

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Findiastuti *et al* (2008) melakukan penelitian yang bertujuan untuk memprediksi terjadinya *human error* pada *task* yang dilakukan pada saat aktivitas penggantian piston dan pengoperasian forklift di PT. 'X' untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja. Berdasarkan identifikasi perusahaan, pada kedua aktivitas tersebut sering terjadi kecelakaan kerja. Pada penelitian tersebut *breakdown task* dilakukan menggunakan *Hierarchical Task Analysis* (HTA), sedangkan prediksi *human error* dilakukan dengan metode SHERPA. Hasil dari penelitian ini adalah diketahuinya *error* yang diprediksi akan terjadi, konsekuensi yang ditimbulkan, kecenderungan terjadi dan perbaikan yang dapat dilakukan.

Ardia *et al* (2008) melakukan penelitian keandalan operator mesin *Ring Spinning* PT. Industri Sandang Nusantara Unit Patal Lawang (Persero) yang merupakan mesin inti dalam pembuatan benang dan membutuhkan pengawasan lebih. Selain itu berdasarkan penelitian sebelumnya, beban kerja pada bagian *Ring Spinning* dihipotesakan tinggi. Perhitungan keandalan operator dilakukan dengan metode HEART dan SPAR-H dimana kedua metode tersebut merupakan metode kuantifikasi HRA (*Human Reliability Assessment*). Dilakukan pula perhitungan beban kerja operator dengan menggunakan metode fisik dan mental. Dari hasil penelitian diketahui bahwa keandalan operator tergolong rendah dan diketahui pula aktivitas mana yang memiliki *human error probability* tertinggi serta beban kerja pelaksana produksi yang tergolong tinggi.

Dewi dan Dewi (2005) menganalisis *human error* operator pada aktivitas *repetitive-monoton*. Penelitian dilakukan pada operator bagian cucuk di sebuah pabrik tekstil di Yogyakarta. Analisis *human error* yang dilakukan adalah klasifikasi *error* berdasarkan Mesiter dan Swain, analisis HEP dan analisis performansi *human error* dengan grafik hubungan HEP dan periode. Hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan HEP dengan bertambahnya waktu kerja dan HEP akan menurun kembali ketika terjadi istirahat sesaat.

Penelitian lain dilakukan oleh Arini dan Mulyono (2013) yang bertujuan menganalisis *human reliability* pada operator guna mengendalikan *human error*. Penelitian dilakukan di PT. PJB UP Paiton pada 13 operator *maintenance* mesin

2 di *coal handling system*. Penelitian tersebut merupakan penelitian *observasional* dengan pendekatan *cross-sectional*. Metode yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah *Hierarchical Task Analysis* (HTA) dan HEART. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar operator tidak memakai alat pelindung diri, *possible error* terbanyak terdapat pada *preventive maintenance belt conveyor* 1 dan 2, nilai tertinggi human unreliability tertinggi terdapat pada operator *wipe rope*, keandalan sistem masih rendah dan mayoritas operator tidak handal dalam melakukan pekerjaannya.

Eviyanti (2013) melakukan penelitian dengan tujuan mengetahui apakah ada perbedaan yang signifikan dari *human error* yang terjadi pada target produksi yang berbeda dan memberikan usulan perbaikan untuk mereduksi *human error* yang terjadi. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah *Hierarchical Task Analysis* (HTA), simple SHERPA dan Fault Tree. Metode HTA digunakan untuk *breakdown task*, sedangkan simple SHERPA digunakan untuk identifikasi *error*. *Human Error Probability* (HEP) ditentukan berdasarkan rumus estimasi HEP dari Green dan Bourne. Total HEP didapat dari metode Fault Tree. Uji perbedaan dilakukan dengan uji Kruskal- Wallis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa target produksi tidak memberikan kontribusi yang signifikan terhadap *human error* yang terjadi.

