood, exposure dan consequences with the highest result was acceptable risk level by 29% and the lowest risk level was priority 1 by 3%. Human error prevention were arranged based on HEP and risk level both in substitution, technical, administration and PPE.

Keywords: human error, human reliability assessment, SHERPA, HEART, work accident

1. Pendahuluan

Kecelakaan kerja merupakan peristiwa yang tidak terduga dan tidak diinginkan yang dapat menimbulkan kerugian pada manusia, material, waktu kerja dan proses produksi. Kecelakaan kerja dapat dicegah dengan cara melakukan investigasi terhadap setiap kejadian untuk diketahui penyebabnya sehingga dapat dirancang tindakan [17]. Mengutip data BPJS Ketenagakerjaan, jumlah kecelakaan kerja di Indonesia pada tahun 2016 sebanyak 101.367 kasus [2]. Berdasarkan data yang dicatat oleh Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi (Disnakertrans) Jawa Timur, kecelakaan kerja di Jawa Timur pada tahun 2016 yaitu 6.146 kasus kecelakaan kerja [6]. Jumlah kecelakaan tersebut masih

tergolong tinggi dibandingkan dengan provinsi Jawa Tengah dengan angka kecelakaan 3.665 kasus pada tahun 2016 dan 1468 kasus pada tahun 2017 [11].

Heinrich dalam teori Dominonya menyatakan bahwa 80% penyebab kecelakaan kerja diakibatkan oleh tindakan tidak aman (*unsafe action*) yang dapat dicegah [14]. Perihal yang menjadi penyebab dasar bagi terjadinya kecelakaan kerja adalah perilaku berbahaya yang berupa kesalahan yang dibuat manusia atau *human error* [8]. Upaya preventif yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja salah satunya yaitu dengan melakukan pendekatan perilaku untuk menganalisis *human error* 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)* dan *HEART (Human Error Assessment and Reduction Technique)* karena merupakan teknik pengukuran keandalan yang akurat dalam memprediksi *error* dan memiliki akurasi yang tinggi [5].

PT. X merupakan perusahaan pembangkit listrik di Jawa Timur yang memiliki unit batu bara, yang memiliki target *zero accident* setiap 1.200.000 jam kerja, 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* [1].

Berdasarkan data *work order* dari Bidang Pemeliharaan PT. X selama bulan Agustus 2017-Januari 2018, jumlah *work order* terbanyak dimiliki oleh bagian Pemeliharaan Mesin 2. Artinya, bagian tersebut memiliki frekuensi kerja tertinggi sehingga kemungkinan *human error* pun tinggi. Berdasarkan pengamatan peneliti saat pengambilan data awal di semua area kerja PT. X, jumlah kasus *unsafe action* terbanyak juga ditemui di salah satu area kerja Pemeliharaan Mesin 2 yaitu area *coal handling*. Proses transfer batu bara dari kapal tongkang pada area ini melewati *conveyor chute*, karena adanya temperatur dan tekanan yang tinggi serta adanya gesekan yang terjadi maka sering kali menyebabkan kebocoran atau lubang pada bagian *conveyor chute*. Untuk itu, dilakukan perbaikan dengan melakukan pengelasan pada titik kebocoran. Proses pengelasan ini memiliki risiko dan potensi kecelakaan yang tinggi karena dilakukan pada tempat berketinggian, ruang terbatas, berisiko kebakaran, tersengat listrik, terjatuh, terpapar debu batu bara, menghirup zat asetilen dll. Disamping itu, subjek pengerjaan pengelasan *conveyor chute* ini adalah manusia yang membutuhkan keterampilan dan konsentrasi tinggi.

Oleh karena itu, perlu dilakukan penilaian probabilitas *human error* untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja karena *human error* dengan modifikasi metode *SHERPA* dan *HEART*. Penggabungan kedua metode ini bertujuan agar penilaian yang dilakukan semakin lengkap dan terperinci. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengidentifikasi *task*, mengidentifikasi *human error*, menghitung probabilitas *human error*, menghitung keandalan manusia, menghitung keandalan manusia, menilai risiko dan memberikan rekomendasi.

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penelitian deskriptif. Penelitian ini dilakukan pada pekerjaan pengelasan *conveyor chute* di area *coal handling* PT. X. Penentuan responden ditentukan dengan teknik *non random sampling* melalui pendekatan *puposive sampling* yang merupakan cara memilih sampel dari suatu populasi didasarkan pada suatu pertimbangan tertentu yang dibuat peneliti sendiri [10].

