



UNIVERSITAS INDONESIA

**KAJIAN TERJADINYA KESALAHAN MANUSIA (*HUMAN ERROR*) PADA
PETUGAS *AIR TRAFFIC CONTROLLER* DALAM AKTIVITAS
PEMANDUAN LALU LINTAS UDARA PT ANGKASA PURA II (PERSERO)
BANDAR UDARA SOEKARNO – HATTA TANGERANG TAHUN 2011**

**Skripsi Ini Diajukan Sebagai
Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
SARJANA KESEHATAN MASYARAKAT**

OLEH:

DYAH LISTIYANINGSIH

0 8 0 6 3 8 3 9 1 3

DEPARTEMEN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

UNIVERSITAS INDONESIA

DEPOK, 2011

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : DYAH LISTIYANINGSIH

NPM : 0806383913

Mahasiswa Program : Sarjana Ekstensi

Tahun Akademik : 2011

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul :

Kajian Terjadinya Kesalahan Manusia (Human Error) Pada Petugas Air Traffic Controller Dalam Aktivitas Pemanduan Lalu Lintas Udara PT Angkasa Pura II Bandar Udara Soekarno-Hatta Tahun 2011.

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar – benarnya.

Depok, 27 Juni 2011



LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi ini telah disetujui dan dapat diajukan untuk sidang di hadapan Tim Penguji Program Sarjana Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.

Depok, 27 Juni 2011

Pembimbing Skripsi,



(dr. Chandra Satrya, M.App.Sc)

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Dyah Listiyaningsih

NPM : 0806383913

Program Studi : S1 Ekstensi

Judul Skripsi : Kajian Terjadinya Kesalahan Manusia (*Human Error*) Pada Petugas *Air Traffic Controller* Dalam Aktivitas Pemanduan Lalu Lintas Udara PT Angkasa Pura II (Persero) Bandar Udara Soekarno-Hatta, Tahun 2011

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat pada Program Studi S1 Ekstensi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : dr.Chandra Satrya, M.Appsc ()

Penguji : Ellen Happy Forever, S.Hut, M.K.K.K ()

Penguji : Dadan Erwandi, S.Psi, M.Si ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 27 Juni 2011

KATA PENGANTAR

Segala puji penulis sampaikan atas kehadiran ALLAH SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat Jurusan Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Seluruh keluarga besar di rumah (Ibu, Bapak, dan adik tercinta)
- 2) Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing Skripsi, dr. Chandra Satrya, M.Appse, terima kasih telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- 3) Bapak Dadan Erwandi dan Ibu Ellen sebagai penguji skripsi.
- 4) Seluruh Dosen FKM UI yang telah mengajarkan saya tentang keilmuan kesehatan masyarakat khususnya tentang ilmu keselamatan dan kesehatan kerja (K3).
- 5) Teman-teman ekstensi K3 FKM UI angkatan 2008 dan reguler angkatan 2007, kompak selalu. Teman-teman FKM UI non-K3 terima kasih atas support yang diberikan.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 27 Juni 2011

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPERLUAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dyah Listiyaningsih
NPM : 0806383913
Program Studi : S1 Ekstensi Kesehatan Masyarakat
Departemen : Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Fakultas : Kesehatan Masyarakat
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

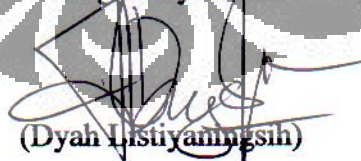
Kajian Terjadinya Kesalahan Manusia (Human Error) Pada Petugas Air Traffic Controller Dalam Aktivitas Pemanduan Lalu Lintas Udara PT Angkasa Pura II Bandar Udara Soekarno-Hatta Tahun 2011.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non - Eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia /formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selamat tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada Tanggal : 27 Juni 2011

Yang menyatakan


(Dyah Listiyaningsih)

ABSTRACT

Name : Dyah Listiyaningsih
Study Program : *Occupational Health and Safety*
Title : Occurrence of Human Error Assessment (Human Error) At Officers In Air Traffic Controllers Air Traffic Activity, PT Angkasa Pura II (Persero) Soekarno-Hatta Airport Jakarta in 2011.

Human error is one of nature which is owned by a man (human nature) so that every day human being must always be in error. But usually the consequence of human error is usually relatively small (minor) so often overlooked. However, in certain conditions of human error can cause more serious consequences (major), such is human error that occurs on the chemical process industry, nuclear power, health care, and of course in aviation (aviation).

According to research Alabama & Northwest Florida Flight Standards District Office, the degree of human error (human error) in the field of Air Traffic Control persentase 90% occupied. In addition, many aviation accident cases are considered Air Traffic Controllers who are guilty and the suspect as the cause of the accident, there is no contribution "Pilot Error".

Design studies in this research are mixed (mix), where it performed well in qualitative and quantitative approaches as well. Unit of study is getting a percentage of the amount of each type of mismatch interaction in perspective ergonomics and human error element. Descriptive qualitative approach to obtain relevant study elements of human error that occurs with task analysis.

The study results showed that the incidence of human error in ATC Soekarno-Hatta Airport is quite a high percentage of 77.2% skill based errors, perceptual errors 62.3%, 71.1% decision error. As for the discrepancy factor of equipment (mechanical failure), environment (environment), psychological (mental workload) respectively reached 93.9%, 94.7% and 91.2%.

Key words: Human error, perspektif ergonomik, Air Traffic Controller.

ABSTRAK

Nama : Dyah Listiyaningsih
Program Studi : Kesehatan dan Keselamatan Kerja
Judul : Kajian Terjadinya Kesalahan Manusia (*Human Error*)
Pada Petugas *Air Traffic Controller* Dalam Aktivitas
Pemanduan Lalu Lintas Udara, PT Angkasa Pura II
(Persero) Bandar Udara Soekarno-Hatta Tangerang
Tahun 2011.

Human error merupakan salah satu sifat alami yang dimiliki oleh manusia (*human nature*) sehingga setiap harinya manusia pasti selalu mengalami error. Namun biasanya konsekuensi dari human error ini biasanya relatif kecil (minor) sehingga sering diabaikan. Namun pada kondisi tertentu *human error* dapat menimbulkan konsekuensi yang lebih serius (major), misalnya saja ialah human error yang terjadi pada *chemical process industry, nuclear power, health care*, dan tentu saja dalam penerbangan (*aviation*).

Menurut penelitian *Alabama & Northwest Florida Flight Standards District Office*, tingkat kesalahan manusia (*human error*) pada bidang *Air Traffic Control* menduduki persentase 90%. Selain itu banyak kasus kecelakaan penerbangan yang menganggap *Air Traffic Controller* yang bersalah dan menduga sebagai penyebab kecelakaan, tidak ada kontribusi "Pilot Error".

Desain studi dalam penelitian ini bersifat campuran (*mix*), di mana di dalamnya dilakukan baik pendekatan kualitatif maupun kuantitatif sekaligus. Unit kajian ialah mendapatkan besaran persentase dari masing-masing jenis ketidaksesuaian interaksi dalam perspektif ergonomik dan unsur *human error*. Pendekatan kualitatif deskriptif untuk mendapatkan kajian terkait unsur *human error* yang terjadi dengan *task analysis*.

Hasil kajian menunjukkan bahwa kejadian *human error* di bidang ATC Bandar Udara Soekarno-Hatta memang cukup tinggi dengan persentase *skill based error* 77,2%, *perceptual error* 62,3%, *decision error* 71,1%. Sedangkan untuk hasil ketidaksesuaian faktor peralatan (*mechanical failure*), lingkungan (*environment*), psikologis (beban kerja mental) masing-masing mencapai 93,9%, 94,7% dan 91,2%.

Kata kunci: Human error, perspektif ergonomik, pengendali lalu lintas udara.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	.iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	7
1.4.1 Tujuan Umum.....	7
1.4.2 Tujuan Khusus.....	7
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
1.5.1 Manfaat Bagi Penulis.....	7
1.5.2 Manfaat Bagi Perusahaan.....	7
1.5.3 Manfaat Bagi Departemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	8
1.6 Ruang Lingkup Penelitian.....	8

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Ergonomi.....	9
2.1.1 Konsep dasar <i>ergonomic</i>	10
2.2 Task.....	11
2.2.1 Task Analysis.....	11
2.2.2 Hierarchical Task Analysis (HTA).....	12
2.2.3 Pengertian dan Taksonomi Human Error.....	12
2.3 Perspektif dan konsep tentang human error.....	13
2.3.1 Perspektif Human Error.....	13
2.3.1.1 Perspektif Kognitif.....	14
2.3.1.2 Perspektif Ergonomik.....	15
2.3.1.3 Perspektif Organisasi.....	27
2.4 Konsep Human Error.....	27
2.4.1 Traditional Safety Engineering.....	28
2.4.2 Human Factors/Ergonomics.....	28
2.4.3 Cognitive Engineering.....	30
2.4.4 Sociotechnical Approach.....	31
2.5 Teori Human Error.....	32
2.5.1 The Freudian's Slips.....	32
2.5.2 Norman and Shallice's Attention to Action Model.....	33
2.5.3 Rasmussen's Skill-Rule-Knowledge Frame Work.....	33
2.6 Swiss Cheese Model of Human Error (James Reason).....	34
2.6.1 Active Failure.....	35
2.7 Unsafe Supervision.....	37
2.8 Organizational influences.....	39
2.8.1 Resource Management.....	39

2.8.2 Organizational Climate.....	39
2.8.3 Orgaizational Process.....	39
2.9 Lingkungan kerja ATC.....	40
2.10 Air Traffic Controller (ATC)	43
BAB III KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL.....	46
3.1 Kerangka Teori.....	46
3.2 Kerangka Konsep.....	47
3.3 Definisi Operasional.....	48
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....	51
4.1 Desain Penelitian.....	51
4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	51
4.3 Populasi dan Sampel Penelitian.....	51
4.3.1 Populasi.....	51
4.3.2 Sampel.....	52
4.4 Teknik Pengumpulan Data.....	53
4.4.1 Data Primer.....	54
4.4.2 Data Sekunder.....	54
4.5 Pengelolaan dan Analisis Data.....	54
4.5.1 Validitas Alat Ukur.....	55
4.5.2 Reabilitas Alat Ukur.....	55
4.5.3 Analisa Univariat.....	56
BAB V GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN.....	57
5.1 Sejarah PT Angkasa Pura II (Persero).....	58
5.2 Visi dan Misi PT Angkasa Pura II.....	58
5.2.1 Visi.....	58

5.2.2 Misi	58
5.3 Pelayanan PT Angkasa Pura II (Persero).....	58
5.4 Strategi Perusahaan	59
5.5 Denah Lokasi Bandara Soekarno-Hatta.....	60
5.6 Pengelolaan Lingkungan	60
5.7 Tata Kelola Perusahaan.....	62
5.8 Gambaran Cabang Utama Bandara Soekarno-Hatta.....	63
5.9 Pelayanan Keselamatan Penerbangan.....	63
5.10 Pelayanan Keselamatan Penerbangan.....	63
5.11 Bidang Pelayanan Operasi Lalu Lintas Udara (Air Traffic Controller).....	64
5.12 Struktur Organisasi Bidang ATC (Terlampir pada lampiran).....	67
5.13 Jumlah Karyawan.....	67
5.14 Waktu Kerja.....	67
BAB VI HASIL PENELITIAN.....	68
6.1 Mechanical Failure, Environment Factor, Aspek Human.....	68
6.2 Faktor Peralatam (Mechanical Failure).....	70
6.2.1 Gangguan pada Peralatam Kerja.....	71
6.3 Kondisi Lingkungan Kerja ATC (Environment factor).....	73
6.3.1 Tingkat Kebisingan.....	73
6.3.2 Temperatur.....	74
6.3.3 Tingkat Pencahayaan	75
6.3.4 Kelancaran Sirkulasi Udara.....	75
6.3.5 Gangguan Cuaca.....	76
6.4 Aspek Human	77
6.4.1 Beban Kerja.....	77
6.4.2 Kelelahan Mental.....	78

6.5 Tipe Human Error.....	80
6.5.1 Persentase Skill Based Error, Perceptual Error, Decision Error.....	80
BAB VII PEMBAHASAN	83
7.1 Keterbatasan Penelitian	84
7.2 Gambaran Teori Konsep Dasar Ergonomi dalam Aktivitas Pemanduan Lalu Lintas.....	84
7.2.1 Interaksi Konsep Dasar Ergonomi.....	84
7.3 Faktor Keselamatan Penerbangan.....	86
7.4 Gambaran Human Error pada Petugas ATC.....	88
7.3.1 Skill Based Error.....	89
7.3.2 Perceptual Error.....	93
7.3.3 Decision Error.....	95
BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN.....	98
8.1 Kesimpulan Penelitian.....	98
8.2 Saran.....	99
DAFTAR PUSTAKA.....	102
LAMPIRAN.....	105

DAFTAR TABEL

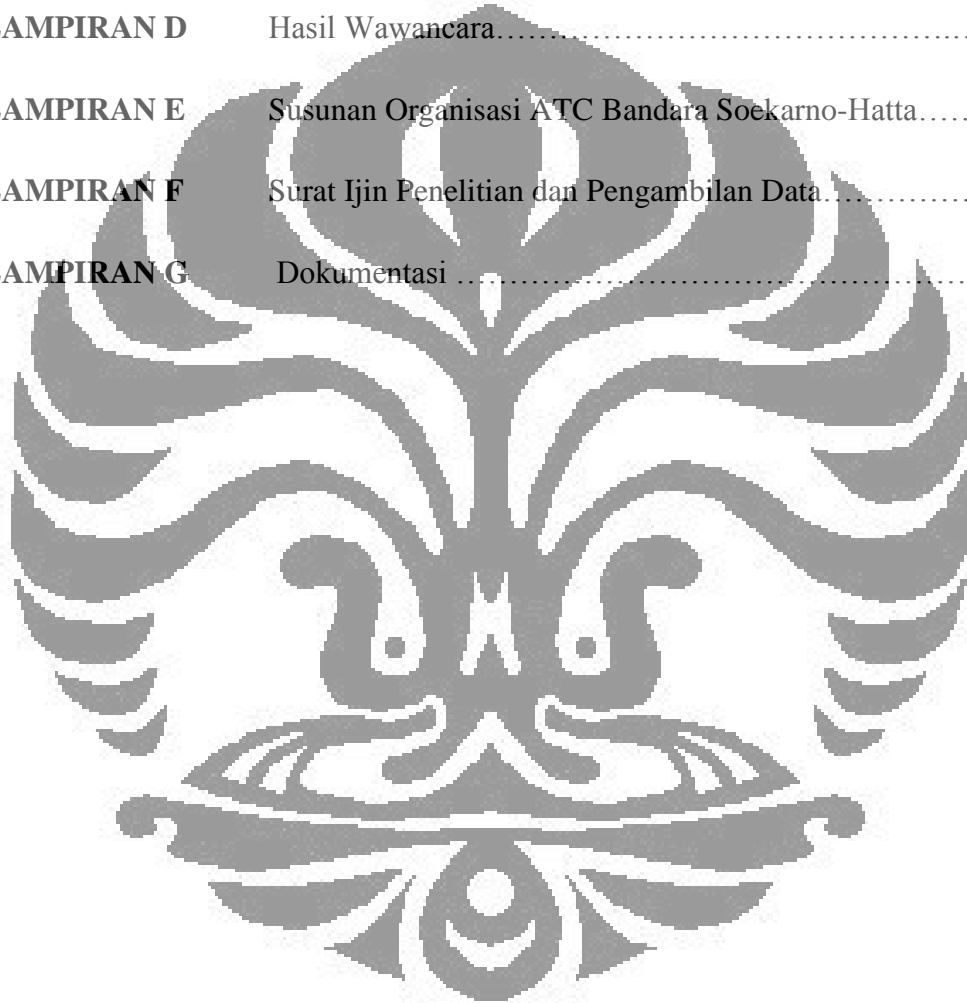
Tabel. 1.1 Persentase Kesalahan Manusia.....	4
Tabel. 2.1 Hubungan antara tingkatan performa dengan tipe error.....	30
Tabel. 2.2 Unsafe supervision (Weigmann dan Shappell, 2006).....	37
Tabel. 2.3 Contoh organizational influences (Weigmann dan Shappell, 2006).....	39
Tabel. 6.1 Rangkuman Profil Penelitian.....	61
Tabel. 6.2 Distribusi Frekuensi Gangguan pada Peralatan Kerja	70
Tabel. 6.3 Distribusi Frekuensi <i>Desain Workstation</i> (kenyamanan kursi).....	70
Tabel. 6.4 Distribusi Frekuensi Penataan Peralatan Kerja.....	71
Tabel. 6.5 Distribusi Frekuensi adanya gangguan kebisingan di ruang kerja ACC/APP.....	73
Tabel. 6.6 Distribusi Frekuensi Kenyamanan Temperatur.....	74
Tabel. 6.7 Distribusi Frekuensi Kenyamanan Pencahayaan.....	75
Tabel. 6.8 Distribusi Frekuensi Kelancaran Sirkulasi Udara.....	75
Tabel. 6.9 Distribusi Frekuensi Adanya gangguan cuaca.....	76
Tabel. 6.10 Distribusi Frekuensi Durasi Kerja.....	77
Tabel. 6.11 Distribusi Frekuensi Beban kerja terlalu banyak	78
Tabel. 6.12 Distribusi Frekuensi Keoptimalan pekerjaan.....	78
Tabel. 6.13 Distribusi frekuensi kelelahan akibat kerja.....	79
Tabel. 6.14 Distribusi Frekuensi Perasaan Tidak Konsentrasi	79
Tabel. 6.15 Persentase <i>Skill Based Error</i> , <i>Perceptual Error</i> , dan <i>Decision Error</i>	80
Tabel. 7.1 Human error dalam berbagai tahapan kognitif (Reason, 1990).....	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar. 2.1 Hubungan Antar Manusia dan Mesin dalam Ergonomi.....	9
Gambar. 2.2 Perpotongan ke lima perspektif mengenai human error.....	14
Gambar. 2.3 Perspektif kognitif tentang proses mental untuk prediksi human error.....	14
Gambar. 2.4 <i>Decision making Model</i> (Wickens, 1988 dalam Weigmann dan Shappell, 2001).....	15
Gambar. 2.6 Model SHELL (Dikutip dari Hawkins, 1987).....	16
Gambar. 2.7 Ergonomi Berdasarkan Ilmu Dasar dan Aplikasi.....	29
Gambar. 2.10 <i>Categories of unsafe acts committed by aircrews.</i> (Reason, 1990; Rasmussen, 1982).....	35
Gambar. 2.9 Unsafe Supervision (Weigmann dan Shappell, 2011).....	37
Gambar. 2.10 Organizational Influences (Weigmann dan Shappell, 2001).....	38
Gambar. 3.1 Kerangka Teori Konsep Dasar Ergonomi.....	46
Gambar. 3.2 Kerangka Konsep penelitian.....	47
Gambar 6.1. Grafik Persentase kontribusi <i>mechanical failure, environment,</i> dan Aspek <i>Human</i> (Beban kerja mental) terhadap terjadinya <i>human error</i>	79
Gambar 6.2 Grafik Persentase <i>skill based error, decision error,</i> dan <i>perceptual error</i>	82

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	Pedoman wawancara dan kuesioner.....	105
LAMPIRAN B	Sebaran Data Hasil Uji Validitas dan Reabilitas.....	119
LAMPIRAN C	Sebaran Data Hasil Uji Univariat.....	123
LAMPIRAN D	Hasil Wawancara.....	140
LAMPIRAN E	Susunan Organisasi ATC Bandara Soekarno-Hatta.....	145
LAMPIRAN F	Surat Ijin Penelitian dan Pengambilan Data.....	146
LAMPIRAN G	Dokumentasi.....	148



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menyongsong era globalisasi, dalam rapat kerja ISO on *Occupational and Safety Management* di Geneva pada tanggal 5-6 September 1996 telah diputuskan tentang penerapan secara internasional program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) sebagai salah satu syarat dalam standard internasional yang berkaitan dengan perdagangan bebas yang akan diberlakukan tahun 2020. Pelaksanaan K3 ini merupakan salah satu bentuk upaya dalam menciptakan tempat kerja yang aman, sehat, dan bebas dari pencemaran lingkungan sehingga dapat mengurangi dan atau bebas dari kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja yang pada akhirnya dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja. (Effendi, 2002).

Industri transportasi merupakan salah satu industri yang selalu berkembang dikarenakan kebutuhan manusia akan transportasi terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah manusia itu sendiri. Selain itu transportasi berkembang seiring dengan majunya ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang transportasi. Transportasi udara sebagai salah satu bagian dari industri transportasi merupakan industri yang penting dan banyak digunakan oleh manusia, terutama karena efisiensi waktu dan dapat menjangkau daerah yang jauh. Untuk memberikan pelayanan transportasi udara dibutuhkan sarana dan fasilitas pendukung berupa bandar udara dan operator-operator yang bekerja di dalamnya.

Operator bandar udara dapat terdiri dari orang pemerintah ataupun swasta yang berasal dari perusahaan penerbangan. Mereka bertanggung jawab akan operasi bandar udara secara keseluruhan. *Air Traffic Controller* atau pengendali lalu lintas udara yang merupakan bagian dari operator bandar udara mempunyai misi utama yaitu menangani pesawat terbang dengan menggunakan radar dan peralatan

pemantauan lainnya untuk menjaga pesawat terbang agar tetap pada jalurnya. Pengendali lalu lintas udara bekerja pada pusat pengontrol regional *control centre*, terminal radar *approach control facilities/ Tracons* dan menara pengontrol bandar udara atau *airport control tower*. Pekerjaannya melibatkan kerja dengan alat pelacak penerbangan pada radar dan komunikasi dengan pilot melalui radio (*Encyclopedia of Occupational Health and Safety, 1998*). *Air Traffic Control* (ATC) atau pengendalian lalu lintas udara selalu bersandar kepada efisiensi ruang dan waktu. Efisiensi tersebut dilakukan agar arus lalu lintas udara dapat mengalir dengan lancar, tertib, efisien dan aman. Efisiensi juga ditujukan agar ruang dan waktu yang tersedia dapat digunakan untuk mengoptimalkan kapasitas lalu lintas udara yang mampu dilayani (Sumardi dalam Bandara, 2001).

Untuk melaksanakan tugas tersebut pengaturan lalu lintas oleh seorang petugas ATC dimulai dari pesawat melakukan *contact* (komunikasi) pertama kali sampai dengan pesawat tersebut mendarat (*landing*) di bandara tujuan. Disamping itu diperlukan dukungan prasarana, sarana, serta perangkat peraturan yang sesuai dengan ketentuan-ketentuan yang dikeluarkan ICAO (*International Civil Aviation Organization*) Organisasi Penerbangan Sipil Internasional, yang dari hari ke hari terus dilakukan amandemen sesuai dengan pengembangan arus lalu lintas penerbangan dan teknologi.

Pengendalian lalu lintas udara yang saat ini mencapai 1.400 per hari dengan sistem otomasi yang dikembangkan oleh PT.Angkasa Pura II (Persero) lebih dikenal dengan JAATS (*Jakarta Automated Air Traffic Control System*) mampu menjangkau keseluruhan wilayah udara yang menjadi tanggung jawab petugas ATC. (Sumber: *Laporan Tahunan 2008, PT. Angkasa Pura II (Persero)*).

Namun ancaman kesalahan manusia masih bisa terjadi disini. Pada bandar udara yang besar seperti Bandar Udara Soekarno Hatta bisa terdapat puluhan petugas ATC yang bekerja, termasuk mereka yang *standby*. Di Bandar Udara Soekarno-Hatta dalam sehari pesawat yang *take off - landing* bisa mencapai ribuan, jadi jam kerja ATC pun dibatasi hanya beberapa jam saja lalu ganti orang untuk menghindari stress yang dapat mengakibatkan kealpaan si *controller*.

Dengan semakin tingginya frekuensi penerbangan yang melintas ataupun mendarat di Bandar Udara Soekarno-Hatta sekarang ini, maka tugas dan tanggung jawab pelayanan Operasi Lalu Lintas Udara menjadi semakin berat. Oleh karena itu, kualitas dan kehandalan perangkat kerja dan SDM yang ada dibelakangnya harus benar-benar prima untuk menjamin terhindarnya insiden penerbangan.