Findiastuti *et al* (2010) menganalisa *human error* dalam kasus kecelakaan di persilangan kereta api 25 Jemur Andayani – Surabaya. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode SHERPA, *fault tree* dan HEART. Metode SHERPA memprediksi *human error* yang terjadi di persilangan, kemudian direpresentasikan dengan diagram *fault tree*. Dari hasil penelitian didapatkan prosentasi *human error* di persilangan KA, probabilitas kegagalan melaksanakan pekerjaan pada petugas penjaga pintu persilangan dan operator kendaraan bermotor.

Harahap (2012) melakukan penelitian yang mengkaji aspek keandalan manusia dalam penerapan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3). Penelitian dilakukan pada pabrik susu bayi terbesar di Jakarta dengan mengevaluasi potensi *human error* pada proses produksi. Evaluasi tersebut dilakukan dengan menggunakan metode *Hierarchical Task Analysis*, *Fault Tree Analysis* dan membandingkan metode pengukuran keandalan manusia antara metode HEART (*Human Error Assessment and Reduction Technuque*) dan metode SPAR-H (*Standardized*

Plant Analysis Risk Human Reliability Assessment). Hasil dari penelitian ini adalah nilai *Human Error Probabilities*.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Human Error

Human error didefinisikan sebagai keputusan atau perilaku manusia yang tidak tepat yang mengurangi atau berpotensi mengurangi efektivitas, keselamatan atau performa sistem (Sanders & McCormick, 1993). Kesalahan-kesalahan yang disebabkan oleh manusia menimbulkan dampak negatif bagi performansi perusahaan. Menurut Meister dalam Eviyanti, 2013, 20%-50% kegagalan yang terjadi dalam suatu sistem disebabkan oleh *human error*. Menurut Meister dalam Soesanto (2010), *human error* adalah probabilitas keandalan manusia untuk menyelesaikan suatu aktivitas secara sukses dalam kurun waktu tertentu.

Ramussen dalam Sanders & McCormick (1993) mengidentifikasi tiga tipe *human error* berdasarkan tingkatan perilaku, yaitu :

1. Skill-based behavior

Skill-based behavior adalah perilaku yang dikendalikan oleh rutinitas dan pola yang tetap. Hal ini terjadi pada operator yang bekerja pada situasi yang rutin. Error yang termasuk dalam skill-based behavior umumnya adalah kesalahan dalam mengeksekusi.

2. Rule-based behavior

Rule-based behavior terjadi pada situasi yang umum dimana terdapat aturan yang digunakan untuk mengkoordinasikan perilaku sub-rutin. *Error* jenis ini termasuk *error* dalam mengidentifikasi point menonjol dari sebuah situasi dan mengingat serta mengaplikasikan aturan yang benar.

3. Knowledge-based behavior

Knowledge-based behavior terjadi pada situasi yang unik dan tidak umum dimana setiap tindakan harus direncanakan berdasarkan tujuan akhirnya. *Error* jenis ini terjadi karena analisa dan pengambilan keputusan yang kurang tepat.

Klasifikasi *human error* menurut Swain dalam Pulat (1992) adalah :

1. Errors of omission

Kesalahan dimana operator tidak melakukan sesuatu yang seharusnya dilakukan. Salah satu langkah atau keseluruhan dalam pekerjaan mungkin dihilangkan. Contoh dari *error* jenis ini adalah pekerjaan mencetak halaman

pada sebuah dokumen, namun halaman tidak tercetak. Terjadinya *errors of omission* dapat disebabkan oleh training yang tidak memadai atau terlalu tinggi atau terlalu rendahnya tingkat stress.

2. *Errors of commission*

Kesalahan dimana operator melakukan pekerjaannya, tetapi tidak dilakukan dengan benar. Beberapa alasan yang mungkin menyebabkan terjadinya *errors of commission* adalah kesalahan dalam pengaplikasian tindakan, kesalahan dalam urutan pengerjaan, gagal menyelesaikan tugas tepat waktu atau kurangnya aplikasi.