Data primer diperoleh dari *brainstorming*, wawancara dan observasi. 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 [16]:

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

Berdasarkan pertimbangan di atas, penulis menentukan 9 responden yang terdiri dari 2 orang Ahli K3 PT. X, 1 orang *Supervisor* Bagian Pemeliharaan Mesin 2 PT. X, 2 orang Staf Bagian Pemeliharaan Mesin 2 PT. X dan 4 orang pekerja pengelasan *conveyor chute* PT. X.

Data sekunder dalam penelitian ini bersumber dari buku cetak, buku elektronik, dan jurnal/artikel berisi teori yang relevan terhadap objek yang diteliti, hasil-hasil penelitian terdahulu serta data pendukung dari perusahaan.

Pengolahan data dilakukan menggunakan modifikasi metode *SHERPA* dan *HEART*. Adapun langkah-langkah metode *SHERPA* sebagai berikut :

1. Menentukan *Hierarcical Task Analysis (HTA)*
2. Mengklasifikasikan tugas/*task*
3. Menentukan *Human Error Identification (HEI)*
4. Analisis Konsekuensi
5. Analisis Pemulihan/*recovery*
6. Analisis Ordinal Probabilitas
7. Analisis Kekritisian
8. Analisis *Remedy*

Langkah-langkah metode *HEART* sebagai berikut :

1. Mengklasifikasikan tugas/*task* berdasarkan *Generic Task Types (GTTs)*
2. Menentukan nilai ketidakandalan dari tugas tersebut
3. Menentukan nilai *Error Producing Condition (EPC)*
4. Menentukan *Assessed Proportion of Effect (APOE)*
5. Menghitung nilai *Assessed Effect (AE)* dengan rumus :

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

6. Menghitung *Human Error Probability (HEP)* dengan rumus :

$$HEP = GTT_1 \times AE_1 \times AE_2 \times AE_3 \times AE_n \quad (2)$$

7. Menghitung nilai *Human Reliability Total* dengan rumus :

$$R_m = 1 - (\Pi \text{ probability of failure}) \quad (3)$$

Penelitian ini menggunakan modifikasi kedua metode di atas, maka dari itu terdapat perbedaan dalam cara menganalisisnya dibanding dengan penelitian terdahulu. Analisis data menggunakan modifikasi metode *SHERPA* dan *HEART* dibagi menjadi 13 langkah sebagai berikut:

1. Menentukan *Hierarcical Task Analysis (HTA)*
2. Mengklasifikasikan tugas/*task*
3. Mengkategorikan setiap *task* sesuai tabel *Generic Task Types (GTTs)*
4. Menentukan *Human Error Identification (HEI)*
5. Analisis Konsekuensi
6. Analisis Pemulihan/*recovery*
7. Menentukan nilai *Error Producing Condition (EPC)*
8. Menentukan *Assessed Proportion of Effect (APOE)*
9. Menghitung nilai *Assessed Effect (AE)*
10. Menghitung nilai *Human Error Probability (HEP)*
11. Menghitung nilai *Human Reliability Total*
12. Analisis risiko

Analisis risiko merupakan gabungan antara analisis ordinal probabilitas dan analisis kekritisian pada metode *SHERPA*. Analisis risiko dilakukan dengan cara mengalikan kemungkinan, paparan dan keparahan. Penulis menggunakan analisis risiko menurut standar AZ/NZS 4630 supaya validitasnya bisa dipertanggungjawabkan karena dihitung secara kuantitatif. Setelah dilakukan penilaian tingkat risiko berdasarkan AZ/NZS 4630, penulis melakukan pembobotan untuk menentukan prioritas pemecahan masalah seperti tabel di bawah ini:

Tabel 1. Tingkat risiko menurut standar AS/NZS 4360 dan bobot *risk level*

Tingkat risiko	Risk level	Tindakan	Bobot
>350	<i>Very high</i>	Aktivitas dihentikan sampai risiko bisa dikurangi hingga mencapai batas yang diperbolehkan atau diterima	5
180 – 350	<i>Priority 1</i>	Perlu pengendalian sesegera mungkin	4
70 – 180	<i>Substansial</i>	Mengharuskan adanya perbaikan secara teknis	3
20 – 70	<i>Priority 3</i>	Perlu diawasi dan diperhatikan secara berkesinambungan	2
<20	<i>Acceptable</i>	Intensitas yang menimbulkan risiko dikurangi seminimal mungkin	1

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

13. Analisis *remedy*

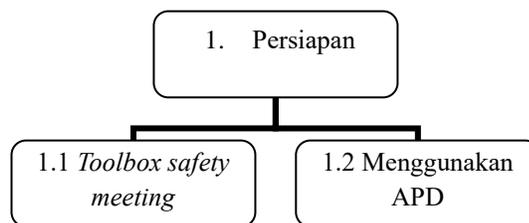
3. Hasil dan Pembahasan

Identifikasi Tugas (Task) pada Pekerjaan Pengelasan Conveyor Chute

Dari hasil penelitian, terdapat 8 *task* dengan 80 *sub task* yang teridentifikasi yaitu :