Namun kemajuan industri penerbangan yang pesat dalam beberapa puluh tahun terakhir yang ditandai dengan meningkatnya kehandalan dan kinerja pesawat generasi baru hingga diaplikasikannya inovasi-inovasi peralatan dan prosedur-prosedur ATC (*air traffic control*) pada kenyataannya tidak menurunkan angka kecelakaan penerbangan yang disebabkan kesalahan manusia (*human error*). Menurut Chappell (1994), hampir 75% dari keseluruhan kecelakaan (*accidents*) maupun insiden (*incidents*) penerbangan disebabkan karena kegagalan manusia dalam memantau, mengelola dan mengoperasikan sistem penerbangan itu sendiri.

Pengatur lalu lintas udara adalah satu profesi yang memiliki tingkat stres tinggi. Selain tingginya pertumbuhan jumlah lalu lintas udara lingkungan tempat dimana ATC kerja menimbulkan dampak bagi kinerja seorang pengatur lalu lintas udara (ATC). Stress tinggi yang menyerang petugas di ATC, diantaranya ada 3 hal yaitu: kompleksitas lalu lintas udara, sistem shift atau bergiliran yang tidak berjalan sebagaimana mestinya dan cuaca buruk yang tidak terprediksi. (*Encyclopedia of Air Traffic Controller, 2010*).

Manifestasi dari seorang *controller* yang melakukan kesalahan saat bekerja, bisa dipastikan menderita stress atau depresi dengan tingkatannya tergantung tingkat kesalahannya. Contoh: telat koordinasi yang menyebabkan *breakdown of coordination*, dengan Brisbane misalnya, bisa membuat perasaan kurang enak (atau ada rasa penyesalan) saat pulang ke rumah dan kesalahan vektor pesawat hingga menyebabkan *nearmiss (air proximity)* bisa menyebabkan sang *controller* tidak enak makan atau tidur. ([http://angkasasena.blogspot.com/stres-prestasi kerja.html](http://angkasasena.blogspot.com/stres-prestasi%20kerja.html)/2011).

Seperti diketahui, manusia sebagai komponen sistem atau sub-sistem adalah yang paling fleksibel, adaptable dan valuable dari sistem penerbangan, tapi juga yang paling sensitif terhadap pengaruh yang dapat berdampak pada performance.

Setidaknya berbagai publikasi tentang topik keselamatan penerbangan menunjukkan 3 dari 4 kecelakaan penerbangan dalam satu periode disebabkan kurang optimalnya *performance* manusia, dan seringkali hal ini diistilahkan dengan "pilot error". (ICAO as Circular number 216-AN/131. *Human Factors Digest No. 1 "Fundamental Human Factors Concepts"*. 2002).

Tabel. 1 Prosentase Kesalahan Manusia

Bidang	Prosentase Kesalahan Manusia
Penerbangan	70-80%
<i>Air Traffic Control</i>	90%
Pelayaran	80%
Kendali Proses	80%
PLTN	70%
Transportasi Darat	85%

Sumber: *Alabama & Northwest Florida Flight Standards District Office*

Disamping itu hasil penelitian yang telah dilakukan oleh *Lee* pada tahun 1988 yang menyimpulkan bahwa kegagalan sistem yang disebabkan oleh human error mencapai angka 70%-90%. Kejadian-kejadian kecelakaan penerbangan dibawah ini mengungkapkan bahwa kejadian tersebut disebabkan karena faktor dari kesalahan manusia.

Jepang, Januari 2001. Dua orang ATC dituntut ke penjara setelah terjadi *nearmiss* antara DC10 dan Boeing 747 (keduanya JAL) – TCAS action. Pada bulan Maret 2006, pengadilan distrik Tokyo menetapkan vonis tidak bersalah, tapi Jaksa Penuntut Negara mengajukan banding ke pengadilan tinggi.

Italia, Oktober 2001. Pada kasus tabrakan di runway (*runway incursion*) di Linate Airport, Milan, yang menewaskan 118 penumpang, media dan pers Italia menyalahkan ATC. Meskipun Final Report menyebutkan peran ATC bukanlah

penyebab utama kecelakaan, Juri pada sidang pertama memvonis bersalah dan menghukum 8 tahun penjara. Nama sang controller dirilis ke media, kemudian diejek dan diserang oleh orang-orang di jalan umum.

Afrika Selatan, April 2002. Seorang controller dikirim ke penjara setelah terjadi kecelakaan pesawat. Meskipun *final report* menyebutkan banyak faktor yang mengakibatkan insiden tersebut, sang controller telah keluar dari ATC dan menjalani profesi lain.

Swiss, 2004. Peter Nielsen, ATC Skyguide (ATS Provider Swiss) yang *on duty* pada saat kecelakaan di atas Ueberlingen pada bulan Juli 2002 antara Boeing 752 dan Tupolev 154 yang menewaskan 71 orang, dibunuh secara dingin oleh keluarga korban yang menganggapnya bertanggung jawab terhadap kecelakaan tersebut. Sementara *Final report* menyebutkan banyak faktor yang menjadi penyebab tabrakan tersebut.

Iran, Desember 2005. Tiga orang *controllers* dikirim ke penjara tidak lama setelah terjadi kecelakaan pesawat C-130 Hercules yang mengalami kerusakan mesin tak lama setelah *take off*, gagal mendarat dan menabrak gedung 10 tingkat. 94 orang meninggal, 12 luka parah. Beberapa jam kemudian ketiga *controllers* tersebut dibebaskan dan kembali bekerja. Saat ini, kasus tersebut masih ditangani pengadilan Iran.

Brazil, 2006. Dua pesawat bertabrakan, satu pesawat selamat, yang satunya tidak, penumpangnya tewas semua. Kejadian ini terjadi karena human error atau kesalahan dalam sistem yang disebabkan oleh berbagai hal.

1.2 Rumusan Masalah

Aktivitas kerja yang dilakukan *Air Traffic Controller* berperan besar dalam keselamatan setiap penerbangan, menuntut seorang *controller* untuk selalu menghadapi layar komputer dan radar dengan ketelitian dan konsentrasi tinggi dalam proses kerjanya. Salah satu hambatan besar yang tetap menjadi penghalang dalam mencapai kesempurnaan keselamatan penerbangan adalah *human error*, apalagi dalam kondisi yang padat seperti saat ini, ATC akan bekerja secara bergantian dalam waktu 2-3 jam saja, untuk mengurangi kelelahan yang dapat berakibat fatal pada pesawat yang diaturnya. Meskipun demikian dengan adanya ATC atau sistem di pesawat yang canggih tetap saja kesalahan atau *human error* bisa terjadi.

Berdasarkan uraian latar belakang masalah diatas, maka permasalahan yang akan dicari pemecahannya melalui penelitian ini adalah masih terdapatnya *human error* pada proses pemanduan lalu lintas udara. Jika permasalahan tersebut tidak segera ditanggulangi oleh perusahaan, maka dapat dipastikan dapat berdampak pada keselamatan penerbangan.

Untuk itu melihat konsekuensi yang ditanggung oleh pengendali lalu lintas udara, maka penulis merasa tertarik untuk melakukan penelitian mengenai “Kajian Terjadinya Kesalahan Manusia (*Human Error*) Pada Petugas *Air Traffic Controller* Dalam Aktivitas Pemanduan Lalu Lintas Udara PT Angkasa Pura II (Persero)-Bandara Soekarno-Hatta 2011”. Sebagai dasar dari upaya perbaikan terhadap beberapa hal yang menyebabkan terjadinya *human error*.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Pada task pemanduan lalu lintas udara, unsur error apa (*skill based error*, *perceptual error*, *decision error*) yang ada dalam aktivitas pemanduan lalu lintas udara dan seberapa besar persentase ketidaksesuaian dari faktor-faktor yang berperan penting dalam aktivitas pemanduan lalu lintas udara.

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisa unsur error apa saja (*skill based error, perceptual error, decision error*) pada petugas ATC ketika melakukan aktivitas pemanduan lalu lintas udara dan menghasilkan suatu pengendalian terhadap beberapa aspek/faktor penyebab terjadinya human error yang efektif digunakan untuk meminimisasi munculnya kejadian tidak diharapkan yang mengancam keselamatan penerbangan pada masa yang akan datang.

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui unsur human error yang terjadi (*skill based errors, perceptual error, decision error*) ketika melakukan aktivitas pemanduan lalu lintas udara.
2. Mengidentifikasi seberapa besar persentase ketidaksesuaian dari faktor-faktor yang berperan penting terhadap timbulnya *human error* dalam melakukan aktivitas pemanduan lalu lintas udara.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Bagi Penulis

Penelitian ini akan bermanfaat bagi penulis terutama dalam mempertajam kemampuan analisis dan berfikir yang lebih sistematis, memberikan dan menambah pemahaman tentang cara melakukan suatu penelitian dalam menghasilkan karya ilmiah yang bermanfaat.

1.5.2 Manfaat Bagi Perusahaan

Implementasi dari hasil penelitian ini akan memberikan suatu manfaat bagi perusahaan dalam upaya peningkatan produktivitas pada unit ATC PT Angkasa Pura II (Persero).

1.5.3 Manfaat Bagi Departemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Penelitian ini dapat bermanfaat bagi institusi perguruan tinggi khususnya untuk pengembangan ilmu pengetahuan yang akan memberikan nilai tambah sehingga peranan perguruan tinggi akan lebih terasa oleh masyarakat industri.

1.6 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2011 di Unit *Air Traffic Controller* (ATC) PT. Angkasa Pura II (Persero) Bandara Soekarno-Hatta. Penelitian ini difokuskan pada identifikasi ketidaksesuaian (*miss match*) dari elemen *human factor* yang ada pada teori ergonomi yaitu manusia dengan peralatan, tata letak tempat kerja, atau lingkungan kerja yang dapat mengakibatkan kesalahan manusia (*human error*) pada petugas ATC, dalam melakukan pemanduan lalu lintas udara dan mengkaji unsur *human error* tersebut kedalam *skill based error*, *perceptual error* dan *decision error*.



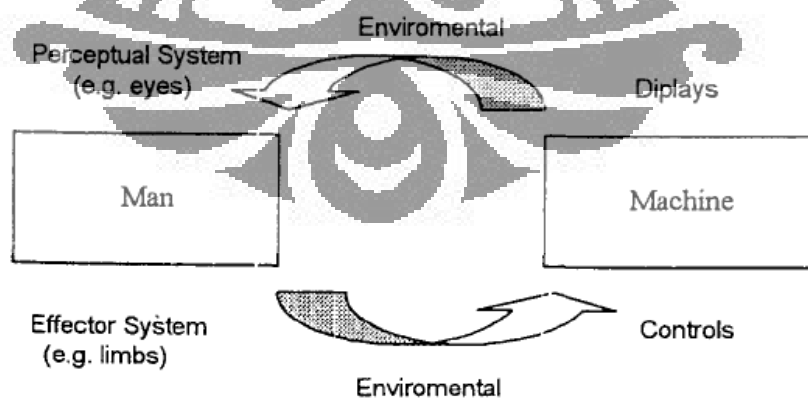
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ergonomi

Kata ergonomi berasal dari gabungan dua kata berbahasa Yunani yaitu *ergon* (kerja) dan *nomos* (aturan; hukum). Ergonomi telah berkembang sejak lebih dari 40 tahun yang lalu. Istilah lain yang sama dengan ergonomi yaitu *human factors*, *human engineering*, dan *engineering psychology*. Menurut International Labour Review (1961), ergonomi adalah aplikasi dari ilmu biologi manusia dalam kaitannya dengan ilmu-ilmu rekayasa untuk mencapai penyesuaian optimal dan bermutu antara manusia dengan pekerjaannya, yang bertujuan untuk efisiensi dan kesejahteraan manusia.

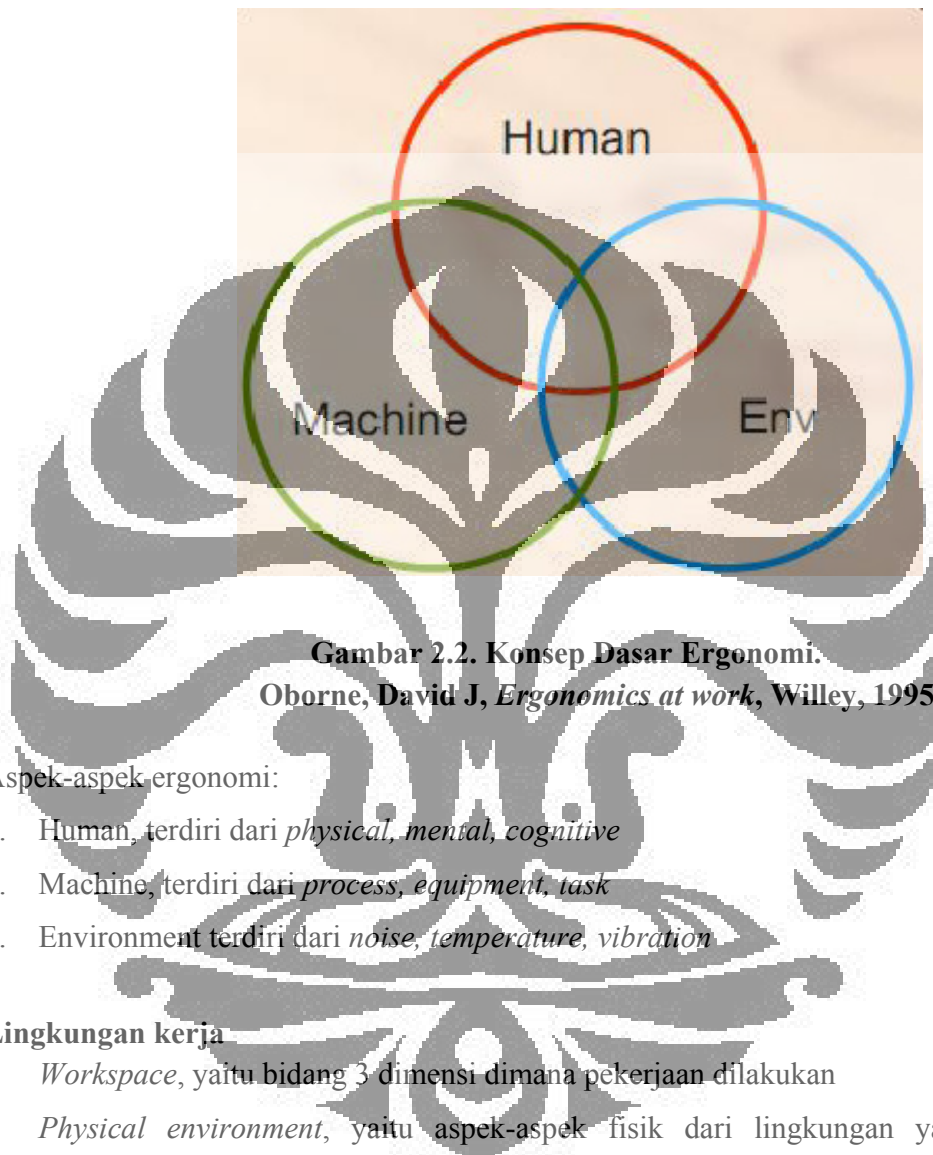
Pada dasarnya ergonomi bertujuan untuk menyelesaikan tugas atau pekerjaan terhadap pekerja. Timbulnya cedera dan menurunnya kinerja adalah sebagai hasil dari ketidaksesuaian antara manusia dengan peralatan, tata letak tempat kerja, atau lingkungan kerja. Sebenarnya kualitas hidup manusia adalah yang menjadi tujuan utama dari ergonomi, yaitu mencapai keseimbangan antara tujuan produktifitas dengan kesejahteraan pekerja. Oleh karena itu seiring dengan perkembangan teknologi, perlu dilakukan penyesuaian antara sistem manusia dengan mesin.



Sumber: Osborne, David J., *Ergonomics at Work*, Wiley, 1995

Gambar 2.1 Hubungan Antar Manusia dan Mesin dalam Ergonomi

2.1.1 Konsep dasar *ergonomic*



Gambar 2.2. Konsep Dasar Ergonomi.
 Osborne, David J, *Ergonomics at work*, Willey, 1995

Aspek-aspek ergonomi:

1. Human, terdiri dari *physical, mental, cognitive*
2. Machine, terdiri dari *process, equipment, task*
3. Environment terdiri dari *noise, temperature, vibration*

Lingkungan kerja

- *Workspace*, yaitu bidang 3 dimensi dimana pekerjaan dilakukan
- *Physical environment*, yaitu aspek-aspek fisik dari lingkungan yang akan mempengaruhi pekerja, seperti kebisingan, getaran, pencahayaan, dan suhu.
- *Work organization*, yaitu organisasi terstruktur dimana terjadinya interaksi antara manusia dengan mesin yang didukung oleh sistem keteknikan dan sistem sosial

2.2. Task

Task adalah pola yang diatur dari operasi baik sendiri atau bersama dengan task lain yang digunakan untuk mencapai tujuan. (Kirwan dan Ainsworth, 1992). Task adalah bagian-bagian dari pekerjaan yang ditugaskan untuk seseorang pekerja untuk sebuah fungsi tujuan tertentu. (<http://www.yourdictionary.com/task>).

2.2.1 Task Analysis

Task analysis merupakan metodologi yang didukung oleh jumlah dari teknik spesifik untuk membantu seorang analis mengumpulkan informasi, mengatur kemudian dikumpulkan untuk membuat berbagai keputusan atau desain keputusan (Kirwan dan Ainsworth, 1992).

Task analysis mencakup teknik yang digunakan yaitu ergonomic, desain, operator dan assessor untuk menggambarkan, mengevaluasi kasus, manusia-mesin dan interaksi manusia-manusia dalam suatu sistem. Task analisis dapat ditetapkan sebagai studi dari operator apa (atau tim dari operator) yang diperlukan untuk melakukan suatu pekerjaan, dalam jangka dari aksi dan /atau proses kognitif, untuk mencapai suatu tujuan. (Kirwan dan Ainsworth, 1992).

Task analysis adalah metodologi fundamental dalam melakukan assessment atau mengurangi human error (CCPS, 1994). Metode Task Analysis untuk dapat dievaluasi dalam jangka yang terfokus pada aspek yang berbeda dari interaksi manusia-mesin. Kriteria dalam Task Analysis mencakup:

1. Menganalisis tindakan
2. Menganalisa cognitive behavior
3. Mengidentifikasi dari keputusan yang kritikal
4. Menggambarkan dari critical control panel
5. Menggambarkan waktu yang berhubungan dengan aspek dari task
6. Mengidentifikasi side-effect of error
7. Mengidentifikasi interaksi manusia-computer
8. Menggambarkan komunikasi tim
9. Mengklasifikasi dari tipe error

10. Menggambarkan dari sistem teknik

2.2.2 Hierarchical Task Analysis (HTA)

HTA merupakan metode sistematis dari gambaran bagaimana pekerjaan diorganisasi dalam aturan sesuai dengan objektif pekerjaan secara keseluruhan. HTA mengidentifikasi dari atas ke bawah secara keseluruhan tujuan dari task, subtask dan kondisi untuk mencapai tujuan (CPPS, 2004).

2.2.3 Pengertian dan Taksonomi Human Error

Definisi human error menurut beberapa ahli diantaranya:

Reason (1990) menyatakan bahwa error adalah terminologi yang umum untuk menyatakan semua kejadian/kegagalan fisik atau mental yang menyebabkan seseorang tidak dapat mencapai tujuan yang diinginkan.

Rasmussen (1987) menyatakan human error adalah keseluruhan perilaku yang berasal dari sistem manusia-tugas.

Hollnagel (1993) menyatakan human error adalah kegagalan operator untuk mencapai tujuannya dalam dua cara, yaitu: tindakan dapat bersifat sesuai dengan perencanaan, tetapi perencanaan tersebut tidak tepat atau ketika perencanaan tepat tetapi tindakan tidak tepat.

Garcia (2006) mengemukakan beberapa alasan mengapa penting untuk mengetahui human error, yaitu: Human error adalah sifat alami dari manusia (*human nature*) beberapa error dapat dicegah dengan prosedur dan desain sistem yang baik. Human error bukanlah penyebab tunggal dari suatu kecelakaan karena penyebab kecelakaan sangat bersifat multifactor (*multiple causes*), tetapi diperkirakan kontribusinya sangatlah besar pada suatu kecelakaan.

Menurut Smith dan Carayon (2003) pada “*ASSE Symposium on Human Error in Occupational Safety*” di Atlanta menyatakan terdapat beberapa taksonomi dari human error. yaitu:

1. Taksonomi Rasmussen : skill based error, rule based error, dan knowledge based error.

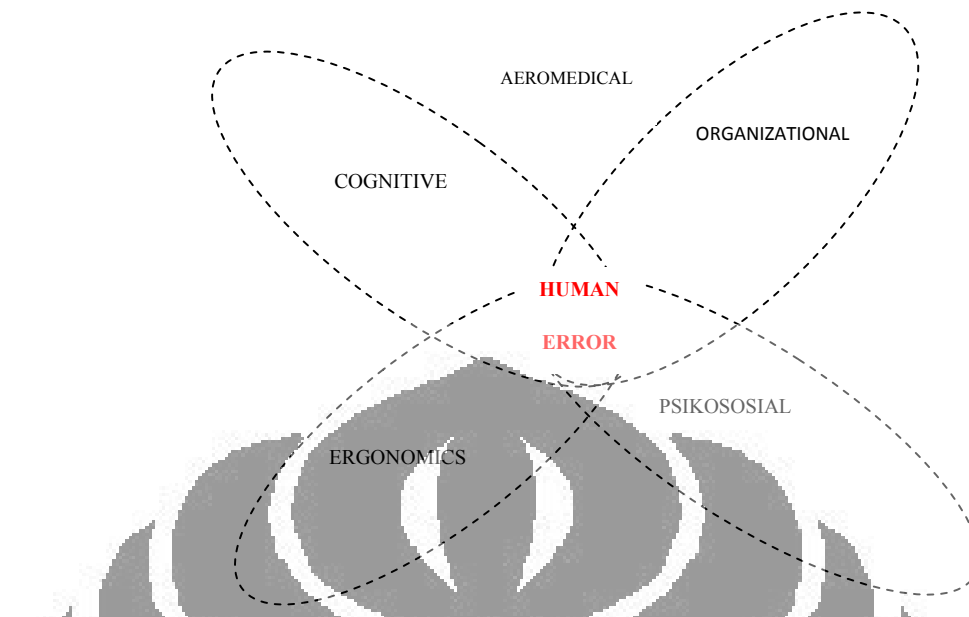
2. Taksonomi Reason: slips dan lapses (skill based error); mistakes (rule dan knowledge based error).
3. Taksonomi Sutcliffe and Alistair: cognitive causes, social and org causes, design errors,
4. Taksonomi Senders dan Moray: error dibagi ke dalam empat level yaitu phenomenological, proses kognitif, perilaku, dan faktor eksternal.
5. Taksonomi Shappell dan weigmann: unsafe acts, unsafe conditions, unsafe supervisor, dan organizational influences.

Dari definisi dan taksonomi tentang human error yang telah disebutkan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa human error ialah segala bentuk kegagalan (dapat berupa tindakan, persepsi, keputusan, ingatan, dan lain-lain) yang sifatnya tidak disengaja/ tidak diniatkan (*unintended*) dimana kegagalan ini disebabkan karena adanya keterbatasan manusia dan juga karena human error ialah sifat alami dari manusia (*human nature*).

2.3 Perspektif dan konsep tentang human error

2.3.1 Perspektif Human Error

Weigmann dan Shappell (2003) menyebutkan bahwa terdapat banyak perspektif tentang human error, namun secara garis besar perspektif tersebut dapat dibagi menjadi ke dalam 5 kelompok, yaitu: kognitif, *ergonomic*, aeromedical, psikosial, dan organizational perspectives. Ke semua perspektif ini bersifat saling berpotongan atau bersinggungan sehingga tidak saling meniadakan satu dengan lainnya. Selain itu, kelima perspektif ini dianggap saling menguatkan antara satu dengan yang lainnya.