Meister dalam Pulat (1992) mengklasifikasikan *error* dalam jenis aktivitas yang dilakukan, yaitu :

1. *Operating errors*

Kesalahan yang dilakukan operator dalam lingkungan kerjanya. Berbagai jenis kesalahan dapat terjadi dalam pengoperasian peralatan.

2. *Assembly errors*

Kesalahan yang dilakukan operator saat proses *assembly*. Kesalahan dapat ditemukan saat proses inspeksi atau setelah menemukan kegagalan dalam penggunaan produk.

3. *Design errors*

Kesalahan yang terjadi akibat tidak memadainya rancangan yang dibuat oleh desainer yang dapat disebabkan oleh kurangnya waktu perancangan atau dasar rancangan yang tidak cukup.

4. *Inspection errors*

Kesalahan yang terjadi saat proses inspeksi. Inspector tidak 100% akurat. Mereka mungkin menolak produk/rakitan yang baik atau melewatkan produk yang buruk.

5. *Installation errors*

Kesalahan yang terjadi selama proses instalasi mesin. Penyebab dari *Installation errors* adalah kurang memadainya pengalaman instalasi dan instalasi tidak sesuai dengan instruksi yang ada.

6. *Maintenance errors*

Kesalahan yang dilakukan oleh pekerja *maintenance*. Contohnya adalah kesalahan dalam perbaikan peralatan dan kalibrasi.

Menurut Sutalaksana (1979) dalam jurnal teknik Institut Teknologi Surabaya yang berjudul *Analisis Human Error Terhadap Kecelakaan Kapal Pada Sistem*

Kelistrikan Berbasis Data di Kapal, terdapat klasifikasi *Human Error* untuk mengidentifikasi penyebab kesalahan tersebut yaitu *System Induced Human Error*, *Design Induced Human Error* dan *Pure Human Error* .

a. *System Induced Human Error*

System Induced Human Error adalah dimana mekanisme suatu sistem memungkinkan manusia melakukan kesalahan, misalnya manajemen yang tidak menerapkan disiplin secara baik dan tepat.

b. *Design Induced Human Error*

Design Induced Human Error adalah dimana terjadinya kesalahan disebabkan oleh perancangan atau desain sistem kerja yang kurang baik.

c. *Pure Human Error*

Pure Human Error adalah kesalahan yang terjadi murni berasal dari dalam diri manusia itu sendiri, misalnya karena *skill*, pengalaman dan *psikologis*.

2.2.2. *Human Error Probability* dan *Human Reliability*

Human Error Probability berhubungan erat dengan *Human Reliability*. *Human Reliability* adalah kemungkinan dari sebuah keberhasilan dari suatu tugas dalam batas waktu tertentu, dengan persyaratan yang ditentukan (Meister, 1971). Swain (1980) mendefinisikan *Human Reliability* sebagai performansi suatu sistem dalam waktu tertentu tetapi tidak menurunkan performansi sistem yang lain.

Tujuan dari analisis *human reliability* adalah untuk mengetahui daerah – daerah yang beresiko tinggi, menemukan *faktor – faktor* yang menyebabkan terjadinya *human error*, mengetahui besar resiko yang ditimbulkan dan bagaimana melakukan suatu perbaikan terhadap sistem yang ada sehingga dapat meminimalisir biaya dan atau dapat mengurangi *human error* yang dapat menimbulkan bahaya.

Terdapat beberapa teknik untuk menganalisis *human reliability*. Teknik – teknik tersebut sangat berguna dalam pengukuran nilai *human error probability* (HEP) yang terjadi, sehingga dapat dilakukan perbaikan terhadap kesalahan yang terjadi dari suatu pekerjaan.

