

ANALISA HUMAN ERROR PROBABILITY DALAM PROSES GRINDING MENGUNAKAN METODE SLIM-AHP

Dewi Susanti¹⁾, Binti Muallifatul Rosydah²⁾, dan Ammaisarah Disrinama³⁾

¹Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Politeknik
Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Kampus ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111

^{2,3}Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Kampus
ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111

E-mail: dewisuzanti95@gmail.com

Abstract

The research was done on fabrics boiler factory which has high risk through work accident due to human error. According to the data of work accident during year 2012-2017, there are 12 cases of work accident because of human error. Moreover, the six accidents of 12 accidents happened to grinding. It means 50% cases of the accident of this factory happened to grinding process. This research aims at analyzing and predicting the HEP (Human Error probability) through the grinding process used SLIM-AHP method. SLIM was used to get the HEP score which was got by searching SLI (Success Likelihood Index) score. It was done by giving the questionnaire of weighting and PSF (Performance Shaping Factor) assessment to experts. The researcher used AHP method and an expert choice application in weighting process. The development of SLIM-AHP method can solve the consistency problem from the experts. The research result shows that the highest HEP score is in the appropriate use of APD task that is equal to 0.999734. The recommendation suggested to decrease and prevent the human error is by controlling the administration process included procedure preparation, socialization and APD management.

Keywords: AHP, Grinding, HEP, Human Error, SLIM

Abstrak

Penelitian dilakukan pada perusahaan fabrikasi boiler yang memiliki risiko tinggi terhadap kecelakaan kerja akibat kesalahan manusia (*human error*). Berdasarkan data kecelakaan kerja selama tahun 2012 sampai dengan tahun 2017, terdapat 12 kasus kecelakaan kerja akibat kesalahan manusia (*human error*). Dan 6 diantaranya adalah kasus kecelakaan yang terjadi pada pekerjaan *grinding*. Ini berarti, 50% kasus kecelakaan yang terjadi di perusahaan ini adalah kecelakaan pada proses *grinding*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa dan memprediksi HEP (*Human Error Probability*) pada pekerjaan menggerinda menggunakan metode SLIM-AHP. SLIM digunakan untuk memperoleh nilai HEP dengan mencari nilai SLI (*Success Likelihood Index*) dari kuesioner pembobotan dan penilaian PSF (*Performance Shapping Factor*) yang diisi oleh para ahli. Dalam pembobotan, penulis menggunakan metode AHP dengan aplikasi *expert choice* untuk menilai konsistensi dari para ahli. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai HEP tertinggi adalah pada *task* penggunaan APD yang sesuai yaitu sebesar 0,999734. Rekomendasi yang disarankan untuk mengurangi dan mencegah *human error* adalah kontrol administrasi berupa penyusunan prosedur, sosialisasi dan manajemen APD.

Kata kunci : AHP, Grinding, HEP, Human Error, SLIM

PENDAHULUAN

Penelitian dilakukan pada perusahaan fabrikasi boiler yang memiliki risiko tinggi terhadap kecelakaan kerja akibat kesalahan manusia (*human error*). Berdasarkan data kecelakaan kerja selama tahun 2012 sampai dengan tahun 2017, terdapat 12 kasus kecelakaan kerja akibat kesalahan manusia (*human error*). Dan 6 diantaranya adalah kasus kecelakaan yang terjadi pada pekerjaan *grinding*. Ini berarti, 50% kasus kecelakaan yang terjadi di perusahaan ini adalah kecelakaan pada proses *grinding*. Oleh karena itu penilaian probabilitas kesalahan manusia atau yang disebut dengan *Human Error Probability* (HEP) sangat penting untuk dilakukan. SLIM merupakan metode yang paling fleksibel dibandingkan dengan metode-metode HRA yang lainnya (Kirwan, 1994). Maka dari itu, pengembangan dari SLIM sangatlah diperlukan untuk lebih menyempurnakan metode ini. SLIM mengalami beberapa hambatan, seperti kesulitan dalam pemilihan *Performance Shaping Factors* (PSF) dan juga kesulitan dalam pembobotannya (Kirwan, 1994). Zimolong (1992) juga berpendapat jika masalah-masalah dalam metode ini mencakup konsistensi dari penilaian para *expert*. Oleh karena itu diperlukannya suatu perbaikan untuk mengatasi masalah-masalah tersebut. Park (2008) mengembangkan metode baru yang ia beri nama AHP-SLIM.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa dan memprediksi HEP (*Human Error Probability*) pada pekerjaan *grinding* menggunakan metode SLIM-AHP. SLIM digunakan untuk memperoleh nilai HEP yang didapatkan dengan mencari nilai SLI (*Success Likelihood Index*) yang didapat dari kuesioner pembobotan dan penilaian PSF (*Performance Shapping Factor*) yang diisi oleh para ahli. Dalam pembobotan, penulis menggunakan metode AHP dibantu aplikasi *expert choice*. Pengembangan metode SLIM-AHP ini dapat mengatasi masalah konsistensi dari para ahli.

