

Human Reliability Assesment Pada Produksi AMDK dengan Metode HEART dan Sistem Pendukung Keputusan Dalam Menentukan Rekomendasi Berbasis AHP (Analitical Hierarchy Process)

(Studi Kasus: Perusahaan Air Minum Dalam Kemasan)

Reno Alfiansyah¹, Ulvi Pri Astuti², dan Mey Rohma Dhani³

^{1,3} Program studi Teknik keselamatan dan kesehatan kerja, ² Program studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail : renoalfiansyah10@gmail.com

Abstrak

Total kecelakaan kerja periode 2012-2016 di perusahaan air minum dalam kemasan sebanyak 67 kecelakaan pada seluruh area pabrik. Area 3 produksi air minum 240 ml menyumbangkan angka kecelakaan terbesar yaitu sebanyak 19 kasus atau 28,35% dari seluruh kecelakaan pada periode tersebut. Kondisi tersebut menjelaskan bahwa target *zero accident* belum tercapai sehingga diperlukan upaya yang maksimal dalam mengatasi segala potensi bahaya yang ada. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi nilai *Human Error Probabilities (HEP)* dengan metode *Human Error Assesment and Reduction Technique (HEART)* dan mengidentifikasi penentuan prioritas rekomendasi dengan metode *Analitical Hierarchy Process (AHP)* pada area 3 produksi air minum 240 ml perusahaan air minum. Hasil penelitian ini yaitu berupa HEP dimana resiko *human error* terbesar terjadi pada area proses *sheet maker* dengan total HEP sebesar 1,494, sehingga analisis rekomendasi dengan metode AHP akan difokuskan pada proses *sheet maker*. Berdasarkan klasifikasi hierarki kontrol administratif didapatkan tiga rekomendasi dengan rekomendasi prioritas pertama adalah pembuatan instruksi kerja tiap *task* dengan nilai 0,567, selanjutnya rekomendasi prioritas kedua adalah melakukan uji pengetahuan keselamatan kerja dengan nilai 0,273, kemudian rekomendasi prioritas terakhir adalah pemberian pelatihan dengan nilai 0,160 dengan nilai *overall inconsistency* sebesar 0,03.

Keywords : *Analitical Hierarchy Process (AHP), Human Error Assesment and Reduction Technique (HEART), Human Reliability Analysis (HRA)*

PENDAHULUAN

Kesadaran akan budaya K3 pada tenaga kerja merupakan hal yang penting untuk dikembangkan. Pengetahuan dan perilaku yang aman sangat penting dalam mengurangi tingkat kecelakaan kerja. Hal tersebut memiliki hubungan yang erat terhadap faktor manusia sebagai penyebab kecelakaan kerja. Faktor manusia tersebut telah diteliti oleh Geostech pada tahun 1999 melalui teori *The Human Factors Theory of Accident* yang mengungkapkan faktor manusia sebagai penyebab mengidentifikasi kecelakaan kerja dimana Geostech menyatakan bahwa terjadinya kecelakaan kerja dikarenakan rangkaian kegiatan yang disebabkan oleh *human error*.

Perusahaan air minum dalam kemasan dalam melakukan proses produksinya masih belum mencapai target *zero accident* karena masih terjadinya kecelakaan kerja pada kurun waktu 2012-2016 khususnya pada area produksi 3 kemasan 240 ml yang menyumbang presentase terbesar selama periode tersebut. Berdasarkan kondisi tersebut maka penelitian akan difokuskan terhadap pengurangan kecelakaan kerja yang disebabkan oleh *human error* dengan menggunakan metode *Human Reliability Assesment*.

Metode HRA yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Human Error Assesment and Reduction Technique (HEART)* yang merupakan metode kuantifikasi *human reliability* yang dikembangkan pada tahun 1985 oleh Williams. Dalam pengambilan keputusan pemilihan rekomendasi harus dilakukan secara tepat sasaran untuk dapat diterapkan dan memberikan pengaruh yang kuat dalam upaya pengurangan *human error* sehingga perlu dilakukan dengan sistem pendukung keputusan dengan metode *Analitical Hierarchy Process (AHP)* dengan bantuan perangkat lunak *Expert Choice 11*, Pendekatan AHP yang dikembangkan oleh Thomas Saaty dari Wharton School – University of Pennsylvania pada tahun 1980, merupakan salah satu metoda MCDM (*Multi-Criteria Decission Making*) yang paling sering digunakan. Dari hasil analisa dengan menggunakan metode AHP diharapkan mampu menganalisis rekomendasi mana yang diprioritaskan untuk dilakukan terlebih dahulu sehingga

memudahkan untuk menerapkan rekomendasi tersebut pada perusahaan produksi air minum dalam kemasan dalam meminimalisir probabilitas *human error* di area produksi 3 kemasan 240 ml.

