

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitian ini diperlukan argumen ilmiah serta dasaran yang kuat untuk memperkuat landasan teoritis penelitian. Dalam bab ini akan dijelaskan beberapa penelitian terdahulu serta teori yang akan digunakan dalam penelitian.

2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang menjadi rujukan dalam penelitian ini adalah:

1. Rahmania, dkk (2013) dengan metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode SHERPA yang digunakan untuk memprediksi *human error* yang mungkin terjadi dan metode HEART yang digunakan untuk mengetahui probabilitas kegagalan operator dalam melaksanakan pekerjaannya. PT. “XYZ” berusaha untuk menjaga keamanan, keselamatan dan kenyamanan operator ditempat kerja yang memiliki potensi bahaya. Namun pada stasiun ekstrusion sering terjadi kecelakaan kerja yang disebabkan oleh *human error* seperti bekerja dalam keadaan terburu-buru, sikap kerja yang salah dan tidak menggunakan APD. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa *human error* yang mengakibatkan terjadinya kecelakaan kerja pada operator di stasiun ekstrusion. Dari penelitian ini, solusi perbaikan yang dapat dilakukan untuk kelalaian operator dalam menggunakan APD yaitu dengan memberikan *training* secara berkala kepada semua operator dan dilakukan pemeriksaan sebelum operator mulai bekerja. Sedangkan solusi perbaikan lainnya yaitu supervisor melakukan pemeriksaan secara rutin dan mengingatkan operator untuk tetap menjaga kebersihan.
2. Putro, dkk (2015) dengan penelitian yang membahas resiko kecelakaan kerja yang mungkin terjadi yang diakibatkan oleh *human error* dan perbaikan sistem kerja menggunakan metode *Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach* (SHERPA). Tahap-tahap yang dilakukan pada metode ini yaitu tahap penyusunan *Hierarchical Task Analysis* (HTA) dan penyusunan tabel SHERPA. Pada tahap penyusunan HTA, data-data yang didapat adalah hasil wawancara dengan pihak perusahaan dan observasi langsung. Pada tahap penyusunan tabel SHERPA input yang dibutuhkan adalah level terendah dari HTA. Hasil dari SHERPA yaitu usulan perbaikan yang diberikan berupa *form checklist* dan *display*.

3. Perwitasari, dkk (2015) dengan penelitian yang menggunakan metode *Human Reliability Assessment* (HRA) dengan *Fuzzy. Fault Tree Analysis* (FTA) digunakan untuk mengetahui pola kegagalan produk. *Hierarchical Task Analysis* (HTA) digunakan untuk menguraikan aktivitas menjadi *sub-task* untuk setiap proses. Kemudian digunakan metode *Human Error Probability* (HEP) dengan metode *fuzzy HEART* untuk mengetahui probabilitas terjadinya *human error*. Hasil penelitian ini adalah rekomendasi yang diajukan pada setiap *task* dengan 3 risiko tertinggi, yaitu *database pass schedule* dan memperpendek waktu pergantian antar operator, aplikasi perhitungan *turning point* yang terintegrasi dengan *database pass schedule*, dan yang terakhir adalah alat pelindung diri (APD) yang wajib digunakan.
4. Cahyono (2015) dengan penelitian yang membahas mengenai *human error* yang menyebabkan kecelakaan kerja terjadi pada perusahaan *make to order* di CV. Dharma Kencana. Pengukuran *human error* dilakukan dengan menggunakan pendekatan *Human Reliability Assessment* (HRA) dengan tahap-tahap membuat *Hierarchical Task Analysis* (HTA) untuk mengidentifikasi pekerjaan operator mesin las listrik. Selanjutnya digunakan metode HEART untuk mendapatkan HEP. Kemudian, *Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach* (SHERPA) digunakan untuk menentukan tingkat kekritisian dengan menentukan kategori *low*, *medium* dan *high*. Solusi yang ditawarkan dari penelitian ini yaitu perlunya perusahaan melakukan pengawasan, pelatihan dan penerapan *Standard Operation Procedure* (SOP).
5. Arifin, (2016) dengan penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan *software game* pengukuran keandalan manusia, melakukan simulasi pengukuran keandalan manusia, mengetahui waktu kritis shift jaga, dan memberikan solusi untuk mengurangi terjadinya *human error* di rumah sakit. Penyelesaian masalah dalam penelitian ini dilakukan melalui *Human Reliability Analysis* dengan Metode *Hierarchical Task Analysis* (HTA), Metode *Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach* (SHERPA) serta Metode *Human Error Assesment and Reduction Technique* (HEART). Proses administrasi obat mempunyai peranan yang besar dalam terjadinya *human error*. Sebagian besar rumah sakit mengatasi masalah tersebut dengan pendekatan reaktif atau menunggu hingga *error* terjadi kemudian dicari solusinya. Pendekatan ini sangat kurang efektif jika dibandingkan dengan pendekatan proaktif yang cenderung mengarah pencegahan. Oleh karena itu diperlukan adanya suatu alat yang dapat mengukur keandalan manusia sehingga dapat dilakukan suatu pencegahan (metode proaktif). Perancangan alat ukur keandalan manusia tersebut dapat dibuat dalam bentuk game

yang menyimulasikan kondisi sebenarnya di rumah sakit. Dari penelitian ini, dihasilkan rancangan *software game* pengukuran keandalan manusia yang sudah merepresentasikan kondisi sebenarnya. Perbaikan akhir yang dapat dilakukan yaitu dengan menggunakan *check list*, *monitoring*, dan evaluasi terhadap setiap aktivitas.