METODE PENELITIAN

Expert judgement adalah pertimbangan atau pendapat ahli atau orang yang berpengalaman. Dalam memilih *expert judgement* tidak boleh sembarangan, oleh karena itu peneliti membuat beberapa kriteria untuk penentuan *expert judgement*. *Task analysis* adalah metodologi dasar pada penilaian *human error* dan berfungsi untuk mendeskripsikan dan menganalisa interaksi manusia dengan sistem sehingga dapat mengurangi *human error*. Pada penelitian ini, *task analysis* berfungsi untuk mengetahui *task task* (langkah-langkah kerja) yang ada pada pekerjaan gerinda secara detail. *Task analysis* ini sendiri pada penelitian ini digunakan untuk pembuatan kuesioner pembobotan PSF dan kuesioner penilaian PSF.

Task analysis pada pekerjaan ini dibuat berdasarkan *work instruction* pekerjaan gerinda menggunakan *portable grinding machine* yang telah dibuat oleh perusahaan. PSF adalah faktor-faktor yang mempengaruhi probabilitas terjadinya *error*. Pada penelitian ini, PSF berfungsi untuk pembuatan kuesioner pembobotan PSF dan kuesioner penilaian PSF. PSF ini nantinya juga akan berfungsi untuk menghitung SLI.

Dalam menentukan PSF, peneliti menentukannya berdasarkan data kecelakaan yang ada, dari data kecelakaan tersebut dapat dilihat, faktor-faktor apa sajakah yang dapat menyebabkan terjadinya *error*. Setelah menentukan PSF, tahapan selanjutnya adalah mendiskusikan PSF-PSF tersebut dengan *expert judgement*, apakah benar PSF-PSF tersebut adalah PSF-PSF yang sangat mempengaruhi probabilitas *error* pada pekerjaan gerinda atau tidak. Peneliti juga meminta pendapat kepada *expert judgement* apakah mungkin masih ada PSF-PSF lain yang juga sangat mempengaruhi probabilitas *error* pada pekerjaan gerinda atau tidak. Kuesioner pembobotan PSF bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh tiap PSF dalam menimbulkan *error* pada pekerjaan gerinda dengan cara memberikan bobot terhadap masing-masing PSF di setiap *task*. Pembobotan ini menggunakan metode AHP dan aplikasi *Expert Choice* dalam perhitungannya.

Dalam menentukan *rating*, ditentukan melalui hasil kuesioner penilaian PSF yang telah diisi oleh *expert judgement*. Dari kuesioner-kuesioner yang telah didapatkan kemudian hasil pengisian *rating* dari para *judges* tersebut dirata-rata. Nilai SLI digunakan untuk menghitung HEP. SLI dapat juga digunakan sebagai *performance indicator*, dan juga dapat digunakan sebagai aspek dalam memonitor sistem manajemen K3. Nilai SLI dihitung menggunakan rumus berikut ini:

$$SLI_j = \sum R_{ij} W_i \quad (1)$$

(Sumber: Embrey, 1994)