Gambar 2.2 Perpotongan ke lima perspektif mengenai human error

2.3.1.1 Perspektif Kognitif

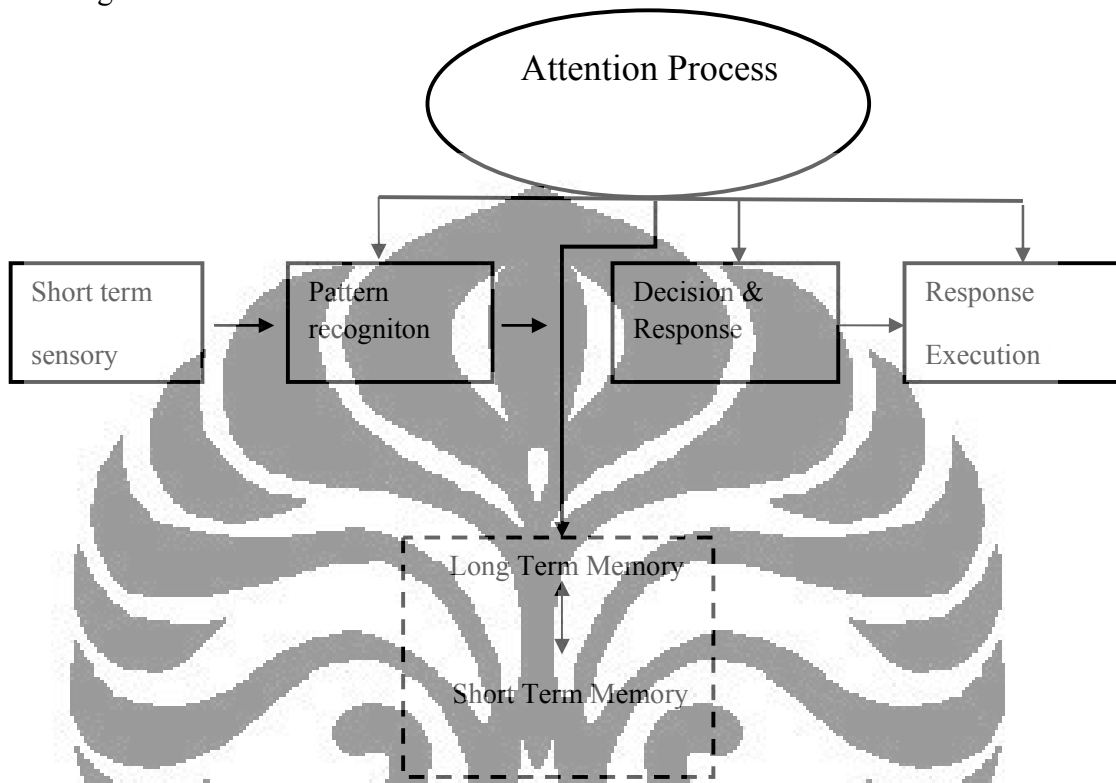
Dalam perspektif ini diasumsikan bahwa proses mental dalam terjadinya error terdiri dari beberapa tahap, yaitu: memberi perhatian (*attention*), mengenali pola (*pattern recognition*), dan pengambilan keputusan (*decision making*).



Gambar 2.3 Perspektif kognitif tentang proses mental untuk prediksi human error

Dalam perspektif ini digambarkan bahwa error dapat terjadi pada setiap tahap dalam proses mental seseorang. Konsekuensi dari ketiga tahap ini ialah bahwa untuk mereduksi error harus diketahui dahulu pada tahapan mana error telah terjadi /mungkin terjadi, karena metode pengendalian berbeda antara satu tahap dengan lainnya. Sebagai contoh error pada tahap attention mungkin disebabkan karena tidak cukupnya pencahayaan dan kebisingan yang tinggi, sedangkan error pada decision making mungkin disebabkan oleh tidak adanya SOP, alat yang tidak sesuai, atau suhu lingkungan yang ekstrim (Weigmann dan Shappell, 2003; Alexandersson, 2003).

Perspektif kognitif banyak dipengaruhi oleh teori “*Decision Making Proses*” yang diutarakan oleh Wickens (1988). Secara lengkap, gambaran teori Wickens ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2.4 *Decision making Model* (Wickens, 1988 dalam Weigmann dan Shappell, 2001)

2.3.1.2 Perspektif Ergonomik

Human factor engineering (aspek *ergonomic*) merupakan subjek multidisilpin yang memberikan perhatian optimal dari peran individu pada interaksi manusia dan mesin. Dalam perspektif ini dianggap pekerja bukanlah satu-satunya sumber error. Error didefinisikan sebagai akibat dari *miss match* atau ketidaksesuaian antara manusia dengan lingkungannya. Contoh dari pendekatan yang menggunakan perspektif ini adalah teori SHELL. Dalam teori ini dipelajari interaksi antara Software (aturan, SOP, dan lain-lain), *Hardware* (mesin dan peralatan), *Environment* (lingkungan kerja), *Liveware* (pekerja lain) dan *Liveware central* (pekerja yang bersangkutan) (Hawkins, 1987).



Gambar 2.5 Teori SHELL (Dikutip dari Hawkins, 1987)

Model SHELL adalah model konseptual dari faktor manusia yang menjelaskan ruang lingkup faktor penerbangan dengan manusia dan membantu dalam memahami hubungan faktor manusia antara sumber daya sistem penerbangan/ lingkungan (subsistem penerbangan) dan komponen manusia dalam sistem penerbangan (subsistem manusia) (Hawkins & Orady, 1993:4; Keightley, 2004:7).

Model SHELL pertama kali dikembangkan oleh Edwards (1972) dan kemudian diubah ke dalam struktur sebuah 'blok gedung' oleh Hawkins (1984) (Hawkins & Orady, 1993:4). Model ini dinamai huruf awal komponennya (software, hardware, environment (lingkungan), liveware) dan penekanan tempat di manusia dan antarmuka manusia dengan komponen lain dari sistem penerbangan (Johnston, McDonald & Fuller, 2001:6).

Model SHELL mengadopsi perspektif sistem yang menunjukkan manusia satu-satunya penyebab kecelakaan (Wiegmann & Shappell, 2003). Perspektif sistem

mempertimbangkan berbagai faktor kontekstual dan tugas terkait yang berinteraksi dengan operator (manusia) dalam sistem penerbangan mempengaruhi kinerja operator (Wiegmann & Shappell, 2003). Akibatnya, model SHELL mempertimbangkan baik kegagalan aktif dan laten dalam sistem penerbangan.

Setiap komponen dari model SHELL (software, hardware, lingkungan, liveware) merupakan sebuah blok studi faktor manusia dalam penerbangan (ICAO, 1993: 5). Unsur manusia atau pekerja adalah pusat di dalam model SHELL yang mewakili sistem transportasi udara modern. Unsur manusia adalah komponen yang paling kritis dan fleksibel dalam sistem, berinteraksi langsung dengan komponen sistem lainnya, yaitu software, hardware, lingkungan dan liveware (Hawkins & Orlady, 1993: 4).

Namun, tepi blok komponen utama manusia bervariasi, untuk mewakili keterbatasan manusia dan variasi dalam kinerja. Oleh karena itu, blok komponen sistem lainnya harus hati-hati disesuaikan sehingga cocok untuk pekerja (manusia) untuk mengakomodasi keterbatasan manusia dan menghindari stres dan kerusakan (insiden / kecelakaan) dalam sistem penerbangan (Hawkins & Orlady, 1993: 4). Untuk mencapai pencocokan ini, karakteristik atau kemampuan umum dan keterbatasan dari komponen pusat manusia harus dipahami.

1. Karakteristik Manusia

- Ukuran dan Bentuk Fisik

Dalam desain tempat kerja dan peralatan penerbangan, ukuran tubuh dan gerakan merupakan faktor penting (Hawkins & Orlady, 1993: 4). Perbedaan terjadi menurut etnis, umur dan jenis kelamin.

Ukuran dan bentuk manusia yang relevan dalam desain dan lokasi dari peralatan kabin pesawat, perlengkapan darurat, kursi dan perabot serta persyaratan akses dan ruang untuk kompartemen kargo.

- Kebutuhan fisik

Manusia memerlukan makanan, air dan oksigen untuk berfungsi secara efektif dan kekurangan dapat mempengaruhi kinerja dan kesejahteraan (Hawkins & Orlady, 1993 4)

- **Karakteristik input**

Indra manusia untuk mengumpulkan tugas penting dan informasi lingkungan yang berhubungan dengan tunduk pada keterbatasan dan degradasi. Indra manusia tidak dapat mendeteksi seluruh jajaran informasi sensorik yang tersedia (Keightley, 2004 7). Sebagai contoh, mata manusia tidak dapat melihat objek di malam hari karena tingkat cahaya rendah. Ini menghasilkan implikasi bagi kinerja pilot selama terbang malam. Selain penglihatan, indera yang lain termasuk suara, bau, rasa dan sentuhan (gerakan dan suhu).

- **Pengolahan Informasi**

Manusia memiliki keterbatasan dalam kemampuan pengolahan informasi (seperti kapasitas memori kerja, waktu dan pertimbangan pengambilan keputusan) yang juga dapat dipengaruhi oleh faktor lain seperti motivasi dan stres atau beban kerja tinggi (Hawkins & Orlady, 1993 4). Desain pesawat, instrumen bagi sistem peringatan sistem perlu didesain dengan memperhitungkan kemampuan dan keterbatasan pengolahan informasi manusia untuk mencegah kesalahan manusia.

- **Karakteristik output**

Setelah pengolahan informasi, output melibatkan keputusan dan komunikasi. Desain pertimbangan termasuk kontrol pesawat -display hubungan gerakan, arah gerakan diterima kontrol, resistensi kontrol dan koding, kekuatan manusia dapat diterima yang diperlukan untuk mengoperasikan pesawat, dan karakteristik peralatan di desain dengan prosedur komunikasi (Hawkins & Orlady, 1993 4).

- **Lingkungan**

Manusia berfungsi secara efektif hanya dalam kisaran yang tidak lama, kondisi lingkungan berperan untuk kinerja optimal manusia dan karena itu kinerja dan kesejahteraan dipengaruhi oleh faktor lingkungan fisik seperti suhu, kebisingan, getaran, waktu serta transisi zona waktu, kejenuhan/ stres lingkungan kerja, ketinggian dan ruang tertutup (Hawkins & Orlady, 1993 4).

2. Komponen Model SHELL

- *Software*

Non-fisik, aspek berwujud dari sistem penerbangan yang mengatur bagaimana sistem penerbangan beroperasi dan bagaimana informasi dalam sistem diatur (Hawkins & Orlady, 1993 4).

Software mungkin bisa disamakan dengan perangkat lunak yang mengontrol operasi dari perangkat keras komputer (Johnston, McDonald & Fuller, 2001 6). Perangkat lunak meliputi aturan, instruksi, peraturan, kebijakan, norma, hukum, perintah, prosedur keselamatan, prosedur operasi standar, kebiasaan, praktek, konvensi, kebiasaan, simbologi, perintah atasan dan program komputer. Perangkat lunak dapat dimasukkan dalam kumpulan dokumen-dokumen seperti isi grafik, peta, publikasi, manual operasi darurat dan daftar prosedural (Wiener & Nagel, 1988 10).

- *Hardware*

Unsur fisik dari sistem penerbangan seperti pesawat terbang (termasuk alat kontrol, sistem fungsional dan tempat duduk), perlengkapan operator, peralatan, bahan, bangunan, kendaraan, komputer, ban berjalan dll (Johnston et al, 2001 6; Wiener & Nagel, 1988 10; Campbell & Bagshaw, 2002 2).

- **Lingkungan**

Konteks di mana sumber daya sistem pesawat dan penerbangan (software, hardware, liveware) beroperasi, terdiri dari variabel fisik, organisasi, ekonomi, peraturan, politik dan sosial yang dapat berdampak pada pekerja / operator (Wiener &

Nagel, 1988 10; Johnston et al, 2001 6). Internal transportasi udara lingkungan berkaitan dengan area kerja langsung dan termasuk faktor fisik seperti kabin / kokpit suhu, tekanan udara, kelembaban, kebisingan, getaran dan tingkat cahaya ambient. Lingkungan Transportasi udara eksternal meliputi lingkungan fisik di luar area kerja langsung seperti cuaca (visibilitas / turbulensi), medan, fasilitas wilayah udara dan fisik padat dan prasarana termasuk bandara serta faktor-faktor luas organisasi, ekonomi, peraturan, politik dan sosial (ICAO, 1993 5).

- *Liveware*

Unsur manusia atau orang-orang dalam sistem penerbangan. Sebagai contoh, penerbangan mengoperasikan pesawat bekerja sama dengan awak kabin, awak yang berada darat, manajemen dan personil administrasi. Komponen liveware mempertimbangkan kinerja manusia, kemampuan dan keterbatasan (Organisasi Penerbangan Sipil Internasional, ICAO, 1993 5).

Keempat komponen model SHELL atau sistem penerbangan tidak bertindak dalam isolasi melainkan berinteraksi dengan komponen pusat manusia untuk menyediakan area untuk analisis faktor manusia dan pertimbangan (Wiegmann & Shappell, 2003 9). Model SHELL menunjukkan hubungan antara masyarakat dan komponen sistem lainnya dan oleh karena itu memberikan kerangka untuk mengoptimalkan hubungan antara manusia dan kegiatan mereka dalam sistem penerbangan yang menjadi perhatian utama untuk faktor manusia. Bahkan, Organisasi Penerbangan Sipil Internasional telah dijelaskan faktor manusia sebagai konsep dalam bekerja dengan situasi yang berbeda, interaksi mereka dengan mesin (hardware), prosedur (software) dan lingkungan sekitar mereka, dan juga hubungan mereka dengan orang lain (Keightley, 2004 7).

Menurut model SHELL, ketidaksesuaian pada blok/ komponen dimana energi dan informasi yang dipertukarkan dapat menjadi sumber kesalahan manusia atau kerentanan sistem yang dapat menyebabkan kegagalan sistem dalam bentuk sebuah insiden / kecelakaan (Johnston et al , 2001 6). Kecelakaan penerbangan cenderung

ditandai oleh ketidaksesuaian pada antarmuka antara komponen sistem, daripada kejadian kegagalan dari komponen tersendiri (Wiener & Nagel, 1988 10).

- **Interaksi Model SHELL**

Liveware-Software (L-S)

Interaksi antara operator manusia dan sistem yang mendukung non-fisik di tempat kerja (Johnston, McDonald & Fuller, 2001 6). Perancangan perangkat lunak agar sesuai dengan ciri-ciri umum pengguna manusia dan memastikan bahwa perangkat lunak (misalnya peraturan / prosedur) yang mampu dilaksanakan dengan mudah (Hawkins & Orlady, 1993.4).

Selama pelatihan, penerbang/anggota awak menggabungkan banyak perangkat lunak (misalnya informasi prosedural) terkait dengan situasi darurat terbang dan ke dalam memori mereka dalam bentuk pengetahuan dan keterampilan. Namun, lebih banyak informasi diperoleh dengan mengacu pada manual, daftar, peta dan grafik. Dalam arti fisik dokumen-dokumen ini dianggap sebagai perangkat keras namun dalam desain informasi dari dokumen-dokumen ini perhatian yang memadai harus dibayarkan kepada berbagai aspek dari interface LS (Wiener & Nagel, 1988 10).

Sebagai contoh, dengan mengacu pada prinsip-prinsip ergonomi kognitif, perancang harus mempertimbangkan keakuratan informasi; pengguna kemudahan format dan kosa kata; kejelasan informasi; Pembagian dan pengindeksan untuk memudahkan pencarian pengguna informasi; penyajian data numerik; penggunaan singkatan, kode simbolik dan perangkat bahasa lain; presentasi instruksi menggunakan diagram dan/atau kalimat dll solusi diambil setelah mempertimbangkan faktor-faktor desain informasi memainkan peran penting dalam kinerja manusia yang efektif pada antarmuka LS (Wiener & Nagel, 1988 10) Ketidakcocokan pada antarmuka LS dapat terjadi melalui:

- Kurangnya / prosedur yang tidak pantas

- Salah tafsir simbologi membingungkan atau ambigu / daftar
- Dokumen yang menyesatkan, membingungkan dan berantakan, peta atau grafik irrasional pengindeksan secara manual (Hawkins & Orlady, 1993 4)

Sejumlah pilot telah melaporkan kebingungan dalam mencoba mempertahankan kondisi pesawat melalui referensi cakrawala buatan *Head-Up-Display* dan simbologi 'pitch-tangga' (Keightley, 2004 7).

- ***Liveware-Hardware (L-H)***

Interaksi antara operator manusia dan mesin, melibatkan kecocokan dengan ciri-ciri fisik dari kokpit, pesawat atau peralatan dengan karakteristik umum dari pengguna, sementara manusia mempertimbangkan tugas atau pekerjaan yang akan dilakukan (Hawkins & Orlady, 1993 4).

Contoh:

Merancang kursi penumpang dan kru agar sesuai dengan karakteristik tubuh manusia.

Merancang dan pengendalian untuk peralatan, pengolahan informasi sensorik dan karakteristik pergerakan pengguna manusia sementara memfasilitasi urutan tindakan, meminimalkan beban kerja (melalui lokasi / tata letak) dan termasuk perlindungan untuk kesalahan yang disengaja maupun tidak disengaja. (Hawkins & Orlady, 1993 4)

Ketidakcocokan pada antarmuka LH dapat terjadi melalui:

- Dirancang dengan peralatan yang buruk
- Materi operasional yang tidak baik
- Penempatan/ letak kode instrumen dan alat kontrol yang salah
- Sistem peringatan yang tidak berfungsi, fungsi informasi atau petunjuk dalam situasi abnormal dll (Cacciabue, 2004 1).

- ***Liveware-Lingkungan (L-E)***

Interaksi antara operator manusia dengan lingkungan eksternal dan internal (Johnston et al, 2001 6). Melibatkan adaptasi lingkungan untuk sesuai dengan kebutuhan manusia. Contoh:

- Rekayasa sistem untuk melindungi awak dan penumpang dari ketidaknyamanan, kerusakan, stres dan gangguan yang disebabkan oleh lingkungan fisik (Wiener & Nagel, 1988 10).
- Udara sistem pengkondisian untuk mengontrol suhu kabin pesawat
- Sound-pemeriksaan untuk mengurangi kebisingan.
- Sistem tekanan udara untuk mengontrol tekanan kabin udara sistem pelindung untuk memerangi konsentrasi ozon.
- Menggunakan tirai hitam untuk mendapatkan “rumah tidur” selama siang hari sebagai akibat dari perjalanan transmeridian dan bekerja shift.
- Memperluas infrastruktur, terminal penumpang dan fasilitas bandara untuk menampung lebih banyak orang karena jet yang lebih besar (misalnya Airbus A380) dan pertumbuhan angkutan udara.

Contoh ketidaksesuaian pada antarmuka LE meliputi:

Mengurangi kinerja dan kesalahan yang dihasilkan dari ritme biologis yang terganggu sebagai akibat jangka panjang dan tidak teratur jam terbang dengan pola tidur.

Pilot melakukan kesalahan persepsi yang disebabkan oleh kondisi lingkungan seperti ilusi visual selama pendekatan pesawat/mendarat di malam hari. Kinerja operator yang cacat dan kesalahan sebagai akibat dari kegagalan manajemen untuk benar membahas isu-isu pada antarmuka LE termasuk:

- Operator yang stres akibat perubahan permintaan angkutan udara dan kapasitas selama ekonomi berkembang dan resesi ekonomi (Johnston et al, 2001 6).
- Bias kru dalam pengambilan keputusan dan operator yang enggan bertugas sebagai akibat dari tekanan ekonomi yang disebabkan oleh persaingan perusahaan penerbangan dan tindakan pemotongan biaya terkait dengan deregulasi (Wiener & Nagel, 1988 10).

- Lingkungan organisasi yang tidak sehat yang mencerminkan suatu filosofi operasi cacat, moral karyawan yang buruk atau budaya organisasi negatif (Hawkins & Orlandy, 1993:4).

- ***Liveware-Liveware (L-L)***

Interaksi antara operator pusat manusia dan setiap orang dalam sistem penerbangan selama pelaksanaan tugas (ICAO, 1993:5).

Melibatkan keterkaitan antara individu-individu di dalam dan di antara kelompok-kelompok termasuk personil perawatan, insinyur, desainer, awak darat, awak pesawat, awak kabin, personil operasi, pengendali lalu lintas udara, penumpang, instruktur, mahasiswa, manajer dan supervisor.

Manusia-manusia/group interaksi dapat positif atau negatif mempengaruhi perilaku dan kinerja termasuk pengembangan dan pelaksanaan norma-norma perilaku. Oleh karena itu, antarmuka LL sebagian besar berkaitan dengan:

- Hubungan interpersonal
- Kepemimpinan kerjasama kru, koordinasi dan komunikasi
- Dinamika interaksi sosial
- Teamwork
- Budaya interaksi
- Kepribadian dan sikap interaksi (Hawkins & Orlandy, 1993:4; Johnston et al, 2001:6).

Pentingnya antar elemen LL dan isu-isu yang terlibat telah memberi kontribusi pada pengembangan kokpit/pengelolaan *crew resource management* (CRM) program dalam upaya untuk mengurangi kesalahan pada antar elemen antara profesional penerbangan

Contoh ketidaksesuaian pada antarmuka LL meliputi:

- Komunikasi yang tidak baik dapat menyesatkan operator, ambigu, tidak jelas atau buruk dibangun antara individu yang melakukan kesalahan. Kesalahan

komunikasi telah mengakibatkan kecelakaan penerbangan seperti kecelakaan Boeing 747 di Bandara Tenerife pada tahun 1977.

- Kesalahan kinerja dari hubungan kewenangan ketidakseimbangan antara kapten pesawat dan perwira pertama (Hawkins & Orlandy, 1993: 4). Misalnya, seorang kapten otoriter dan seorang perwira pertama terlalu tunduk dapat menyebabkan perwira pertama gagal untuk berbicara ketika ada sesuatu yang salah, atau alternatif kapten mungkin gagal untuk mendengarkan.
- Model SHELL tidak mempertimbangkan antar elemen yang berada di luar lingkup faktor manusia. Sebagai contoh, perangkat keras-perangkat keras, hardware-lingkungan dan interface hardware-perangkat lunak ini tidak dianggap sebagai antar elemen ini tidak melibatkan komponen liveware.

3. Stabilitas Sistem Penerbangan

Setiap perubahan dalam sistem penerbangan SHELL dapat memiliki dampak yang luas (Wiener & Nagel, 1988: 10). Sebagai contoh, perubahan kecil pada perlengkapan (*hardware*) membutuhkan penilaian terhadap dampak dari perubahan pada operasi dan pemeliharaan personil (*Liveware-Hardware*) dan kemungkinan perlunya perubahan terhadap prosedur/program pelatihan (untuk mengoptimalkan interaksi *Liveware-Software*). Kecuali semua efek berpotensi perubahan dalam sistem penerbangan ditangani dengan benar, sangat mungkin bahwa bahkan modifikasi sistem kecil bisa menghasilkan konsekuensi yang tidak diinginkan (Wiener & Nagel, 1988: 10). Demikian pula, sistem penerbangan harus terus menerus ditinjau untuk menyesuaikan perubahan pada antarmuka *Liveware-Environment* (Wiener & Nagel, 1988: 10).

4. Penggunaan model SHELL

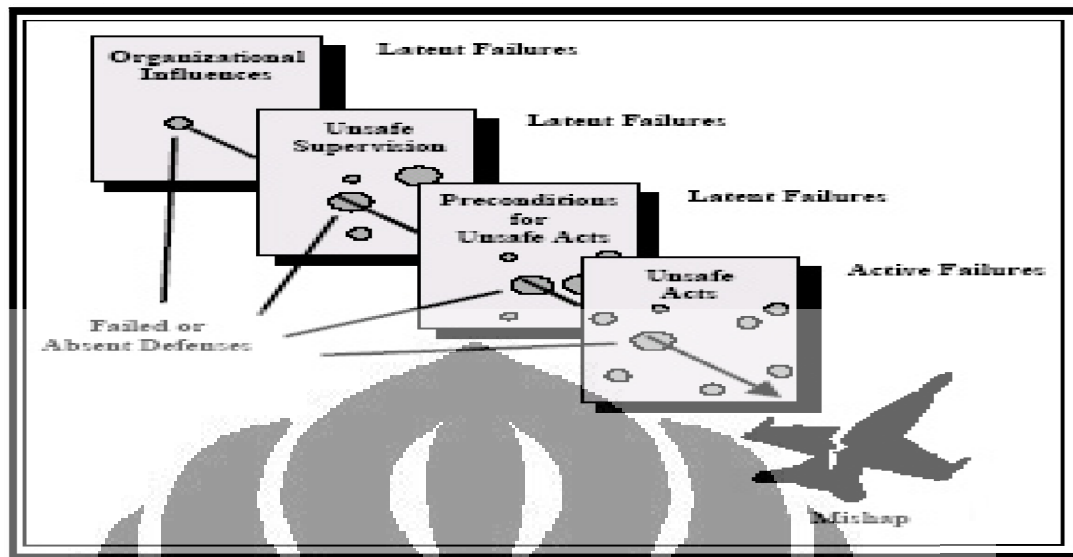
1. Keselamatan Alat analisis: Model SHELL dapat digunakan sebagai kerangka kerja untuk mengumpulkan data tentang kinerja manusia dan komponen

mismatch dalam insiden penerbangan / analisa kecelakaan atau penyidikan seperti yang direkomendasikan oleh Organisasi Penerbangan Sipil Internasional (1993 5). Demikian pula, Model SHELL dapat digunakan untuk memahami faktor-faktor sistemik hubungan manusia selama audit operasional dengan tujuan mengurangi kesalahan dan meningkatkan keamanan (Cacciabue, 2004 1). Sebagai contoh, LOSA (*Line Operasi Safety Audit*) (Edkins & Pfister, 2003 3). Sebagai contoh, kesalahan penanganan pesawat melibatkan interaksi liveware-hardware, kesalahan prosedural melibatkan interaksi liveware-perangkat lunak dan kesalahan komunikasi melibatkan interaksi liveware-liveware (Maurino, 2005 8).