1. Persiapan (*subtask: toolbox safety meeting* dan menggunakan APD)
2. Identifikasi kebocoran (*subtask: menaiki tangga transfer house, identifikasi lokasi kebocoran secara visual, menentukan cara pengelasan*)
3. Memotong plat sesuai kebutuhan (*subtask: persiapan alat cutting, sketsa plat, pembasahan, proses cutting, pembasahan dan merapikan alat*)
4. Pemandahan material (plat) dan alat ke tempat kebocoran (*subtask: mengendarai forklift dari Mobile Equipment Garage (MEG) ke tempat pemotongan plat, memindahkan material (plat) dan alat ke forklift, mengendarai forklift ke lokasi transfer house dan memindahkan material serta alat ke tempat kebocoran*)
5. Persiapan seluruh alat dan material (plat) di tempat pengelasan (*subtask menaiki tangga transfer house, mengisolasi conveyor dengan menarik pullcord, persiapan alat pembasahan dan pemadam api, persiapan alat las dan pembasahan*)
6. Proses pengelasan
 - a. Pengelasan dari luar (*subtask: memakai safety body harness, menaiki tangga, memberikan stang las, memberikan kawat las, memberikan plat, mulai mengelas sambil menghilangkan elektroda las, menurunkan stang las dan menuruni tangga*)
 - b. Pengelasan dari dalam (*subtask: memakai safety body harness, memasuki man hole, menaiki/menuruni tangga, memberikan stang las, memberikan kawat las, memberikan plat, mulai mengelas sambil menghilangkan elektroda las, menurunkan stang las, menaiki/menuruni tangga dan keluar dari man hole*)
7. Pembasahan di semua tempat jatuhnya bunga api (*subtask: membuka valve dan mengarahkan selang ke area sekitar pekerjaan*)
8. Merapikan alat (*subtask: melepaskan tali tangga, meletakkan tangga di tempat yang aman, mematikan alat las, melepaskan alat las dari receptacle, menggulung kabel-kabel, melepas rol kabel dari sumber daya, menggulung rol kabel, melepas selang dari kran, menuruni tangga transfer house, memindahkan semua alat dan sisa material ke forklift, mengendarai alat dari forklift ke tempat penyimpanan dan mengembalikan forklift ke MEG).*

Setelah dilakukan identifikasi, selanjutnya dilakukan *Hierarchical Task Analysis (HTA)* pada masing-masing *task*. Berikut contoh *HTA* pada salah satu *task*, yaitu *task* persiapan.



Gambar 1. *Hierarchical task analysis* dari *task* persiapan

Proses penyusunan HTA berdasarkan panduan metode SHERPA dan HEART disesuaikan dengan instruksi kerja (IK) yang disediakan oleh perusahaan, namun perusahaan belum memiliki IK pada pekerjaan ini. Oleh karena itu, sebelum melakukan HTA dilakukan identifikasi task dan sub task dengan cara brainstorming dengan beberapa expert dan observasi di lapangan. Proses identifikasi task dan sub task ini dilakukan dengan cara brainstorming dengan beberapa expert untuk memberikan hasil yang lebih akurat dan tidak ada langkah yang terlewat. Observasi di lapangan digunakan untuk melihat kesesuaian antara pendapat expert dengan kondisi di lapangan.

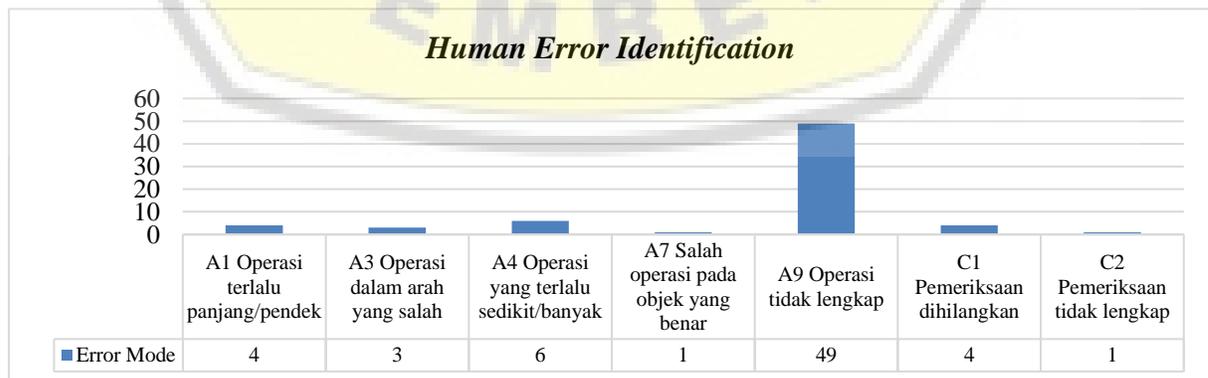
Pengkategorian Task sesuai Tabel GTTs, Identifikasi HEI, Analisis Konsekuensi dan Recovery