Menurut Dhillon (1998) dalam Dewi (2008) , HEP didefinisikan sebagai probabilitas terjadinya human error pada periode waktu tertentu. Potensi terjadinya human error dapat dilihat berdasarkan HEP (Dewi, 2008).

2.2.3. Hierarchical Task Analysis (HTA)

Hierarchical Task Analysis (HTA) merupakan sebuah metode untuk menganalisis *task* yang *complex*. HTA sering digunakan karena mudah, detail dan tepat sasaran dalam penggunaannya. *Task Analysis* merupakan metode formal untuk mendeskripsikan dan menganalisis interaksi manusia dengan sistem baik yang berupa aktivitas fisik maupun aktivitas *cognitive* yang dilakukan untuk mencapai tujuan sistem. Pada *task analysis* peran operator di dalam sistem didefinisikan secara detail. (Findiastuti et al., 2000) HTA merupakan metode *breakdown task* yang paling sering digunakan karena mudah digunakan, detail dan langsung mengenai sasaran.

Langkah awal yang dilakukan dalam HTA adalah menentukan goal atau tujuan *task*. Langkah berikutnya adalah mendeskripsikan sub goal dan merencanakan bagaimana cara mencapai masing – masing sub goal. Representasi dan *record* HTA ditampilkan menggunakan hierarki diagram dan pemberian nomor untuk memberi petunjuk urutan. HTA juga dapat ditampilkan dalam bentuk *tabular formats* (tabel)

2.2.4. Systematic Human Error Reduction and Prediction (SHERPA)

Systematic Human Error Reduction and Prediction (SHERPA) dikembangkan oleh Embrey pada tahun 1986 . SHERPA merupakan salah satu metode kualitatif untuk menganalisa *human error* dengan menggunakan *task level* dasar sebagai inputnya. SHERPA lebih cocok diterapkan untuk *error* yang berhubungan dengan keahlian dan kebiasaan manusia, lebih detail dan konsisten dalam identifikasi *error* (Kirwan, 1994 dalam Findiastuti et al ., 2008).

Langkah – langkah yang dilakukan dilakukan dalam penerapan metode SHERPA adalah :

1. Terapkan analisa *task* ke dalam *task* yang akan diselidiki
2. Identifikasi *error* yang potensial terjadi dari masing – masing *task level* dasar
3. Identifikasi konsekuensi *error* dan *task* berikutnya yang dapat mengantisipasi apabila terjadi *error*
4. Tabulasikan *error – error* tersebut ke dalam tabel SHERPA

Pada metode SHERPA mode *error* ditentukan berdasarkan tipe *error* dalam SHERPA. Terdapat 5 tipe *error* dalam SHERPA yaitu *action*, *retrieval*, *checking*, *selection* dan *information communication*. Gambar 2.1 merupakan *mode error* dalam SHERPA.

	Action Errors	Checking Errors	Retrieval Errors	Communication Errors	Selection Errors				
A1	Operation too long/short	C1	Check omitted	R1	Information not obtained	I1	Information not communicated	S1	Selection omitted
A2	Operation mistimed	C2	Check incomplete	R2	Wrong information obtained	I2	Wrong information communicated	S2	Wrong selection made
A3	Operation in wrong direction	C3	Right check on wrong object	R3	Information retrieval incomplete	I3	Information communication incomplete		
A4	Operation too little/much	C4	Wrong check on right object						
A5	Misalign	C5	Check mistimed						
A6	Right operation on wrong object	C6	Wrong check on wrong object						
A7	Wrong operation on right object								
A8	Operation omitted								
A9	Operation incomplete								
A10	Wrong operation on wrong object								

Gambar 2.1. *Mode Error* dalam SHERPA (Sumber : Stanton et al., 2005).