Tabel 2.1 menunjukkan perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan.

Tabel 2.1
Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian yang Akan Dilakukan

Peneliti	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Rahmania, dkk (2013)	Analisa <i>Human Error</i> dengan Metode SHERPA dan HEART pada Kecelakaan Kerja di PT “XYZ”	<i>Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach</i> (SHERPA), dan <i>Human Error Assesment and Reduction Technique</i> (HEART).	Menentukan penyebab <i>human error</i> yang menyebabkan kecelakaan kerja pada operator di stasiun ekstrusion dan mengurangi kecelakaan kerja dengan <i>training</i> , pemeriksaan dan <i>monitoring</i> .
Putro, dkk (2015)	Usulan Perbaikan Sistem Kerja Mesin Bending di PT. X Menggunakan Metode <i>Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach</i> (SHERPA)	<i>Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach</i> (SHERPA) dan <i>Hierarchical Task Analysis</i> (HTA)	Pada penelitian ini <i>human error</i> dapat dikurangi untuk menghindari risiko kecelakaan kerja.
Perwitasari, dkk (2015)	Analisis Keandalan Operator Produksi dengan Metode <i>Fuzzy Human Error Assessment and Reduction Technique</i> (HEART) (Studi Kasus di PT. Gunawan Dianjaya Steel, Tbk)	<i>Fault Tree Analysis</i> (FTA), <i>Hierarchical Task Analysis</i> (HTA) dan <i>Human Error Assesment and Reduction Technique</i> (HEART).	<i>Human error</i> sebagai penyebab kegagalan produk dapat diatasi dengan <i>database pass schedule</i> , memperpendek waktu pergantian operator, aplikasi perhitungan <i>turning point</i> yang terintegrasi dan kewajiban untuk menggunakan APD.
Cahyono (2015)	Analisis Pengukuran <i>Human Error</i> pada Mesin Las Listrik Menggunakan Pendekatan <i>Human Reliability Assessment</i>	<i>Human Reliability Assessment</i> (HRA), <i>Hierarchical Task Analysis</i> (HTA), HEART, dan <i>Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach</i> (SHERPA)	Minimasi <i>human error</i> yang menyebabkan kecelakaan kerja operator mesin las listrik dengan pengawasan, pelatihan, dan penerapan SOP.
Arifin, (2016)	Perancangan Alat Ukur <i>Human Reliability Analysis</i> pada Proses Administrasi Obat di Rumah Sakit Haji	<i>Hierarchical Task Analysis</i> (HTA), <i>Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach</i> (SHERPA), dan <i>Human Error Assesment and Reduction Technique</i> (HEART).	Alat ukur kehandalan perawat dalam bentuk <i>game</i> dan upaya mengurangi <i>human error</i> dengan <i>check list</i> , <i>monitoring</i> , evaluasi setiap aktivitas.

Tabel 2.1
Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Penelitian yang Akan Dilakukan (Lanjutan)

Peneliti	Objek Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Penelitian ini	Analisis Pengukuran <i>Human Error</i> pada Pekerja Produksi Tiang Pancang Jalur V dengan Pendekatan <i>Human Reliability Assessment</i>	<i>Hierarchy Task Analysis (HTA)</i> , <i>Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach (SHERPA)</i> , dan <i>Human Error Assesment and Reduction Technique (HEART)</i> , dan <i>Fishbone Diagram</i> .	Posisi duduk yang ergonomis, pemberian jalur khusus operator <i>hoist</i> , pelatihan K3 dan ergonomi, SOP, perbaikan lingkungan penerangan, kebisingan dan suhu, <i>pereventive maintenance</i> , perbaikan alat perojok, penambahan rantai <i>hoist</i> dan cetakan, dan <i>briefing</i> serta pengawasan yang ketat.

1.2. Faktor- Faktor Berhubungan Dengan Kecelakaan Kerja

ILO (1989) mengemukakan bahwa kecelakaan akibat kerja pada dasarnya disebabkan oleh tiga faktor manusia, pekerjaannya, dan faktor lingkungan di tempat kerja.

1. Faktor manusia

- a. Umur memiliki pengaruh yang penting terhadap kejadian kecelakaan akibat kerja. Golongan umur tua mempunyai kecenderungan yang lebih tinggi untuk mengalami kecelakaan akibat kerja dibandingkan dengan golongan umur muda karena umur muda mempunyai reaksi dan kegesitan yang lebih tinggi. Namun tidak berarti bahwa umur muda tidak memiliki potensi untuk terjadi kecelakaan, terutama karena kecerobohan dan sikap suka tergesa-gesa (Tresnaningsih, 1991).
- b. Tingkat pendidikan berpengaruh dalam pola pikir seseorang dalam menghadapi pekerjaan dan tingkat penyerapan terhadap pelatihan yang diberikan dalam *training* K3.
- c. Semakin banyak pengalaman kerja seseorang menurut penelitian akan menurunkan angka kecelakaan akibat kerja, karena munculnya kewaspadaan yang semakin membaik dan perasaan familiar terhadap pekerjaan dan lingkungannya. Tenaga kerja baru biasanya belum mengetahui secara mendalam seluk beluk pekerjaannya. Penelitian dengan studi resptropektif di Hongkong dengan 383 kasus membuktikan bahwa kecelakaan akibat kerja karena mesin terutama terjadi pada buruh yang mempunyai pengalaman kerja di bawah 1 tahun (Ong, Sg, dalam Agusliadi, 1982).