Terdapat 54 human error yang dapat diprediksi dari keseluruhan task dan subtask. Kemungkinan human error, HEI, analisis konsekuensi dan recovery masing-masing task ditampilkan ke dalam bentuk tabel seperti contoh di bawah ini:

Tabel 2. Identifikasi human error

No	Sub task	Possible human error	Error mode (HEI)	Konsekuensi	Recovery
Persiapan					
1.1	Toolbox safety meeting	Tidak ada	-	Tidak ada	-
1.2	Menggunakan APD	Tidak ada	-	Tidak ada	-
Identifikasi kebocoran					
2.1	Menaiki tangga transfer house	Tidak pegangan hand rail, menaiki anak tangga lebih dari satu dalam satu kali langkah	A9 A4	Terjatuh, terpeleset, tersandung, terbentur	-
2.2	Identifikasi lokasi kebocoran	Tidak memperhatikan keamanan, tidak menggunakan APD khususnya masker, safety helmet	A9	kejatuhan benda, terbentur	-
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	-
	2.4.2 Mencatat hasil ukur	-	-	-	-
2.5	Menuruni tangga transfer house	Tidak pegangan hand rail, menaiki anak tangga lebih dari satu dalam satu kali langkah	A9 A4	Terjatuh, terpeleset, tersandung, terbentur	-

Dari 54 human error tersebut terdapat 68 error mode (HEI) yang dapat dilihat pada grafik dibawah ini:



Gambar 2. Grafik human error identification

Berdasarkan hasil analisis, *Human Error Identification* terbanyak adalah A9 (operasi tidak lengkap) yakni sebanyak 49 *error mode*. Contoh aktivitas *human error* adalah seperti tidak menggunakan APD lengkap dan tindakan tidak aman. Kecelakaan kerja sering kali terjadi karena moral kerja rendah yang dimiliki oleh pekerja. Moral kerja yang rendah menciptakan ketidakdisiplinan terhadap peraturan. Disiplin merupakan suatu kekuatan yang berkembang di dalam tubuh pekerja sendiri yang menyebabkan dia dapat menyesuaikan diri dengan sukarela kepada keputusan-keputusan, peraturan-peraturan, dan nilai-nilai tinggi dari pekerjaan dan tingkah laku [15].

Hasil wawancara menyebutkan bahwa semua pekerja melakukan tindakan tidak aman tersebut dikarenakan sudah terbiasa dengan pekerjaan tersebut selama bertahun-tahun. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Bancin yang menyatakan bahwa masa kerja memiliki hubungan yang kuat dengan *unsafe action* dengan *p value* = 0.009 [3]. Tindakan tidak aman ini tentunya dapat menyebabkan kecelakaan kerja berupa terjatuh. Jatuh meskipun pada jarak 1,3 meter dapat menyebabkan cedera serius [13]. Penggunaan APD yang tidak lengkap masih sering terjadi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Barizqi, hasil uji alternatif *Fisher* terdapat hubungan antara penggunaan APD dengan kejadian kecelakaan kerja pada pekerja bangunan PT. Adhi Karya Tbk proyek rumah sakit Telogorejo Semarang dengan nilai *p value* 0.013 [4].