Keterangan:

- SLI_j = SLI *task j*
- R_{ij} = *Rating task j* pada PSF *i*
- W_i = Bobot PSF *i*

Pengubahan nilai SLI menjadi HEP bertujuan untuk mengetahui probabilitas *human error* pada pekerjaan gerinda. Dalam mengubah nilai SLI menjadi probabilitas *human error* (HEP), digunakan rumus berikut ini:

$$\log(\text{HEP}) = a \text{SLI} + b \quad (2)$$

(Sumber: Embrey, 1994)

Keterangan:

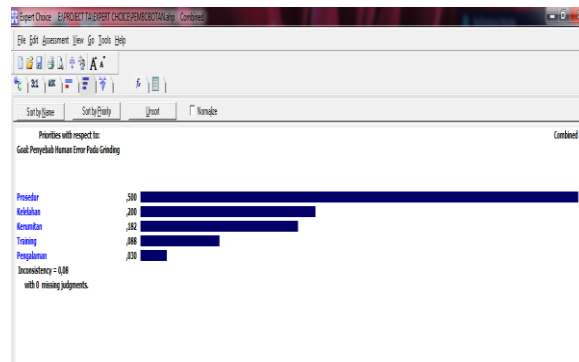
- a dan b = Konstanta

HASIL DAN PEMBAHASAN

Para *judges* terdiri dari orang-orang dari berbagai profesi yang mempunyai banyak pengetahuan mengenai pekerjaan gerinda. Dari hasil pemeriksaan PSF didapatkan bahwa dari 5 PSF yang ditentukan oleh penulis, 2 PSF mendapatkan komentar tidak terlalu mempengaruhi probabilitas terjadinya *error*. *Expert Judgement* 1 dan 2 menyatakan bahwa penerangan dan shift kerja tidak terlalu mempengaruhi probabilitas terjadinya *error*, sehingga PSF tersebut dapat dihilangkan. Kesimpulannya, ada 5 PSF yang berpengaruh pada pekerjaan *grinding*, yaitu faktor prosedur, kelelahan, kerumitan, *training*, dan pengalaman.

Pembobotan PSF (*Performance Shafing Factor*)

Penentuan bobot ini dibantu dengan menggunakan metode AHP. Kemudian hasil dari pembobotan dari tiap PSF digunakan untuk menghitung nilai SLI. Perhitungan bobot ini dibantu dengan menggunakan aplikasi *Expert Choice*.



Gambar 1. Hasil Pembobotan AHP dengan Expert Choice

Sumber : Penulis, Tahun 2018

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa pembobotan PSF dengan menggunakan AHP oleh *Expert Judgement*, nilai *inconsistency* yang didapatkan telah mencapai kesepakatan yaitu kurang dari 0,100. Hal ini berarti, pendapat *expert judgement* dapat diterima. Nilai bobot dari setiap PSF ini kemudian akan digunakan untuk menghitung nilai SLI.

Peratingan PSF (*Perfomance Shafing Factor*)

Dalam memberikan rating, terdapat skala mulai dari skala 1 sampai dengan skala 9. Skala tersebut dibagi menjadi beberapa range yang sama, namun berbeda keterangannya. Hasil peratingan PSF(*Perfomance Shafing Factor*) dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1
 Rating PSF

Task (Langkah Kerja)	PSF				
	Prosedur	Kelelahan	Kerumitan	Training	Pengalaman
	7-9 = prosedur hampir sempurna 4-6 = agak sempurna 1-3 = tidak ada prosedur	7-9 = pekerja tidak lelah 4-6 = agak lelah 1-3 = sangat lelah	7-9 = bukan task yang rumit 4-6 = agak rumit 1-3 = sangat rumit	7-9 = banyak training 4-6 = beberapa training 1-3 = tidak ada training	7-9 = pekerja sangat berpengalaman 4-6 = agak berpengalaman 1-3 = tidak berpengalaman
Gunakan APD sesuai	7	3	5	4,5	5
Siapkan dokumen sesuai	4	4	5	3	4
Pilih dan pasang batu gerinda	4	4	4,5	3	4,5
Pengecekan mesin gerinda	5	5	4	4	4
Gerinda material	4	4,5	5,5	2	3
Laksanakan 5S	4,5	4,5	4,5	4	5

Perhitungan SLI (Success Likelihood Index)

Dari nilai rating dan bobot yang sudah diketahui, maka nilai SLI di setiap task dapat diketahui. Berikut adalah perhitungan nilai SLI pada setiap task.

