

Analisis *Human Error* Menggunakan Metode TAFEI dan SHERPA Pada Pengoperasian Turbin Gas Blok 2 *Pasca Overhaul* di Perusahaan Power Plant

Faizal Nur Alvianto¹, Am Maisarah D², Binti Muallifatul R³.

¹Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

²Kampus ITS Sukolilo, Jl. Teknik Kimia, Keputih, Sukolilo, Surabaya.

*E-mail: faizalnuralvianto.safety13@gmail.com

Abstrak

Data laporan kecelakaan kerja di Perusahaan Power Plant pada tahun 2012-2016 menunjukkan terdapat 5 kecelakaan kerja, 4 kecelakaan terjadi di area turbin gas blok2 disebabkan karena *human error*. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian terhadap kemungkinan terjadinya *human error* pada saat pengoperasian turbin gas. Penelitian ini menggunakan metode dari *Human Reliability Analysis* (HRA) yaitu *Task Analysis For Error Identification* (TAFEI) dan *Systematic Error Reduction and Prediction Approach* (SHERPA) untuk mengetahui *human error* pada pengoperasian turbin gas. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan *error* menurut Metode TAFEI sebanyak 42 langkah. Sedangkan menurut metode SHERPA didapatkan 39 *error*. Dari 39 *error* dikelompokkan kedalam *error mode* yaitu 2 *error mode* S2 yang tergolong pada kriteria *selection error*, 21 *error mode* C1 yang tergolong pada kriteria *Checking Error*, 7 *error mode* A7 yang tergolong pada kriteria *Action Error*, 8 *error mode* A8 yang tergolong pada kriteria *Action Error*, dan 5 *error mode* R1 yang tergolong pada kriteria *Retrieval Error*. Selain itu dari ke 39 *error* tersebut terdapat 17 *error* yang berlabel kritis. Kemudian dilakukan analisis dengan menggunakan AHP dan didapatkan urutan prioritas rekomendasi. 'Pemberian *safety briefing* sebelum dilakukannya pekerjaan' (0,38), 'Pemberian sistem *interlock* pada area pembangkit' (0,21), 'Pemberian *Safety Sign*' (0,18), 'Pemantauan dari pihak HSE' (0,12) dan 'Pemberian training setiap 2 Tahun Sekali' (0,11).

Kata kunci : *Human Reliability Analysis* (HRA), *Task Analysis For Error Identification* (TAFEI), *Systematic Error Reduction and Prediction Approach* (SHERPA), AHP

1. PENDAHULUAN

Perusahaan Power Plant adalah perusahaan yang mempunyai target *zero accident*, akan tetapi dari data laporan kecelakaan kerja di Perusahaan Power Plant pada tahun 2012-2016 masih tercatat beberapa kecelakaan kerja. Terhitung ada 5 kecelakaan kerja dalam kurun waktu 4 tahun terakhir yang mana 4 kecelakaan terjadi di area turbin gas blok 2. Kecelakaan terparah yaitu pada kasus kecelakaan yang terjadi pada saat pengoperasian Turbin gas. Kecelakaan tersebut dikarenakan kecerobohan operator turbin yang melakukan tindakan tidak sesuai dengan prosedur sehingga menyebabkan patah tulang lengan atas. Dari ke 5 kecelakaan tersebut 4 diantaranya disebabkan karena kesalahan manusia. Pekerjaan yang sangat kompleks dan membutuhkan koordinasi antara operator lokal dan operator CCR sangat memungkinkan terjadinya *human error*. Dari Identifikasi Bahaya Potensial (IBP) yang ada di Perusahaan Power Plant, menyebutkan bahwasanya pengoperasian turbin, baik turbin gas maupun turbin uap mempunyai tingkat potensi bahaya yang tinggi. Maka dari itu perlu dilakukan sebuah penelitian analisis terhadap kemungkinan terjadinya *human error* pada saat pengoperasian turbin gas blok 2. Penelitian ini dilakukan pada saat pasca *overhaul*, karena dari data kecelakaan kerja di Perusahaan Power Plant menunjukkan 3 kecelakaan terjadi pada saat pengoperasian turbin gas pasca *overhaul*. Dari analisis akan dapat dihasilkan rekomendasi, yaitu tindakan yang tepat di lakukan untuk mengurangi kemungkinan *error*.

2. METODELOGI

1. *Human Reliability Analysis* (HRA)

Human Reliability Analysis (HRA) adalah nama umum untuk berbagai macam metode dan model yang digunakan untuk memprediksi terjadinya kesalahan manusia. Sementara asal HRA adalah *Probabilistic Safety Assessment* (PSA), HRA semakin banyak digunakan sendiri baik sebagai cara untuk menilai risiko dari kesalahan manusia dan sebagai cara untuk mengurangi kerentanan sistem.

