

Analisis Penyebab Perbedaan Nilai *Human Error* Penyelam *Graving Dock* Menggunakan Metode SPAR-H dan HEART

Elfa Nafilah Maulidiyah^{1*}, Rona Riantini², dan Binti Muallifatul Rosyidah³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: elfanafilah@student.ppns.ac.id

Abstrak

Proses penyelaman menjadi salah satu proses yang memiliki nilai *risk* matriks *extreme* pada tahapan pengaturan ganjal kapal di HIRADC perusahaan galangan kapal di Surabaya. Tingginya nilai *risk* matriks tersebut dapat disebabkan karena pekerjaan yang terlalu berbahaya sehingga membutuhkan peralatan dan kemampuan penyelam yang memenuhi kualifikasi. Hal tersebut dimaksudkan untuk mengurangi risiko yang akan terjadi. Untuk itu, pada makalah ini dipaparkan penelitian terkait penilaian *human error* penyelam *graving dock* menggunakan dua metode yakni SPAR-H dan HEART. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi aktivitas dengan kemungkinan error tertinggi dan mengetahui penyebab perbedaan nilai *human error* penyelam *graving dock* yang telah dinilai menggunakan metode SPAR-H dan HEART. Tahapan pada proses penyelaman yang memiliki nilai *human error* tertinggi di kedua metode yakni proses penyelaman awal, proses penyesuaian ganjal kapal bagian starboard dan portside, dan proses penyelaman akhir dengan nilai 0.4879. Secara umum tahapan dalam metode HEART lebih detail dimana terdapat kategorisasi dan penilaian awal, jumlah EPC yang lebih banyak dan spesifik, penentuan prosentasi pengaruh setiap EPC, serta perhitungan EPC dan proporsinya. Sedangkan metode SPAR-H memberikan kesederhanaan tahapan dan terbukti memberikan hasil estimasi error yang tidak jauh berbeda dengan metode HEART.

Kata Kunci: HEART, *human error*, penyelam, SPAR-H, *graving dock*

Abstract

The diving process is one of the processes that has an extreme risk matrix value at the stage of setting up the shipwreck at HIRADC, a shipbuilding company in Surabaya. The high value of the risk matrix can be caused by work that is too dangerous and requires qualified divers' equipment and abilities. This is intended to reduce the risk that will occur. For this reason, in this study an assessment of the human error of graving dock divers was carried out using two methods, namely SPAR-H and HEART. The purpose of this study was to determine the cause of differences in the human error values of graving dock divers which had been assessed using the SPAR-H and HEART methods. The cause of the difference in human error values between the two methods is that in each of the first stages, the HEART method determines the type of work and provides an assessment. While the SPAR-H method does not provide an assessment. The second cause is in each of the second stages, where the SPAR-H method has 8 PSF while the HEART method when classified into 8 PSF, the SPAR-H method has many points for the complexity of the work and work processes. The third difference is that in each of the third stages, the SPAR-H method performs one assessment at the PSF stage. While the HEART method performs two assessments on GTTs and EPCs.

Keywords: HEART, *human error*, diver, SPAR-H, *graving dock*

1. PENDAHULUAN

Graving dock atau dok kering adalah jenis dok kering yang dibedakan karena lantai tempat balok-balok berada berdekatan di bawah permukaan air (Harren, 2010). Pada saat kapal memasuki *graving dock* untuk proses *docking*, penyelam akan turun untuk mengatur kembali ganjal kapal yang telah diatur sebelumnya. Hal ini untuk menyesuaikan posisi ganjal dengan lambung kapal. Posisi penyelam ketika di bawah air tentunya sulit untuk diketahui oleh *divemaster*, hilangnya komunikasi antara penyelam dengan *divemaster* ini menyebabkan ketidaktahuan mengenai apa yang terjadi pada penyelam ketika di bawah air. Hal ini mendukung data HIRADC perusahaan dimana proses penyelaman menjadi salah satu proses yang memiliki nilai *risk* matriks *extreme* pada tahapan pengaturan ganjal kapal. Tingginya nilai *risk* matriks tersebut dapat

disebabkan karena pekerjaan yang terlalu berbahaya sehingga membutuhkan peralatan dan kemampuan penyelam yang memenuhi kualifikasi. Hal tersebut dimaksudkan untuk mengurangi risiko yang akan terjadi. Untuk itu, pada penelitian ini dilakukan penilaian *human error* penyelam *graving dock* menggunakan dua metode yakni SPAR-H dan HEART.