2. Faktor pekerjaan

- a. Giliran kerja (*shift*) adalah pembagian kerja dalam waktu 24 jam. Terdapat dua masalah utama pada pekerja yang bekerja secara bergiliran, yaitu ketidakmampuan pekerja untuk beradaptasi dengan sistem *shift* dan ketidakmampuan pekerja untuk

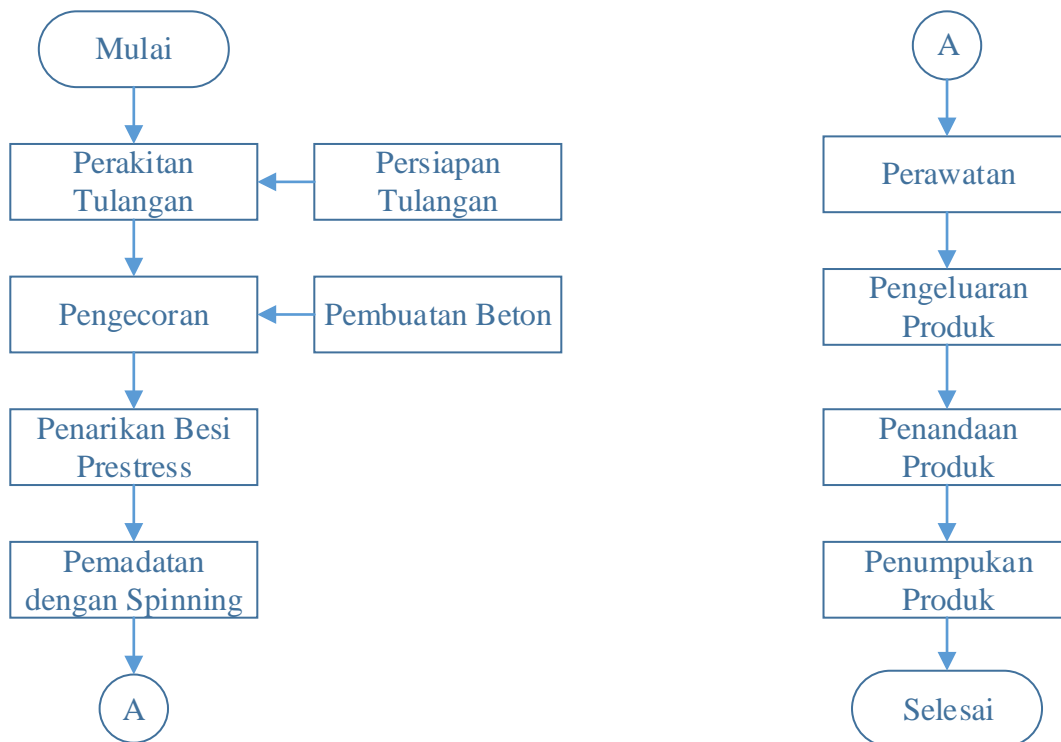
beradaptasi dengan kerja pada malam hari dan tidur pada siang hari (Andrauler P. dalam Arifin, 2004). Pergeseran waktu kerja dari pagi, siang, dan malam hari dapat mempengaruhi terjadinya peningkatan kecelakaan akibat kerja (Achmadi, 1980).

- b. Jenis (unit) pekerjaan. Jumlah dan macam kecelakaan akibat kerja berbeda-beda di berbagai kesatuan operasi dalam suatu proses.
3. Faktor lingkungan
 - a. Lingkungan fisik
 - 1) Pencahayaan merupakan suatu aspek lingkungan fisik yang penting bagi keselamatan kerja. Beberapa penelitian membuktikan bahwa pencahayaan yang tepat dan sesuai dengan pekerjaan akan dapat menghasilkan produksi yang maksimal dan dapat mengurangi terjadinya kecelakaan akibat kerja (ILO, 1989)
 - 2) Kebisingan di tempat kerja dapat berpengaruh terhadap pekerja karena kebisingan dapat menimbulkan gangguan perasaan, gangguan komunikasi sehingga menyebabkan salah pengertian dan tidak mendengar isyarat yang diberikan. Selain itu kebisingan juga menyebabkan hilangnya pendengaran sementara atau menetap. Nilai ambang batas kebisingan adalah 85 dBa untuk 8 jam kerja sehari atau 40 jam kerja dalam seminggu (Suma'mur, 1989).
 - b. Lingkungan kimia dapat menyebabkan beberapa faktor bahaya, misalnya berupa bahan baku suatu produk, hasil suatu produksi dari suatu proses, proses produksi sendiri ataupun limbah dari suatu produksi.
 - c. Faktor lingkungan biologi yang dapat disebabkan oleh jasad renik, gangguan dari serangga ataupun binatang lain di tempat kerja. Berbagai macam penyakit dapat timbul seperti infeksi, alergi dan sengatan serangga maupun gigitan binatang berbisa sebagai penyakit, serta bisa menyebabkan kematian (Sahab, 1997).

Dari penyelidikan ternyata faktor manusia dalam timbulnya kecelakaan sangat penting, selalu ditemui dari hasil penelitian bahwa 80%-85% kecelakaan disebabkan oleh kelalaian manusia.

