

## ANALISIS PROBABILITAS *HUMAN ERROR* PADA PEKERJAAN PENGELASAN MIG DENGAN METODE SPAR-H

Sabrina Rahmadanty<sup>1)</sup>, Lukman Handoko<sup>2)</sup>, dan Am Maisarah Disrinama<sup>3)</sup>

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

<sup>2,3</sup>Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111

E-mail: sabrina.danty@gmail.com

### Abstract

*Shipyards Company is a company engaged in shipbuilding and ship maintenance processes. In shipbuilding work there are various causes of accidents resulting from human error, especially in the process of metal Inert Gas welding (MIG) which has the potential for mild to severe work accidents. In shipbuilding work there are various causes of accidents resulting from human error, especially in the process of metal Inert Gas welding (MIG) which has the potential from mild to severe work accidents. This study aims to analyze the probability of human error in MIG welding process using Standardized Plant Analysis Risk Human Reliability Assessment method. Assessment of human error probability are using SPAR-H method aims to find out the highest HEP result and factor dependency. After that performs a risk assessment and identifies. Based on the results of the research using the SPAR-H method, the highest HEP value lies in the use of safety welder and the use of the welding helmet with the HEP value of 0.54778 and the dependency factor value with the probability of high dependency failure is found in the step of area cleaning around welding and wire selection.*

**Keywords:** *Fault Tree Analysis (FTA), Human Error, MIG Welding, Standardized Plant Analysis Risk Human Reliability Assessment (SPAR-H)*

### Abstrak

Perusahaan Galangan Kapal merupakan suatu perusahaan yang bergerak dibidang pembuatan kapal maupun proses *maintenance* kapal. Pada pekerjaan pembuatan kapal terdapat berbagai macam penyebab terjadinya kecelakaan yang diakibatkan dari *human error* terutama pada proses pengelasan *Metal Inert Gas* (MIG) yang memiliki potensi kecelakaan kerja ringan hingga berat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis probabilitas *human error* pada proses pengelasan MIG dengan menggunakan metode *Standardized Plant Analysis Risk Human Reliability Assesment*. Penilaian *human error* probabilitas dengan menggunakan metode SPAR-H bertujuan untuk mengetahui hasil HEP tertinggi dan *factor dependency*. Berdasarkan hasil penelitian penggunaan metode SPAR-H nilai HEP tertinggi terletak pada pemakaian *safety welder* dan pemakaian helm las dengan nilai HEP sebesar 0,54778 dan nilai faktor *dependency* dengan nilai probabilitas kegagalan *dependency high* terdapat pada *step* membersihkan area sekitar pengelasan dan pemilihan kawat.

**Kata Kunci:** *Fault Tree Analysis (FTA), Human Error, Pengelasan MIG, Standardized Plant Analysis Risk Human Reliability Assesment (SPAR-H)*

### PENDAHULUAN

Setiap aktifitas pekerjaan yang dilakukan memiliki berbagai macam resiko bahaya, baik itu resiko bahaya dalam kapasitas ringan, sedang, maupun berat. Apabila dari resiko bahaya tersebut tidak dapat dikendalikan dengan baik maka akan terjadi suatu kecelakaan kerja. Pada Perusahaan Galangan Kapal merupakan suatu

perusahaan yang bergerak dibidang pembuatan kapal maupun proses *maintenance* kapal. Pada pekerjaan pembuatan kapal terdapat berbagai macam pekerjaan yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan yang diakibatkan oleh *human error*. Pada hasil data kecelakaan pada tahun 2016-2017 yang ada diperusahaan pada proses pengelasan *Metal Inert Gas* (MIG) memiliki potensi kecelakaan kerja tertinggi yang diakibatkan oleh *human error*. Untuk itu dibutuhkan analisis probabilitas *human error* pada pekerjaan pengelasan MIG untuk mengetahui *human error probability* dengan metode SPAR-H. Pada metode SPAR-H dilakukan pembuatan *Hierarchical Task Analysis* (HTA) terlebih dahulu, setelah HTA sesuai kemudian dilakukan pengambilan data dengan bantuan *expert judgement* untuk mengisi kuisioner metode SPAR-H. Dari hasil kuisioner dilakukan perhitungan hingga dapat diketahui *human error probability* tertinggi dari pekerjaan pengelasan dan mengetahui faktor penyebab dasar melalui *factor dependency*nya.

## METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini data sekunder yang didapat adalah data kecelakaan kerja tahun 2016-2017 dan *work instruction* proses pengelasan MIG kemudian, untuk data primer dilakukan dengan wawancara *expert judgement* dan pengisian kuesioner. Selanjutnya, melakukan analisis probabilitas pada pekerjaan pengelasan MIG dengan metode SPAR-H sebagai berikut:

- a. *Pemilihan Expert Judgement*  
Pemilihan *Expert Judgement* atau orang yang berpengalaman dan memiliki pengetahuan lebih dalam pekerjaan pengelasan MIG (*Metal Inert Gas*) di Perusahaan Galangan Kapal dilakukan dengan cara penyebaran kuisioner.
- b. *Penyusunan HTA (Hierarchical Task Analysis)*  
Data *work instructions* pekerjaan pengelasan MIG yang telah diperoleh dari perusahaan kemudian dianalisa menggunakan HTA (*Hierarchical Task Analysis*). Data *work instruction* tersebut meliputi peralatan yang digunakan, pelaksana, petunjuk kerja dan penyelesaian. HTA tersebut dijabarkan untuk mengidentifikasi rangkaian proses pekerjaan pengelasan MIG (*Metal Inert Gas*) di Perusahaan Galangan Kapal.
- c. *Penentuan Kegiatan Action/ Diagnosis*  
Pada metode SPAR-H, perlu dilakukan penentuan apakah pekerjaan tersebut merupakan pekerjaan *action/diagnosis*. Pekerjaan pengelasan MIG (*Metal Inert Gas*) di Perusahaan Galangan Kapal termasuk dalam kategori pekerjaan *action* dan *diagnosis* karena kegiatan yang dilakukan pekerjaan sangat dibutuhkan pengalaman dan pengetahuan terhadap kondisi, perencanaan, dan mengutamakan aktivitas dalam menjalankan kegiatan serta berhubungan dengan prosedur peraturan dan prosedur penulisan.
- d. *Pengolahan Data Reliabilitas Pekerjaan dengan Metode PSF (Performance Shaping Factors)*  
Setelah diketahui termasuk pekerjaan *action/diagnosis*, kemudian dilakukan pengolahan data dengan menggunakan 8 PSF (*Performance Shaping Factors*) yang terdiri dari *Available time, stress, complexity, experience, procedures, ergonomic, fitness for duty, dan work process*.
- e. *Perhitungan HEP Dengan Metode SPAR-H*  
Dari hasil penyebaran kuisioner diperoleh data berdasarkan 8 PSF (*Performance Shaping Factors*) yang kemudian akan dilakukan perhitungan HEP (*Human Error Probabilities*) untuk masing-masing jenis pekerjaan *action/diagnosis* yang memiliki rumus perhitungan yang berbeda. Kemudian didapatkan HEP yang tertinggi dan terendah yang digunakan sebagai acuan rekomendasi hasil.
- f. *Faktor Dependency*  
Metode SPAR-H juga mempertimbangkan faktor *dependency*, yaitu menganalisa suatu kegiatan yang terjadi akan berdampak pada rangkaian kegiatan yang terjadi sebelum atau sesudah kegiatan tersebut. Faktor *dependency* diperoleh dari penyebaran kuisioner yang diisi oleh *expert judgement*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah didapatkan 3 (tiga) orang *expert* dari hasil wawancara kriteria *expert judgement* yaitu HSE lapangan, Kepala bengkel Las HC, dan Group leader las HC. Setelah didapatkan orang *expert* dilakukan pengolahan data menggunakan metode SPAR-H (*Standardized Plant Analysis Risk Human Reliability Assesment*). Dalam penelitian ini terdapat beberapa langkah yang akan dilakukan antara lain penyusunan HTA, penentuan kegiatan *actions/diagnosis*, pengolahan data reliabilitas pekerjaan, perhitungan HEP, dan faktor *dependency*. Berikut adalah hasil dari realibilitas dengan metode SPAR-H :