2. *Task Analysis*

Berdasarkan penjelasan (Swain, 1983 dalam Maulida, 2014) *task analysis* adalah proses analisis untuk menentukan perilaku tertentu komponen manusia dalam sistem manusia-mesin. Ini melibatkan kinerja rinci diperlukan orang dan peralatan, efek tentang kondisi lingkungan, malfungsi, dan kejadian tak terduga lainnya.

3. *Hierarchical Task Analysis (HTA)*

Pembuatan HTA dilakukan sebagai dasar yang dilakukan untuk mengetahui *human error*. Pembuatan HTA ini memberikan rincian proses pekerjaan yang lebih jelas tentang langkah langkah pengoperasian turbin gas pada Perusahaan Power Plant secara rinci.

Tabel 1 : HTA Pada Pengoperasian Turbin Gas

Task	Sub Task	Task	Sub Task
1. Persiapan External	1.1 Closed cooling water system	2. Persiapan pada gas turbin	2.1 Pengoperasian <i>turning gear</i>
			2.1.1 Memastikan putaran 3 rpm
			2.1.2 Memastikan tekanan AOP normal
			2.1.3 EOP kondisi <i>Stand by</i>
			2.1.4 JOP kondisi <i>running dan stand by</i>
			2.1.5 <i>Turning motor</i> AC kondisi <i>running</i>
			2.1.6 <i>Turning motor</i> DC kondisi <i>stand by</i>
			2.2 Kondisi peralatan bantu
			2.3 <i>Turning gear</i>
			2.4 Peralatan bantu di CRT
			2.4.1 Menyalakan <i>Aux LOP</i>
			2.4.2 Menyalakan AC <i>Turning Motor</i>
			2.4.3 Menyalakan <i>jacking oil pump</i> A atau B
			2.4.4 Memastikan <i>Generator Space Heater</i> "ON"
2.4.5 Menyalakan <i>Vapour Extractor</i>			
2.4.6 Menyalakan B <i>Rack Vent Fan</i>			
2.4.7 Menyalakan CCCWP A atau B atau C			
2.4.8 Memastikan <i>Lube Oil Tank Heater</i> "ON"			
2.4.9 Menyalakan ACWC <i>Radiator Fans</i>			
1.2 System Supply Bahan Bakar	1.2.1 Membuka outlet dan return valve bahan bakar	Proses start up turbin gas	3.1 Memastikan indikasi " <i>GT Ready To Start</i> " menyala
			3.2 Memilih "BASE" pada CRT
			3.3 Memilih bahan bakar yang digunakan
			3.4 Memilih "NORMAL" pada CRT
			3.5 Menekan tombol "START"
			1.2.2 Membuka inlet dan outlet valve FOTP
			1.2.3 Membuka inlet dan outlet valve MFOP
			1.2.4 Membuka CV 135B
			1.2.5 Membuka CV 135A
			1.2.6 Menutup CV 147A dan CV 147 B
			1.2.7 Menutup CV 148 A dan CV 148 B
			1.3 AC dan DC power supply
			1.4 Tekanan udara instrument

(Sumber : Data Skunder PT X . 2017)

4. *Task Analysis For Error Identification (TAFEI)*

TAFEI adalah suatu metode yang di gunakan untuk memprediksikan kesalahan dalam penggunaan suatu perangkat atau alat dengan memodelkan interaksi antara pengguna (operator) dengan perangkat tersebut. Teknik ini mengasumsikan bahwa manusia atau operator menggunakan perangkat tersebut dengan maksud dan cara tertentu. Selanjutnya teknik ini mengasumsikan bahwa tindakan di batasi oleh keadaan produk pada setiap titik tertentu dalam interaksi. Untuk mendukung asumsi tersebut perlu adanya interaksi antara manusia dan perangkat yang dapat dianggap sebagai bentuk kerjasama. Dengan demikian interaksi antara pengguna dan perangkat berlangsung melalui urutan keadaan. Pada setiap keadaan, pengguna memilih tindakan yang paling relevan untuk tujuannya.