1.3. Proses Produksi Di Jalur V

Dalam memproduksi tiang pancang bulat sentrifugal di jalur produksi V, PT. Wijaya Karya Beton, Tbk memiliki *Standard Operation Procedure* seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Alur Produksi Tiang Pancang Bulat Sentrifugal di Jalur V

1.3.1. Proses Pengecoran Beton

Dalam proses pengecoran beton di PT. Wijaya Karya Beton Tbk, Pasuruan, pekerja harus menaati instruksi kerja yang telah disusun perusahaan, yaitu:

1. Alat:
 - a. *Hopper*
 - b. *Trolley*
 - c. Cetok
 - d. Tali rafia dan spons
 - e. Kunci pas ring
 - f. *Impact Tools*
 - g. Sapu cetakan
 - h. Alat perojok
2. Material: adukan beton segar
3. Urutan kerja:
 - a. Letakkan cetakan di atas *trolley cor*
 - b. Pasang tebeng cor pada kanan dan kiri cetakan bawah
 - c. Masukkan adukan ke dalam *hopper*, kemudian tuangkan ke dalam cetakan

- d. Penuangan dimulai kurang lebih 1 meter dari ujung atas, bergerak maju ke arah ujung lainnya
- e. Distribusikan adukan secara merata di sepanjang cetakan, rojok pada bagian ujung (gunakan alat perojok)
- f. Tempatkan cetakan ke lokasi penutupan
- g. Lepaskan tebeng cor dan bersihkan bibir cetakan
- h. Pasang karet atau spons pada bibir cetakan dan bagian pertemuan segmen cetakan bila diperlukan
- i. Pasang cetakan atas kemudian pasang klem cetakan dan kencangkan baut dengan *impact tools*.

1.4. Human Error

Human error didefinisikan sebagai suatu keputusan atau tindakan yang mengurangi atau potensial untuk mengurangi efektivitas, keamanan atau performansi suatu sistem (Sanders dan Cornick, 1993). *Human error* adalah berbagai hal yang menyangkut permasalahan manusia dalam berinteraksi dengan produk, mesin, ataupun fasilitas kerja lain yang dioperasikannya. Manusia seringkali dipandang sebagai sumber penyebab segala kesalahan, ketidakberesan maupun kecelakaan kerja.

Menurut Peters (2006:1), *human error* adalah suatu penyimpangan dari suatu performansi standar yang telah ditentukan sebelumnya, yang mengakibatkan adanya penundaan waktu yang tidak diinginkan, kesulitan, masalah, insiden, atau kegagalan. Secara garis besar, terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi kerja manusia, yaitu:

1. *Unsafe action*, yang terdiri atas sikap, sifat, nilai, karakteristik, motivasi, usia, jenis kelamin, pendidikan, pengalaman, dan lain-lain.
2. *Unsafe condition*, yang terdiri atas lingkungan fisik, mesin dan peralatan, metode kerja, dan lain-lain.

Menurut Sanders dan Cornick (1993), *human error* secara spesifik dapat dikategorikan menjadi enam (6) kategori yang dijabarkan menjadi:

1. *Knowledge based error*, merupakan kesalahan yang disebabkan oleh tidak adanya pengetahuan tentang persyaratan, ekspektasi maupun kebutuhan. Kesalahan ini dapat muncul ketika seseorang tidak menerima informasi.
2. *Cognition based error*, merupakan kesalahan yang disebabkan dari akibat ketidakmampuan manusia dalam mengolah informasi yang dibutuhkan untuk

memenuhi persyaratan, ekspektasi, maupun kebutuhan. Kesalahan ini bisa terjadi ketika informasi yang telah diterima tidak diproses dengan baik atau kurang baik dalam mengingat, menganalisis, menerima maupun mengevaluasi.

3. *Value based error*, merupakan kesalahan yang disebabkan karena tidak adanya kemauan untuk menerima persyaratan, ekspektasi maupun kebutuhan. Kesalahan ini muncul ketika seseorang secara sadar melakukan pelanggaran terhadap suatu persyaratan, ekspektasi maupun kebutuhan karena orang tersebut tidak menghargainya atau tidak menganggap perilakunya sebagai suatu kesalahan.
4. *Reflexive based error* merupakan kesalahan yang disebabkan ketidakmampuan merespon suatu stimulus dengan cepat. Kesalahan ini mungkin terjadi pada situasi yang membutuhkan respon cepat dan logis sementara prosedur sendiri masih kurang jelas.
5. *Skill based error* merupakan kesalahan yang disebabkan karena tidak adanya skill tertentu. Kesalahan oleh skill memang selalu ada apabila yang melakukan pekerjaan adalah manusia. Kesalahan ini dapat hilang melalui pergantian manusia menjadi mesin.
6. *Lapse based error* merupakan kesalahan karena tidak adanya perhatian terhadap sesuatu. Kesalahan ini hampir sama dengan *skill based error*. Kemungkinan terjadinya kesalahan akan selalu ada. Hal tersebut hanya bisa dihilangkan dengan mesin.