Penilaian Human Error Probability pada Pekerjaan Pengelasan Conveyor Chute

Tabel 3. Tabel penilaian *human error probability*

<i>Generic task</i>	<i>Nominal human unreliability</i>	<i>EPC</i>	<i>Total effect</i>	<i>APOE</i>	<i>Assessed effect</i> = $[(EPC_n - 1) \times APOE_n] + 1$	<i>HEP</i> = $GTTs \times AE_1 \times AE_2 \times \dots \times AE_n$
1. Persiapan						
1.1 <i>Toolbox safety meeting</i>	0.00002	-	-	-	-	-
1.2 Pemakaian APD	0,09	-	-	-	-	-
2. Identifikasi kebocoran						
2.1 Menaiki tangga <i>transfer house</i>	0.09	18 - Konflik antara tujuan jangka pendek dengan tujuan jangka panjang 29 - Besarnya tingkat stres emosional 30 - Adanya keterangan penurunan kesehatan terutama demam 31 - Moral kerja yang rendah 33 - Lingkungan yang tidak sesuai/ mendukung	2.5 1.3 1.2 1.2 1.15	0.4 0.2 0.3 0.3	1.6 1.06 1.06 1.06 1.045	0.1792
2.2 Identifikasi lokasi kebocoran secara visual	0.02	29 - Besarnya tingkat stres emosional 30 - Adanya keterangan penurunan kesehatan terutama demam 31 - Moral kerja yang rendah 33 - Lingkungan yang tidak mendukung	1.3 1.2 1.2 1.15	0.2 0.3 0.3	1.06 1.06 1.06	0.1792
2.3 Menentukan cara pengelasan	-	-	-	-	-	-
2.4 Identifikasi kebutuhan plat	-	-	-	-	-	-
2.4.1 Mengukur menggunakan meteran	0.09	29 - Besarnya tingkat stres emosional 30 - Adanya keterangan penurunan kesehatan terutama demam 31 - Moral kerja yang rendah 33 - Lingkungan yang tidak sesuai/ mendukung	1.3 1.2 1.2 1.15	0.3 0.4 0.4	1.09 1.08 1.08 1.045	0.1196
2.4.2 Mencatat hasil ukur	0.02	-	-	-	-	-
2.5 Menuruni tangga <i>transfer house</i>	0.09	18 - Konflik antara tujuan jangka pendek dengan tujuan jangka panjang 29 - Besarnya tingkat stres emosional 30 - Adanya keterangan penurunan kesehatan terutama demam 31 - Moral kerja yang rendah 33 - Lingkungan yang tidak sesuai/ mendukung	2.5 1.3 1.2 1.2 1.15	0.4 0.2 0.3 0.3	1.6 1.06 1.06 1.06 1.045	0.1792

Tabel 3 merupakan tabel perhitungan *HEP* dimana *Nominal Human Unreliability*, *EPC*, *Total Effect* dan *APOE* didapatkan dari panduan *HEART*. Setelah melakukan penghitungan *HEP* terhadap 80 *subtask*, maka *subtask* diurutkan dari nilai *HEP* tertinggi ke terendah. Berikut tabel *subtask* dengan *HEP* 10 besar tertinggi:

Tabel 4. Urutan *HEP* dari tertinggi ke terendah

<i>Task dan sub task</i>	<i>HEP</i>
6.7b Mulai pengelasan sambil menghilangkan elektroda las	0.9934
4.1 Mengendarai <i>forklift</i> dari <i>Mobile Equipment Garage (MEG)</i> ke tempat pemotongan plat	0.9595
4.3 Mengendarai <i>forklift</i> ke lokasi <i>transfer house</i>	0.9595
8.11 Mengendarai <i>forklift</i> ke tempat penyimpanan alat	0.9595
8.13 Mengembalikan <i>forklift</i> ke <i>MEG</i>	0.9595
6.2b Memasuki <i>man hole</i>	0.8818
6.10b Keluar dari <i>man hole</i>	0.8818
4.4.1 Mengangkat plat menggunakan <i>over head crane</i>	0.7878
6.6a Mulai mengelas sambil menghilangkan elektroda las	0.7451
3.4.3 Mengarahkan stang sesuai gambar sketsa pada plat	0.7110

Subtask dengan nilai *HEP* tertinggi adalah proses pengelasan terutama pengelasan dari dalam *conveyor chute*. Pekerja yang melakukan pengelasan (*welder*) juga terkadang tidak menggunakan *faceshield* pada saat melakukan pengelasan dari luar. Uap-uap dan gas dari yang terbentuk dari proses pengelasan ini dapat menjadikan bahaya serius pada kesehatan pekerja [13]. Paparan debu batu bara yang terus menerus terhadap pekerja juga membahayakan kesehatan. Partikel-partikel batubara berukuran lebih dari 5 μm hingga 15 μm yang mengendap pada saluran napas menyebabkan iritasi (*bronkitis*) yang bersifat dapat sembuh atau kembali [9]. Pengelasan dari dalam memiliki risiko lebih besar dibanding pengelasan dari luar. Selain terpapar asap las dan debu batu bara, pekerja memiliki risiko kecelakaan lebih tinggi karena pekerjaan dilakukan pada *confined space* dan ketinggian. Sinar X dan sinar γ tidak mempunyai hubungan langsung dalam mengelas, namun kebanyakan pemeriksaan hasil pengelasan menggunakan kedua sinar tersebut yang membahayakan [19].