Task 1

$$SLI_j = \sum R_{ij} W_i$$

$$SLI = (7 \times 0,5) + (3 \times 0,2) + (5 \times 0,182) + (4,5 \times 0,088) + (5 \times 0,030) = 5,556$$

Konversi SLI menjadi Human Error Probability (HEP)

Nilai SLI (Success Likelihood Index) sudah didapatkan, setelah itu diketahui nilai konstanta a dan b agar dapat disubstitusikan ke persamaan 2. Untuk mengetahui nilai a dan b setidaknya probabilitas error pada 2 task harus diketahui agar nilai probabilitas success juga diketahui. Nilai probabilitas error dapat diketahui dari data kecelakaan pada task 1 (task a) dan task 4 (task b). Dua task ini dipilih karena pada task- task ini terdapat kasus kecelakaan yang paling tinggi dibandingkan dengan task- task lain. Pada task a yaitu penggunaan APD yang sesuai terjadi sebanyak 4 kecelakaan dalam 5 tahun (2012 sampai 2017). Sedangkan task b yaitu pengecekan mesin gerinda terjadi sebanyak 2 kecelakaan selama 5 tahun (2012 sampai 2017). Selanjutnya untuk perhitungan probabilitas errornya menggunakan cara sebagai berikut.

$$Task a = \frac{\text{jumlah kecelakaan dalam 5 tahun}}{\frac{\text{jam} \times \text{hari} \times \text{minggu}}{\text{hari} \times \text{minggu} \times \text{tahun}} \times \text{tahun}} = \frac{4}{8 \times 5 \times (4 \times 12) \times 5} = 0,000417 \text{ kejadian/jam dalam 5 tahun}$$

$$Task b = \frac{\text{jumlah kecelakaan dalam 5 tahun}}{\frac{\text{jam} \times \text{hari} \times \text{minggu}}{\text{hari} \times \text{minggu} \times \text{tahun}} \times \text{tahun}} = \frac{2}{8 \times 5 \times (4 \times 12) \times 5} = 0,000208 \text{ kejadian/jam dalam 5 tahun}$$

Setelah didapatkan probabilitas error untuk task a dan b selanjutnya mencari nilai konstanta a dan b agar persamaan bisa diketahui. Cara untuk mencari persamaan probabilitas error adalah sebagai

berikut. Tentukan asumsi nilai SLI berdasarkan jumlah kasus kecelakaan penyebab *human error* yang paling tinggi dibandingkan dengan *task-task* lain. Kasus kecelakaan penyebab *human error* tertinggi yaitu pada *task 1 (task a)* dan *task 4 (task b)*. Sehingga, jumlah *human error* pada *task 1 (HE 1)* ditambahkan dengan *human error* pada *task 4 (HE 4)*.

HE1+ HE4 = 4+2 = 6, sedangkan nilai SLI maksimal adalah 9. Maka nilai a dan b diasumsikan dengan cara berikut.

$$\text{Task 1} = \frac{4 \times 9}{6} = 6 \quad (\text{task a})$$

$$\text{Task 4} = \frac{2 \times 9}{6} = 3 \quad (\text{task b})$$

Untuk mencari konstanta a :

$$\text{Log(HEP)} = a \text{ SLI} + b$$

$$\text{Task 1: } \log(0,000417) = 6a + b \quad \longrightarrow \quad -3,37 = 6a + b$$

$$\text{Task 4 : } \log(0,000208) = 3a + b \quad \longrightarrow \quad -3,68 = 3a + b$$

$$\begin{array}{r} 0,31 = 3a \\ \hline a = 0,1033 \end{array}$$

substitusi nilai a=0,1033 ke persamaan -3,37 = 6a + b

sehingga didapatkan nilai b = -3,9898

Jadi persamaannya adalah :

$$\text{Log(HEP)} = a \text{ SLI} + b \quad \longrightarrow \quad \log(\text{HEP}) = 0,1033 \text{ SLI} - 3,9898$$