Sementara itu, klasifikasi *human error* dapat digunakan dalam pengumpulan data tentang *human error* serta membantu dalam menyelidiki sebab terjadinya *human error* dan juga cara mengatasinya. Klasifikasi *human error* menurut Swain dan Guttman (1983: 2-16) antara lain:

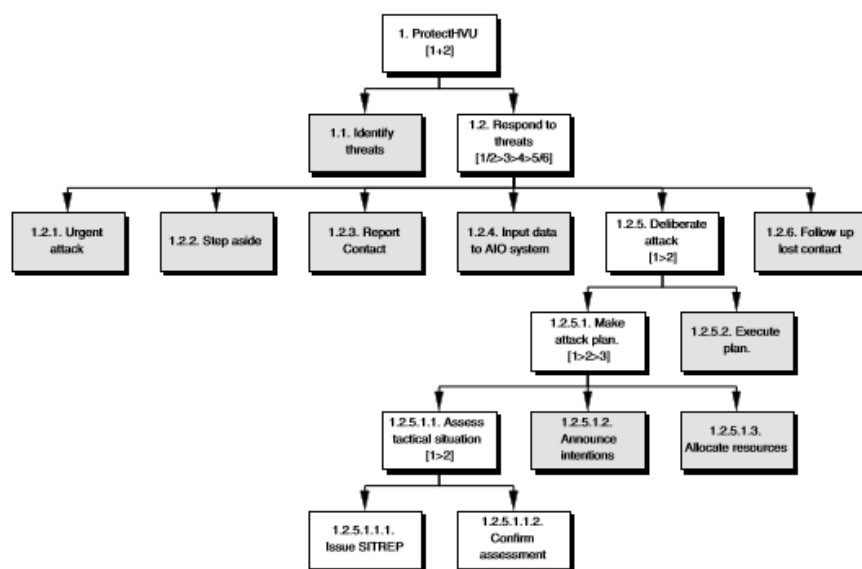
1. *Error of omission*, merupakan kesalahan karena lupa melakukan sesuatu.
2. *Error of commission*, merupakan kesalahan yang terjadi akibat mengerjakan sesuatu tidak dengan cara yang benar.
3. *A sequence error*, yaitu kesalahan karena melakukan pekerjaan tidak sesuai dengan urutan.
4. *A timing error*, yaitu kesalahan yang terjadi ketika seseorang gagal melakukan pekerjaan dalam waktu yang telah ditentukan, baik karena respon yang terlalu lama atau respon yang terlalu cepat.

1.5. Hierarchical Task Analysis (HTA)

Hierarchical Task Analysis (HTA) dikembangkan di Universitas Hull dalam rangka menjawab kebutuhan untuk menganalisis tugas yang kompleks, seperti pada proses kimia

dan industri pembangkit tenaga. HTA tidak hanya menganalisis tindakan yang dilakukan, melainkan juga menganalisis tujuan dan operasi dari tindakan tersebut, cara yang dilakukan untuk mencapai tujuan. Tugas yang kompleks dipecah menjadi operasi-operasi dan sub-sub operasi yang bertingkat dengan tujuan mengidentifikasi operasi-operasi dan sub-sub operasi tersebut yang kiranya tidak memenuhi akibat desain yang kurang baik atau kurangnya keahlian, kemudian mengajukan penyelesaian atas masalah tersebut (Annet, 2002).

Menurut Findiastuti (2002), 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*. Terdapat tiga aspek dalam HTA yaitu *plan*, *stopping rule* dan *numbering*. *Plan* mendefinisikan aturan main bagaimana aktivitas-aktivitas yang ada pada level di bawahnya dilakukan mencapai *goal*. Ada beberapa macam *plan* yaitu dikerjakan secara berurutan tertentu, sembarang urutan (*any order*), berurutan dan sebagainya. *Stopping rule* atau keputusan di mana seorang analis harus berhenti memecah *task* adalah aturan yang membatasi sampai sejauh mana *task* harus dipecah menjadi *subtask* dan operasi. Konsep *stopping rule* yang utama digunakan adalah berhenti meredeskripsi *task* jika redeskripsi *task* lebih lanjut tidak lagi menambah informasi yang berguna untuk analisis proses. Biasanya HTA berhenti pada saat mencapai level operasi dari pada level *task*. *Numbering* (penomoran) dilakukan secara berurutan sesuai *hierarchy task* dan aktivitas yang sudah dibuat (Findiastuti, 2002).



Gambar 2.2 Contoh HTA
Sumber: Stanton, dkk (2005)

1.6. *Human Reliability Assessment (HRA)*

Human reliability assessment (HRA) merupakan pengukuran keandalan manusia yang bertujuan untuk membantu mencegah efek negatif dari *human error* pada performansi suatu sistem dan juga keselamatan kerja. HRA mulai diteliti sejak awal tahun 1960-an di bidang pertahanan rudal dan aplikasi, Amerika Serikat. HRA memberikan beberapa metode dengan cara memprediksi serta mengevaluasi performansi manusia secara kuantitatif dalam sistem manusia-mesin (*man machine system*) dimana tujuan dari HRA adalah mengidentifikasi area dengan resiko tinggi, mengurangi keseluruhan resiko dan mengidentifikasi bagaimana perbaikan seharusnya dibuat untuk sistem (Meister dalam Pujotomo, 2007). HRA dapat dilakukan pada berbagai tugas atau aktivitas yang memiliki tujuan yang spesifik, merupakan suatu kesatuan prosedur untuk menyelesaikan tugas atau pekerjaan dimana di dalamnya menjelaskan suatu nilai numerik kuantitatif dari performansi manusia pada suatu tugas dimana probabilitas kesalahan dapat ditaksir (Sanders dan Cornick, 1993).