METODOLOGI

• **Metode HEART**

Metode HEART merupakan metode yang diperkenalkan Williams pada tahun 1985 dimana HEART merupakan metode yang dirancang sebagai metode HRA yang cepat dan sederhana dalam mengkuantifikasi resiko *human error*. Metode ini secara umum dapat digunakan pada situasi atau industri dimana *human reliability* menjadi suatu hal yang penting (Bell dan Holroyd, 2009). Berikut untuk menghitung *Human Error Probability* dengan menggunakan metode HEART (Parastuti, 2009 dalam Suryani, 2015) maka dilakukan beberapa langkah berikut:

1. Langkah 1:
Meng
 klasifikasi jenis tugas/ pekerjaan
 Tahap ini merupakan tahap pengklasifikasian jenis tugas atau pekerjaan objek yang diteliti berdasarkan GTTs (*Generic Task Types*) pada metode HEART. GTTs dapat dilihat pada Tabel 2.1 bersamaan dengan nominal *human unreliability* nya.
2. Langkah 2:
Mene
 ntukan nilai ketidakandalan dari tugas/ pekerjaan
 Nilai HEP (Ketidakandalan) untuk setiap tugas (GTTs) dimana nilai tersebut merupakan nilai ketetapan yang sudah divalidasi oleh Jeremy Williams (1998).
3. Langkah 3:
Meng
 identifikasi kondisi yang menimbulkan kesalahan
 Tahap ini merupakan tahap identifikasi di lapangan yang menimbulkan kesalahan kemudian dikaitkan dengan EPCs yang ada pada metode HEART. EPCs dapat dilihat pada Tabel 2.2, bersamaan dengan total faktor dari tiap EPCs.
4. Langkah 4:
Mene
 ntukan HEP (*Human Error Probability*)
 Tahap ini merupakan tahap perhitungan HEP yang diperoleh dari hasil GTTs dan EPCs serta asumsi proporsi kesalahan (APOA).

Generic Task (GTTs) dan Error Producing Conditions (EPCs) yang ditentukan dalam metode HEART terdapat pada Tabel 1 dan 2 berikut:

Tabel 1. Generic Task Dalam Metode HEART

| Generic Task | | Nominal Human Unreliability | Range |
|--------------|--|-----------------------------|-----------------|
| A | Pekerjaan/task yang benar-benar asing/tidak dikuasai, dilakukan pada suatu kecepatan tanpa konsekuensi yang jelas | 0.55 | (0.35 - 0.97) |
| B | Mengubah atau mengembalikan sistem ke keadaan yang baru atau awal dengan satu upaya tunggal tanpa pengawasan atau prosedur | 0.26 | (0.14 - 0.42) |
| C | Pekerjaan yang kompleks dan membutuhkan tingkat pemahaman dan keterampilan yang tinggi | 0.16 | (0.12 - 0.28) |
| D | Pekerjaan yang cukup sederhana, dilakukan dengan cepat atau membutuhkan sedikit perhatian | 0.09 | (0.06 - 0.13) |
| E | Pekerjaan yang rutin, terlatih, dan memerlukan tingkat keterampilan yang rendah | 0.02 | (0.007 - 0.045) |

| | | | |
|---|---|---------|--------------------|
| F | Mengembalikan atau menggeser sistem ke kondisi awal atau baru dengan mengikuti prosedur dengan beberapa pemeriksaan | 0.02 | (0.0008 - 0.007) |
| G | Pekerjaan yang sudah familiar/dikenal, dirancang dengan baik, merupakan tugas rutin yang terjadi beberapa kali per jam, dilakukan berdasarkan standard yang sangat tinggi oleh personel yang telah terlatih dan berpengalaman dengan waktu untuk memperbaiki kesalahan yang potensial | 0.0004 | (0.00008 - 0.09) |
| H | Menanggapi perintah sistem dengan benar bahkan ada sistem pengawasan otomatis tambahan yang menyediakan interpretasi akurat | 0.00002 | (0.000006 - 0.009) |