2. Perizinan Alat: Model SHELL dapat digunakan untuk membantu memperjelas kebutuhan kinerja manusia, kemampuan dan keterbatasan sehingga memungkinkan kompetensi untuk didefinisikan dari perspektif manajemen keselamatan (Maurino, 2005 8).
3. Pelatihan Alat: Model SHELL dapat digunakan untuk membantu organisasi penerbangan meningkatkan intervensi pelatihan dan efektivitas organisasi perlindungan terhadap kesalahan (Maurino, 2005 8).

2.3.1.3 Perspektif Organisasi

Pada perspektif ini dianggap bahwa error tidak hanya terjadi pada tingkat operasional tetapi juga pada tingkat pengawas/supervisor dan juga pada tingkat organisasi. Dua teori kecelakaan yang menggunakan perspektif ini menurut Alexandersson (2003) adalah teori Domino Bird dan Swiss Cheese Model. Tetapi swiss cheese model lebih banyak digunakan dalam bidang aviasi/ penerbangan karena penggunaannya yang lebih relevan dibandingkan dengan teori Domino.



Gambar 2.7 Swiss Cheese Model of Human Error (James Reason, 1990).

2.4 Konsep Human Error

Selain dibagi kedalam lima perspektif yang telah dibahas sebelumnya. Menurut *Central for Chemical Process Safety (CCPS, 1994)* dalam penerapannya konsep mengenai human error dapat dibagi menjadi ke dalam empat kelompok, yaitu: *traditional safety engineering, human factor/ ergonomics, cognitive engineering, dan sociotechnical approach*.

2.4.1 Traditional Safety Engineering

Dalam *traditional safety engineering* pendekatan dalam mencari penyebab kecelakaan lebih ditekankan pada error dalam individu (*individual error*) dan tidak menekankan pada aspek sistem sebagai penyebab error (*system's error*). Error dalam pendekatan ini biasanya dianggap berupa kurangnya motivasi untuk berperilaku aman, kurangnya pengetahuan, kurangnya disiplin, dan lain-lain (Bird, 1990). Tindakan untuk mengurangi error pada pendekatan ini ialah dengan menggunakan seleksi pekerja, kampanye perilaku (*safety campaigns*), reward dan punishment (CCPS, 1994).

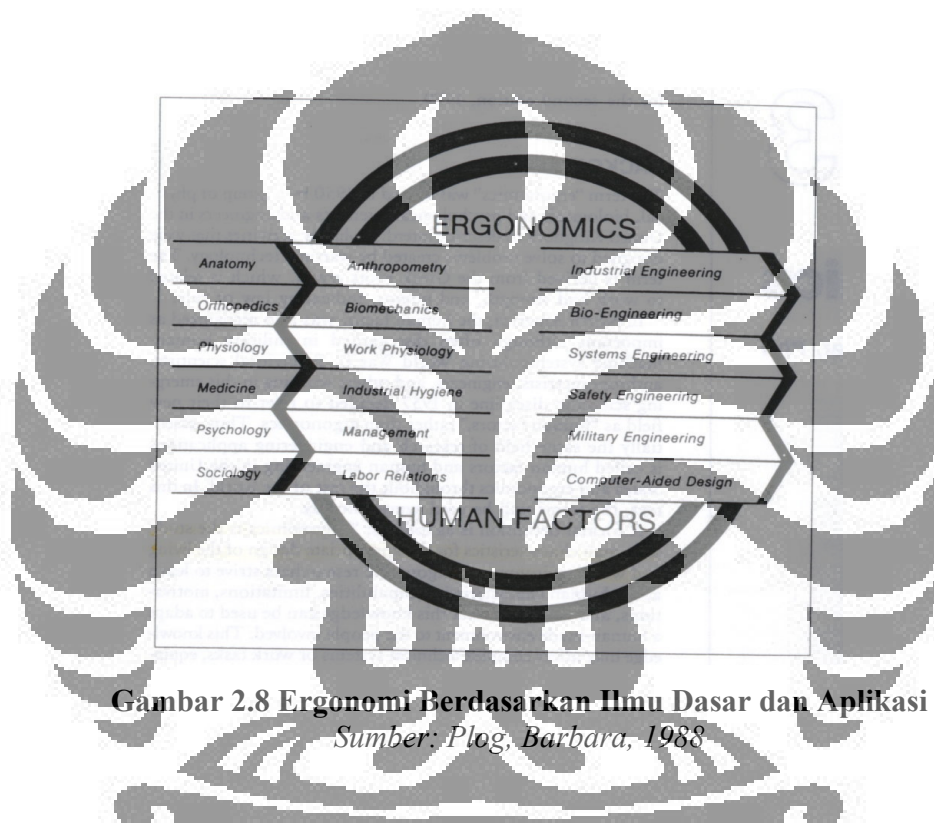
2.4.2 Human Factors/ Ergonomics

Ergonomi pertama kali dicetuskan pada tahun 1950 oleh sekelompok ahli medis, psikolog dan insinyur di United Kingdom untuk menjelaskan aplikasi multidisiplin ilmu yang dirancang untuk memecahkan masalah-masalah teknologi pada masa perang. Ergonomi berasal dari bahasa Yunani, '*ergos*' yang berarti kerja dan '*nomos*' yang berarti aturan-aturan. Ilmu ergonomi berfokus pada manusia, dan merupakan multidisiplin ilmu yang lebih berorientasi pada aplikasi (Pulat, 1992). Ergonomi bukan merupakan disiplin ilmu yang berdiri sendiri, karena pada ergonomi terjadi tumpang tindih dari berbagai disiplin ilmu. Pada prinsipnya ergonomi merupakan ilmu dan profesi (McCormick, 1982). Ilmu-ilmu yang berperan dalam ergonomi antara lain adalah fisiologi, toksikologi, anatomi, manajemen, ilmu lingkungan, psikologi, sosiologi, ilmu komputer, ekonomi, desain, dan biomekanik. Ergonomi adalah ilmu yang mempelajari interaksi kompleks antara manusia, aspek fisik dan psikologis lingkungan kerja (misalnya fasilitas, peralatan, dan mesin), pekerjaan, dan tata cara kerja. Bidang ilmu yang erat kaitannya adalah *human science* (anatomi, fisiologi, dan psikologi) untuk menyasikan antara pekerjaan, system, produk, dan lingkungan kerja dengan kapasitas dan keterbatasan fisik maupun mental manusia. Istilah ergonomi banyak digunakan di beberapa negara Eropa. Sedangkan di Amerika, istilah *human factor* lebih banyak digunakan. Pada perkembangannya, istilah *human factor* lebih banyak mempertimbangkan faktor psikologis manusia (ergonomi kognitif).

Pada tahun 2000, *International Ergonomic Association* mendefinisikan Ilmu ergonomi atau *Human Factor Science* sebagai disiplin ilmu yang mempelajari interaksi antara manusia dan elemen-elemen dalam sistem yang terkait, dan merupakan profesi yang mengaplikasikan teori, prinsip, data dan metode untuk mendesain kerja dalam mengoptimalkan kesejahteraan manusia dan kinerja sistem secara keseluruhan.

Penerapan ergonomi berprinsip bahwa semua aktivitas pekerjaan dapat menyebabkan pekerja mengalami tekanan (*stress*) fisik dan mental. Ergonomi

mengupayakan agar tekanan ini masih dalam batas toleransi, hasil kinerja memuaskan, dan kesehatan dan kesejahteraan pekerja dapat meningkat. Jika tekanan yang dialami pekerja berlebihan, hal-hal yang tidak diinginkan dapat terjadi, seperti kesalahan (*error*), kecelakaan, cedera, atau penurunan kesehatan fisik dan mental. Cidera dan penyakit yang terkait ergonomi bervariasi, mulai dari kelelahan mata, sakit kepala, sampai gangguan otot rangka (*musculoskeletal disorder*).



Gambar 2.8 Ergonomi Berdasarkan Ilmu Dasar dan Aplikasi
 Sumber: Plog, Barbara, 1988

2.4.3 Cognitive Engineering

Dalam pendekatan cognitive engineering diibaratkan bahwa manusia adalah sebuah kotak hitam (*black box*) yang selalu menerima input berupa informasi dan keluaran (*output*) dalam bentuk tindakan/aksi. Pendekatan ini banyak diterapkan untuk kegiatan merencanakan dan menangani situasi darurat. Penerapan pendekatan ini terbatas hanya pada industri proses. Klasifikasi error dalam pendekatan ini terdiri dari tiga, yaitu: *skill based error*, *rule based error*, dan *knowledge based error* (CCPS, 1994).

Reason (1990) menghubungkan keterkaitan antara *performance level* dengan tipe error. Menurutnya error tipe *slips* dan *lapses* merupakan error yang berada pada tingkatan skill (*skill based*). Untuk error jenis *mistakes* berada pada tingkatan *rule based* dan *knowledge based*.

Tabel. 2.1 Hubungan antara tingkatan performa dengan tipe error

Performance Level	Error Type
<i>Skill based level</i>	<i>Slips dan Lapses</i>
<i>Rule based level</i>	<i>Rule Based Mistakes</i>
<i>Knowledge Based level</i>	<i>Knowledge Based Mistakes</i>

Mistakes adalah kegagalan atau tidak lengkapnya proses penilaian suatu pilihan sasaran atau merinci cara mencapai sesuatu, terlepas dari apakah tindakan yang dilakukan sesuai atau tidak dengan kerangka keputusan yang telah direncanakan. *Lapses* adalah kesalahan dalam mengingat dan tidak selalu harus tampil dalam perilaku yang sebenarnya dan kadangkala hanya dirasakan oleh pribadi yang bersangkutan. *Slips* adalah kesalahan akibat penerapan yang tidak sesuai dari rencana yang telah ditentukan, terlepas dari apakah rencana tersebut benar atau tidak untuk mencapai suatu tujuan tertentu (Reason, 1990).

Dalam pendekatan ini untuk mengurangi risiko error adalah dengan melakukan analisa tugas kognitif, analisa kecelakaan untuk penyebab berupa error baik pada individu maupun organisasi, dan bantuan membuat keputusan dalam keadaan darurat (CCPS, 1994).

2.4.4 Sociotechnical Approach

Pada ke tiga pendekatan sebelumnya, dijelaskan untuk pencegahan error dapat dilakukan dengan: pertama, meningkatkan perilaku selamat; kedua, mendesain sistem kerja yang sesuai dengan pekerja; ketiga, dengan mengerti penyebab mendasar

terjadinya error. Pada pendekatan sociotechnical, error dianggap dapat dihilangkan melalui kebijakan dan budaya perusahaan yang berwawasan selamat (*safety culture*). Contohnya, adanya prosedur operasional yang baik sebagai faktor kontribusi yang penting dalam mempengaruhi kemungkinan dari pendorong kesalahan pada bencana yang besar. Tindakan korektif untuk mengurangi risiko error menurut pendekatan ini ialah dengan TQM (*Total Quality Management*), Merubah struktur organisasi, survey, dan interview (CCPS), 1994).

Prinsip Sociotechnical dalam desain organisasi menurut Bridger (1995) ialah:

1. Compatibility
2. Minimal Critical Specification
3. The Sociotechnical Criterion
4. The Multifunction Principle
5. Boundary Location
6. Information Flow
7. Support Congruence
8. Incompletion

2.5 Teori Human Error

Reason (1990), menyatakan terdapat banyak sekali teori yang berkaitan dengan human error. Teori tersebut dikategorikan ke dalam empat kelompok sesuai dengan perkembangan keilmuan psikologi dan konsep tentang error, yaitu:

1. Teori psikologi awal tentang human error. Teori yang termasuk kelompok ini diantaranya: Sully's illusion, the Freudian slip, the Gestalt traditions, dan lain-lain.
2. Kelompok ilmu alam tradisional. Teori yang termasuk kelompok ini ialah focused attention and bottle neck theories, multichannel processor theories, the properties of primary memory, the concept of working memory, dan lain-lain.
3. Kelompok ilmu kognitif tradisional. Teori yang termasuk kelompok ini ialah Norman and Shallice's attention to action model, general problem solver, Rasmussen S-R-K model, dan lain-lain

4. Kelompok ilmu kognitif modern. Teori yang termasuk kelompok ini ialah Swiss Cheese Model of Human Error.

Dalam tinjauan pustaka ini, hanya akan dibahas beberapa teori yang terkait dengan perkembangan taksonomi slip, lapse, mistake, dan violation. Beberapa teori tersebut diantaranya: the Freudian slip, Norman and Shallice's attention to action model, Rasmussen S-R-K model, dan Swiss Cheese Model of Human Error James Reason.

2.5.1 The Freudian's Slips

Dalam Freudian Slip, error dianggap sebagai produk dari faktor pendorong dalam individu yang bersifat tidak sengaja/ tidak sabar. Orang yang mengalami error dianggap sebagai orang yang bekerja secara tidak efektif dan mungkin memiliki kelemahan dibandingkan dengan orang yang tidak melakukan error. Konsep Freudian Slip sangat berpengaruh terhadap perkembangan teori human error sebagai contoh teori yang mengadopsi konsep ini ialah teori accident proneness yang menganggap bahwa orang/pekerja dengan karakteristik tertentu akan lebih memiliki kecenderungan untuk mengalami kecelakaan lebih tinggi dibandingkan dengan orang/pekerja yang tidak memiliki karakteristik tersebut (Strauch, 2007)

2.5.2 Norman and Shallice's Attention to Action Model

Norman dan Shallice melakukan studi pada aspek kognitif dan motorik pekerja, dan akhirnya mereka menyimpulkan bahwa error dapat dibagi ke dalam dua aspek yaitu slips dan mistake. Slips adalah error yang terjadi pada tindakan/ perilaku pekerja yang diinisiasi oleh schema. Jenis error yang ke dua ialah mistake yang memiliki pengertian error yang didorong oleh aspek kognitif seseorang sehingga mistake sering disebut sebagai intended error (Strauch, 2007; Reason, 1990).

2.5.3 Rasmussen's Skill-Rule-Knowledge Frame Work

Jenis Rasmussen mengembang penelitian yang telah dilakukan oleh Norman dan Shallice. Hasilnya Rasmussen mengkategorikan error ke dalam tiga kelompok, yaitu: skill based error, rule based error dan knowledge based error (Strauch, 2007).

Dimensi	Skill Based Error	Rule Based Error	Knowledge Based Error
Tipe aktifitas	Rutin	Problem solving	Problem solving
Mode control	Otomatis (schemata)	Otomatis (oleh aturan yang ada)	Terbatas
Kemampuan untuk diprediksi	Sangat mudah diprediksi	Sangat mudah diprediksi	Bervariasi
Jumlah error	Jumlah error banyak	Jumlah error banyak	Jumlah error sedikit, tetapi kesempatan untuk bermanifestasi sangat tinggi
Faktor yang mempengaruhi	Sangat dipengaruhi oleh faktor intrinsik	Sangat dipengaruhi oleh faktor intrinsik	Sangat dipengaruhi oleh faktor ekstrinsik
Deteksi error	Deteksi sangat mudah dan cepat	Sangat sulit	Sangat sulit

Dalam memahami *skill based*, *rule based* dan *knowledge based* error perlu juga untuk memahami konsep *schema*. *Schema* ialah seperangkat tindakan atau aksi yang muncul secara otomatis dengan sekuens tertentu (Alexanderson, 2003). Reason (1990) menyatakan bahwa terdapat dua activator *schema* yaitu: activator spesifik dengan general.

2.6 Swiss Cheese Model of Human Error (James Reason)

Teori Keju Swiss adalah teori yang mengkategorikan human error berdasarkan perspektif yang bersifat kombinasi antara organizational dan kognitif

dengan pendekatan implementasi yang mengarah pada teknik cognitive engineering. Dalam teori ini error tidak hanya dilihat pada tingkatan operator, tetapi juga pada tingkat organisasi/manajemen.

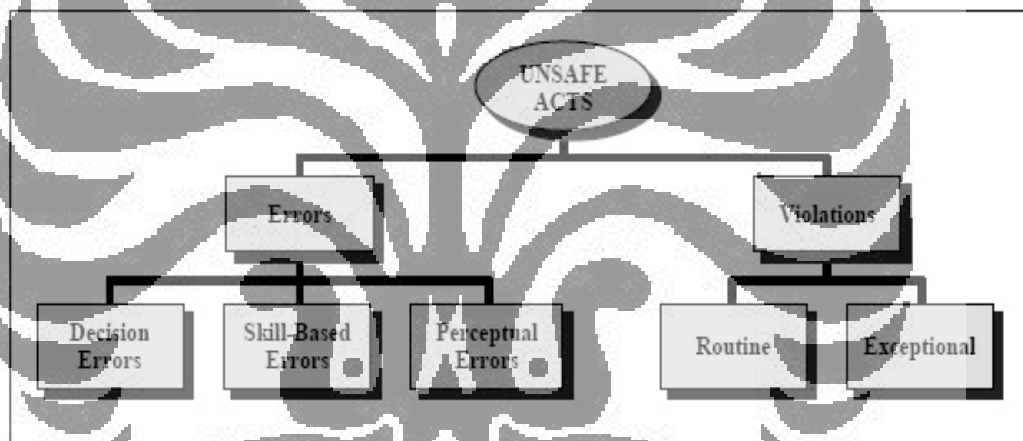
Dalam teori keju swiss disebutkan bahwa kecelakaan terjadi akibat adanya lubang-lubang pada lapisan sistem pertahanan. Kegagalan dalam teori ini digambarkan sebagai lubang pada keju, dimana keju itu sendiri diibaratkan sebagai suatu mekanisme pertahanan (*defence mechanism*) untuk mencegah terjadinya kecelakaan. Kegagalan tersebut dapat berupa kegagalan laten (*latent failure*) maupun kegagalan aktif (*active failure*). Kegagalan laten ialah kegagalan yang tidak secara langsung berkaitan dengan terjadinya kecelakaan (faktor kebijakan, manajemen, dan *error inducing environment*), sedangkan kegagalan aktif ialah kegagalan yang secara langsung berkaitan dengan kejadian kecelakaan (faktor perilaku pekerja). Baik kegagalan laten maupun kegagalan aktif dapat disebut sebagai error (Reason, 1990; CCPS, 1994). Menurut teori ini, untuk mencegah terjadinya kecelakaan ialah dengan menutup lubang-lubang pada keju atau dengan kata lain diharuskan untuk membuat lapisan pertahanan (perbaikan) pada faktor kebijakan, manajemen, dan *error inducing environment* atau *unsafe conditions* untuk menghilangkan kegagalan laten, atau dapat pula dilakukan intervensi pada tingkat individu dengan tujuan untuk menghilangkan kegagalan aktif (Reason, 1990; CCPS, 1994).

2.6.1 Active Failure

Kegagalan active adalah kegagalan yang secara langsung berkaitan/terkait dengan kejadian kecelakaan. Weigmann dan Shappell (2000) mengartikan kegagalan aktif sebagai bentuk unsafe act yang dilakukan oleh pekerja. Unsafe act menurutnya dapat berupa human error maupun violations. Human error adalah perilaku tidak aman yang muncul secara tidak sengaja (*unintended*), sedangkan violations ialah perilaku tidak aman yang muncul dengan kesengajaan (*intended actions*). *Active failures (Local factors)* berkaitan dengan kesalahan operator, dalam hal ini penerbang atau petugas ATC. Dalam kategori ini faktor-faktornya antara lain: moril di tempat kerja, kelelahan (fatigue) operator, dan atau masalah prosedur kerja. Dalam suatu

kecelakaan atau kegagalan sistem, biasanya local factor akan menyebabkan operator (penerbang/ATC) bertindak tidak aman (*unsafe act*). Tindakan ini selanjutnya akan memberikan konsekuensi buruk yaitu kecelakaan bila tidak dapat diidentifikasi atau dikontrol oleh defences atau safety net (jaringan keselamatan). *Local factors* dan *defences* atau *safety net* yang tidak adekuat dapat disebabkan oleh isu-isu sistemik yang lebih luas, seperti komunikasi antar sub-sistem yang buruk (tidak ada koordinasi) atau prosedur-prosedur yang tidak adekuat.

Human error dibagi ke dalam ketiga bentuk, yaitu: Decision error, skill based error dan perceptual error. Sedangkan violations dibagi menjadi violations yang bersifat routine dan juga expectional.



Gambar 2.10 *Categories of unsafe acts committed by aircrews.* (Reason, 1990; Rasmussen, 1982).

2.6.1.1 Skill Based Error

Skill Based Error dalam penerbangan sering diartikan sebagai ‘stick and rudder’ atau keahlian pengembangan dasar yang sering dilakukan tanpa adanya unsur kesadaran (*conscious*) pemikiran yang signifikan. Sebagai hasilnya tindakan skill based error sangat rentan untuk muncul dibandingkan dengan error jenis lainnya. Weigman dan Shappel (2006) membagi skill based error menjadi dua yaitu: *attention failure* dan *memory failure*, tetapi *skill based error* juga dapat muncul tanpa adanya kedua jenis error tersebut.

Contoh Attention Failure adalah *breakdown in visual scan patterns, task fixation, inadvertent activation of control, dan misordering of step in a procedure*. Contohnya *memory failure* adalah melewatkan item pada daftar tilik/check list (omitted item), lupa akan lokasi benda/sesuatu (*place losing*), dan melupakan tujuan (*forgotten intentions*) (Weigmann dan Shappell, 2006).

2.6.1.2 *Decision Error*

Jenis Error yang ke 2 ialah *decision error*. *Decision error* sering disebut *host mistake*, karena sifatnya yang intentional. *Decision error* terjadi ketika rencana yang ingin dilakukan tidak adequate atau tidak tepat dengan situasi pada saat itu. *Decision error* muncul dalam berbagai (bentuk), contohnya: keputusan yang buruk, *misinterpretation* atau mis-use dari informasi yang tersedia (Weigmann dan Shappell, 2006).

2.6.1.3 *Perceptual Error*

Jenis error yang terakhir ialah *perceptual error*. *Perceptual error* terjadi ketika yang pekerja persepsikan berbeda dengan kenyataan (*reality*). Contoh *perceptual error* dalam penerbangan ialah, salah mempersepsikan jarak, ketinggian, ataupun kecepatan udara; *visual illusion*; dan *spatial disorientation* (Weigmann dan Shappell, 2006).

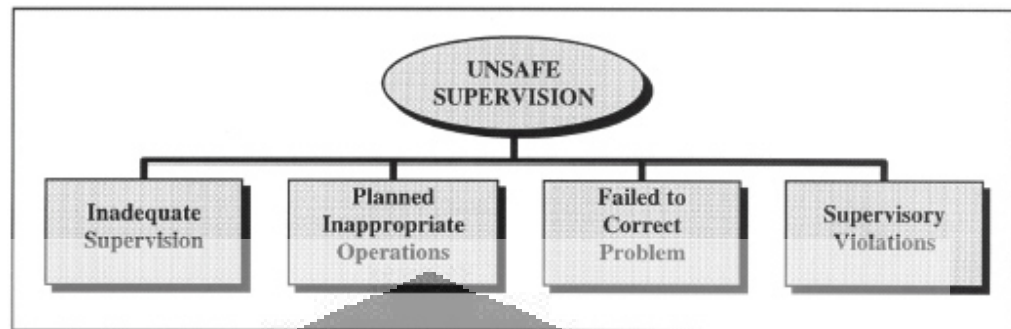
2.6.1.4 *Routine violations*

Routine violations dalam dunia penerbangan lebih dikenal dengan sebutan '*bending the rule*'. *Violation* jenis ini biasanya ditoleransi oleh pengawas sehingga disebut dengan *routine violations*. Contohnya ialah *violated training rules, failed to comply with navigation SOP, dan failed to properly prepare for flight*.

2.6.1.5 *Exceptional violations*

Jenis active failure yang terakhir ialah *exceptional violations*. *Violations* jenis ini biasanya jarang dilakukan, tetapi jika dilakukan konsekuensinya biasanya besar. Contoh dari *exceptional violations* adalah *failed to ensure compliance with rules, intentionally exceed the limit of the aircraft, dan lain-lain*.