Penelitian-penelitian sebelumnya terkait penyelam yang mendukung penelitian ini diantaranya Wabula (2019) telah mempelajari penyelam-penyelam di Maluku yang mengalami kelumpuhan akibat penyelaman. Faktor risiko yang mungkin terjadi akibat penyelaman yakni waktu penyelaman, penyelaman yang dalam dan lama dapat menyebabkan penyakit dekompresi (Hadi, 1991). Sedangkan menurut Rahmadayanti, Budiyo and Yusniar (2017) faktor risiko yang berhubungan dengan gangguan penyelam yakni masa kerja, frekuensi penyelaman, kedalaman dan kecepatan untuk naik ke permukaan.

Metode SPAR-H (*Standardized Plant Analysis Risk — Human Reliability Analysis Method*) adalah metode *human error* yang menetapkan proses pekerjaan ke dalam salah satu dari dua kategori yakni *diagnosis* dan *action*, namun tidak jarang suatu pekerjaan dikategorikan dalam dua kategori tersebut (Gertman *et al.*, 2005). Sedangkan metode HEART (*The Human Error Assessment and Reduction Technique*) mengkategorikan proses pekerjaan ke dalam 9 jenis tugas umum, menilai interaksi antara manusia, faktor spesifik dan pembentukan kinerja manusia (Williams, 1986).

Expert judgement dari pihak perusahaan galangan kapal yang menjadi objek penelitian ikut serta dalam memberikan nilai *human error* dari segi proses penyelaman di lapangan. Perbandingan kedua metode ini pernah diaplikasikan pada proses *batching*, pengolahan, dan packing produk susu bayi (Harahap, 2012). Tujuan penelitian ini adalah mengetahui penyebab perbedaan nilai *human error* penyelam *graving dock* yang telah dinilai menggunakan metode SPAR-H dan HEART. Penelitian ini berfokus pada hasil nilai *human error* dua metode untuk dianalisis penyebab perbedaan nilai *human error*-nya, sehingga diharapkan dapat diketahui hal-hal yang menyebabkan perbedaan tersebut.

2. METODOLOGI

Penelitian ini dimulai dengan melakukan observasi proses penyelaman pada proses *docking* kapal di perusahaan galangan kapal Surabaya, hal ini sebagai bahan pertimbangan dalam memberikan penilaian di samping pandangan dari *expert judgement*. Selanjutnya dilakukan penilaian *human error* penyelam menggunakan metode SPAR-H:

a. Penentuan Kegiatan *Diagnosis/Action*

Proses pekerjaan dikatakan *diagnosis* apabila bergantung pada pengetahuan dan pengalaman untuk memahami kondisi yang ada, merencanakan dan memprioritaskan aktivitas, serta menentukan tindakan yang sesuai. Sedangkan dikatakan *action* apabila berisi satu atau lebih aktivitas yang diindikasikan dengan *diagnosis* dan berhubungan dengan aturan kerja atau prosedur.

b. Penentuan Nilai PSF (*Performance Shaping Factor*)

Proses identifikasi delapan PSF yang mampu mempengaruhi proses pengalaman, dimana delapan PSF tersebut adalah *available time, stress and stressors, experience and training, complexity, ergonomic, procedures, fitness for duty, dan work processes*.

c. Perhitungan Nilai HEP (*Human Error Probability*)

Nilai HEP untuk *diagnosis* ataupun *action* dihitung masing-masing menggunakan persamaan berikut:

$$PSF\ Composite = Time\ available \times Stress \times Complexity \times Experience\ or\ Training \times Procedures \times Ergonomics\ or\ HMI \times Fitness\ for\ Duty \times Work\ Processes \quad (1)$$

$$HEP = \frac{NHEP \times PSF\ Composite}{NHEP \times (PSF\ Composite - 1) + 1} \quad (2)$$

$$HEP_{action+diagnosis} = HEP_{action} + HEP_{diagnosis} - [HEP_{action} \times HEP_{diagnosis}] \quad (3)$$

d. Penentuan Nilai Faktor *Dependency*

Faktor *dependency* merupakan aspek tambahan yang bergantung pada jumlah pekerja, waktu kegiatan, lokasi kegiatan dan prosedur.