5. Prosedur TAFEI

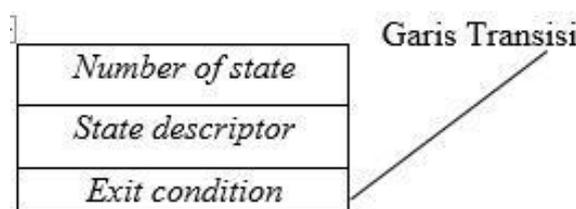
TAFEI terdiri dari tiga tahapan utama, tahapan tersebut adalah :

1. Membuat HTA untuk memodelkan interaksi dari sisi manusia.

Dengan membuat task analysis dari pekerjaan yang akan diteliti. Menjabarkan semua runtutan langkah dari proses start up ke dalam HTA. *Expert judgement* yang sudah di pilih akan memberikan arahan terhadap pembuatan *task analysis*.

2. Membuat *State Space Diagram (SSDs)*.

Pembuatan SSDs di gunakan untuk mendiskripsikan bagaimana produk bekerja. Rencana dari HTA yang telah dibuat kemudian di petakan ke dalam diagram SSDs untuk membentuk diagram TAFEI. SSDs pada dasarnya terdiri dari rangkaian keadaan yang dilalui oleh perangkat. Keadaan tersebut terdiri dari keadaan awal ke keadaan tujuan. Untuk mencapai pada keadaan tujuan perangkat mungkin melewati beberapa keadaan. Kemudian keadaan tersebut di tuangkan dalam SSDs. Diagram yang di dapatkan pada tahap ini akan digunakan sebagai dasar dalam pembuatan matriks transisi.



Gambar 1 : State Space Diagram (SSDs)

3. Membuat matriks transisi kemudian penjelasan transisi ilegal.

Pembuatan Matriks Transisi untuk menampilkan keadaan transisi selama proses pengerjaan. Matriks ini bertujuan untuk menggambarkan kemungkinan adanya keadaan transisi yang tidak mungkin, keadaan transisi yang mungkin dan di inginkan atau legal serta keadaan transisi yang mungkin tapi tidak di inginkan atau ilegal. Di lanjutkan dengan Penjelasan Transisi Ilegal untuk memberikan keterangan lebih lanjut bagaimana transisi tersebut bisa di katakan ilegal. Dengan memberikan keterangan lebih lanjut, maka kemungkinan *error* dari transisi tersebut akan terlihat.

Tabel 2 : Transisi Matriks

Keterangan :

		<i>To</i>																					
		State :																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
From State:	1	-	L	-	-	-	-	-	I	-	-	-	-	-	L	-	-	-	-	-	-	I	
	2	I	-	L	I	-	-	-	I	-	-	-	-	-	L	-	-	-	-	-	-	-	I
	3	-	-	-	L	-	-	-	I	-	-	-	-	-	L	-	-	-	-	-	-	-	I
	4	-	-	-	-	L	-	-	I	-	-	-	-	-	L	-	-	-	-	-	-	-	I
	5	-	-	-	-	-	L	-	I	-	-	-	-	-	L	-	-	-	-	-	-	-	I
	6	-	-	-	-	-	-	L	I	-	-	-	-	-	L	-	-	-	-	-	-	-	I
	7	-	-	-	-	-	-	-	L	I	-	-	-	-	L	-	-	-	-	-	-	-	I
	8	I	I	I	I	I	I	I	-	L	I	-	-	-	L	-	-	-	-	-	-	-	I
	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L	I	-	-	L	-	-	-	-	-	-	-	I
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L	I	-	L	-	-	-	-	-	-	-	I
	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L	-	L	-	-	-	-	-	-	-	I
	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L	L	-	-	-	-	-	-	-	I
	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L	I	-	-	-	-	-	I
	14	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	-	L	I	-	-	-	-	I
	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L	I	-	-	-	I
	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L	I	-	-	I
	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L	-	I
	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L	I
	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L	I
	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	L
	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Legal

I : Ilegal

Dari Tabel 4.2 didapatkan transisi legal sebanyak 45 dan transisi ilegal sebanyak 42. Selanjutnya transisi ilegal akan di jelaskan pada tahap selanjutnya.

6. Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach (SHERPA)

Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach (SHERPA) dikembangkan oleh Embrey (1986) sebagai teknik untuk memprediksi *human error* yang juga menganalisis pekerjaan sekaligus mengidentifikasi solusi-solusi potensial untuk mengatasi *error* dalam cara yang terstruktur. SHERPA digunakan untuk mengidentifikasi mode *error*. Dilakukan dengan 7 tahapan yaitu:

1. Menentukan *Hierarchical Task Analysis* (HTA).
2. Menentukan klasifikasi tugas.

Setelah menentukan HTA dilanjutkan dengan mengklasifikasikan *taksonomierror* dari setiap operasi ke dalam kategori : Action, Retrieval, Checking, Selection, Information.