Sumber: Bell dan Holroyd., 2009

Tabel 2. Error Producing Condition Dalam Metode HEART

| Error Producing Condition (EPC) | | Total Effect | Error Producing Condition (EPC) | | Total Effect |
|---------------------------------|---|--------------|---------------------------------|---|--------------|
| 1 | Tidak biasa dengan situasi dimana hal itu secara potensial penting, tetapi hanya sesekali terjadi atau baru terjadi | 17 | 20 | Ketidaksesuaian antara tingkat pencapaian pendidikan dari individu dengan persyaratan yang diharuskan dalam tugas | 2 |
| 2 | Waktu yang tersedia terbatas atau singkat untuk mendeteksi dan mengoreksi kesalahan | 11 | 21 | Dorongan untuk menggunakan prosedur lain yang lebih berbahaya | 2 |
| 3 | Rendahnya rasio antara penerimaan informasi (<i>signal</i>) terhadap gangguan (<i>noise</i>) sekitar | 10 | 22 | Kurangnya waktu dan kesempatan untuk melatih pikiran dan tubuh diluar jam pekerjaan | 1,8 |
| 4 | Adanya penekanan / penolakan terhadap informasi atau keunggulan yang mana terlalu mudah untuk diterima | 9 | 23 | Alat yang tidak dapat diandalkan | 1,6 |

Sumber: Bell dan Holroyd., 2009

Tabel 2. Error Producing Condition Dalam Metode HEART (Lanjutan)

| Error Producing Condition (EPC) | | Total Effect | Error Producing Condition (EPC) | | Total Effect |
|---------------------------------|--|--------------|---------------------------------|---|--------------|
| 5 | Tidak adanya alat-alat yang menyampaikan secara fungsional kepada operator | 8 | 24 | Kebutuhan untuk membuat suatu keputusan yang diluar kapasitas atau pengalaman dari operator | 1,6 |
| 6 | Ketidaksesuaian antara suatu model operator pada umumnya dengan apa yang dibayangkan perancang | 8 | 25 | Tidak jelasnya alokasi fungsi dan tanggung jawab | 25 |
| 7 | Tidak adanya alat untuk membalikan tindakan yang tidak diinginkan | 8 | 26 | Tidak ada langkah yang nyata untuk tetap berada pada jalur kemajuan selama aktivitas (mengawasi proses) | 1,4 |
| 8 | Kapasitas yang berlebihan dalam saluran, khususnya salah satunya diakibatkan oleh informasi yang | 6 | 27 | Bahaya yang disebabkan terbatasnya kemampuan fisik | 1,4 |

| | | | | | |
|----|--|-----|----|--|------|
| | datang secara bersamaan dalam suatu informasi yang tidak berlebihan | | | | |
| 9 | Perlunya untuk meninggalkan suatu teknik lain dengan menggunakan filosofi yang berlawanan | 6 | 28 | Kecil atau tidak adanya peran yang berarti dalam tugas | 1,4 |
| 10 | Kebutuhan untuk mentransfer pengetahuan yang spesifik antar tugas tanpa menimbulkan kerugian | 6 | 29 | Tingkat emosi dan stress yang tinggi | 1,3 |
| 11 | Keraguan pada standar performansi yang diharuskan | 5,5 | 30 | Bukti kesehatan yang buruk antara operator terutama demam | 1,2 |
| 12 | Mengesampingkan informasi atau fitur yang terlalu mudah diakses | 4 | 31 | Tingkat disiplin pekerja yang rendah | 1,2 |
| 13 | Tidak sebanding antara persepsi dengan resiko nyata | 4 | 32 | Ketidaksesuaian antara display dan prosedur | 1,2 |
| 14 | Tidak ada konfirmasi yang jelas, langsung, dan tepat waktu dari suatu tindakan yang dimaksudkan dari bagian dari sistem dimana kontrol diberikan | 4 | 33 | Kondisi lingkungan yang buruk atau tidak mendukung | 1,15 |
| 15 | Operator yang tidak berpengalaman (atau baru dan berkualitas tapi tidak ahli) | 3 | 34 | Siklus berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan dengan beban mental kerja yang rendah | 1,1 |
| 16 | Miskinnya kualitas dalam informasi yang disampaikan oleh prosedur dan interaksi antar manusia | 3 | 35 | Terganggunya siklus tidur normal | 1,05 |
| 17 | Sedikit atau tidak adanya kebebasan dalam pemeriksaan atau pengujian pada <i>output</i> / keluaran | 3 | 36 | Kecepatan tugas yang disebabkan oleh campur tangan orang lain | 1,06 |
| 18 | Konflik antara tujuan jangka pendek dengan tujuan jangka panjang | 2,5 | 37 | Penambahan anggota tim yang sebenarnya tidak dibutuhkan | 1,03 |
| 19 | Tidak adanya perbedaan dari input informasi untuk pengecekan ketelitian | 2 | 38 | Usia operator yang melakukan pekerjaan | 1,02 |