2.7 Unsafe supervision



Gambar 2.11 Unsafe Supervision (Weigmann dan Shappell, 2011).

Lapisan ketiga dalam *swiss cheese* model ialah *unsafe supervision*. Kategori ini oleh Weigmann dan Shappell (2000) dibagi ke dalam empat kelompok, yaitu: *inadequate supervision*, *planned inappropriate operations*, *failed to correct problems*, dan *supervisory violations*.

Tabel.2.2 Unsafe supervision (Weigmann dan Shappell, 2006)

<p>Inadequate Supervision</p> <ul style="list-style-type: none"> • Failed to provide guidance • Failed to provide operational doctrine • Failed to provide oversight • Failed to provide training • Failed to track qualifications • Failed to track performance 	<p>Failed to Correct a Known Problem</p> <ul style="list-style-type: none"> • Failed to correct document in error • Failed to identify an at-risk aviator • Failed to initiate corrective action • Failed to report unsafe tendencies
<p>Planned Inappropriate Operations</p> <ul style="list-style-type: none"> • Failed to provide correct data • Failed to provide adequate brief time • Improper manning • Mission not in accordance with rules/regulations/NATOPS/SOP • Provided inadequate opportunity for crew rest 	<p>Supervisory Violations</p> <ul style="list-style-type: none"> • Authorized unnecessary hazard • Failed to Enforce NATOPS/Regs/SOP • Failed to Enforce T&R Manual • Authorized unqualified crew

	for flight
--	------------

2.8 Organizational influences

Gambar 2.12 Organizational Influences (Weigmann dan Shappell, 2001).



Lapisan terakhir dari swiss cheese model ialah pengaruh organisasi (organizational influences menjadi tiga kelompok, yaitu: manajemen sumber daya, iklim organisasi, dan *organizational process*).

2.8.1 Resource Management

Inti dari kategori ini adalah manajemen, alokasi dan pemeliharaan unsure-unsur dari sumber organisasi, yaitu: *human*, *monetary*, dan *equipment*. Kategori Resource Management harus memastikan faktor manusia sebagai operator terhadap prinsip-prinsip engineering harus dipahami dan digunakan untuk menyesuaikan peralatan yang akan digunakan dengan desain tempat kerja.

2.8.2 Organizational Climate

Organizational Climate menurut Weigmann dan Shappell (2000) ialah iklim (suasana) dalam organisasi. Organisasi climate dapat diklasifikasikan menjadi tiga sistem, yaitu: struktur organisasi, kebijakan organisasi, budaya organisasi.

2.8.3 Organizational Process

Organizational Process menurut Weigmann dan Shappell (2000) meliputi tiga sistem, antara lain: Operation (kondisi kerja yang distrategikan oleh manajemen). Prosedur (mekanisme bagaimana suatu pekerjaan dilakukan. Jika prosedur buruk, maka akan berdampak pada sistem pengawasan, performa pekerja menurun, dan keselamatan). *Oversight* (pengawasan terhadap resources (*human, monetary, equipment*)).

Tabel 2.3 Contoh organizational influences (Weigmann dan Shappell, 2006)

Resource / Acquisition Management	Organizational Process
<ul style="list-style-type: none"> • Human Resources <ul style="list-style-type: none"> ○ Selection ○ Staffing / manning ○ Training • Monetary / budget resources <ul style="list-style-type: none"> ○ Excessive cost cutting ○ Lack of funding • Equipment / facility resources <ul style="list-style-type: none"> ○ Poor design ○ Purchasing of unsuitable equipment 	<ul style="list-style-type: none"> • Operations <ul style="list-style-type: none"> ○ Operational tempo ○ Time pressure ○ Production quotas ○ Incentives ○ Measurement / appraisal ○ Schedules ○ Deficient planning • Procedures <ul style="list-style-type: none"> ○ Standards ○ Clearly defined objectives ○ Documentation ○ Instructions • Oversight <ul style="list-style-type: none"> ○ Risk management ○ Safety programs
<p>Organizational Climate</p> <ul style="list-style-type: none"> • Structure <ul style="list-style-type: none"> ○ Chain-of-command ○ Delegation of authority ○ Communication ○ Formal accountability for actions • Policies <ul style="list-style-type: none"> ○ Hiring and firing ○ Promotion ○ Drugs and alcohol • Culture <ul style="list-style-type: none"> ○ Norms and rules ○ Values and beliefs 	

<ul style="list-style-type: none"> o Organizational justice 	
--	--

2.9 Lingkungan kerja ATC

Kinerja dan tugas yang dilakukan oleh setiap karyawan, termasuk bagi *Air Traffic Controller* (ATC) tergantung pada spesifikasi dan desain ruang kerja, serta cocok dengan kebutuhan lalu lintas udara dengan peralatan dan fasilitas yang disediakan untuk melakukan pekerjaannya. *Controller* berinteraksi dengan sistem dan kontrol lalu lintas udara dengan menggunakan mesin. Oleh sebab itu, ruangan harus dirancang sesuai dengan prinsip ergonomis yang benar untuk memenuhi semua persyaratan kerja ATC.

Ruang kerja tersebut meliputi aspek software, hardware, dan lingkungan dimana *controller* bekerja. Menurut *International Civil Aviation Organizations / ICAO* (2002, hal.7-13), aspek-aspek kondisi fisik kerja pada lingkungan kerja ATC adalah:

a. Bangunan

Bangunan tempat kerja harus dirancang untuk memenuhi semua kebutuhan karyawan. Unit ATC yang bekerja pada sebuah bandar udara membutuhkan ruangan dengan isolasi udara sehingga kebisingan dari luar gedung tidak mengganggu kinerja ATC. Tempat parkir, toilet, kantin, dan fasilitas lainnya harus berada di sekitar tempat kerja sehingga mereka tidak perlu membuang-buang waktu untuk mencapai tempat tersebut.

Tata letak bangunan dirancang untuk meminimalisir gangguan yang akan terjadi saat ATC bekerja. Ruang kerja harus menggunakan bahan penyerap suara yang dipasang pada dinding dan langit-langit ruangan, serta lantai yang berkarpet. Hal ini juga untuk meminimalkan gangguan pada kinerja ATC oleh keluar masuknya karyawan ke ruang kerja.

Controller bekerja di suatu gedung yang dinamakan tower. Pandangan yang luas sangat dibutuhkan controller dalam melaksanakan tugasnya di dalam tower. Hal ini dikarenakan mereka harus dapat melihat landasan pacu saat pesawat akan terbang

dan mendarat dari kedua landasan. *Controller* harus melihat pergerakan pesawat di taxiway (menghubungkan antara arpon dan landasan pacu) dan apron (tempat parkir pesawat) dari atas tower. Penglihatan *controller* tidak boleh terhalangi oleh apapun, termasuk peralatan dalam ruangan, ataupun bangunan lain di luar tower.

b. Tata ruang

Penataan ruang dirancang khusus dengan menyediakan lingkungan visual secara optimal. Permukaan harus diperhitungkan, dan tidak silau saat digunakan oleh karyawan. Dinding, lantai dan furnitur yang ada dalam ruang kerja sebaiknya berwarna pastel atau warna jenuh lainnya yang membantu interaksi karyawan dengan pekerjaannya, sehingga ATC tidak merasa silau. Ruang yang luas juga harus cukup tinggi. Langit-langit yang rendah dapat menyesak napas dan membuat cahaya tidak menyebar secara merata ke seluruh bagian ruangan.

Tata ruang adalah salah satu aspek dari lingkungan kerja. Penataan ruang kerja harus mampu mengakomodasi seluruh pekerja, mulai dari staf, termasuk *controller*, asisten, dan fungsi lainnya, hingga supervisor. Tugas *controller* dan non kontrol harus ditentukan dan penataan ruangan dirancang untuk membantu mereka. Ruang kerja ATC digunakan terus-menerus, sehingga diperlukan perawatan ruangan secara berkala dan harus selalu dibersihkan walaupun ruang kerja tetap beroperasi. *Controller* membutuhkan bantuan dari teknisi untuk pemeriksaan peralatan yang digunakan dan membantu mengumpulkan data tambahan. ATC sering didatangi oleh pengunjung dari luar perusahaan, sehingga penataan ruang kerja sangat diperlukan dan pengunjung dapat melihat pekerjaan yang sedang dilakukan ATC. Penjelasan mengenai kinerja ATC dapat dilakukan pada ruangan yang terpisah dari ruang control sehingga tidak mengganggu kinerja ATC.

Penataan peralatan di ruang kerja harus efektif untuk digunakan dan berkaitan dengan tanggung jawab dari masing-masing pekerjaan. Setiap peralatan harus dikonfigurasi untuk menghindari kekacauan di ruang kerja, menekankan pada pekerjaan inti, dan meminimalkan frekuensi gerakan kepala. Jika peralatan yang dibutuhkan tidak berada pada jarak yang sama, maka peralatan-peralatan yang sangat

erat kaitannya dengan pekerjaan diletakkan pada jarak yang dekat dengan tempat kerja dan diberikan simbol yang jelas untuk memberi tanda pada peralatan tersebut.

c. Penerangan

Salah satu aspek yang paling penting dari lingkungan fisik adalah pencahayaan atau penerangan. Pencahayaan di dalam menara kontrol lalu lintas udara (tower) sangat bervariasi, misalnya sinar matahari ataupun pencahayaan buatan pada malam hari. Pencahayaan ini digunakan untuk mengontrol dan harus dapat disesuaikan secara otomatis ataupun secara manual sehingga dapat sesuai dengan kondisi kerja di malam hari ataupun siang hari. Pencahayaan ini ditempatkan di langit-langit ruangan, hal ini dimaksudkan untuk mencegah bayangan yang muncul.

Silau bisa menjadi masalah berat di tower dimana tingkat cahaya bisa menjadi sangat tinggi pada hari yang cerah. Tower dapat diposisikan sehingga controller biasanya tidak menghadap matahari saat melihat landasan pacu utama. Silau atau pantulan dari sumber manapun dalam lingkungan ATC harus dicegah.

d. Suhu udara

Standar suhu dalam ruang kerja ATC berkisar antara 21-25°C. Namun hal ini dapat berbeda-beda bagi setiap karyawan, dan hal ini harus diperhitungkan. Tingkat kelembaban yang disyaratkan dalam ruang kerja ATC adalah 50% atau sedikit lebih tinggi. Kelembaban yang terlalu tinggi dapat membuat udara pengap dan pakaian menjadi tidak nyaman, serta bila kelembaban sangat rendah dapat mengakibatkan kekeringan pada tenggorokan karena controller sangat sering berbicara. Gerakan laju udara sekitar 40 menit/menit akan membuat udara di dalam ruang kerja menjadi segar.

e. Kebisingan

Tingkat kebisingan yang tinggi dalam ruang kerja akan mengganggu kelancaran kinerja pengendali lalu lintas udara, terutama saat controller berkoordinasi dan terhubung dengan pilot melalui alat radio atau telepon yang digunakan saat bekerja. Ventilasi, karpet, hingga tirai yang ada dalam ruangan kerja tersebut dirancang kedap suara untuk menghalangi suara dari pesawat ataupun suara yang berasal dari luar gedung untuk mengurangi tingkat kebisingan yang

direkomendasikan dalam ruang kerja ATC adalah 55 dB. Jika hal tersebut dapat dicapai, maka akan membawa kelancaran dalam bekerja karena semua controller dapat berbicara dengan pilot tanpa mengganggu kinerja ATC lainnya, serta tingkat suara yang ada dalam ruang control dan menara tetap rendah.

Kesimpulan yang dapat ditarik dari pernyataan di atas bahwa aspek-aspek kondisi fisik dari lingkungan kerja yang dibutuhkan ATC sebagai controller untuk memenuhi standar ruangan dan persyaratan kerja mereka terdiri dari kondisi bangunan, penataan atau dekorasi ruangan, pencahayaan atau penerangan di dalam dan luar ruangan, kebisingan, dan suhu udara dalam ruang kerja.

2.10 Air Traffic Controller (ATC)

Tugas ATC (*Air Traffic Controller*) secara umum adalah memandu lalu lintas penerbangan untuk menciptakan keselamatan dalam penerbangan tersebut. Selain itu, tugas tersebut untuk menjaga kedisiplinan, membutuhkan konsentrasi yang tinggi, keakuratan, ketelitian dan keselamatan para pengguna jasa penerbangan. Pekerjaan ini mempunyai beban yang berat karena menyangkut keselamatan pengguna jasa penerbangan, tapi para ATC juga memiliki kewajiban dalam menjalankan tugas tersebut.

ATC atau pengendali lalu lintas udara secara luas diakui sebagai suatu kelompok kerja yang harus menghadapi pekerjaan yang sangat menuntut serta melibatkan serangkaian tugas yang kompleks, dimana membutuhkan tingkat pengetahuan dan keahlian yang tinggi, dikombinasikan dengan tanggung jawab, yang tidak hanya berkaitan dengan resiko hidup penumpang, tetapi juga aktivitas penerbangan.

Pada prinsipnya, pelayanan lalu lintas udara dilaksanakan agar tercipta operasi penerbangan yang aman, lancar, teratur dan efisien. Semakin tinggi frekuensi penerbangan yang melintasi ataupun mendarat di bandar udara, maka tugas dan tanggung jawab pelayanan operasi lalu lintas udara (ATC) menjadi semakin berat. Oleh karena itu, kualitas dan kehandalan perangkat kerja dan SDM yang ada dibelakangnya harus benar-benar prima untuk menjamin terhindarnya insiden penerbangan.

Berdasarkan Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil (PKPS) yang dikeluarkan oleh Menteri Perhubungan Republik Indonesia bagian 170.002 mengenai peraturan lalu lintas udara, bahwa tujuan dari pelayanan lalu lintas udara adalah:

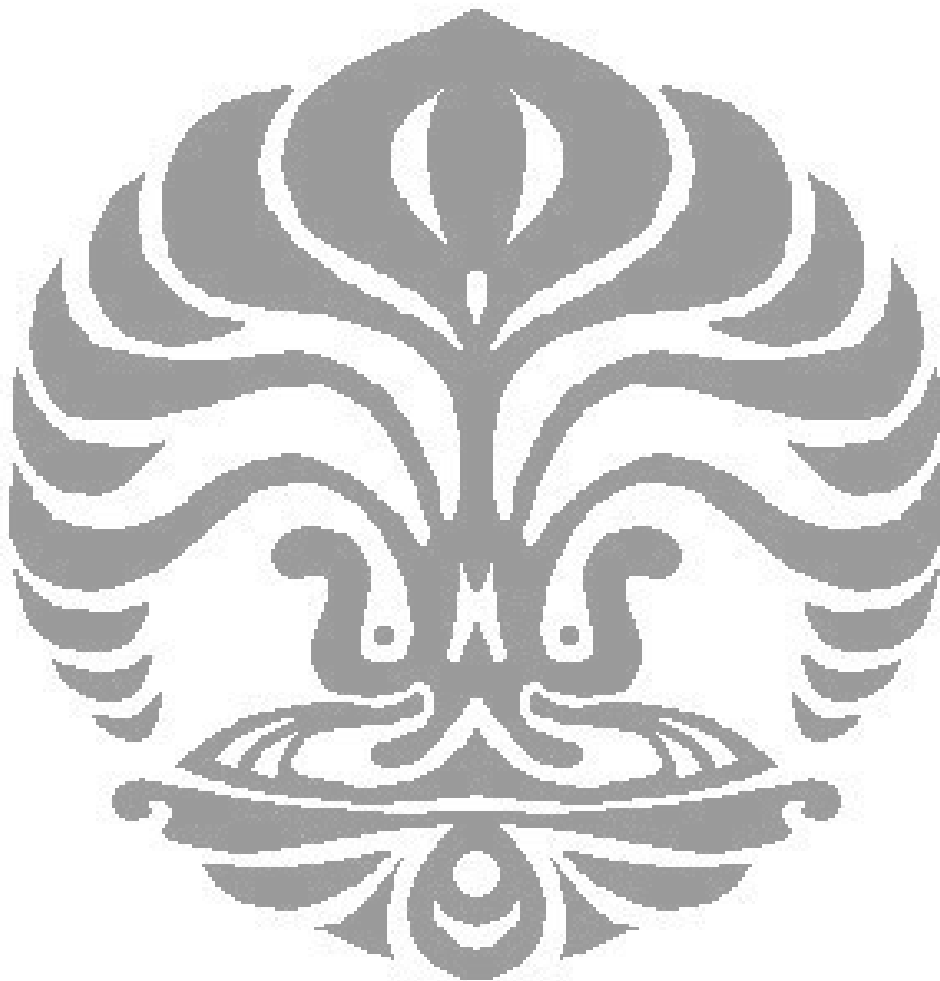
- a. Mencegah tabrakan antar pesawat di udara.
- b. Mencegah tabrakan antar pesawat di area pergerakan rintangan di area tersebut.
- c. Mempercepat dan mempertahankan pergerakan Lalu lintas Udara.
- d. Memberikan saran dan informasi yang berguna untuk keselamatan dan efisiensi pengaturan lalu lintas udara.
- e. Memberitahukan kepada organisasi yang berwenang dalam pencarian pesawat yang memerlukan pencarian dan pertolongan sesuai dengan organisasi yang di persyaratkan.

ATC juga harus memiliki pengetahuan khusus dan ilmu tentang lalu lintas udara. Ketrampilan pengatur lalu lintas udara ini dibagi tiga, yakni ADC (*Aerodrome Control Tower*), APP (*Approach Control Office*) dan ACC (*Area Control Service*). ADC bekerja di menara tower yang tingginya sekitar 60 meter dan isinya terdiri dari 5-6 orang pengendali lalu lintas udara. Masing-masing pengendali lalu lintas udara menggunakan seperangkat peralatan komputer, head set, microphone, teropong dan alat tulis untuk mengatur *landing* dan *take off* pesawat, serta memantau pesawat dengan jarak pandang 10 mil. Tata letak peralatan di tempat diatur sedemikian rupa sehingga tidak menghalangi pandangan pengendali lalu lintas udara terhadap keadaan di sekitar bandara.

APP merupakan unit yang bekerja memberikan pelayanan kepada pesawat yang berada di ruang udara sekitar bandara baik yang sedang melakukan pendekatan maupun yang baru berangkat, terutama bagi penerbangan yang beroperasi terbang instrument yaitu penerbangan yang mengikuti aturan penerbangan instrumen atau dikenal dengan *Instrument Flight Rule* (IFR).

ACC merupakan unit yang memberikan pelayanan kepada penerbang yang sudah menjelajah (*en-route flight*) terutama yang termasuk penerbangan terkontrol (*controller flights*). APP dan ACC, bertugas di ruangan radar, berkomunikasi dengan

pilot serta menghubungi pihak bandara lain dengan jangkauan 100 mil atau 24.000 *feet*.

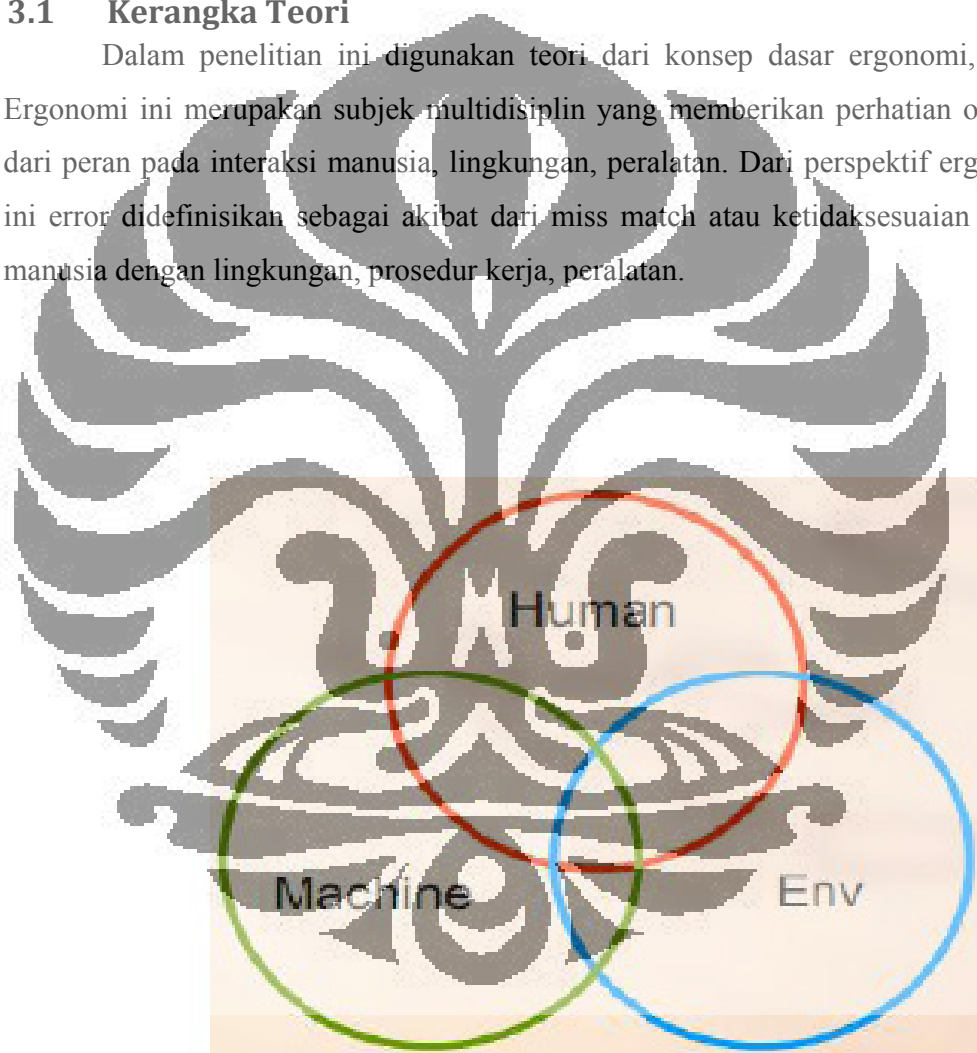


BAB III

KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL

3.1 Kerangka Teori

Dalam penelitian ini digunakan teori dari konsep dasar ergonomi, Teori Ergonomi ini merupakan subjek multidisiplin yang memberikan perhatian optimal dari peran pada interaksi manusia, lingkungan, peralatan. Dari perspektif ergonomi ini error didefinisikan sebagai akibat dari miss match atau ketidaksesuaian antara manusia dengan lingkungan, prosedur kerja, peralatan.

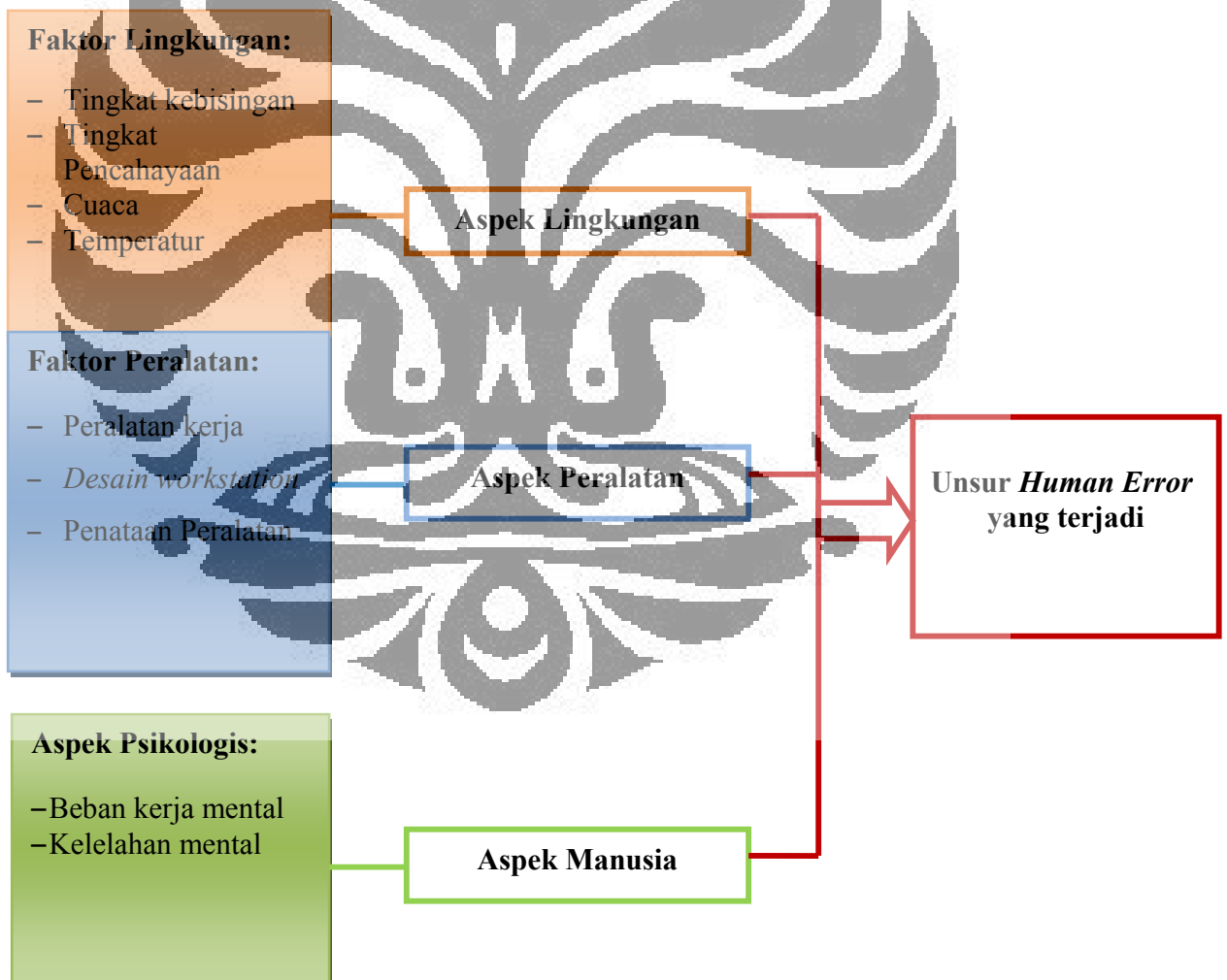


Sumber: Osborne, David J, *Ergonomics at work*, Willey, 1995

Gambar. 3.1 Kerangka Teori Konsep Dasar Ergonomi.