Tabel 1  
 Pengolahan Data Reliabilitas Dengan Metode SPAR-H

| No | Task | PSF<br><i>Composite</i> | HEP<br><i>Action</i> | HEP <sub>Diagnosis</sub> | HEP<br><i>Total</i> |
|----|------|-------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|
| 1. | 2.3  | 100                     | 0,09099              | 0,50251                  | 0,54777             |
| 2. | 2.4  | 100                     | 0,09099              | 0,50251                  | 0,54777             |
| 3. | 2.5  | 40                      | 0,03849              | 0,28776                  | 0,31517             |
| 4. | 6.3  | 40                      | 0,03849              | 0,28776                  | 0,31517             |

Sumber: Hasil Penelitian, Tahun 2018

Hasil pengolahan data pada Tabel 1 dapat diketahui nilai HEP tertinggi terletak pada *task* tahapan pemakaian APD yang terdapat pada elemen 2.3 pastikan menggunakan *safety welder gloves* dan 2.4 pastikan menggunakan helm las/kap las dengan nilai HEP sebesar 0,54778. Elemen kerja tersebut memiliki HEP tertinggi dikarenakan faktor ergonomi yang buruk sehingga pekerja tidak merasa nyaman pada saat pemakaian APD, serta kurangnya pengawasan pada saat proses pekerjaan pengelasan tersebut berlangsung. Selanjutnya nilai HEP tertinggi kedua yaitu pada elemen 2.5 pastikan menggunakan masker las dan 6.3 meletakkan posisi sudut stang las sesuai dengan arah pengelasan memiliki nilai HEP sebesar 0,31517 yang dimana elemen kerja tersebut dikarenakan oleh faktor ergonomi yang buruk dan tingkat stress yang cukup tinggi sehingga pekerja tidak merasa nyaman pada saat proses pengelasan berlangsung. Dari perhitungan hasil HEP tertinggi yang telah dilakukan dapat diamati faktor-faktor penyebabnya yang dipengaruhi oleh faktor *dependency* sebagai berikut :

Tabel 2  
 Faktor *Dependency* Untuk Proses Pekerjaan Pengelasan MIG

| Task<br><i>step</i> | Pekerja | Waktu | Lokasi | Prosedur | <i>Dependency</i> | Nilai<br><i>Dependency</i> |
|---------------------|---------|-------|--------|----------|-------------------|----------------------------|
| 7.2.2               | S       | c     | d      | A        | <i>High</i>       | 0,54106                    |
| 3.4.1               | S       | c     | d      | A        | <i>High</i>       | 0,50111                    |
| 6.1                 | D       | c     | s      | A        | <i>Moderate</i>   | 0,30089                    |
| 3.3.2               | D       | c     | s      | A        | <i>Moderate</i>   | 0,15041                    |
| 7.1.2               | D       | nc    | d      | A        | <i>Low</i>        | 0,05419                    |
| 3.2.1               | D       | nc    | d      | A        | <i>Low</i>        | 0,05210                    |
| 3.2.2               | D       | nc    | d      | A        | <i>Low</i>        | 0,05210                    |