Sumber: Bell dan Holroyd., 2009

Untuk menentukan proporsi kesalahan dari masing-masing EPC (*Assessed Proportion of Affect*) atau APOA didapatkan melalui asumsi dari *expert judgement* dengan nilai proporsi yang berkisar antara 0 sampai 1 (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1). (Williams, 1986)

Assesed Effect merupakan perkalian antara *total effect* dan proporsi kesalahan masing-masing EPCs. *Assesed Effect* dapat dihitung dengan menggunakan rumusan berikut:

$$EPC' = ((EPC_n - 1) \times APOA_n) + 1 \tag{1}$$

Dengan
 EPC = Nilai *Error Producing Condition*

APOA =
Proporsi dari EPC

Untuk melakukan perhitungan probabilitas *human error* maka dilakukan perkalian antara *human unreliability* sesuai *generic Task* yang diperoleh dengan nilai EPCs. Perhitungan menggunakan perumusan sebagai berikut:

$$p(E) = GT \times EPC^1 \times EPC^2 \times EPC^3 \tag{2}$$

Dengan
 $p(E)$ = Probabilitas *human error*
 GT = *Generic Task Unreliability*
 EPC = Nilai *Error Producing Condition*. (Williams, 1986)

• **Metode AHP**

Analytical Hierarchy Process (AHP) dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 1970-an. Metode ini merupakan salah satu model pengambilan keputusan multi kriteria yang dapat membantu kerangka berpikir manusia di mana faktor logika, pengalaman, pengetahuan, emosi, dan rasa dioptimalkan ke dalam suatu proses sistematis. AHP adalah metode pengambilan keputusan yang dikembangkan untuk pemberian prioritas beberapa alternatif ketika beberapa kriteria harus dipertimbangkan, serta mengijinkan pengambil keputusan (*decision makers*) untuk menyusun masalah yang kompleks ke dalam suatu bentuk hirarki atau serangkaian level yang terintegrasi. Pada dasarnya, AHP merupakan metode yang digunakan untuk memecahkan masalah yang kompleks dan tidak terstruktur ke dalam kelompok-kelompoknya, dengan mengatur kelompok tersebut ke dalam suatu hirarki, kemudian memasukkan nilai numerik sebagai pengganti persepsi manusia dalam melakukan perbandingan relatif. Dengan suatu sintesis maka akan dapat ditentukan elemen mana yang mempunyai prioritas tertinggi

Adapun urutan dalam melakukan pembobotan rekomendasi dengan metode AHP adalah sebagai berikut:

- Langkah 1: Menyusun struktur hierarki masalah
- Langkah 2: Membuat matriks perbandingan berpasangan
- Langkah 3: Menghitung bobot/ prioritas dari masing masing variabel

Variabel kriteria yang diprioritaskan disini adalah kriteria dari segi waktu dan ketersediaan barang jasa, dan sumber daya. Langkah-langkahnya:

- a. Membuat perbandingan berpasangan dari masing-masing kriteria. Hasil
- b. penilaian responden kemudian dirata-rata menggunakan rata-rata geometri. Hasil
- c. dari setiap perbandingan berpasangan ditampilkan dalam sebuah matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*). Hasil
- d. matriks dengan cara menguadratkan matriks. Iterasi
- e. masing-masing elemen pada kolom tertentu dengan nilai jumlah kolom tersebut. Bagi
- f. tersebut kemudian dinormalisasi untuk mendapatkan *vector eigen matriks* dengan merata-ratakan Hasil

baris terhadap dua kriteria.

g. Menghitung rasio konsistensi.