3. Menentukan *Human Error Identification* (HEI).

Identifikasi kemungkinan *human error* dari setiap langkah atau tugas. Kemungkinan *human error* dari setiap tugas kemudian di tuliskan ke dalam mode *error* sesuai dengan klasifikasi tugasnya. Mode *error* tersebut selanjutnya di periksa oleh *expert judgement* untuk menentukan ketepatannya. Dari tahapan ini akan di dapatkan kemungkinan *human error* yang berasal dari penjabaran langkah proses *pengoperasian* pada HTA serta mode *error* dari kemungkinan *human error*.

4. Menentukan Analisis Konsekuensi

Yaitu mempertimbangkan akibat dari setiap *error* pada sistem, karena akibat tersebut memiliki implikasi untuk kekritisan *error*.

5. Menentukan Analisis Pemulihan (*Recovery*).

Jika pada langkah selanjutnya *error* dapat dipulihkan, maka tulis langkah selanjutnya. Jika tidak ada pemulihan maka tulis (-).

6. Menentukan Analisis Tingkat Kekritisan (*Criticality*).

Analisis Tingkat Kekritisitas yaitu apabila konsekuensinya dianggap kritis semisal dapat mengakibatkan kerugian yang tidak dapat diterima, maka dibuat suatu catatan. Kekritisitas dituliskan dalam cara biner. Jika *error* menyebabkan peristiwa yang serius maka akan dilabeli kritis dengan menulis tanda : (!).

7. Menentukan Analisis Perbaikan.

Analisis Perbaikan dilakukan untuk melakukan langkah penanganan dalam mengurangi terjadinya *human error*. Strategi ini dikategorikan ke dalam empat bidang yaitu peralatan, pelatihan, prosedur dan organisasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengolahan data pada metode TAFEI dan SHERPA telah didapatkan tindakan *error*. Kemudian penulis menganalisis *error* dari kedua metode untuk memberikan rekomendasi dalam mengurangi terjadinya *human error* pada pengoperasian turbin gas di Perusahaan Power Plant.

Pada metode TAFEI *error* yang paling banyak terjadi pada *state* ke-8 yaitu *Closed cooling water system* dalam kondisi belum siap, operator melakukan pekerjaan pada *system supply* bahan bakar yang mana operator bekerja tidak sesuai SOP. Pada metode SHERPA telah didapatkan *error* yang memiliki nilai RPN tertinggi yaitu pada *task* 1.2.5 ; 1.2.7 dan 2.3.

adapun deskripsi *error* sebagai berikut :

1. Operator membuka *valve* pada *system supply* bahan bakar tidak sesuai dengan urutan
2. Operator CCR membuka aliran Bahan Bakar sebelum Operator lokal membuka *block valve* pada *system supply* bahan bakar
3. Operator lupa menutup salah satu dari kedua CV 148 A dan CV 148 B pada *system supply* bahan bakar
4. Operator CCR tidak menunggu informasi dari operator lokal pada saat penyalaan *Gear*

Error yang didapatkan dari metode TAFEI dan SHERPA terjadi pada saat pengoperasian *system supply* bahan bakar. Kemudian dapat di analisis ada beberapa penyebab yang dapat menimbulkan terjadinya *human error*. Pada tahap ini, *expert* yang telah ditunjuk yaitu dua supervisor operasional dan satu operator bagian turbin gas menganalisis penyebab apa saja yang dapat menimbulkan *error* pada pengoperasian *system supply* bahan bakar. *Error* tersebut diantaranya sebagai berikut :

1. Kelalaian operator dalam melakukan tugas
2. Kurangnya pengetahuan dari operator mengenai pengoperasian *system supply* bahan bakar pada turbin gas
3. *Miss communication*
4. Kerusakan pada sistem
5. Tidak ada penegasan terhadap prosedur
6. Kurangnya pengarahan dari penanggung jawab terkait

Dari *error* yang telah didapatkan maka rekomendasi yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Memberikan *safety briefing*
2. Pemberian *safety sign*
3. Pemberian sistem interlock
4. Pemantauan dari pihak HSE
5. Memberikan *training*

Agar memudahkan dalam memprioritaskan dan melakukan penerapan rekomendasi, penulis melakukan analisis dengan menggunakan (*Analytical Hierarchy Process* (AHP)).