Sumber: Hasil Penelitian, Tahun 2018

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui nilai faktor *dependency* dengan nilai probabilitas kegagalan *dependency high* terdapat pada *task step* 7.2.2 dan 3.4.1 yang dikarenakan lokasi antar *task* berbeda dengan pekerja yang sama sehingga memiliki potensi bahaya yang berbeda. Kemudian terdapat juga faktor *dependency* dengan nilai probabilitas kegagalan *dependency moderate* pada *task* 6.1, dan 3.3.2 yang dimana pada *task* tersebut terjadi dikarenakan pekerja yang melakukan *task* tersebut berbeda, lokasi yang berbeda serta prosedur yang tidak spesifik sehingga dapat terjadi potensi bahaya yang disebabkan karena kesalahan komunikasi yang dapat menyebabkan kecelakaan. Selanjutnya faktor *dependency* yang disebabkan oleh probabilitas kegagalan *dependency low* yang terdapat pada *task* 7.1.2, 3.2.1 dan 3.2.2 dengan pekerja tiap *task* yang berbeda, waktu antar *task* yang berjauhan, dan lokasi pekerjaan yang berbeda dapat menyebabkan terjadinya potensi kecelakaan kerja lebih besar terjadi dibandingkan dengan probabilitas kegagalan *dependency high* maupun *moderate*. Sehingga *Task* yang memiliki *factor dependency low* dan nilai HEP yang tinggi maka memiliki potensi *human error* dan kecelakaan kerjanya juga tinggi dikarenakan waktu dan lokasi pekerjaan yang berbeda tempat sehingga dapat mengakibatkan kesalahan pada saat fokus pekerjaan serta kurangnya pemahaman prosedur kerja para pekerja.

## KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, adapun kesimpulan yang dapat diambil adalah :

1. Hasil pengolahan dari reliabilitas dengan metode SPAR-H diperoleh nilai HEP tertinggi terletak pada *task* tahapan pemakaian APD yang terdapat pada elemen 2.3 pastikan menggunakan *safety welder gloves* dan 2.4 pastikan menggunakan helm las/kap las dengan nilai HEP sebesar 0,54778. Elemen kerja tersebut memiliki HEP tertinggi karena faktor ergonomi yang buruk sehingga pekerja tidak merasa nyaman pada saat pemakaian APD serta kurangnya pengawasan pada saat proses pekerjaan pengelasan tersebut berlangsung.

2. Untuk nilai faktor-faktor penyebab yang memiliki otensi *human error* tertinggi yang dipengaruhi oleh faktor *dependency* dengan nilai probabilitas kegagalan *dependency low* yang terdapat pada *task* 7.1.2 mengenai Torch (stang las) diangkat pada saat aliran gas argon terhenti dan habis, 3.2.1 Menghubungkan kabel daya peralatan ke sumber daya, dan 3.2.2 Memeriksa kondisi tangki air pendingin. *Dependency low* terjadi dikarenakan pekerja tiap *task* yang berbeda, waktu antar *task* yang berjauhan, dan lokasi pekerjaan yang berbeda dapat menyebabkan terjadinya potensi kecelakaan kerja lebih besar terjadi dibandingkan dengan probabilitas kegagalan *dependency high* maupun *moderate*.

#### DAFTAR PUSTAKA

##### ***International Journal of Project Management***

Arashpour, M. et al., 2017. *Integrated management of on-site, coordination and off-site uncertainty: Theorizing risk analysis within a hybrid project setting*, pp. 647-655.

##### ***Human Reliability : With Human Factors.***

Dhillon, B., 1987. Human Reliability. *Human Reliability : With Human Factors*.

##### ***Review of human reliability assessment methods***

Julie Bell & Justin Holroyd , 2009. Review of human reliability assessment methods. Dalam: *Review of human reliability assessment methods*. Harpur Hill Buxton : Derbyshire SK17 9JN , pp. 1-90.

##### ***Elsevier***

Karin Laumann n, MartinRasmussen. (2015). Suggested improvements to the definitions of Standardized Plant Analysis of Risk-Human Reliability Analysis (SPAR-H) performance shaping factors,their levels and multipliers and the nominal task. *Elsevier* , 1-14.

##### ***The SPAR-H Human Reliability Analysis Method. Washington***

Laboratory, I. N., 2004. The SPAR-H Human Reliability Analysis Method. Dalam: *The SPAR-H Human Reliability Analysis Method*. Washington, DC: Division of Risk Analysis and Applications Office of Nuclear Regulatory Research U.S. Nuclear Regulatory Commission Washington, DC , pp. 1-230.