Dalam melakukan pekerjaannya, pekerja terkadang mendongakkan kepala sehingga bisa menyebabkan kelelahan, contoh pada saat proses pengelasan apabila letaknya tinggi. Selain itu, proses memindahkan material dan alat para pekerja bekerja dalam postur tubuh yang tidak ergonomis, seperti terlalu membungkuk, mengangkat tangan dengan sudut lebih dari 90° dan berjongkok. Pekerjaan yang harus diselesaikan dengan mendongakkan kepala dapat menimbulkan kelelahan, perasaan tidak nyaman dan bahkan bisa mengakibatkan luka atau kecelakaan [18].

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan saat pekerjaan pengelasan, pekerja menaiki tangga tidak menggunakan *safety body harness* dengan alasan sudah terbiasa dengan pekerjaan tersebut. Para pekerja mengatakan bahwa telah melakukan pekerjaan ini selama lebih dari 5 tahun. Selain itu, *unsafe action* lain yang dilakukan yaitu pekerja memasuki *man hole* dan melakukan pekerjaan menggunakan bantuan tangga yang diikatkan pada tiang dari *transfer house*. Apabila terjadi kelalaian sedikit saja, maka akibat fatal akan terjadi. Pekerja akan terjatuh kebawah hingga dibawa oleh *conveyor*. Menurut Health Safety and Enviromental UK (2013), beberapa jenis kecelakaan yang memiliki dampak fatal yaitu jatuh dari ketinggian [7]. Sumber bahaya yang terdapat pada kegiatan bekerja pada ketinggian ialah alat kerja seperti tangga, *scaffolding*, platform bergerak, kendaraan tidak bergerak, serta lokasi kerja di atas atap dan di pinggir lubang. Ketersediaan *guarding*, *railing* dan *slings* sangat menentukan [14].

Subtask berikutnya yang memiliki nilai *HEP* tinggi adalah mengendarai *forklift* dan mengoperasikan *overhead crane*. Pekerja yang memiliki lisensi mengendarai *forklift* dan mengoperasikan *overhead crane* hanya satu dari empat pekerja, padahal di lapangan semua pekerja boleh melakukan pekerjaan itu. Hal ini tentu melanggar Permenakertrans No. Per.09/Men/VII/2010 tentang operator dan petugas pesawat angkat dan angkut [12]. Kurangnya *training* kepada operator dalam melakukan pekerjaan dapat menimbulkan *human error*, walaupun para pekerja memiliki pengalaman kerja lebih dari 5 tahun.

Rentang nilai *HEP* yaitu antara 0-1, apabila hasil menunjukkan angka mendekati 1 maka dapat dikatakan kemungkinan terjadinya *human error* tinggi. Sebaliknya, apabila hasil menunjukkan angka mendekati nol maka kemungkinan terjadinya *human error* semakin kecil. Dari hasil penghitungan *HEP* di atas, dapat dihitung nilai

keandalan manusia saat melakukan pekerjaan pengelasan *conveyor chute* dengan rumus 1- (\prod *probability of failure*). Kemudian nilai keandalan total (R_m) dihitung dengan mengalikan hasil masing-masing nilai keandalan (R). Berikut adalah tabel nilai R_m dari masing-masing *task* pada pekerjaan pengelasan *conveyor chute* :

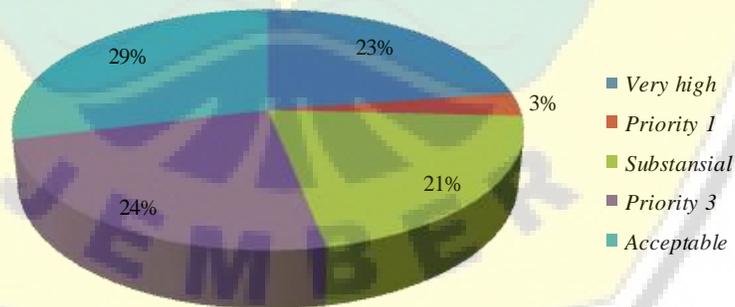
Tabel 5. Tingkat keandalan masing-masing *task*

<i>Task</i>	Total R_m	Tingkat Keandalan	Interpretasi
Persiapan	-	-	-
Identifikasi kebocoran	0.5781	≥ 0.5	Keandalan tinggi
Memotong plat sesuai kebutuhan	0.0983	≤ 0.5	Keandalan rendah
Pemindahan material (plat) dan alat ke tempat kebocoran	0.00025	≤ 0.5	Keandalan rendah
Persiapan seluruh alat dan material (plat) di tempat pengelasan	0.1572	≤ 0.5	Keandalan rendah
Proses pengelasan			
a. Pengelasan dari luar	0.1564	≤ 0.5	Keandalan rendah
b. Pengelasan dari dalam	3.1582E-05		
Pembasahan di semua tempat jatuhnya bunga api	0.1922	≤ 0.5	Keandalan rendah
Merapikan alat	0.00007	≤ 0.5	Keandalan rendah

Penilaian Risiko dan Penentuan Prioritas Pencegahan Human Error pada Pekerjaan Pengelasan Conveyor Chute

Ditemukan terdapat 128 risiko yang mungkin terjadi saat melakukan pekerjaan pengelasan *conveyor chute*. Setelah diidentifikasi selanjutnya dilakukan penilaian dengan mengalikan *likelihood*, *exposure* dan *consequence* yang kemudian dapat ditentukan *risk levelnya* berdasarkan standar AS/NZS 4360.