Tabel : Rekap Hasil Perhitungan Bobot AHP

Kriteria	Kemudahan diterapkan	Waktu Penerapan
Alternatif	0,75	0,2499
Pemberian <i>Safety Sign</i>	0,16	0,25
Pemantauan dari Pihak HSE	0,12	0,11
Pemberian <i>Safety Briefing</i>	0,35	0,46
Pemberian sistem <i>interlock</i>	0,25	0,10
Pemberian <i>training</i>	0,12	0,07

1. Total Bobot ‘Pemberian *Safety Sign*’
 $= (0,75 \times 0,16) + (0,2499 \times 0,25) = 0,18$
2. Total Bobot ‘Pemantauan Dari Pihak HSE’
 $= (0,75 \times 0,12) + (0,2499 \times 0,11) = 0,12$
3. Total Bobot ‘Pemberian *Safety Briefing*’
 $= (0,75 \times 0,35) + (0,2499 \times 0,46) = 0,38$
4. Total Bobot ‘Pemberian Sistem *Interlock*’
 $= (0,75 \times 0,25) + (0,2499 \times 0,10) = 0,21$
5. Total Bobot ‘Pemberian *Training*’
 $= (0,75 \times 0,12) + (0,2499 \times 0,07) = 0,11$

4. KESIMPULAN

Dari analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan metode *Task Analysis For Error Identification* pada pengoperasian turbin gas di Perusahaan Power Plant, pada matriks diagram TAFEI didapatkan transisi legal sebanyak 45 langkah dan transisi ilegal sebanyak 42 langkah. Dari analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan metode *Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach* pada pengoperasian turbin gas di Perusahaan Power Plant, didapatkan 39 *error* yang terjadi. Dari 39 *error* tersebut di kelompokkan kedalam *error mode* yaitu 2 *error mode* S2 (Melakukan pemilihan yang salah) yang tergolong pada kriteria *selection error*, 21 *error mode* C1 (menghilangkan pemeriksaan) yang tergolong pada kriteria *Checking Error*, 7 *error mode* A7 (operasi yang salah pada objek yang benar) yang tergolong pada kriteria *Action Error*, 8 *error mode* A8 (menghilangkan operasi atau *task*) yang tergolong pada kriteria *Action Error*, dan 5 *error mode* R1 (tidak mendapatkan informasi) yang tergolong pada kriteria *Retrieval Error*. Selain itu dari ke 39 *error* tersebut terdapat 17 *error* yang berlabel kritis atau dapat menyebabkan kerugian yang tidak dapat di terima

Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode AHP didapatkan prioritas rekomendasi sebagai berikut

:

1. Pemberian *Safety Briefing*
2. Pemberian Sistem *Interlock*
3. Pemberian *Safety Sign*
4. Pemantauan dari Pihak HSE
5. Pemberian Training

5. DAFTAR PUSTAKA

Agency, C. O. (1985). *Expert Judgement of Human Reliability, Nuclear Safety*. Chicago.

Annett, J. (In Press) *Hierarchical Task Analysis (HTA)*. In N. A. Stanton, A. Hedge, K. Brookhuis, E. Salas, & H. Hendrick. (In Press) (eds) *Handbook of Human Factors methods*. UK, Taylor and Francis.

Bartlett, F.C. (1932) *Remembering: a study in experimental and social psychology*, Cambridge: Cambridge University.

Baber, C. & Stanton, N.A. (1994) *Task analysis for error identification*. *Ergonomics* 37, 1923-1941.

Baber, C. Stanton, N.A. (1996). *Human Error Identification Technique Applied to Public Technology : Predictions Compared with Observed Use*. Industrial Ergonomic group, School of Manufacturing and Mechanical Engineering, University of Hirmingham, UK.

Bell, J., Holroyd, J. (2009). *Review of Human Reliability Assessment Methods*. HSE. (t.thn.).

Cooper, S.E., Ramey-Smith, A.M., Wreathall, J., Parry, G.W., Bley, D.C., Luckas, W.J., Taylor, J.H., dan Barriere, M.T., (1994). *A technique for Human Error Analysis (ATHEANA)*, NUREG/CR-6093, US Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC.

Embrey, D. E. (1986). *SHERPA: A systematic human error reduction and prediction approach*. Paper presented at the International Meeting on Advances in Nuclear Power Systems, Knoxville, Tennessee. ersity Press.

Fransiska Moi. (2015). *Faktor Faktor Yang Mempengaruhi Pemilihan Model Transportasi Untuk Perjalanan Kuliah*. S2 Thesis, UAJY.

Gertmann, D. I., Blackman, H. S. (1994) *Human Reliability and Safety Analysis Data Handbook*. New York: John Wiley & Sons. In W. Karwowski & W. S Marras (eds) *The Occupational Ergonomics Handbook*. (1999) Florida, CRC Press LLC.