3.2 Kerangka Konsep

Kerangka konsep penelitian dibuat berdasarkan aspek yang ada dalam konsep dasar ergonomi dalam kerangka teori. Berdasarkan tujuan penelitian, peneliti lebih dahulu melakukan survey awal untuk mengetahui aktivitas pemanduan lalu lintas udara oleh seorang *controller* untuk selanjutnya mengadakan penyebaran angket dan wawancara kepada petugas ATC untuk mengetahui variabel seperti, faktor lingkungan, faktor peralatan, aspek psikologis yang berkontribusi terhadap terjadinya error pada petugas ATC. Dari variabel yang dianalisa akan tergambar unsur *error* apa saja yang akan terjadi oleh petugas ATC.



Gambar 3.2 Kerangka Konsep penelitian

3.3 Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Kategori	Skala	Alat Ukur
Faktor Lingkungan				
Tingkat kebisingan	<p>1. Subjektif</p> <p>Pendapat responden mengenai adanya gangguan kebisingan saat bekerja.</p> <p>2. Objektif</p> <p>Pengukuran tingkat kebisingan sesuai dengan kriteria tingkat kebisingan ruang kerja ATC dari ICAO</p>	<p>– Ya</p> <p>– Tidak</p> <p>– 55 dB = sesuai</p> <p>– > 55 dB = Tidak sesuai</p>	Ordinal	<p>– Pengukuran (<i>Sound Level Meter</i>)</p> <p>– Kuesioner</p> <p>– Pengamatan langsung</p>
Tingkat pencahayaan	Pendapat responden mengenai pencahayaan di ruang kerja.	<p>– Nyaman</p> <p>– Tidak nyaman</p>	Ordinal	Kuesioner
Cuaca	Pendapat responden mengenai adanya gangguan cuaca dalam aktivitas pemanduan	<p>– Ya</p> <p>– Tidak</p>	Ordinal	Kuesioner
Temperatur	<p>1. Subjektif</p> <p>Pendapat responden mengenai temperatur dingin pada saat bekerja</p> <p>2. Objektif</p> <p>Ukuran temperatur sesuai dengan kriteria tingkat temperatur pada ruang kerja ATC</p>	<p>– Nyaman</p> <p>– Tidak nyaman</p> <p>– Sesuai = 21-25°C</p> <p>– Tidak sesuai = <21 °C</p>	Ordinal	<p>– Kuesioner</p> <p>– Pengamatan langsung</p>
Sirkulasi udara	Pendapat responden mengenai sirkulasi udara	<p>– Nyaman</p> <p>– Tidak nyaman</p>	Ordinal	– Kuesioner

Faktor Peralatan				
Peralatan kerja	Pendapat responden mengenai gangguan peralatan kerja di ruang kerja ATC	<ul style="list-style-type: none"> - Sering - Kadang-kadang 	Ordinal	Kuesioner wawancara
<i>Desain workstation</i>	Pendapat responden mengenai kursi yang digunakan saat bekerja.	<ul style="list-style-type: none"> - Nyaman - Tidak Nyaman 	Ordinal	Kuesioner
Penataan Peralatan	Pendapat responden mengenai penempatan alat-alat kerja	<ul style="list-style-type: none"> - Mudah dioperasikan - Tidak mudah dioperasikan 	Ordinal	Kuesioner
Aspek Psikologis				
Beban kerja mental: - Durasi	Lamanya waktu melakukan aktivitas pemanduan lalu lintas yang padat (<i>overload information</i>) di depan layar komputer radar.	<ul style="list-style-type: none"> - 1-2 jam/hari - 3-4 jam/hari - 5-7 jam /hari 	Ordinal	Kuesioner
Kelelahan mental	<p>1. Pendapat responden mengenai pikiran yang sering tidak konsentrasi akibat pekerjaan</p> <p>2. Pendapat responden mengenai pekerjaan sering tidak optimal</p> <p>3. Pendapat responden</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sering - Kadang-kadang - Ya 	Ordinal	Kuesioner

	mengenai pekerjaan ATC melelahkan	- Tidak		
Beban kerja	Pendapat responden mengenai beban kerja yang terlalu tinggi	- Ya - Tidak	Ordinal	Kuesioner
Potensi Error				
<i>Skill Based Error</i>	Kesalahan yang pernah dilakukan petugas ATC dalam memberikan instruksi kepada pilot.	- Ya - Tidak	Ordinal	Kuesioner
<i>Perceptual Error</i>	Kesalahan yang pernah dilakukan petugas ATC dalam mempersepsikan jarak dan ketinggian	- Ya - Tidak	Ordinal	Kuesioner
<i>Decision Error</i>	Kesalahan yang pernah dilakukan petugas ATC dalam pengambilan keputusan.	- Ya - Tidak	Ordinal	Kuesioner

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Desain Penelitian

Penelitian tentang Kajian terjadinya kesalahan manusia (*human error*) pada petugas *Air Traffic Controller* dalam aktivitas pemanduan lalu lintas udara PT Angkasa Pura II (Persero), merupakan jenis penelitian yang menggunakan desain dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif deskriptif. Dimana pendekatan kuantitatif digunakan untuk mendapatkan besaran persentase dari masing-masing jenis ketidaksesuaian interaksi dalam perspektif ergonomik (faktor lingkungan, faktor peralatan, beban kerja) dan masing-masing unsur *human error* yang terjadi dalam aktivitas pemanduan lalu lintas udara. Pendekatan kualitatif deskriptif digunakan untuk mendapatkan gambaran yang lebih mendalam terkait unsur *human error* yang terjadi dengan *task analysis* pada masing-masing *task* dalam pekerjaan pemanduan lalu lintas udara.

4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di bagian *Air Traffic Controller* (ATC) Bandar Udara Soekarno-Hatta, Tangerang. Waktu penelitian yaitu Bulan Mei 2011.

4.3 Populasi dan Sampel Penelitian

4.3.1 Populasi

Populasi penelitian adalah seluruh pengendali lalu lintas udara atau *air traffic controller* Bandar Udara Soekarno-Hatta, Tangerang sebanyak ± 161 orang data per Bulan Mei 2011 yang memenuhi syarat penelitian ini yaitu bekerja dalam posisi di depan layar radar atau komputer.

4.3.2 Sampel

Adanya keterbatasan peneliti dalam segi waktu dan biaya sehingga dalam melakukan penelitian ini, maka peneliti menggunakan metode pengambilan sampel sederhana secara acak (*simple random sampling*). Jumlah sampel minimal dalam penelitian ini diambil melalui rumus perhitungan ukuran sampel untuk menarik proporsi dari sebuah populasi (Khotari, 1990 dalam Sariputri 2010), Sebagai berikut:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot 1-\alpha/2 \cdot p \cdot q}{d^2 (N-1) + Z^2 \cdot 1-\alpha/2 \cdot p \cdot q}$$

n = jumlah sampel

N = jumlah populasi

p = perkiraan proporsi (prevalensi) variabel dependen pada populasi

q = 1-p

Z $1-\alpha/2$ = statistik Z (missal, Z= 1,96 untuk $\alpha= 0,05$)

d = delta, presisi absolut atau *margin of error* yang diinginkan di kedua sisi proporsi

Perhitungan sampel diuraikan dalam langkah- langkah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} n &= \frac{(161) \cdot (1,96)^2 \cdot (0,5) \cdot (0,5)}{(0,05)^2 \cdot (161-1) + (1,96)^2 \cdot (0,5) \cdot (0,5)} \\ &= \frac{154,56}{1,36} \\ &= 113,64 \\ &= \mathbf{114} \end{aligned}$$

Jadi jumlah anggota ATC yang menjadi sampel penelitian adalah 114 orang, sedangkan jumlah sampel yang digunakan untuk uji coba realibilitas dan validitas adalah 25 orang.

4.4 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini teknik pengumpulan data yang akan digunakan meliputi:

1. Angket/Kuesioner, dalam hal ini kuesioner yang dirancang dengan melihat komponen yang ada dalam teori konsep dasar ergonomi, yang mana untuk mengetahui kemungkinan terjadinya error apakah berasal dari peralatan, lingkungan, *human*.
Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode skala Likert, tujuannya yaitu membedakan intensitas sikap atau perasaan seseorang terhadap suatu hal tertentu. Penentuan skor 2 jawaban “Ya” dan skor 1 untuk jawaban “Tidak”, skor 2 jawaban “Nyaman” dan skor 1 “Tidak nyaman”, Skor 2 jawaban “Sering” dan skor 1 “Kadang-kadang”, Skor 2 “Mudah dioperasikan” Skor 1 “ Tidak mudah dioperasikan”
2. Wawancara (interview), yaitu teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui tatap muka dan wawancara antara pengumpulan data (pencatat) dengan responder. Wawancara dilakukan baik secara langsung maupun dengan menggunakan pedoman “daftar pertanyaan” dari kuesioner sebagai instrument penelitian.
3. Pengamatan (observasi), yaitu teknik pengumpulan data melalui pengamatan langsung kepada obyek penelitian. Menurut Soeratno dan Lincoln Arsyad (1993), pengamatan atau observasi merupakan “cara pengumpulan data dengan jalan melakukan pencatatan secara cermat dan sistematis”. Teknik observasi biasanya dilakukan bersamaan dengan teknik lain untuk mengamati keadaan fisik, lokasi atau daerah penelitian secara sepiantas lalu (*on the spot*) dan dengan melakukan pencatatan seperlunya.

4.4.1 Data Primer

Data primer dalam penelitian ini adalah data yang dikumpulkan melalui pengamatan langsung dengan menggunakan beberapa instrument dan alat ukur yang sesuai dengan jenis data. Berikut jenis data yang dikategorikan sebagai data primer adalah:

1. Penilaian responden terhadap beberapa faktor yang merupakan penyebab terjadinya *human error*. Penilaian ini digali dengan menyusun beberapa pertanyaan melalui sebuah instrument penelitian yang berupa kuesioner. Pertanyaan-pertanyaan yang terdapat dalam kuesioner tersebut adalah merupakan elaborasi dari hasil wawancara yang pernah dilakukan sebelumnya, yaitu penelitian yang menghasilkan beberapa faktor/alasan terjadinya *human error* dan melihat frekuensi pada petugas ATC melakukan kesalahan instruksi.
2. Kondisi lingkungan fisik kerja, seperti intensitas kebisingan, temperatur dan lain sebagainya.

4.4.2 Data Sekunder

Berbeda halnya dengan data primer, data sekunder diperoleh dari laporan-laporan perusahaan yang meliputi: Instruksi kerja atau *Standart Operating Procedure* (SOP).

4.5 Pengelolaan dan Analisis Data

Data yang diperoleh dipelajari dan dipilih variabel mana saja yang diperlukan untuk keperluan penelitian ini. Kemudian data diberi kode untuk lebih memudahkan dalam pembacaan data dan pemasukan data (*data entry*) tersebut. Untuk analisis data yang diperoleh dengan kuesioner program *Statistical Packages for Social Sciences* (SPSS) *for windows evaluation version 17.0*.

4.5.1 Validitas Alat Ukur

Validitas adalah ketepatan dan kecermatan alat ukur dalam melakukan fungsi ukurnya. Artinya, sejauh mana skala itu mampu mengukur atribut yang dirancang untuk mengukurnya (Azwar, 2008). Validitas alat ukur menurut Suryabrata (2005) adalah sejauh mana tes itu mengukur apa yang dimaksudkan untuk diukur. Validitas tes pada dasarnya menunjuk kepada derajat fungsi mengukurnya suatu tes, atau derajat kecermatan ukurannya suatu tes. Validitas alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini adalah validitas isi dan validitas aitem.

Sesuai dengan apa yang dinyatakan oleh (Suryabrata, 2005) bahwa validitas isi menunjuk kepada sejauh mana tes, yang merupakan seperangkat soal-soal, dilihat dari isinya memang mengukur apa yang dimaksudkan untuk diukur. Pengujian validitas tiap butir digunakan analisa yaitu mengkorelasi skor tiap-tiap butir dengan skor total yang merupakan jumlah tiap skor butir. Item yang mempunyai korelasi positif dengan skor total serta korelasi yang tinggi menunjukkan item tersebut mempunyai validitas yang tinggi pula. Biasanya syarat minimum untuk dianggap memenuhi syarat adalah kalau $r = 0,3$. Korelasi yang digunakan adalah Product Moment dari Karl Pearson (1857-193).

4.5.2 Realibilitas Alat Ukur

Reliabilitas mengacu kepada konsistensi atau kepercayaan hasil ukur, yang mengandung makna kecermatan pengukuran. Realibilitas dinyatakan oleh koefisien reliabilitas (rxx') yang angkanya berada dalam rentang dari 0 sampai dengan 1,00. Semakin tinggi koefisien reliabilitas mendekati angka 1,00 berarti semakin tinggi reliabilitas. Sebaliknya, koefisien yang semakin rendah mendekati angka 0 berarti semakin rendahnya reliabilitas (Azwar, 2008, h.83).

Reliabilitas alat ukur menunjukkan sejauh mana hasil pengukuran dengan alat tersebut dapat dipercaya. Hal ini ditunjukkan oleh taraf kejelasan (konsistensi) skor

yang diperoleh oleh para subjek yang diukur dengan alat yang sama, atau diukur dengan alat yang setara pada kondisi berbeda (Suryabrata, 2005, h.29). Pengujian reliabilitas alat ukur dalam penelitian ini menggunakan bantuan program *Statistical Packages for Social Sciences (SPSS) for windows evaluation version 17.0*. dengan teknik formulasi Alpha dari Cronbach.

4.5.3 Analisa Univariat

Univariat, bertujuan untuk melihat persentase faktor-faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya human error dalam perspektif ergonomik, serta melihat distribusi human error. Selain itu, bertujuan untuk mendapatkan deskripsi secara rinci tentang human error, sehingga dapat menjawab mengapa dan bagaimana *human error* muncul dan menjadi masalah di sektor penerbangan dalam hal ini petugas ATC.



BAB V

GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

5.1 Sejarah PT. Angkasa Pura II (Persero)

Angkasa Pura II merupakan perusahaan pengelola jasa kebandarudaraan dan pelayanan lalu lintas udara yang telah melakukan aktivitas pelayanan jasa penerbangan dan jasa penunjang bandara di kawasan Barat Indonesia sejak tahun 1984. Pada awal berdirinya, 13 Agustus 1984, Angkasa Pura II bernama Perum Pelabuhan Udara Jakarta Cengkareng yang bertugas mengelola dan mengusahakan Pelabuhan Udara Jakarta Cengkareng (kini bernama Bandara Internasional Jakarta Soekarno-Hatta) dan Bandara Halim Perdanakusuma. Tanggal 19 Mei 1986 berubah menjadi Perum Angkasa Pura II dan selanjutnya tanggal 2 Januari 1993, resmi menjadi Persero sesuai Akta Notaris Muhani Salim, SH No. 3 tahun 1993 menjadi PT (Persero) Angkasa Pura II.

Saat ini Angkasa Pura II mengelola dua belas bandara utama di kawasan Barat Indonesia, yaitu Soekarno-Hatta (Jakarta), Halim Perdanakusuma (Jakarta), Polonia (Medan), Supadio (Pontianak), Minangkabau (Ketaping) dulunya Tabing, Sultan Mahmud Badaruddin II (Palembang), Sultan Syarif Kasim II (Pekanbaru), Husein Sastranegara (Bandung), Sultan Iskandarmuda (Banda Aceh), Raja Haji Fisabilillah (Tanjung Pinang) dulunya Kijang, Sultan Thaha (Jambi) dan Depati Amir (Pangkal Pinang), serta melayani jasa penerbangan untuk wilayah udara (Flight Information Region/ FIR) Jakarta.

Seiring dengan pertumbuhan industri angkutan udara Indonesia yang meningkat pesat, Angkasa Pura II selalu mengedepankan pelayanan yang terbaik bagi pengguna jasa bandara. Bandara yang dikelola Angkasa Pura II selalu memperoleh penghargaan Prima Pratama dari Departemen Perhubungan RI untuk kategori Terminal Penumpang Bandara. Sebagai Badan Usaha Milik Negara yang handal, selama tiga tahun berturut-turut Angkasa Pura II telah memperoleh penghargaan *The*

Best BUMN in Logistic Sector dari Kementerian Negara BUMN RI (2004-2006) dan *The Best I in Good Corporate Governance* (2006).

Angkasa Pura II selalu melaksanakan kewajibannya memberikan deviden kepada negara sebagai pemegang saham dan turut membantu meningkatkan kesejahteraan dan kepedulian terhadap karyawan dan keluarganya serta masyarakat umum dan lingkungan sekitar bandara melalui program *Corporate Social Responsibility*.

5.2 Visi dan Misi PT Angkasa Pura II

5.2.1 Visi

Menjadi pengelola bandar udara bertaraf internasional yang mampu bersaing di kawasan regional.

5.2.2 Misi :

Mengelola jasa kebandarudaraan dan pelayanan lalu lintas udara yang mengutamakan keselamatan penerbangan dan kepuasan pelanggan, dalam upaya memberikan manfaat optimal kepada pemegang saham, mitra kerja, pegawai, masyarakat dan lingkungan dengan memegang teguh etika bisnis.

5.3 Pelayanan PT. Angkasa Pura II (Persero)

Pelayanan lalu lintas udara adalah salah satu bisnis utama Angkasa Pura II, dalam melaksanakan aktivitasnya tersebut, Angkasa Pura II sebagai *Air Navigation Service Provider (ANSP)* senantiasa berupaya meningkatkan kualitas pelayanan baik dari fasilitas, prosedur kerja maupun kemampuan personil, sehingga mampu melaksanakan misinya untuk mengelolah jasa pelayanan lalu lintas udara yang mengutamakan keselamatan penerbangan dan kepuasan pelanggan.

Adapun macam-macam pelayanan penunjang bandara dilakukan di dalam terminal penumpang, antara lain :

1. Pelayanan jasa Penerbangan
2. Pelayanan Penerbangan Haji

3. Pelayanan Tenaga Kerja Indonesia (TKI)
4. Pelayanan Pengamanan Bandara
5. Pelayanan Kargo

5.4 Strategi Perusahaan

Strategi yang ditetapkan untuk pengembangan perusahaan adalah strategi pertumbuhan adaptif (*adaptive growth strategy*) antara lain:

1. Strategi Pertumbuhan Gradual yaitu pengembangan bisnis inti dengan strategi pertumbuhan secara bertahap, antara lain penataan Terminal Penumpang Bandara Soekarno-Hatta, Polonia, Supadio, Sultan Syarif Kasim II dan Sultan Iskandarmuda
2. Strategi Diversifikasi Konsentrik, yaitu diversifikasi pengembangan usaha yang terkait (*related*) dan jasa penunjang lainnya antara lain pembangunan hanggar, terminal kargo, airport railway, airport shopping mall, real estate dan lain lain, yang diterapkan di bandara cabang sesuai kondisi masing-masing bandara dengan memanfaatkan pasar, teknologi dan sumber daya perusahaan.
3. Strategi Utama (Grand Strategy)
Strategi Utama dalam mengelola perusahaan adalah sebagai berikut :
 - a. Restrukturisasi Bisnis, yaitu dengan strategi pengelolaan :
 - ❖ Bisnis inti (*core business*) dilakukan sendiri;
 - ❖ Bisnis yang terkait dengan bisnis inti (*related business*) dengan cara *sharing* kepemilikan melalui saham atau anak perusahaan;
 - ❖ Bisnis pendukung (*supporting business*) dengan cara KSO/BOT (Kerja Sama Operasi/ *Build Operate Transfer*);
 - b. Restrukturisasi Keuangan yaitu sumber dana pengembangan usaha melalui dana internal, eksternal (loan, obligasi, saham) atau kerjasama dengan pihak investor;
 - c. Restrukturisasi Organisasi yaitu perubahan struktur organisasi dari berbasis fungsional menjadi organisasi berbasis unit usaha (SBU/ Strategic Business Unit);

- d. Restrukturisasi Organisasi dan SDM yaitu mewujudkan organisasi dengan jumlah SDM yang ramping, kompeten dan fokus
- e. Restrukturisasi Operasional yaitu pelayanan jasa ATS yaitu *enroute/overflying* dengan pengelolaan mengarah kepada cost recovery, pelayanan jasa aeronautika non-ATS dengan pengelolaan semi komersial dan jasa non-aeronautika dengan pengelolaan komersial penuh.

5.5 Denah Lokasi Bandara Soekarno-Hatta

Denah lokasi bandara Soekarno-Hatta yang selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

5.6 Pengelolaan Lingkungan

Dalam melaksanakan kegiatan operasional bandara, Angkasa Pura II selalu mengedepankan aspek kelestarian lingkungan, baik lingkungan secara fisik maupun kondisi sosial, ekonomi, dan budaya dari masyarakat sekitar. Hal tersebut dilaksanakan dengan menyusun dokumen AMDAL (Analisis Mengenai Dampak Lingkungan), UKLUP (Upaya Pengelolaan Lingkungan-Upaya Pemantauan Lingkungan), dan dokumen lingkungan lain yang diwajibkan sebelum mulai melaksanakan pembangunan.

Setelah pembangunan selesai dan kegiatan operasional bandara dilaksanakan, Angkasa Pura II melakukan monitoring dan evaluasi dari rencana pengelolaan dan pemantauan yang telah ditetapkan sebelumnya. Angkasa Pura II selalu melakukan monitoring dan evaluasi tiap semester dan dilaporkan kepada Direktorat Jenderal Perhubungan Udara dan Kementerian Lingkungan Hidup. Adapun standar yang digunakan dalam pengelolaan lingkungan di lingkungan bandara adalah standar yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup RI.