2.2.5. *Human Error Probability Assessment and Reduction (HEART)*

HEART pertama kali diperkenalkan oleh Williams pada 1985 ketika dia berkerja di *Central Electricity Generating Board*. HEART merupakan salah satu metode kuantifikasi *human error*. HEART dirancang sebagai metode kuantifikasi resiko *human error* yang cepat, sederhana dan mudah dipahami oleh *engineers* dan *human factors specialists*. HEART merupakan metode yang umum yang dapat diaplikasikan di segala situasi atau industri dimana *human reliability* dianggap penting. Sdecara ekstensif, HEART digunakan di industry nuklir UK dan juga dikebanyakan industri lain seperti industri kimia, penerbangan, kereta api, pengobatan dan sebagainya (Ben dan Halroyd, 2009). Kelemahan dari metode HEART yaitu bersifat subyektif sehingga hasil yang diperoleh antara peneliti satu dengan yang lain belum tentu sama.

Langkah – langkah dalam melakukan metode HEART adalah sebagai berikut :

1. Mengklasifikasikan jenis tugas/pekerjaan ke dalam *Generic Categories* yang terdapat pada tabel HEART.

Pada langkah ini, *analyst* menentukan *generic categories* untuk setiap *task* dengan tabel HEART sebagai panduannya. Dengan mengklasifikasikan setiap *task* ke dalam *generic categories*nya akan didapatkan nominal *human unreliability* untuk setiap *task*. Tabel 2.2 merupakan *Generic Categories* metode HEART.

Tabel 2.1. *Generic Categories* metode HEART

Kode	Kategori <i>Task</i>	Nominal <i>Human Unreability</i>	<i>Range</i>
A	Tidak terbiasa sama sekali, dijalankan cepat dengan tidak mengetahui akibat yang mungkin terjadi	0.55	(0.35-0.97)
B	Mengganti atau memulihkan sistem ke bentuk yang baru atau asli dengan usaha sendiri tanpa pengawasan atau prosedur	0.26	(0.14-0.42)
C	Operatoran/tugas kompleks yang membutuhkan tingginya tingkat pemahaman dan keterampilan	0.16	(0.12-0.28)
D	Operatoran sederhana yang jelas dilakukan dengan cepat atau dilakukan dengan memberi sedikit perhatian	0.09	(0.06-0.13)
E	Rutin, sangat praktis, operatoran cepat dengan melibatkan keterampilan yang relatif rendah	0.02	(0.007-0.045)
F	Memulihkan atau mengganti sistem ke bentuk yang awal atau dengan mengikuti prosedur dengan beberapa pemeriksaan	0.003	(0.0008-0.0007)
G	Sudah sangat terbiasa, telah dirancang dengan baik, sangat praktis, operatoran rutin yang terjadi beberapa kali dalam tiap jamnya, dilakukan untuk kemungkinan standar yang tinggi	0.0004	(0.00008-0.009)
H	Merespon dengan benar terhadap sistem dengan arahan yang sama dimana ada penambahan atau sistem pengawasan otomatis yang menyediakan interpretasi yang akurat dalam tahapan sistem	0.00002	(0.000006-0.0009)

Pada Tabel 2.1 terlihat bahwa *generic categories* dari HEART terdapat 8 kategori (dari A sampai H) yang dilengkapi dengan nilai nominal human unreliability untuk setiap kategori. Sebagai contoh adalah kategori A dengan nominal human unreliability 0.55. Jenis pekerjaan yang tergolong dalam kategori A adalah pekerjaan yang tidak terbiasa dilakukan dan dijalankan cepat dengan tidak mengetahui akibat yang mungkin terjadi.