Sedangkan tahapan untuk melakukan penilaian *human error* menggunakan metode HEART adalah sebagai berikut:

a. Penentuan Nilai *Generic Task Unreliability*

Kategori Umum HEART terdiri dari sembilan kategori yang akan mempengaruhi perhitungan nilai HEP.

b. Penentuan Nilai *Error Producing Condition*

EPC terdiri dari 38 faktor yang dapat mempengaruhi kinerja penyelam lebih dari satu faktor, pilihan faktor pada metode HEART sangat detail dan mencakup banyak aspek.

- c. Penentuan Nilai *Assessed Proportion of Effect*
 Prosentasi dari masing-masing EPC dalam mempengaruhi tahapan kinerja penyelam, dinilai berdasarkan seberapa besar EPC dapat berpengaruh terhadap kinerja penyelam.
- d. Perhitungan Nilai *Assessed Effect*
 Perhitungan dampak dari setiap EPC dihitung menggunakan rumus:

$$WF_i = [(EPC_n - 1) \times APOA_n - 1] \quad (4)$$
- e. Perhitungan Nilai *Human Error Probability*
 Perhitungan keseluruhan kemungkinan kegagalan tugas dapat dihitung menggunakan rumus di bawah ini:

$$HEP = GTT_1 \times WF_1 \times WF_2 \times \dots etc \quad (5)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil perhitungan nilai *human error* yang telah dilakukan dengan kedua metode memiliki perbedaan dimana dari total 14 tahapan kerja proses penyelaman terdapat 13 nilai *human error* SPAR-H lebih besar daripada HEART, sedangkan nilai *human error* HEART memiliki satu nilai yang lebih besar daripada nilai metode SPAR-H. Lebih detailnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Nilai *Human Error* Penyelam *Graving Dock* pada Metode SPAR-H dan HEART

No	Task	Sub task	HEP SPAR-H	Condition	HEP HEART
1	Persiapan pra-penyelaman	1.1 Pemakaian alat pelindung diri	0.1844	>	0.1224
		1.2 Memastikan <i>regulator diving</i> dapat digunakan	0.1844	>	0.0048
		1.3 Memastikan selang dapat digunakan	0.1844	>	0.0048
2	Proses pengoperasian kompresor	2.1 Memastikan kompresor dapat digunakan	0.1844	>	0.0048
		2.2 Menghidupkan kompresor	0.1844	>	0.1440
		2.3 Memastikan udara dari kompresor mengalir sampai <i>regulator diving</i>	0.1844	>	0.0048
3	Proses penyelaman penutupan palka <i>graving dock</i>	3.1 Memastikan tidak ada benda/halangan di dudukan/fondasi pintu <i>dock</i>	0.1844	>	0.0968
		3.2 Memastikan pintu <i>dock</i> tertutup rapat	0.1844	>	0.1001
4	Proses penyelaman awal		0.4879	>	0.4721
5	Pemantauan selang oleh <i>divemaster</i>		0.3152	<	0.3760
6	Proses penyelaman penyesuaian ganjal kapal bagian <i>starboard</i> dan <i>portside</i>		0.4879	>	0.4721
7	Proses penyelaman akhir		0.4879	>	0.4721
8	Pemberhentian proses penyelaman	8.1 Mematikan kompresor	0.1844	>	0.1440
		8.2 Memastikan semua perlengkapan penyelaman disimpan dengan benar	0.1844	>	0.1440

Sumber : Data primer yang diolah, 2021

Perbedaan nilai pada Tabel 1 disebabkan oleh:

- a. Tahapan pertama Metode SPAR-H dan HEART
 Pada metode HEART selain ditentukan jenis pekerjaannya, juga diberikan penilaian yang tentunya mempengaruhi hasil akhir dari nilai HEP. Sedangkan pada metode SPAR-H hanya ditentukan jenis pekerjaannya tanpa diberikan penilaian.
- b. Tahapan kedua Metode SPAR-H dan HEART
 Metode SPAR-H memiliki 8 PSF yang umum dan breakdown kategori dari setiap PSF dapat disesuaikan dengan proses penyelaman yang diteliti, sedangkan metode HEART memiliki 38 EPC yang sangat detail. 8 EPC tersebut apabila diklasifikasikan ke dalam PSF terdiri dari 31.6% kompleksitas pekerjaan, 23.7% proses kerja, 13.2% prosedur, 7.9% pengalaman/pelatihan, 5.3% kebugaran untuk tugas, 5.3% lain-lain, 2.6% stress, 2.6% *ergonomic/HMI*, 2.6% lingkungan, dan 2.6% kebisingan.

c. APOA dan *Assessed Effect* Metode HEART

PSF pada metode SPAR-H hanya melalui satu penilaian, sedangkan EPC pada metode HEART melalui dua penilaian dan satu perhitungan. Pada intinya metode HEART memiliki banyak tahapan yang lebih detail daripada metode SPAR-H.

4. KESIMPULAN

Tahapan pada proses penyelaman yang memiliki nilai human error tertinggi di kedua metode yakni proses penyelaman awal, proses penyesuaian ganjal kapal bagian *starboard* dan *portside*, dan proses penyelaman akhir. Penyebab perbedaan nilai *human error* kedua metode secara umum tahapan dalam metode HEART lebih detail dimana terdapat kategorisasi dan penilaian awal, jumlah EPC yang lebih banyak dan spesifik, penentuan prosentasi pengaruh setiap EPC, serta perhitungan EPC dan proporsinya. Sedangkan metode SPAR-H memberikan kesederhanaan tahapan dan terbukti memberikan hasil estimasi error yang tidak jauh berbeda dengan metode HEART.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Selama pengerjaan penelitian ini, penulis mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada manajemen PT. Dewa Ruci Agung yang mengizinkan penulis untuk melakukan pengambilan data terkait penelitian dan pihak-pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

6. DAFTAR NOTASI

$NHEP_{diagnosis} = 0,01$

$NHEP_{action} = 0,001$

$WF_i = Assessed\ Effect$

$EPC_n = Error\ Producing\ Condition$

$APOA_n = Assessed\ proportion\ of\ Effect$

7. DAFTAR PUSTAKA

- Gertman, D. I. *et al.* (2005) 'The SPAR H human reliability analysis method', *American Nuclear Society 4th International Topical Meeting on Nuclear Plant Instrumentation, Control and Human Machine Interface Technology*, pp. 17–24.
- Hadi, N. (1991) 'Macam-macam penyelaman. Simposium sehari penyelaman dengan aman. Jakarta', *Oseana*, XVI(4), pp. 1–12. Available at: [http://oseanografi.lipi.go.id/dokumen/oseana_xvi\(4\)1-12.pdf](http://oseanografi.lipi.go.id/dokumen/oseana_xvi(4)1-12.pdf).
- Harahap, F. A. (2012) 'Reliability Assessment Sebagai Upaya Pengurangan Human Error Dalam Penerapan Kesehatan dan Keselamatan Kerja', *Depok: Universitas Indonesia*, 9, pp. 47–52.
- Harren, P. A. (2010) *Safe Operation and Maintenance of Dry Dock Facilities, Safe Operation and Maintenance of Dry Dock Facilities*. Virginia: American Society of Civil Engineers. doi: 10.1061/9780784410875.
- Rahmadayanti, Budiyo and Yusniar (2017) 'Faktor Resiko Gangguan Akibat Penyelam Pada Penyelam Tradisional Di karimun Jawa Jepara Rahmadayanti', *Kesehatan Masyarakat*, 5, pp. 1–9.
- Wabula, L. R. (2019) 'Perilaku Keselamatan Dan Kesehatan Penyelaman Pada Penyelam Tradisional Berbasis Health Action Process Approach', *Surabaya: Universitas Airlangga Surabaya*, pp. 1–77.
- Williams, J. C. (1986) 'Human Error Assessment & Reduction Technique (HEART)', *9th Advance in Reliability Technology Symposium*, pp. 12.10-0-12.10-16. Available at: http://www.epd.gov.hk/eia/register/report/eiareport/eia_2242014/EIA/app/app12.10.pdf.