Pada tahun 2007 tepatnya tanggal 30 Agustus, Angkasa Pura II mencanangkan pelaksanaan *Eco Airport*, sebuah konsep pengelolaan bandara yang berwawasan lingkungan sebagai upaya menjaga kelestarian lingkungan hidup di sekitar bandara. Sebagai langkah awal, Angkasa Pura II menerapkan konsep *Eco*

Airport di Bandara Soekamo-Hatta. Beberapa faktor dan parameter yang harus dilaksanakan dalam penerapan konsep *Eco Airport* dapat dilihat pada tabel berikut:

Faktor dan Parameter Penerapan *Eco Airport*

FAKTOR	IMPLEMENTASI
Atmosfir	<ul style="list-style-type: none"> • Perawatan Rutin Generator dan incenerator • Penggunaan GPU (<i>General Power Unit</i>)
Energi	Menjalin kerja sama dengan regulator, airline, dan stakeholder lain dalam pemanfaatan energi secara efektif dan efisien
Kebisingan & Getaran	Pembangunan <i>noise barrier installation</i> untuk mengurangi kebisingan dan getaran <i>jet blast engine</i> pesawat
Air	Pengelolaan WTP (<i>Water Treatment Plant</i>) dan sistem drainase yang terpelihara
Tanah	Pemeliharaan kelestarian dan kebersihan tanah
Sampah	Penerapan STP (<i>Sewage Treatment Plant</i>)
Lingkungan Alamiah	Pelaksanaan penghijauan Bandara pada Desember 2007 dengan penanaman 13.000 pohon di Bandar Soekarno-Hatta
Lain-lain	<i>Community development program</i>

Selain itu, Angkasa Pura II juga telah membangun Hutan Raya di kawasan Bandara Soekarno-Hatta dengan melaksanakan penanaman 13.000 pohon. Pencanaan Hutan Raya tersebut dilakukan oleh Menteri Negara BUMN pada tanggal 22 Desember 2007. Hutan Raya di Bandara Soekarno-Hatta merupakan bukti kepedulian Angkasa Pura II dalam rangka turut berpartisipasi dalam menghijaukan kembali alam Indonesia termasuk mendukung hasil konvensi yang diselenggarakan *United Nation Frame Work Convention on Climate Change* (UNFCCC) di Bali tanggal 3-14 Desember 2007 dengan isu utama berkaitan dengan pemanasan global (global warming) yang menyebabkan terjadinya perubahan iklim (*climate change*)

5.7 Tata Kelola Perusahaan

Dalam mengelola bandara, Angkasa Pura II bertekad untuk memberikan pelayanan jasa kebandarudaraan yang terbaik dan memenuhi standar internasional, dengan menerapkan prinsip keadilan dalam memperlakukan pengguna jasa dan semua pihak yang menjadi pelanggan dan pemasoknya. Di lingkungan internal Angkasa Pura II semua sistem, kebijakan dan praktek manajemen dijalankan dengan menumbuhkan rasa keadilan di antara para anggota perusahaan. Dan selalu menegakkan komitmen untuk menjaga integritas sebagai warga Indonesia yang terhormat dalam kancah pergaulan bisnis kebandarudaraan yang makin mendunia dan cosmopolitan. Prinsip tata kelola perusahaan dijalankan selaras dengan visi dan misi perusahaan, untuk menciptakan nilai yang maksimal bagi para pemegang saham, yaitu Bangsa dan Negara Indonesia.

Manajemen Angkasa Pura II menyelenggarakan perusahaan dengan transparan, dengan prinsip bahwa informasi perusahaan dapat diakses dan diperoleh dengan mudah oleh masyarakat dan semua pihak. Dan manajemen Angkasa Pura II membuka diri bagi semua masukan dan saran dari lingkungan internal dan eksternal perusahaan. Tatanan birokrasi, sistem administrasi, dan struktur organisasi yang berlaku di Angkasa Pura II menyediakan ruang bagi fleksibilitas, agar orang dapat bekerja secara adaptif dan inovatif, dan disertai dengan akuntabilitas. Setiap tindakan yang diambil manajemen disertai dengan alasan yang lengkap dan rasional, yang

dilaporkan secara lengkap, cepat, dan tepat waktu kepada pihak-pihak yang berkepentingan.

Penekanan pada akuntabilitas dan adopsi dari suatu pola pelaporan tertentu yang dijalankan secara konsisten, menjadi ciri dari tata kelola perusahaan di Angkasa Pura II. Manajemen melengkapi diri dengan unit dan perangkat audit yang bertanggung jawab untuk melaporkan hasil kerjanya secara langsung kepada Direksi dan atau Dewan Komisaris secara teratur. Penyelenggaraan bandara bukan hanya ditujukan untuk menciptakan nilai yang maksimal bagi para pemegang saham, tetapi juga untuk membangun kepercayaan publik pada Angkasa Pura II. Pedoman *Good Corporate Governance* yang disahkan melalui Keputusan Bersama Dewan Komisaris Angkasa Pura II Nomor : KEP.258.1/GCG/X/APII-2004 dan Direksi Angkasa Pura II Nomor : KEP.484.1/KS.005/APII-2004 telah diterapkan.

5.8 Struktur Organisasi Kantor Pusat PT. Angkasa Pura II (Persero) (Terlampir)

5.9 Gambaran Kantor Cabang Utama Bandara Soekarno – Hatta

Bandara Udara International Soekarno-Hatta adalah gerbang utama Indonesia dari dunia International. Bandara Soekarno-Hatta memiliki peran yang sangat penting bagi ~~cermin~~ Negara Indonesia. Bandar Udara ini diberi nama sesuai dengan tokoh pahlawan sekaligus Presiden dan Wakil Presiden Indonesia Pertama, yaitu Soekarno dan Mohammad Hatta. Bandara Soekarno-Hatta (BSH) ini adalah salah satu bandara dengan jumlah terbanyak di Indonesia. Hampir 2/3 total penumpang pesawat Indonesia atau sekitar 32 juta orang/tahun melewati bandara ini.

5.10 Pelayanan Keselamatan Penerbangan

Pengendalian lalu lintas udara yang saat ini mencapai 1.400 pergerakan per hari dengan sistem otomasi yang dikembangkan oleh PT.Angkasa Pura II (Persero) lebih dikenal dengan JAATS (*Jakarta Automated Air Traffic Control System*) mampu menjangkau keseluruhan wilayah udara yang menjadi tanggung jawab petugas ATC.

Khusus di bandar udara Soekarno-Hatta telah digunakan Sistem Komunikasi Darat Terpadu di samping fasilitas komunikasi navigasi, RADAR dan sarana

pengolahan data komputer serta fasilitas-fasilitas pendukung lainnya. Untuk menunjang pelayanan keselamatan penerbangan dan pelayanan bagi pengguna jasa bandar udara yang optimal, PT Angkasa Pura II telah meningkatkan berbagai fasilitas, antara lain:

- *Instrument Landing System (ILS)* kategori I (jarak pandang sampai dengan 200 kaki) di landasan pacu Bandar Udara Soekarno-Hatta yang dipergunakan untuk menuntun pilot agar dapat melakukan pendaratan dengan selamat walaupun dalam keadaan cuaca buruk;
- *Automatic Message System Centre (AMSC)*, untuk pengendalian pengiriman dan penerimaan berita-berita penerbangan secara otomatis;
- *Jasa Radio Trunking Khusus (JRTK)*, merupakan fasilitas layanan sistem komunikasi bagi instansi yang mempunyai kegiatan di sekitar Bandar Udara Soekarno-Hatta dan dirancang khusus sehingga tidak mengganggu sistem komunikasi pelayanan keselamatan penerbangan;
- *Pembangunan Stasiun Bumi Kecil (VSAT)* pada setiap lokasi bandar udara cabang, diperlukan untuk pengiriman dan penerimaan data/berita melalui satelit yang merupakan faktor utama dalam menunjang pelayanan keselamatan penerbangan;
- *Aircraft Docking Guidance System (ADGS)*, memberikan pelayanan kemudahan bagi pilot pesawat untuk merapatkan pesawatnya (parkir) secara otomatis di Bandar Udara Soekarno-Hatta;
- *Automated Multi Acces Check-in System (AMACS)*, memberikan percepatan proses check in bagi penumpang, dilengkapi dengan:
 - *Baggage Tag Printer (BTP)*
 - *Automated Ticket Boarding Pass Printer System (ATBPS)*; dan
 - *Gate Reader System (GRS)*

5.11 Bidang Pelayanan Operasi Lalu Lintas Udara (*Air Traffic Controller*)

Pelayanan Lalu Lintas Penerbangan yang diberikan oleh Divisi Pelayanan ADC-APP/TMA yang beroperasi di kawasan Bandar Udara Soekarno-Hatta bertujuan untuk:

1. Mencegah tabrakan antara pesawat terbang
2. Mencegah terjadinya tabrakan antar pesawat terbang pada area pergerakan di darat dan di udara serta menghindarkan terjadinya rintangan/gangguan terhadap penerbangan.
3. Mewujudkan arus lalu lintas penerbangan yang sama, lancar, tertib teratur dan efisien.
4. Memberikan saran dan informasi terhadap pesawat terbang yang berguna bagi keselamatan penerbangan.
5. Memberitahukan organisasi atau unit yang terkait (ATS Regional/Operational Coordinator, PKP-PK) sehubungan dengan adanya pesawat terbang yang memerlukan pencarian dan pertolongan serta membantu unit tersebut apabila diperlukan.

Soekarno-Hatta Aerodrome Control Tower (TWR) adalah unit yang bertanggung jawab terhadap pelayanan keselamatan, kelancaran arus lalu lintas penerbangan di *Aerodrome Traffic Zone* dengan memberikan instruksi dan informasi kepada pesawat terbang yang dipardunya serta memberikan *Aerodrome Traffic Service* pada pesawat terbang yang datang, pergi dan terbang di wilayahnya.

Tanggung jawab serta uraian tugas Soekarno Hatta *Aerodrome Control Tower*:

1. **Soekarno-Hatta Aerodrome Controller** bertugas memberikan *Air Traffic Services* sesuai prosedur dan ketentuan yang berlaku demi keamanan, kelancatan dan efisiensi serta mencegah terjadinya tabrakan antara:
 - a. Pesawat terbang yang terbang di wilayah tanggung jawabnya.
 - b. Pesawat terbang yang beroperasi di *manoeuvring area*
 - c. Pesawat terbang yang mendarat dan pesawat terbang yang tinggal landas
 - d. Pesawat terbang di *manoeuvring area* dan *obstruction* yang ada disekitarnya.
 - e. Pesawat terbang dengan kendaraan yang beroperasi di *manoeuvring area*.
2. **Soekarno-Hatta Aerodrome Controller** bertugas menghindarkan pesawat terbang yang berada di bawah tanggung jawabnya, apabila diketahui berpotensi

akan terjadi insiden terhadap pesawat terbang lain yang belum /tidak berada di wilayah tanggung jawabnya.

3. **Soekarno-Hatta Aerodrome Controller** bertugas memantau pergerakan lalu lintas pesawat terbang dengan peralatan yang tersedia dan data dari *Flight Progress Strip* (FPS).
4. **Soekarno-Hatta Aerodrome Controller** bertugas menjalin koordinasi dengan *Air Traffic Service* (ATS) unit lain yang terkait dengan kelancaran tugas pemanduan lalu lintas penerbangan.
5. **Soekarno-Hatta Aerodrome Controller** bertugas membuat *Air Safety Incident Report* (ASIR) apabila terjadi insiden di wilayah yang menjadi tanggung jawabnya.
6. **Soekarno-Hatta Aerodrome Controller** wajib melaksanakan tugas-tugas operasional yang diberikan oleh atasannya.
7. **Assistant Soekarno-Hatta Aerodrome Controller** bertugas melakukan koordinasi dengan *Aerodrome Controller* dan *Air Traffic-Service* (ATS) unit lain yang terkait dengan pemanduan lalu lintas penerbangan dalam membantu *Aerodrome Controller*.
8. **Assistant Soekarno-Hatta Aerodrome Controller** bertugas menerima dan menyampaikan *Flight Progress Strip* (FPS) yang aktif dari *Ground Controller* atau ke *Aerodrome Controller*.
9. **Assistant Soekarno-Hatta Aerodrome Controller** bertugas memperbaharui masa berlakunya *Automatic Terminal Information Service* (ATIS) setiap 30 menit sekali.
10. **Assistant Soekarno-Hatta Aerodrome Controller** bertugas menghidupkan/mematikan fasilitas *visual aid* (MMI) untuk perasional penerbangan.
11. **Assistant Soekarno-Hatta Aerodrome Controller** wajib melaksanakan tugas-tugas operasional yang diberikan oleh atasannya.

12. **Radar Controller** adalah seseorang yang bertugas melakukan pelayanan pemanduan lalu lintas udara pada suatu posisi kerja dengan menggunakan peralatan dan prosedur radar di wilayah yang menjadi tanggung jawabnya.
13. **Radar Controller** wajib menjamin agar radar separation di wilayah yang menjadi tanggung jawabnya tetap terjaga sesuai standar yang telah ditetapkan serta dapat mengantisipasi dan memprediksi bilamana terjadi *potential conflict*.
14. **Radar Controller** wajib memantau melalui radar display atau radar monitor semua pergerakan pesawat udara atau radar target/radar blip yang mencurigakan/meragukan diseluruh wilayah yang menjadi tanggung jawabnya agar dapat mengantisipasi dan memprediksi terjadinya *potential conflict* yang dapat membahayakan keselamatan dan keamanan penerbangan.
15. **Radar Controller** bertanggung jawab atas perubahan *flight level*, *estimate over transfer control point*, *deviasi heading* dan *route* dari suatu pesawat udara yang berada di wilayah yang menjadi tanggung jawabnya.
16. **Radar Controller** memutuskan *vacant level* dan *final level* bagi pesawat udara yang berada/akan memasuki wilayah yang menjadi tanggung jawabnya.
17. **Radar Controller** wajib memantau melalui radar display atau radar monitor semua pergerakan pesawat udara diseluruh wilayah yang menjadi tanggung jawabnya dan bilamana ada pesawat udara yang memerlukan *alerting service* agar segera dapat diberikan bantuan dan pertolongan.
18. **Radar Controller** wajib menjalin hubungan koordinasi dengan *Air Traffic Service* Unit lain yang terkait dalam rangka kelancaran tugasnya.

5.12 Struktur Organisasi Bidang ATC (Terlampir pada lampiran)

5.13 Jumlah Karyawan

Data karyawan yang bekerja di Bidang *Air Traffic Controller* (ATC) Cabang Bandara Soekarno-Hatta PT Angkasa Pura II (Persero) tercatat sampai bulan Mei 2011 seluruhnya 161 orang. Untuk waktu kerja pada Bidang *Air Traffic Controller* (ATC)

Cabang Utama Bandara Soekarno-Hatta dibedakan menjadi waktu kerja administratif dan waktu kerja operasional.

5.14 Waktu Kerja

Semua sektor beroperasi 24 jam terus menerus, dibagi menjadi 3 (tiga) shift kecuali General Purpose Jakarta yang hanya beroperasi pada siang hari dan hanya dibagi menjadi 2 (dua) shift.

1. *Dinas pagi* dari jam 07.00 sampai dengan jam 14.30 WIB atau jam 00.00 sampai dengan jam 07.30 UTC.
2. *Dinas siang* dari jam 14.00 sampai dengan jam 19.30 WIB atau jam 07.00 sampai dengan jam 12.30 UTC.
3. *Dinas malam* dari jam 19.00 sampai dengan jam 07.30 WIB atau Jam 12.00 sampai dengan jam 00.30 UTC.



BAB VI

HASIL PENELITIAN

6.1 Mechanical Failure, Environment Factor, Aspek Human

Penelitian mengenai kajian terjadinya kesalahan manusia (*human error*) pada petugas *air traffic controller* ini dilakukan terhadap 114 orang dari 161 orang petugas *Air Traffic Controller* berada di dua ruang, yaitu di tower atau ADC (*Aerodrome Centre*) dan di APP (*Approach Control*)/ACC (*Area Control Centre*) Bandar Udara Soekarno-Hatta. Subjek penelitian diambil dari bagian tersebut karena memenuhi kriteria penelitian, petugas ATC bertugas untuk memandu lalu lintas penerbangan guna menciptakan keselamatan dalam penerbangan, dalam menjalankan tugas tersebut, dibutuhkan disiplin, konsentrasi yang tinggi, keakuratan, ketelitian dan ketenangan serta kenyamanan lingkungan. Pekerjaan ini mempunyai beban yang berat karena menyangkut keselamatan pengguna jasa penerbangan. Apabila salah satu atau beberapa keadaan di atas tidak terpenuhi, maka berisiko petugas ATC melakukan kesalahan (*human error*).

Unit kajian yang digunakan dalam penelitian ini adalah didasarkan oleh teori konsep dasar ergonomi. Dari ketiga variabel yang akan dikaji yaitu faktor lingkungan kerja (*environment factor*), faktor peralatan (*mechanical failure*), aspek psikologis (*human*), sangat berkontribusi pada aktivitas pemanduan lalu lintas udara sehingga jika salah satu elemen tersebut tidak sesuai dengan manusia (petugas ATC) maka variabel tersebut merupakan menyebabkan terjadinya *human error* pada petugas ATC.

Setelah setiap variabel diketahui berapa besar kontribusinya dalam persentase, barulah kemudian akan dikaji dengan lebih mendalam mengenai aspek human error yaitu dengan cara membagi human error tersebut ke dalam kategori yang lebih spesifik. Dalam hal ini digunakan membagi *unsafe act* menjadi: *skill based error*, *decision error*, *perceptual error*.

Rangkuman Profil Penelitian tersaji dalam tabel 6.1

No	Karakteristik	Jumlah Sampel	Persentase
1	Usia		
	a. 21-30 tahun	8	9,1%
	b. 31-40 tahun	61	69,5%
	c. 41-50 tahun	25	28,5%
	d. 50-56 tahun	20	22,8%
2	Masa Kerja		
	a. 1-5 tahun	8	9,1%
	b. 6-10 tahun	13	14,8%
	c. 11-15 tahun	51	51%
	d. 16-20 tahun	16	18,2%
	e. 21-25 tahun	9	10,2%
	f. 26-30 tahun	15	17,1%
	g. 31-35 tahun	2	2,2%
	Jumlah Total	114	100%

Tabel 6.1 Rangkuman Profil Penelitian

Menurut hasil kajian dengan menyebarkan angket kepada 114 petugas ATC, didapatkan bahwa persentase penyebab terjadinya human error pada petugas ATC dalam aktivitas pemanduan lalu lintas yang paling besar ialah faktor dari *mechanical failure* yaitu sebesar 93,9% sebanyak 107 orang menyatakan peralatan sering mengalami gangguan, pada faktor lingkungan kerja yang berkontribusi pada terjadinya *human error* sebesar 94,7%, sebanyak 108 responden menyatakan cuaca sering mengganggu aktivitas pemanduan. Faktor Psikologis dalam hal ini beban kerja mental pada aktivitas pemanduan lalu lintas ini dipengaruhi oleh durasi kerja, serta kurangnya jumlah personil ATC sehingga dapat menyebabkan kelelahan (*fatigue*) yang berkepanjangan. Durasi kerja ATC berkisar antara 1-7 jam per hari, durasi yang berbeda tergantung dari shift kerja, dengan rata-rata 4 jam kerja di depan *radar display* dengan frekuensi setiap 40 menit dilakukan pergantian kontrol antar pekerja, namun pada pengamatan pergantian kontrol tersebut belum sepenuhnya dijalankan

mengingat keterbatasan SDM dan traffic lalu lintas di Bandar Udara Soekarno Hatta yang semakin padat.

6.2 Faktor Peralatan (*Mechanical Failure*)

Dalam penelitian ini, ketidaksesuaian yang timbul dari peralatan kerja (*Mechanical failure*) yang biasa terjadi dalam tugas operasional ATC. Hasil penelitian adalah sebagai berikut:

6.2.1 Gangguan pada Peralatan Kerja

Berdasarkan kuesioner kepada 141 responden, sebanyak 107 orang menyatakan peralatan sering mengalami gangguan atau sekitar 93,9%, angka ini menunjukkan bahwa kinerja alat yang tersedia sering mengalami gangguan.

Tabel 6.2 Distribusi Frekuensi Gangguan pada Peralatan Kerja

Kategori	Jumlah	%
Sering	107	93,9
Kadang-kadang	7	6,1

Sumber : Data terolah

6.2.2 Desain Workstation

Untuk mendapatkan hasil penelitian mengenai *desain workstation* dilakukan penyebaran kuesioner, tabel 6.3 menunjukkan hasil yaitu lebih dari setengah responden yaitu sebanyak 86 orang (75,4%) merasa bahwa kursi mereka belum cukup nyaman, dan sisanya yaitu sebanyak 28 orang (24,6%) merasa bahwa kursi yang mereka gunakan sudah cukup nyaman.

Tabel 6.3 Distribusi Frekuensi Desain Workstation (kenyamanan kursi)

Kategori	Jumlah	%
Nyaman	28	24,6
Tidak nyaman	86	75,4

Sumber: Data terolah

6.2.3 Penataan Peralatan Kerja

Berdasarkan hasil kuesioner didapatkan hasil pendapat responden mengenai penataan peralatan kerja pada tabel 6.4 terlihat bahwa 36 orang (31,6%) menyatakan penempatan peralatan kerja mudah dioperasikan, dan 78 orang (68,4%) yang menyatakan penataan peralatan belum memudahkan aktivitas pemanduan.

Tabel 6.4 Distribusi Frekuensi Penataan Peralatan Kerja

Kategori	Jumlah	%
Mudah dioperasikan	36	31,6
Tidak mudah dioperasikan	78	68,4

Sumber: Data terolah

Hasil pengamatan dan wawancara:

Dalam hasil pengamatan di ruang ACC/APP dan ADC terlihat meja yang digunakan didesain sedemikian rupa sehingga menyatu dengan panel-panel control dan layar radar atau komputer. Masing-masing responden bekerja dengan menghadapi seperangkat alat ATC yaitu:

❖ *Bagian ADC*

I. Meja

Di bagian ini digunakan perangkat 1 buah monitor merk Hewlett Packard keluaran tahun 2000 ukuran 15" yang menyatu dengan seperangkat meja ATC yang bermerk Thomson keluaran tahun 1985.

- Monitor dan keyboard terpisah*
- Monitor tidak dapat diatur sudutnya dan tidak dapat digerakkan dengan mudah sesuai keinginan responden*
- Keyboard diletakkan di atas meja.*

II. Kursi

Kursi yang digunakan responden adalah berkaki 5 buah dengan merk *Starmm* keluaran tahun 2000 yang bisa berputar dengan bahan plastic serta alas duduk dan sandaran dilapisi busa dari bahan yang tidak licin. Terdapat topangan tangan dan kaki yang menempel pada bagian bawah kursi. Pada alas duduk diberi cekungan tempat bokong dan sandaran mengikuti kontur tubuh. Alas duduk agak condong ke depan karena seringnya responden duduk dengan posisi agak ke ujung depan sehingga beban pada bagian ujung depan kursi besar. **Foto dapat dilihat pada lampiran.**

❖ *Bagian APP/ACC*

I. *Meja*

Di bagian ini digunakan perangkat 1 buah monitor ukuran 30'' (berbentuk bujur sangkar) yang menyatu dengan seperangkat meja ATC yang bermerk *Hughes* buatan *Canada* keluaran tahun 1998.

- *Monitor dan keyboard terpisah*
- *Monitor tidak dapat diatur sudutnya dan tidak dapat digerakkan dengan mudah sesuai keinginan responden*
- *Keyboard diletakkan di atas meja.*

II. *Kursi*

Kursi yang digunakan reponden adalah berkaki 5 buah dengan merk *Stramm* keluaran tahun 2000 yang bisa berputar dengan bahan plastik serta alas duduk dan sandaran dilapisi busa dari bahan yang tidak licin. Tidak seperti kursi di bagian *ADC*, kursi di bagian *APP/ACC* memiliki tinggi yang lebih rendah dan tidak memiliki topangan kaki. Alas duduk diberi cekungan tempat bokong dan sandaran punggung mengikuti kontur tubuh. **Foto dapat dilihat pada lampiran.**

Selain itu, kondisi peralatan memang tergolong sudah tua, seperti sistem radio yang ada disana cenderung sudah berdebu dan kotor. Hal ini juga dibenarkan dalam wawancara dengan koordinator ATC menjelaskan kinerja dari peralatan sebagai masalah utama yang menjadi kendala dalam

pekerjaan ATC, berupa peralatan yang sudah tua dan masih manual, alat yang tidak semuanya digunakan, secara visual dapat menyulitkan mereka, dan personil yang kurang. Saat alat yang digunakan tidak dapat berfungsi dengan baik, atau saat alat rusak, para ATC tidak dapat mengatasinya atau memperbaikinya sendiri. Mereka membutuhkan orang lain, dimana orang lain tersebut adalah teknisi yang bertugas mengontrol alat-alat yang digunakan. Posisi letak peralatan dan prasarana yang ada sangat mempengaruhi kenyamanan mereka dalam bekerja.

6.3 Kondisi Lingkungan Kerja ATC (*Environment factor*)

Dalam penelitian ini, ketidaksesuaian yang timbul dari lingkungan kerja (*Environment*) yang biasa terjadi dalam tugas operasional ATC. Hasil penelitian adalah sebagai berikut:

6.3.1 Tingkat kebisingan

Untuk mendapatkan hasil penelitian mengenai tingkat kebisingan dilakukan penyebaran kuesioner dan pengukuran intensitas kebisingan dengan *Sound Level Meter* (SLM).

a. Tingkat Kebisingan Berdasarkan Hasil Kuesioner

Tabel 6.5 menunjukkan hasil bahwa 85 orang (74,6%) menyatakan adanya gangguan kebisingan di dalam ruang kerja yang dapat mengurangi kewaspadaan dalam bekerja.