2. Menentukan *Error Producing Condition* (EPCs)

Error Producing Condition merupakan faktor- faktor yang dapat menyebabkan *error*. Kondisi di lapangan yang menjadi faktor penyebab terjadinya *error*

dikelompokkan sesuai dengan *Error Producing Condition* (EPCs). Faktor ini menunjukkan perkiraan jumlah nilai maksimum dimana ketidakandalan dapat berubah dari kondisi baik ke buruk. Setiap EPCs memiliki nilai pengaruh maksimal yang merupakan nilai tetapan yang sudah divalidasi oleh Jeremy Williams. EPCs beserta nilai pengaruh maksimalnya tertuang dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2. *Error Producing Condition* (EPCs) HEART

No.	Kondisi yang menyebabkan <i>error</i> (EPCs)	Total effect
1	Tidak biasa dengan situasi dimana hal itu secara potensial penting tetapi hanya terjadi sesekali atau baru terjadi.	17
2	Kurangnya waktu yang tersedia untuk mendeteksi dan mengoreksi kesalahan	11
3	SN Ratio rendah	10
4	Adanya gangguan- gangguan yang sangat mudah mempengaruhi	9
5	Tidak adanya cara untuk menyampaikan informasi kepada operator dalam bentuk yang mudah dimengerti	8
6	Ketidaksesuaian antara suatu model operator pada umumnya dengan apa yang dibayangkan perancang	8
7	Tidak ada cara untuk mengembalikan keadaan akibat aktivitas yang tidak sengaja	8
8	Kapasitas saluran informasi yang berlebihan yang diakibatkan oleh informasi yang datang secara bersamaan	6
9	Meninggalkan sebuah teknik dan mengaplikasi tehnik baru yang dibutuhkan untuk pekerjaan baru	6
10	Kebutuhan untuk mentransfer pengetahuan yang spesifik antar tugas tanpa menimbulkan kerugian	5.5
11	Ambiguitas dalam peformansi standar yang dibutuhkan	5
12	Ketidaksesuaian antara persepsi dengan resiko nyata	4
13	Sistem umpan balik yang buruk, ambigu, dan tidak sesuai	4
14	Tidak adanya konfirmasi yang jelas, langsung dan tepat waktu pada sebuah aksi yang diharapkan pada suatu sistem yang membutuhkan pengendalian	4
15	Operator yang tidak berpengalaman	3
16	Kurangnya informasi yang disampaikan oleh prosedur dan interaksi antar manusia	3
17	Sedikit atau tidak adanya kebebasan dalam pemeriksaan atau pengujian output	3
18	Konflik antara tujuan jangka pendek dan jangka panjang	2.5
19	Tidak ada perbedaan informasi untuk pengecekan yang teliti	2.5
20	Ketidaksesuaian antara level pendidikan dari individu dengan kebutuhan pekerjaan	2
21	Dorongan untuk menggunakan prosedur yang berbahaya	2
22	Kecilnya nya kesempatan untuk merilekskan pikiran dan tubuh diluar jam kerja	1.8
23	peralatan yang tidak handal	1.6
24	Kebutuhan untuk memilai suatu pekerjaan yang diluar kemampuan operatornya	1.6
25	Tidak jelasnya alokasi fungsi dan tanggung jawab	1.6
26	Tidak ada cara yang jelas untuk melakukan aktivitas dengan langkah tertentu	1.4

3. Menentukan nilai proporsi (PoA)

Nilai proporsi berkisar antara 0 – 1 (0 = Low, 1 = High). Nilai 0 berarti EPCs yang dinilai tidak berpengaruh terhadap kemungkinan terjadinya *error*, sedangkan nilai 1 berarti EPCs yang dinilai memiliki pengaruh yang paling tinggi terhadap kemungkinan terjadinya *error*. Penilaian proporsi dilakukan oleh ahli dan bersifat subyektif.

4. Menghitung nilai HEP

Nilai *Human Error Probabiliy* pada HEART didapatkan melalui rumus :

$$\text{HEP} = \text{Nominal human unreliability} \times \text{Assesed Effect 1} \times \text{Assesed Effect 2} \times \text{Assesed Effect 3} \dots n \quad (2.1)$$

$$\text{Assesed Effect} = (\text{PoA} \times (\text{Total HEART Effect} - 1) + 1) \quad (2.2)$$