Langkah 4: Menghitung bobot/ prioritas dari masing masing variabel

Variabel yang dimaksud yaitu bobot setiap rekomendasi dibandingkan dengan masing-masing kriteria seperti langkah 3 diatas.

Langkah 5: Penentuan prioritas rekomendasi

Setelah mengetahui bobot dari masing-masing kriteria dan bobot dari masing-masing rekomendasi kemudian diketahui prioritas urutan rekomendasi berdasarkan nilai yang diperoleh, keutamaan prioritas diketahui berdasarkan nilai yang paling tinggi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

- **Perhitungan Human Error Probability**

Dari perhitungan yang telah dilakukan dengan menggunakan metode HEART (*Human Error Assesment and Reduction Technique*) maka rekapitulasi hasil perhitungan yang didapatkan adalah seperti yang tercantum dalam Tabel 3. Seperti yang terlihat pada tabel 3. HEP total yang di beri tanda (*) merupakan nilai HEP tertinggi secara keseluruhan pada proses *Sheet Maker* dan HEP total yang di beri tanda (**) merupakan nilai HEP terendah secara keseluruhan pada proses *Packaging*. Ada beberapa faktor yang yang menjadikan HEP total proses *sheet maker* menjadi yang tertinggi dibandingkan dengan proses yang lainnya, tingginya nilai HEP antara lain dipengaruhi pada saat pemilihan GTTs, EPCs dan juga pemberian proporsi kemungkinan terjadi atau APOA.

Tabel 3. Hasil Akumulasi Pengukuran HEP dengan Menggunakan Metode HEART

| No. | Proses Produksi | HEP Total |
|-----|-----------------------------|-----------|
| 1. | Transfer Material | 0,0042 |
| 2. | Preparation (Loading Resin) | 0,458 |
| 3. | Sheet Maker * | 1,494 |
| 4. | Cup Maker | 0,731 |
| 5. | Storage | 0,0026 |
| 6. | Filling | 0,913 |
| 7. | Packaging ** | 0,0025 |

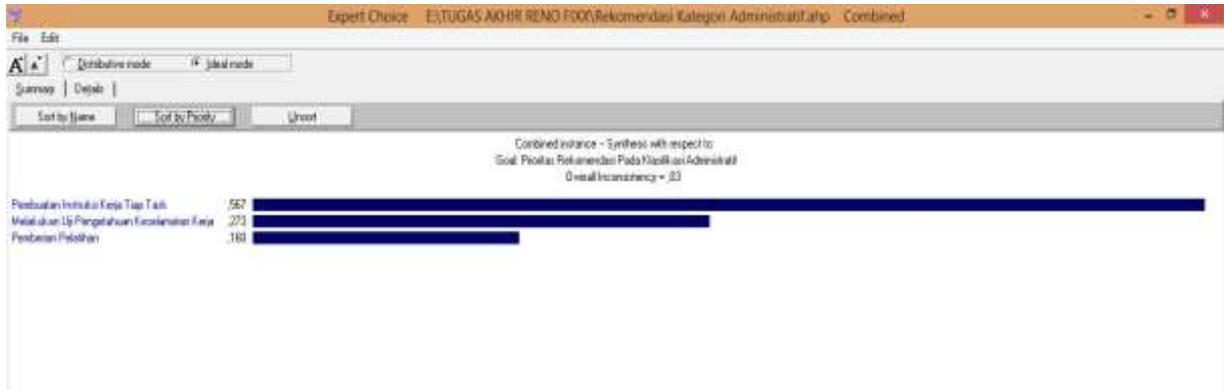
- **Analisa Pengurangan Human Error Dengan Metode AHP**