Adapun *risk level* yang berhasil diidentifikasi yaitu *risk level* dengan kategori *very high* dengan jumlah 29 macam risiko, *risk level* dengan kategori *priority 1* dengan jumlah 4 macam risiko, *risk level* dengan kategori *substansial* dengan jumlah 27 macam risiko, *risk level* dengan kategori *priority 3* dengan jumlah 31 macam risiko dan *risk level* dengan kategori *acceptable* dengan jumlah 37 macam risiko. Pengkategorian *risk level* pada pekerjaan pengelasan *conveyor chute* ditunjukkan oleh diagram di bawah ini:



Gambar 3. Diagram *risk level* seluruh *task*

Setelah dilakukan penilaian risiko terhadap seluruh *task* dan *sub task*, maka ditentukan prioritas pencegahan *human error* berdasarkan tingginya risiko. Berikut tabel penilaian risiko dan penentuan 10 prioritas utama pencegahan *human error*:

Tabel 6. Perkalian bobot *risk level* dengan *HEP* dan prioritas pencegahan

<i>Task</i>	<i>Risk Level</i>	<i>HEP</i>	<i>Bobot Risk Level</i>	<i>Hasil Perkalian</i>	<i>Remedy</i>
6.7b Mulai pengelasan sambil menghilangkan elektroda las	<i>Very high</i>	0,9934	5	4,967	Prosedur, peralatan, pelatihan
6.2b Memasuki <i>man hole</i>	<i>Very high</i>	0,8818	5	4,409	Prosedur, peralatan
6.10b Keluar dari <i>man hole</i>	<i>Very high</i>	0,8818	5	4,409	Prosedur, peralatan
4.4.1 Mengangkat plat menggunakan <i>over head crane</i>	<i>Very high</i>	0,7878	5	3,939	Prosedur, pelatihan
6.6a Mulai mengelas sambil menghilangkan elektroda las	<i>Very high</i>	0,7451	5	3,7255	Prosedur, peralatan, pelatihan
3.4.3 Mengarahkan stang sesuai gambar sketsa pada plat	<i>Very high</i>	0,7110	5	3,555	Prosedur, peralatan, pelatihan
4.1 Mengendarai <i>forklift</i> dari <i>Mobile Equipment Garage (MEG)</i> ke tempat pemotongan plat	<i>Substansial</i>	0,9595	3	2,8785	Prosedur, pelatihan
4.3 Mengendarai <i>forklift</i> ke lokasi <i>transfer house</i>	<i>Substansial</i>	0,9595	3	2,8785	Prosedur, pelatihan
8.11 Mengendarai <i>forklift</i> ke tempat penyimpanan alat	<i>Substansial</i>	0,9595	3	2,8785	Prosedur, pelatihan
8.13 Mengembalikan <i>forklift</i> ke <i>MEG</i>	<i>Substansial</i>	0,9595	3	2,8785	Prosedur, pelatihan

Penilaian risiko dilakukan dengan metode semi kuantitatif yaitu melakukan perkalian antara *probability* (kemungkinan), *exposure* (paparan) dan nilai konsekuensi dari tiap risiko yang telah diidentifikasi berdasarkan langkah kerja. Kemudian hasil dari nilai perkalian *consequens*, *exposure* dan *probability* dikonversikan kedalam standar berdasarkan AS/NZS 4360 : 2004 untuk menentukan level risiko *Acceptable*, *Priority 3*, *Substansial*, *Priority 1* dan *Very High*. Penilaian risiko ini dilakukan bersama *Staff* Bagian Pemeliharaan Mesin 2, Ahli K3 dan *Supervisor* Bagian Pemeliharaan Mesin 2.

Setelah penilaian risiko dilakukan, maka dilakukan perhitungan dengan mengalikan *HEP* dan bobot *risk level*. Hasil dari perkalian tersebut digunakan untuk menentukan prioritas pencegahan *human error* berdasarkan urutan dari yang tertinggi hingga terendah. Kemudian, ditentukan analisis *remedy* berupa perbaikan prosedur, perbaikan peralatan atau penambahan pelatihan.