Teknik-teknik dalam HRA dapat digunakan secara retrospektif, dalam analisis insiden, walaupun hal ini jarang terjadi, atau dapat juga digunakan untuk memeriksa sebuah sistem. Teknik analisis dalam HRA antara lain HEART, SHERPA, JHEDI (*Justified Human Error Data Information*), SPAR-H (*Simplified Plant Analysis Risk Human Reliability Assessment*), dan THERP (Bell dan Holroyd, 2009).

2.6.1 *Systematic Human Error Reduction And Prediction Approach (SHERPA)*

Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach (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).

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

1. Terapkan analisa *task* ke dalam *task* yang akan diselidiki menggunakan HTA,
2. Identifikasi *error* yang potensial terjadi dari masing-masing *task level* dasar,
3. Kategorikan *error* menggunakan tabel Taksonomi serta konsekuensinya melalui *mode error*,
4. Analisis ordinal probabilitas.

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. Tabel 2.4. merupakan tabel taksonomi untuk menentukan *mode error* dalam SHERPA.

Tabel 2.2.

Tabel Taksonomi dalam SHERPA

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

Sumber: Stanton (2005)

Setelah melakukan identifikasi konsekuensi akibat dari terjadinya kesalahan, kemudian langkah selanjutnya adalah menentukan probabilitas ordinal dari setiap *task* dengan kategori *low*, *medium* dan *high*. Kategori ini menunjukkan tingkat kemungkinan dari frekuensi terjadinya kesalahan tersebut. Poin-poin berikut ini merupakan tingkat dari kategori probabilitas ordinal yang paling sering digunakan (Stanton, dkk: 2015).

1. *Low* (L), berarti kesalahan tidak pernah terjadi sebelumnya, maka probabilitas terjadinya kesalahan di masa depan adalah *low*.
2. *Medium* (M), berarti kesalahan terjadi 1 atau 2 kali kejadian sebelumnya, maka probabilitas terjadinya kesalahan di masa depan adalah *medium*.
3. *High* (H), berarti kesalahan sering terjadi sebelumnya, maka probabilitas terjadinya kesalahan di masa depan adalah *high*.

2.6.2 Human Error Probability Assessment and Reduction (HEART)

HEART (*Human Error Probability Assessment and Reduction*) pertama kali diperkenalkan oleh Williams pada tahun 1985. Metode ini merupakan salah satu metode kuantifikasi risiko *human error* yang cepat, sederhana, dan mudah dipahami oleh *engineers*

dan *human factors specialists*. Fungsi utama proses perhitungan HEART adalah untuk mengelompokkan *task* dalam kategori umumnya dan nilai level nominalnya untuk *human unreliability*. Langkah-langkah dalam melakukan metode HEART adalah sebagai berikut.

1. Mengklasifikasikan jenis tugas/pekerjaan ke dalam *Generic Categories*

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 2.3
Generic Categories

No	<i>Generic Categories</i>	Nominal Human Unreliability
A	Operasi tidak dikenal, dijalankan tanpa tahu konsekuensinya	0,55
B	Operasi merubah suatu sistem tanpa prosedur atau pengawasan	0,26
C	Operasi yang kompleks, membutuhkan <i>skills</i> yang tinggi	0,16
D	Operasi yang mudah, bisa diandalkan keberhasilannya	0,09
E	Operasi rutin, sering dilakukan, sudah terlatih	0,02
F	Operasi merubah suatu sistem dengan proses <i>checking</i>	0,003
G	Operasi sudah dikenal, sering dikerjakan, sudah ada standarnya, sangat terlatih, dilakukan oleh orang pengalaman, mengetahui kesalahan yang mungkin terjadi dengan tersedianya waktu untuk koreksi tanpa bantuan operator khusus	0,0004
H	Operasi sudah otomatis, tetapi masih memerlukan tindakan koreksi dan pengawasan	0,00002

Sumber: Kirwan (1994)

2. Menentukan *Error Producing Conditions* (EPCs)

Metode HEART diartikan sebagai seberapa besar operator melakukan kesalahan dalam *task* yang seharusnya dilakukan. 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. Kondisi yang mengakibatkan terjadinya *error* (*Error-Producing Condition* atau EPCs) yang ditunjukkan dalam skenario yang memberikan pengaruh negatif terhadap performansi manusia menurut Bell dan Holroyd (2009) ditampilkan dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.4
Error Producing Condition (EPC)