Berdasarkan kondisi yang telah dipaparkan tentang faktor yang mempengaruhi nilai *human error probability* maka rekomendasi yang diberikan untuk mengurangi resiko *human error* akan dilakukan berdasarkan hierarki kontrol untuk menurunkan tingkat resiko atau bahayanya menuju ke titik yang aman. Hierarki pengendalian tersebut menurut ANSI/AIHA antara lain adalah eliminasi, substitusi, administrasi, dan alat pelindung diri (APD). Dari Hierarki kontrol tersebut akan dilakukan proses diskusi secara *brainstorming* bersama dengan kedua *expert judgement* yang telah terpilih tentang bagaimana cara meminimalisir nilai *human error probability* pada proses *sheet maker*. Berdasarkan diskusi yang dilakukan bersama dengan kedua *expert judgement*, rekomendasi untuk mengurangi resiko *human error* didapatkan melalui hierarki kontrol secara administrasi berikut adalah detail rekomendasi yang diperoleh untuk meminimalisir probabilitas *human error* pada area produksi 3 kemasan 240 ml:

1. Pembuat Instruksi Kerja setiap *Task*
2. Pemberian pelatihan
3. Melakukan uji pengetahuan keselamatan kerja

Berdasarkan rekomendasi yang diperoleh tersebut dianggap telah memenuhi persyaratan untuk dilakukannya perbandingan berpasangan antar rekomendasi dengan metode AHP dikarenakan terdapat lebih dari satu rekomendasi dalam satu klasifikasi hierarki kontrol yang sama. Kriteria yang digunakan dalam menentukan prioritas rekomendasi adalah waktu penerapan dan ketersediaan barang, jasa, atau sumberdaya yang dimiliki.

Dari perhitungan pembobotan yang telah dilakukan dengan menggunakan metode AHP didapatkan rekomendasi prioritas pertama adalah pembuatan instruksi kerja tiap *task* dengan nilai 0,567, selanjutnya rekomendasi prioritas kedua adalah melakukan uji pengetahuan keselamatan kerja dengan nilai 0,273, kemudian rekomendasi prioritas terakhir adalah pemberian pelatihan dengan nilai 0,160 dengan nilai *overall inconsistency* sebesar 0,03. Hasil perhitungan bobot berdasarkan klasifikasi hierarki kontrol secara teknis dengan menggunakan *software Expert Choice 11* dapat dilihat pada Gambar 1. berikut;



Gambar 1. Hasil Akhir Seluruh Bobot Berdasarkan dengan *Software Expert Choice 11*

KESIMPULAN

Hasil perhitungan probabilitas *human error* dengan menggunakan metode HEART pada area produksi 3 kemasan 240 ml menunjukkan bahwa resiko *human error* terbesar terjadi pada area proses *sheet maker* dengan total HEP sebesar 1,494, sehingga analisis rekomendasi dengan metode AHP akan difokuskan pada proses *sheet maker*. Berdasarkan klasifikasi hierarki kontrol administratif didapatkan tiga rekomendasi dengan rekomendasi prioritas pertama adalah pembuatan instruksi kerja tiap *task* dengan nilai 0,567, selanjutnya rekomendasi prioritas kedua adalah melakukan uji pengetahuan keselamatan kerja dengan nilai 0,273, kemudian rekomendasi prioritas terakhir adalah pemberian pelatihan dengan nilai 0,160 dengan nilai *overall inconsistency* sebesar 0,03.

DAFTAR NOTASI

| | |
|-----------------------------------|---------|
| EPC | = Nilai |
| <i>Error Producing Condition</i> | |
| APOA | = |
| Proporsi dari EPC | |
| GT | = |
| <i>Generic Task Unreliability</i> | |
| p(E) | = |
| Probabilitas <i>Human Error</i> | |

DAFTAR PUSTAKA

1. Bell, Julie, & Holroyd, Justin. (2009). *Review of Human Reliability Assessment Methods*. Health and Safety Laboratory.
2. Geotsch, David L. (1999). *Occupational Safety and Health for Technologist, Engineers, and Managers*. Prentice Hall.
3. Saaty, Thomas L. (1988). *Multi Criteria Decision Methode : The Analytical Hierarchy Process*. University of Pittsburgh.
4. Suryani, Meta S. (2015). *Analisis Probabilitas Human Error Pada Pekerjaan Grinding Dengan Menggunakan Metode "HEART" dan Metode "THERP" Pada PT. X*. Laporan Tugas Akhir, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
5. Williams, JC. (1986). *HEART – A proposed Method for Assessing and Reducing Human Error*. University of Bradford. UK.