Keimpulan dan Saran

Terdapat 8 *task* dan 80 *sub task* pada pekerjaan pengelasan *conveyor chute* di area *coal handling* PT.X. Dari 54 *human error* yang dapat diprediksi, terdapat 68 *error mode* dengan persentase tertinggi *error mode* kategori A9 (operasi tidak lengkap) sebesar 72% atau sebanyak 49 *error mode*. *Sub task* yang memiliki *HEP* terbesar yaitu saat melakukan pengelasan dari dalam *conveyor chute* dengan nilai 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 0.249. *Task* yang memiliki tingkat keandalan total (Rm) tinggi yaitu *task* identifikasi kebocoran dengan nilai 0,5781. Risiko dinilai dengan mengalikan *likelihood*, *exposure* dan *consequence* dengan hasil sebesar 29% yaitu *risk level* dengan kategori *acceptable*, sedangkan terendah *risk level* dengan kategori *priority 1* sebesar 3%. Upaya pencegahan *human error* disusun berdasarkan *HEP* dan *risk level* baik secara substitusi, teknis, administrasi dan APD.

Berdasarkan hasil penelitian, saran yang dapat diberikan yaitu memberikan pengawasan yang lebih ketat, menambahkan rambu-rambu terkait K3, mencatat *unsafe action* dan *unsafe condition* yang terjadi, memberikan pengetahuan tentang cara bekerja dan mengangkat benda dengan posisi ergonomis, membuat instruksi kerja (IK) pekerjaan pengelasan *conveyor chute*, memberikan air minum di lokasi pekerjaan di masing-masing lantai *transfer house*, memberikan pelatihan terkait pengoperasian *forklift* dan *overhead crane* untuk semua pekerja, memberikan pelatihan *welding*, menambahkan manometer pada tabung gas asetilen dan oksigen.

Daftar Pustaka

- [1] Arini, A. & Mulyono, 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*. 2 (2013) 106-118.
- [2] Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Ketenagakerjaan, *Laporan Tahunan: Andal dan Unggul Melayani Pekerja Indonesia*. Jakarta : Badan Penyedia Jaminan Sosial Ketenagakerjaan. (2016).
- [3] Bancin, & Marke, A, 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. (2017).
- [4] Barizqi, I., N, 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. (2015).
- [5] Bell, J., & Holroyd, J, *Review of Human Reliability Assessment Methods*. HSE Books. (2009).
- [6] Disnakertrans Jawa Timur, *Laporan Kinerja Tahun 2017*, Dinas Ketenagakerjaan dan Transmigrasi Jawa Timur. Surabaya. (2017).
- [7] Harjono, A., J, Penilaian Risiko pada Proses Pembuatan Shear Wall pada Pembangunan Apartemen, *The Indonesian Journal of Safety, Health and Environment*. 1(1) (Jan-April 2014) 95-106.
- [8] Iridiastadi, H., & Yassierli, *Ergonomi Suatu Pengantar*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya. (2014).
- [9] Larasati, Y., D, Pengaruh Paparan Debu Batubara terhadap Status Faal Paru Pekerja di PT. X Surabaya, *Skripsi*, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga. Surabaya. (2015).
- [10] Notoatmodjo, S, *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta : Rineka Cipta (2010).
- [11] Pemerintah Provinsi Jawa Tengah 2017, *Angka Kecelakaan Kerja Jateng Turun*, [serial online]. Tersedia : <https://jatengprov.go.id/publik/2017-angka-kecelakaan-kerja-jateng-turun/> (19 Maret 2018).
- [12] Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.09/MEN/VII/2010 tentang Operator dan Petugas Pesawat Angkat dan Angkut. Jakarta.
- [13] Rijanto, B., B, *Pedoman Pencegahan Kecelakaan di Industri*. Jakarta: Mitra Wacana Media. (2011).
- [14] Salami, I., R., S., dkk, *Kesehatan dan Keselamatan Lingkungan Kerja*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press. (2016).
- [15] Sinungan, Muchdarsyah, *Produktivitas : Apa dan Bagaimana*. Jakarta: Bumi Aksara (2008).
- [16] Skjong, R., & Benedikte, H., W, Expert Judgement and Risk Preception, *Proceeding of International Society of Offshore and Polar Engineering Conference Stavanger, June 17-22, Norway*. 4 (2001).
- [17] Sucipto, C., D, *Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Yogyakarta : Goysen Publishing. (2014).
- [18] Winarsunu, T, *Psikologi Keselamatan Kerja*. Malang : UMM Press. (2008).
- [19] Wiryosumarto., & Okumura, *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta : PT. Balai Pustaka. (2014).