No	Kondisi yang menyebabkan error	Maksimum Nominal Unreliability
1	Ketidakhiasaan dengan sebuah situasi yang sebenarnya penting namun jarang terjadi	17
2	Waktu singkat untuk mendeteksi kegagalan dan tindakan koreksi	11
3	Rasio bunyi sinyal yang rendah	10
4	Penolakan informasi yang sangat mudah untuk diakses	9
5	Tidak adanya alat untuk menyampaikan informasi spesial dan fungsional kepada <i>operator</i> dapat secara siap memahaminya	8
6	Ketidaksesuaian antara SOP dan kenyataan di lapangan	8
7	Tidak ada cara untuk membalikkan kegiatan yang tidak diharapkan	8
8	Kapasitas saluran komunikasi overload, terutama satu penyebab reaksi secara bersama dari informasi yang tidak berlebihan	6
9	Sebuah kebutuhan untuk tidak mempelajari sebuah teknik dan melaksanakan sebuah kegiatan yang diinginkan dari filosofi yang berlawanan	6
10	Kebutuhan untuk mentransfer pengetahuan yang spesifik dari kegiatan ke kegiatan tanpa kehilangan	5,5
11	Ambiguitas dalam memerlukan performa standar	5
12	Ketidaksesuaian antara perasaan dan risiko sebenarnya	4
13	Sistem <i>feedback</i> yang lemah dan ambigu	4
14	Ketidajelasan, konfirmasi yang langsung tepat pada waktunya dari aksi yang diharapkan pada suatu sistem dimana pengendalian digunakan	3
15	Operator yang tidak berpengalaman (seperti: baru memenuhi kualifikasi namun tidak expert)	3
16	Kualitas informasi yang tidak baik dalam menyampaikan prosedur dan interaksi orang per orang	3
17	Sedikit atau tidak ada pengecekan independen atau percobaan pada hasil	3
18	Adanya konflik antara tujuan jangka pendek dan jangka panjang	2,5
19	Tidak adanya perbedaan dari input informasi untuk pengecekan ketelitian	2,5
20	Ketidaksesuaian antara level edukasi yang telah dimiliki oleh individu dengan kebutuhan pekerja	2
21	Adanya dorongan untuk menggunakan prosedur yang berbahaya	2
22	Sedikit kesempatan untuk melatih pikiran dan tubuh diluar jam kerja	1,8
23	Alat yang tidak dapat diandalkan	1,6
24	Kebutuhan untuk membuat suatu keputusan yang diluar kapasitas atau pengalaman dari operator	1,6
25	Alokasi fungsi dan tanggung jawab yang tidak jelas	1,6
26	Tidak adanya kejelasan langkah untuk mengamati kemajuan selama aktivitas	1,4
27	Adanya bahaya dari keterbatasan kemampuan fisik	1,4
28	Sedikit atau tidak adanya hakiki hari dari aktivitas	1,4
29	Level emosi yang tinggi	1,3
30	Adanya gangguan kesehatan khususnya demam	1,2
31	Tingkat kedisiplinan yang rendah	1,2
32	Ketidakkonsistenan dari tampilan atau prosedur	1,2
33	Lingkungan yang buruk atau tidak mendukung	1,15
34	Siklus berulang-ulang yang tinggi dari pekerjaan dengan beban kerja bermental rendah	1,1
35	Terganggunya siklus tidur normal	1,1
36	Melewatkan kegiatan karena intervensi dari orang lain	1,06
37	Penambahan anggota tim yang sebenarnya tidak dibutuhkan	1,03
38	Usia yang melakukan pekerjaan	1,02

Sumber: Williams (1986)

3. Menentukan *assessed proportion of effect* (APOE)

Nilai proporsi dalam APOE berkisar antara 0–1, dimana 0 = Low dan 1 = High. Nilai 0 artinya 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 ini bersifat subyektif. Tabel penilaian APOE menurut Williams ditunjukkan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5
Assessed Proportion of Effect

Keterangan	<i>Assessed Proportion</i>
EPC tidak berpengaruh terhadap HEP	0
Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi > 5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 3 EPC yang lain.	0,1
Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi > 5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 2 EPC yang lain	0,2
Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi > 5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 1 EPC yang lain	0,3
Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC sering (frekuensi > 5 kali setiap shift) terjadi tanpa disertai EPC yang lain	0,4
Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC jarang (frekuensi= 2–5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 2 EPC yang lain	0,5
Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC jarang (frekuensi= 2–5 kali setiap shift) terjadi dan disertai minimal 1 EPC yang lain	0,6
Dapat berpengaruh terhadap HEP jika EPC jarang (frekuensi= 2–5 kali setiap shift) terjadi tanpa disertai EPC yang lain	0,7
Dapat langsung berpengaruh terhadap HEP jika EPC satu kali terjadi dan disertai dengan minimal 2 EPC	0,8
Dapat langsung berpengaruh terhadap HEP jika EPC satu kali terjadi dan disertai dengan minimal 1 EPC	0,9
Dapat langsung berpengaruh terhadap HEP jika EPC satu kali terjadi tanpa disertai dengan EPC yang lain	1

Sumber: Williams (1986)

4. Menghitung *assessed effect* yang dirumuskan pada rumus 2-1:

$$AE_i = [(b_i - 1) \times c_i + 1]. \quad (2-1)$$

Sumber: Williams (1986)

5. Keandalan, dirumuskan sebagaimana dijelaskan pada rumus 2-2:

$$HEP_j = a \times AE_1 \times AE_2 \times AE_3 \times \dots \times AE_n. \quad (2-2)$$

Sumber: Williams (1986)

Poin b dan c ada jika dibutuhkan dan jika tidak terdapat EPCs maka poin b dan c tidak diperlukan sehingga perumusan keandalan menjadi:

$$HEP_j = a.$$

Sumber: Williams (1986)

Sehingga tingkat keandalan dapat dihitung dengan rumus:

$$K = HEP1 + HEP2 + HEP3 + \dots + HEPk. = \sum_{j=1}^k HEPj \quad (2-3)$$

Sumber: Williams (1986)

Dimana:

Aei : besarnya *assessed effect* pada EPCs ke-i.

$HEPj$: besarnya HEP pada tipe task ke-j.

a : besarnya nominal *human unreliability* pada *generic categories*

bi : besarnya nilai nominal pada EPCs ke- i.

ci : besarnya *proportion of effect* pada EPCs ke-i.

i : 1,2,3, ..., n.

k : 1,2,3, K.