Setelah persamaannya diketahui, maka langkah selanjutnya adalah mencari probabilitas *human error* di setiap *task*. Caranya adalah dengan memasukkan nilai SLI setiap *task* ke dalam persamaan diatas.

Tabel 2
 Perhitungan Nilai HEP

No Task	Task (Langkah Kerja)	SLI	HEP
1	Gunakan APD sesuai	5,556	0,000383
2	Siapkan dokumen sesuai	4,094	0,000271
3	Pilih dan pasang batu gerinda sesuai	4,018	0,000266
4	Pengecekan mesin gerinda	4,7	0,000313
5	Gerinda material	4,167	0,000275
6	Laksanakan 5S	4,471	0,000296

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa *task 1* yaitu terkait penggunaan APD yang sesuai adalah *task* yang mempunyai nilai HEP tertinggi. Hasil tersebut sesuai dengan data kecelakaan yang menunjukkan *task 1* adalah *task* yang paling banyak menimbulkan *error*.

Tercatat dari data kecelakaan selama 5 tahun (2012 sampai 2017) membuktikan bahwa penyebab *human error* yang sering terjadi adalah pekerja yang tidak menggunakan APD yang sesuai. Seringnya kecelakaan terjadi karena pekerja yang tidak menggunakan APD seperti *safety shoes* dan *face shield*. Salah satu kecelakaan yang terjadi adalah terkenanya gram pada mata saat mengerinda. Pekerja tidak menggunakan *face shield* sehingga matanya terluka dan akhirnya menghambat *task* tersebut untuk mencapai tujuannya.

Task memilih dan memasang batu gerinda adalah *task* yang mempunyai nilai HEP terendah. Hal ini sesuai dengan adanya data kecelakaan selama 5 tahun (2012 sampai 2017) pada perusahaan. Terbukti penyebab kecelakaan pada *task* ini tidak sering terjadi. Pada *task* ini pekerja sangat berhati-hati karna jika dari awal sudah salah dalam memilih dan memasang batu gerinda, maka hasilnya tidak akan sesuai dengan dokumen yang sudah disiapkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa :

- Nilai HEP (*Human Error Probability*) tertinggi dalam proses *grinding* pada perusahaan fabrikasi boiler dengan menggunakan metode SLIM-AHP adalah pada *task* menggunakan APD yang sesuai yaitu sebesar 0,000383. Semakin tinggi nilai HEP maka semakin besar pula tingkat *error* pada suatu *task*.

- b) Rekomendasi atau perbaikan untuk mengurangi *human error probability* dalam proses *grinding* pada perusahaan fabrikasi boiler adalah sebagai berikut :
 - a. Penyusunan prosedur terkait task pekerjaan gerinda yang sesuai dengan realisasi dalam pelaksanaan
 - b. Sosialisasi prosedur baik tertulis maupun tidak tertulis.
 - c. Manajemen APD sesuai dengan Permenakertrans RI No.Per.08/Men/VII/2010 tentang APD.

DAFTAR PUSTAKA

- Embrey (1994). *The Use Of Performance Shaping Factors and Quantified Expert Judgement in the Evaluation of Human Reliability*. US : Brookhaven National Laboratory
- Hollnagel, E. (1998). *Cognitive Reliability and Error Analysis Methods*. Oxford : Elsevier Science
- Kirwan, B (1994). *A Guide to Practical Human Reliability Assesment*. London Taylor & France.
- Park, K.S (2008). A New Method for Estimating Human Error Probalities AHP-SLIM. *Reliability Engineering and System Safety*, 578-587.