6. Hitung nilai *human reliability total* dengan rumus:

$$\text{Human reliability total} = 1 - (\prod \text{probability of failure}).$$

Sumber: Williams (1986)

1.7. Fishbone Diagram

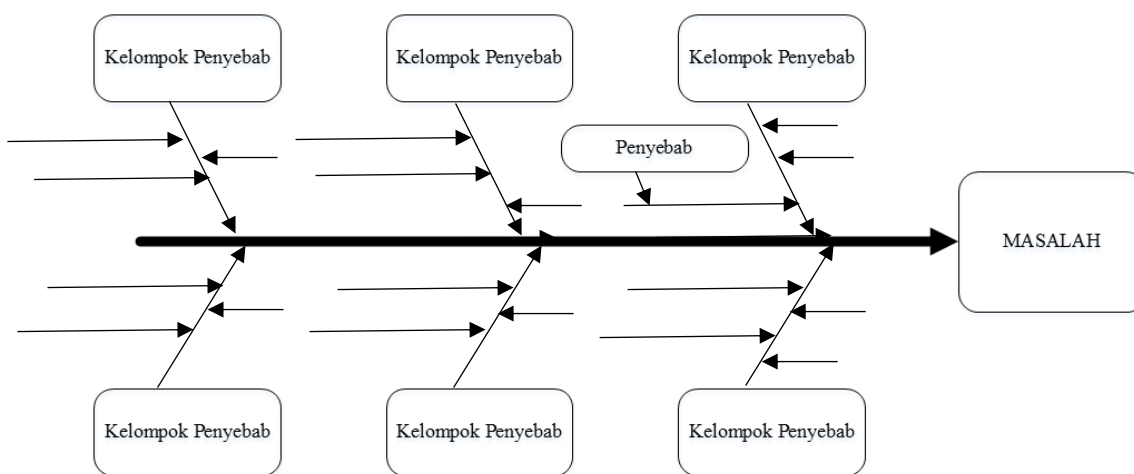
Diagram tulang ikan atau *fishbone* diagram merupakan salah satu metode untuk mengetahui akar penyebab dari masalah yang muncul di perusahaan dan salah satu *tool* dalam meningkatkan kualitas, dan sering disebut dengan diagram sebab-akibat. Diagram tulang ikan berbentuk mirip tulang ikan dengan kepala menghadap ke kanan. Masalah diilustrasikan seperti tulang ikan yang diletakkan pada kepala ikan, dan penyebab-penyebabnya di tulang-tulanganya sesuai dengan pendekatan permasalahannya.

Konsep dasar dari *fishbone* diagram adalah permasalahan mendasar diletakkan pada bagian kanan dari diagram atau pada bagian kepala dari kerangka tulang ikannya. Untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kualitas hasil kerja, maka orang akan selalu mendapatkan bahwa ada beberapa faktor penyebab utama yang signifikan yang perlu diperhatikan, yaitu *materials* (bahan baku), *machines and equipment* (mesin dan peralatan), *manpower* (sumber daya manusia), *methods* (metode), *mother nature/ environment* (lingkungan), dan *measurement* (pengukuran). Keenam penyebab munculnya masalah ini sering disingkat dengan 6M. Penyebab lain dari masalah selain 6M dapat dipilih jika memang diperlukan. Untuk mencari penyebab dari permasalahan, baik yang berasal dari 6M seperti dijelaskan maupun penyebab yang mungkin lainnya dapat digunakan teknik *brainstorming*. *Fishbone* diagram umumnya digunakan pada tahap mengidentifikasi permasalahan dan menentukan penyebab dari munculnya permasalahan tersebut. Selain

digunakan untuk mengidentifikasi masalah dan menentukan penyebabnya, *fishbone* diagram juga dapat digunakan pada proses perubahan. (Pande & Holpp, 2001 dalam Scarvada, 2004).

Poin-poin selanjutnya merupakan langkah-langkah dalam membuat *fishbone* diagram.

1. Membuat kerangka *fishbone* diagram, yang meliputi kepala ikan yang diletakkan pada bagian kanan diagram. Kepala ikan ini nantinya akan digunakan untuk menyatakan masalah utama. Bagian kedua merupakan sirip yang akan digunakan untuk menuliskan kelompok penyebab permasalahan. Bagian ketiga merupakan duri yang akan digunakan untuk menyatakan penyebab masalah. Bentuk kerangka *fishbone* diagram tersebut dapat dilihat sebagaimana pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Fishbone Diagram
Sumber: Scarvada, 2004

2. Merumuskan masalah utama merupakan perbedaan antara kondisi yang ada dengan kondisi yang diinginkan. Masalah juga dapat didefinisikan dengan kinerja yang ditargetkan. Masalah utama ini akan ditempatkan pada bagian kanan dari *fishbone* diagram atau ditempatkan pada kepala ikan.
3. Langkah berikutnya yaitu mencari faktor-faktor utama yang berpengaruh atau berakibat pada permasalahan. Langkah ini dapat dilakukan dengan cara diskusi. Kelompok penyebab masalah ini ditempatkan di *fishbone* diagram pada sirip ikan.
4. Menemukan penyebab untuk masing-masing kelompok penyebab masalah. Penyebab ini ditempatkan pada duri ikan.
5. Menemukan penyebab untuk masing-masing kelompok penyebab masalah. Penyebab ini ditempatkan pada duri ikan.
6. Langkah selanjutnya setelah masalah dan penyebab masalah diketahui, dapat ditempatkan pada *template fishbone diagram* di Gambar 2.2.