Tabel 6.5 Distribusi Frekuensi adanya gangguan kebisingan di ruang kerja ACC/APP

Kategori	Jumlah	%
Ya	85	74,6
Tidak	29	25,4

Sumber: Data terolah

b. Tingkat Kebisingan Berdasarkan Pengukuran

Pengukuran kebisingan tempat kerja dilakukan dengan menggunakan *Sound Level Meter* (SLM) di ruang ACC/APP dan mendapatkan hasil yaitu sebesar 63,2 dbA, seperti pada definisi operasional bahwa tingkat kebisingan di ATC 63,2 dbA melewati NAB yang berkisar 55 dbA dari *International Civil Administration Organization* (ICAO) mengenai kondisi fisik kerja ATC.

Hasil wawancara: Suara bising juga dapat mengganggu kelancaran pekerjaan mereka. Misalnya saja pada saat pagi hari, cleaning service yang bertugas untuk membersihkan ruangan, dengan menggunakan vacuum cleane, suara dari vacuum tersebut dapat mengganggu konsentrasi ATC, serta suaranya masuk ke dalam mesin dan terdengar oleh pilot yang sedang berkomunikasi dengan ATC. Kebisingan di ruang kerja dapat di toleransi, kecuali jika terdapat gangguan dari luar karena sistem radar ini menggunakan radio frekuensi maka ada kelemahannya jika ada pemancar lain masuk, itu yang dapat mengganggu aktivitas pemanduan.

6.3.2 Temperatur

Pada tabel 6.6 dapat dilihat bahwa lebih dari setengah responden yaitu sebanyak 79 orang (69,3%) merasa bahwa temperatur dingin di ruang kerja mereka tidak nyaman, dan sisanya yaitu sebanyak 35 orang (30,7%) merasa bahwa temperatur di ruang kerja mereka sudah cukup nyaman.

Tabel 6.6 Distribusi Frekuensi Kenyamanan Temperatur

Kategori	Jumlah	%
Nyaman	35	69,3
Tidak nyaman	79	30,7

Sumber: Data terolah

Hasil pengamatan: Di ACC/APP dan ADC semua peralatannya berjalan 24 jam non-stop sehingga dilengkapi dengan alat pendingin udara yang sifatnya dikendalikan dari sentral. Fungsinya adalah untuk menjaga peralatan di kedua ruangan agar tidak cepat rusak karena dijalankan selama 24 jam. Suhu

ruangan berkisar 20-22°C pada siang hari, sedangkan pada malam hari suhunya mencapai 15-17°C. Hampir seluruh pengendali lalu lintas udara mengatakan bahwa suhu diruangannya dingin sekali dan tidak sesuai untuk orang melainkan sesuai untuk pemeliharaan mesin/peralatan dalam ruangan.

6.3.3 Tingkat pencahayaan

Pada tabel 6.7 menunjukkan hasil mengenai kenyamanan pencahayaan. Lebih dari setengah responden yaitu sebanyak 67 orang (58,8%) merasa bahwa pencahayaan di ruang kerja mereka sudah cukup nyaman, dan sisanya yaitu sebanyak 47 orang (41,2%) merasa bahwa pencahayaan di ruang kerja mereka belum cukup nyaman.

Tabel 6.7 Distribusi Frekuensi Kenyamanan Pencahayaan

Kategori	Jumlah	%
Ya	67	58,8
Tidak	47	41,2

Sumber: Data terolah

Hasil Pengamatan: pencahayaan yang terdapat di ruang kerja sudah cukup, hanya pada malam hari sering terjadi masalah dalam pencahayaan, karena sulit untuk melihat pergerakan pesawat. Untuk menekan tingkat kesilauan pada siang hari gedung tower memiliki perisai silau yang ada pada kaca di gedung tower sedangkan pencahayaan di ruang radar tidak terlalu terang karena harus disesuaikan dengan monitor agar tidak terjadi pemantulan cahaya ke monitor radar.

6.3.4 Kelancaran Sirkulasi Udara

Tabel 6.8 menunjukkan hasil lebih dari setengah responden yaitu sebanyak 81 orang (71,7%) merasa bahwa kelancaran sirkulasi belum nyaman, dan sisanya yaitu sebanyak 31 orang (28,9%) merasa bahwa udara di ruang kerja mereka sudah cukup nyaman.

Tabel 6.8 Distribusi Frekuensi Kelancaran Sirkulasi Udara

Kategori	Jumlah	%
Nyaman	33	28,9
Tidak nyaman	81	71,7

Sumber: Data terolah

Hasil pengamatan dan wawancara:

Lingkungan kerja yang kurang mendukung, misalnya sirkulasi udara juga tidak lancar, ventilasi yang terdapat di ruangan kerja ATC terbatas, yang menyebabkan tidak adanya pergantian udara, sehingga hanya mengandalkan oksigen yang ada dalam ruangan tersebut, ditambah lagi pada ruangan ber AC tapi tetap ada yang merokok, sehingga dapat menambah tekanan pada ATC lainnya. Di ruang radar terdapat terdapat larangan untuk merokok, namun terjadi banyak pelanggaran dengan banyaknya karyawan yang merokok, sehingga seringkali ruangan dipenuhi asap rokok yang dapat mengganggu kinerja karyawan atau ATC lainnya. Hal ini dapat terlihat dari beberapa gejala seperti kesalahan atau kekeliruan dalam memberikan instruksi kepada pilot, merasa tidak nyaman ataupun marah-marah saat bekerja, atau bisa juga terlihat dengan perilaku merokok yang dilakukan beberapa orang ATC untuk mengurangi rasa cemas atau rasa lelah sehingga dapat meningkatkan konsentrasi mereka.

6.3.5 Gangguan Cuaca

Tabel 6.9 menunjukkan hasil mengenai adanya gangguan cuaca dalam aktivitas pemanduan lalu lintas udara. Hasil yang cukup tinggi pada persentase adanya gangguan cuaca 108 orang (94,7%) merasa bahwa adanya gangguan cuaca sangat mempengaruhi kinerja pemanduan lalu lintas udara, dan sisanya yaitu sebanyak 6 orang (5,3%) merasa bahwa gangguan cuaca masih dapat dikendalikan.

Tabel 6.9 Distribusi Frekuensi Adanya gangguan cuaca

Kategori	Jumlah	%
----------	--------	---

Ya	108	94,7
Tidak	6	5,3

Sumber: Data terolah

Hasil pengamatan dan wawancara:

Dalam wawancara kepada coordinator ATC, ketika cuaca ekstrem di luar seperti badai, angin kencang, controller tidak dapat melihat apa yang sesungguhnya terjadi melalui radar. Hal ini tidak dapat terdeteksi karena alat bantu cuaca tidak berfungsi.

6.4 Aspek *Human*

6.4.1 Beban Kerja

Pekerja ATC selalu dituntut kewaspadaannya terhadap keselamatan penerbangan, maka dari itu peneliti mengkategorikan beban kerja ini ke dalam beban kerja mental, beban kerja mereka diketahui dalam berapa lama durasi ATC dalam memandu lalu lintas per hari.

Semua sektor beroperasi 24 jam terus menerus, dibagi menjadi 3 (tiga) shift kecuali General Purpose Jakarta yang hanya beroperasi pada siang hari dan hanya dibagi menjadi 2 (dua) shift.

1. *Dinas pagi* dari jam 07:00 sampai dengan jam 14.30 WIB atau jam 00.00 sampai dengan jam 07.30 UTC.
2. *Dinas siang* dari jam 14.00 sampai dengan jam 19.30 WIB atau jam 07.00 sampai dengan jam 12.30 UTC.
3. *Dinas malam* dari jam 19.00 sampai dengan jam 07.30 WIB atau Jam 12.00 sampai dengan jam 00.30 UTC.

Pada tabel 6.10 menunjukkan hasil mereka bertugas dengan rata-rata waktu 4 jam perhari, waktu minimum 1 jam dan maksimum 7 jam per hari, dengan angka distribusi paling banyak 3-4 jam/ hari yaitu sebanyak 63 orang (71,82%).

Tabel. 6.10 Distribusi Frekuensi Durasi Kerja

Kategori	Jumlah	%
- 1-2.50 jam/hari	18	20,52%
- 3-4 jam/hari	63	71,82%
- 5-7 jam/hari	33	37,62%

Sumber: Data terolah

Pada tabel. 6.11: Beban kerja mental tergambar dari penyebaran kuesioner terhadap 114 orang, terlihat bahwa dari 104 orang (91,2%) menyatakan bahwa beban kerja ATC terlalu berat karena tidak didukung oleh jumlah SDM yang seimbang dengan padatnya traffic lalu lintas udara.

Tabel. 6.11 Distribusi Frekuensi Beban kerja terlalu banyak

Kategori	Jumlah	%
- Ya	104	91,2
- Tidak	10	8,8

Sumber: Data terolah

6.4.2 Kelelahan Mental

6.4.2.1 Pekerjaan Tidak Optimal

Tabel 6.11 menunjukkan hasil keoptimalan pekerjaan ATC terhadap responden, hasil menunjukkan sebanyak 80 orang (70,2 %) responden sering tidak optimal dalam bekerja, dan sisanya yaitu 34 orang (29,8 %) terkadang tidak optimal dalam berkerja.

Tabel 6.12 Distribusi Frekuensi Keoptimalan pekerjaan

Kategori	Jumlah	%
Sering	80	70,2
Kadang-kadang	34	29,8

Sumber: Data terolah

6.4.2.2 Pekerjaan ATC melelahkan

Tabel 6.12 menunjukkan hasil bahwa yang terbanyak pekerja merasakan pekerjaan ATC melelahkan yaitu sebanyak 97 orang (85,1), dan sisanya tidak merasakan kelelahan yaitu sebanyak 17 orang (14,9%).

Tabel 6.13 Distribusi frekuensi kelelahan akibat kerja

Kategori	Jumlah	%
Ya	97	85,1
Tidak	17	14,9

Sumber: Data terolah

6.4.2.3 Merasa sering tidak konsentrasi

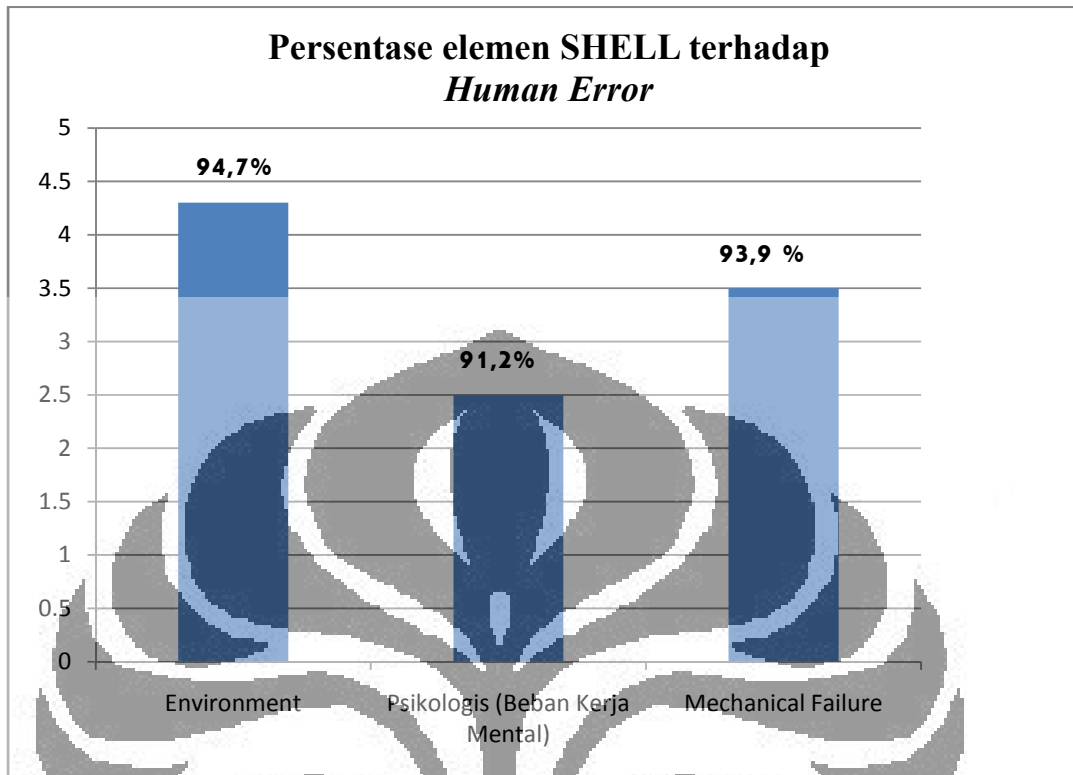
Pada tabel 6.13 menunjukkan sebanyak 52 orang (45,6%) responden merasa sering tidak konsentrasi, dan sisanya sebanyak 62 orang (54,4%) merasa kadang-kadang tidak konsentrasi dalam bekerja.

Tabel 6.14 Distribusi Frekuensi Perasaan Tidak Konsentrasi

Kategori	Jumlah	%
Sering	52	45,6
Kadang-kadang	62	54,4

Sumber: Data terolah

Gambar 6.1. Grafik Persentase kontribusi *mechanical failure*, *environment*, dan Aspek *Human* (Beban kerja mental) terhadap terjadinya *human error*.



Jenis *human error* yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada taksonomi unsafe act yang dikeluarkan oleh Weigmann dan Shappell (2001). Dalam taksonomi ini unsafe act dibagi ke dalam empat kelompok, yaitu: *skill based error*, *decision error*, *perceptual error*.

6.5.1 Persentase Skill Based Error, Perceptual Error, Decision Error.

Tabel 6.15 Persentase *Skill Based Error*, *Perceptual Error*, dan *Decision Error*

No	Potensi Error	Persentase
1	<i>Skill Based Error</i> (Kesalahan dalam memberikan instruksi kepada Pilot)	77,2%
2	<i>Decision Error</i> (Kesalahan dalam mengambil keputusan saat memandu lalu lintas udara)	71,1%
3	<i>Perceptual Error</i> (Kesalahan dalam mempersepsikan jarak dan ketinggian)	62,3%

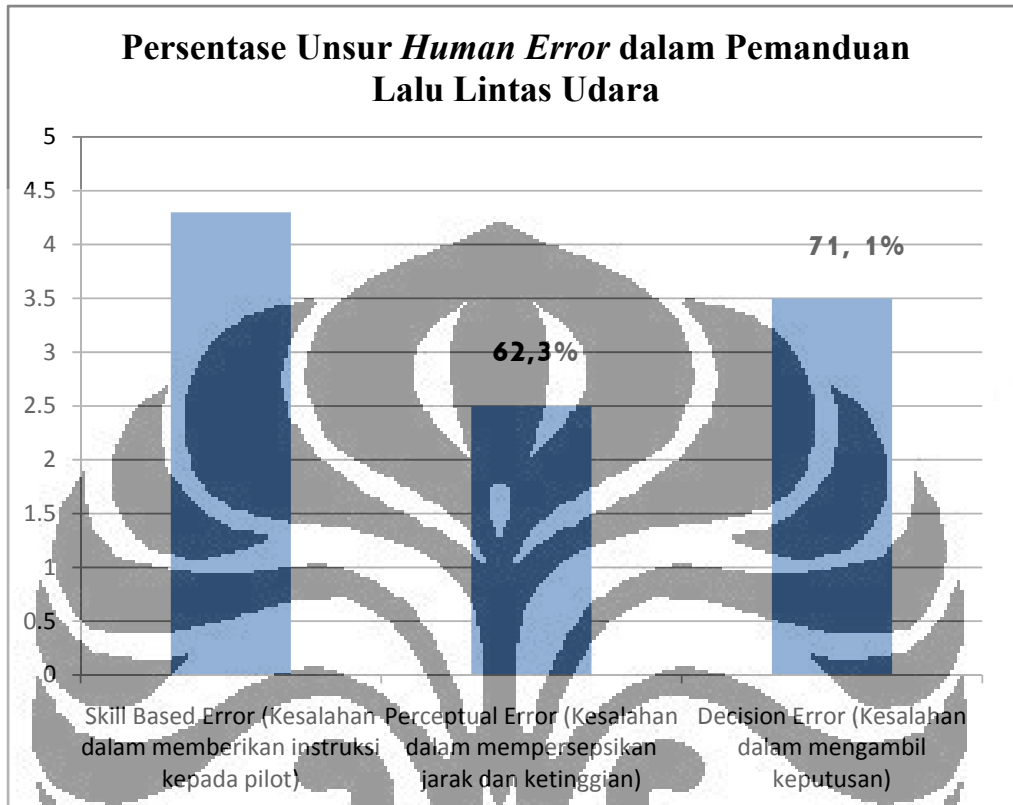
Pada tabel 6.2 terlihat persentase dari masing-masing unsur *human error* terlihat dengan jelas bahwa *skill based error* merupakan kausa yang memiliki nilai tertinggi dibandingkan jenis human error lainnya, yakni sebesar 77,2 %. Kemudian diikuti dengan *decision error* 71,1% dan *perceptual error* 62,3%. Hal ini sejalan dengan berbagai penelitian terkait human error yang telah dilakukan. Dimana penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa skill based error merupakan jenis human error yang paling dominan terjadi dalam sebuah kecelakaan. Penelitian yang dilakukan oleh Schappel & Wiegmann (2001) pada kecelakaan pesawat komersial selama kurun waktu 7 tahun didapatkan hasil bahwa *skill based error* yang terjadi sebesar 89,1% dan *decision error* sebesar 28,6%.

Skill based error terjadi bila seseorang dihadapkan pada tugas rutin yang sudah sangat dimengerti dan dipahami, dalam penelitian ini terlihat bahwa dalam memandu lalu lintas udara terlihat 88 orang atau 77,2 % dari total responden pernah melakukan kesalahan dalam instruksi kepada pilot, sedangkan yang tidak pernah melakukan kesalahan instruksi kepada pilot tercatat 26 orang atau 22,8 % dari total responden.

Pada persentase *perceptual error* terlihat bahwa dalam memandu lalu lintas udara tercatat 71 orang atau 62,3% dari total responden pernah melakukan kesalahan dalam mempersepsikan jarak dan ketinggian, sedangkan yang tidak pernah melakukan kesalahan dalam mempersepsikan jarak dan ketinggian, tercatat 43 orang atau 37,7 % dari total responden.

Pada Persentase *decision error* terlihat bahwa dalam memandu lalu lintas udara tercatat 81 orang atau 71,1 % dari total responden pernah melakukan kesalahan dalam mengambil keputusan, sedangkan yang tidak pernah melakukan kesalahan dalam mengambil keputusan tercatat 33 orang atau 28,9 % dari total responden. Decision error terjadi bila seseorang dihadapkan dengan sebuah tugas yang rumit dari biasanya atau pada tugas yang tidak begitu dipahami.

Gambar 6.2 Grafik Persentase *skill based error*, *decision error*, dan *perceptual error*.



Sumber: Data terolah

BAB VII

PEMBAHASAN

7.1 Keterbatasan Penelitian

Penelitian mengenai “Kajian Terjadinya Human Error Pada Petugas *Air Traffic Controller* dalam aktivitas pemanduan lalu lintas udara PT Angkasa Pura II, Bandar Udara Soekarno-Hatta Tahun 2011 ini dilakukan dengan menggunakan kerangka teori konsep dasar ergonomi (Osborne, 1995) ini terdapat beberapa keterbatasan, diantaranya:

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data kuantitatif dan kualitatif, untuk kuantitatif dari sebaran angket kepada 114 petugas ATC dimana adanya kemungkinan bias pada saat pengumpulan data yang ditentukan oleh keterbatasan responden dalam menjawab pertanyaan dengan sebenarnya.
2. Dari sisi peneliti, penelitian ini adalah kurangnya pengalaman bagi peneliti dalam mengadakan penelitian.
3. Data sekunder mengenai kejadian *nearmiss* seperti *Breakdown of Separation (B.O.S)* dan *Breakdown of Coordination (B.O.C)* yang dapat dijadikan sumber penelitian tidak dapat dikeluarkan oleh pihak *Safety Management System (SMS)*.

7.2 Gambaran Teori Konsep Dasar Ergonomi dalam Aktivitas Pemanduan Lalu Lintas

Responden yang merupakan pengendali lalu lintas udara atau air traffic controller, memiliki tugas mengatur kelancaran lalu lintas udara dengan menggunakan perangkat *air traffic controller (ATC)* yang dibagi menjadi 3 bagian, yaitu *aerodrome centre (ADC)*, *approach centre (APP)* dan *area control centre (ACC)*. Di bagian ADC, pekerjaannya masih melakukan tugas lainnya seperti menulis

dan mengamati pergerakan pesawat lewat teropong maupun mata telanjang selain bekerja dengan komputer. Sedangkan dibagian APP/ACC, pekerjaanya dihadapkan dengan layar radar dalam posisi duduk secara terus menerus.

7.2.1 Interaksi Konsep Dasar Ergonomi

Dalam penelitian ini, peneliti hanya membatasi teori konsep dasar ergonomi dari aspek lingkungan, peralatan dan manusianya (aspek psikologis).

7.2.1.1 Human - Machine

Interaksi antara operator manusia dan mesin, melibatkan kecocokan dengan ciri-ciri fisik dari kokpit, pesawat atau peralatan dengan karakteristik umum dari pengguna, sementara manusia mempertimbangkan tugas atau pekerjaan yang akan dilakukan (Hawkins & Orlady, 1993:4).

Contoh:

1. Merancang kursi penumpang dan kru agar sesuai dengan karakteristik tubuh manusia.
2. Merancang dan pengendalian untuk peralatan, pengolahan informasi sensorik dan karakteristik pergerakan pengguna manusia sementara memfasilitasi urutan tindakan, meminimalkan beban kerja (melalui lokasi / tata letak) dan termasuk perlindungan untuk kesalahan yang disengaja maupun tidak disengaja. (Hawkins & Orlady, 1993:4)

Ketidakesesuaian pada antarmuka L-H dalam penelitian ini dapat dilihat dengan :

- Seringnya peralatan mengalami gangguan, sebesar 107 orang (93,9%)
- Ketidaknyamanan kursi yang mereka gunakan sebesar 86 orang yang menjawab (75,4%)
- Penataan peralatan di ruang kerja membuat peralatan tidak mudah dioperasikan sebesar 78 orang (68,4%)

7.2.1.2 Human-Environment

Interaksi antara operator manusia dengan lingkungan eksternal dan internal (Johnston et al, 2001 6). Melibatkan adaptasi lingkungan untuk sesuai dengan kebutuhan manusia. Ketidaksihesuaian antara *Liveware-environment* dalam penelitian ini dapat dilihat dengan:

- Adanya gangguan kebisingan, 85 orang (74,6%) responden menyatakan masih adanya gangguan kebisingan ditempat kerja mereka, gangguan kebisingan ini juga di tambah dengan masuknya gangguan suara dari radio frekuensi yang lain, menyebabkan komunikasi dapat terganggu.
- Temperatur dingin di ruang kerja membuat petugas ATC tidak nyaman dalam bekerja, hal ini ditunjukkan dengan hasil 79 orang.
- Sirkulasi udara yang tidak bersih, sebanyak 81 orang (71,1%) menyatakan sirkulasi udara di ruang kerja tidak bersih.
- Gangguan cuaca, 108 orang (94,7%) menjawab gangguan cuaca tidak dapat diprediksi dan dapat berkontribusi terhadap keselamatan penerbangan, serta tidak berfungsinya alat deteksi cuaca di ruang kerja.

7.2.1.3 Aspek Psikologis

Varibel penelitian dalam aspek psikologis yang peneliti masukkan adalah beban kerja mental karena sesuai dengan pekerjaan ATC yang menuntut kewaspadaan karena kompleksitas lalu lintas udara, sistem shift atau bergiliran yang tidak berjalan sebagaimana mestinya dan cuaca buruk yang tidak terprediksi. (*Encyclopedia of Air Traffic Controller, 2010*).

Beban kerja yang tinggi, ketidakeptimalan dalam bekerja, kelelahan sehabis kerja, tidak konsentrasi dalam bekerja merupakan aspek psikologis dalam penelitian ini, dimana merupakan stressor organisasi, bila tidak dapat di kendalikan dapat mengakibatkan terjadinya kesalahan dalam pemanduan lalu lintas udara dan gejala stress pada pekerja.

Faktor-faktor yang yang berpengaruh terhadap terjadinya kelelahan kerja dan penyebab kelelahan kerja bermacam-macam, mulai dari faktor lingkungan kerja yang

tidak memadai untuk bekerja sampai masalah psikososial dapat berpengaruh terhadap terjadinya kelelahan kerja. Lingkungan kerja yang nyaman dan ventilasi udara yang adekuat, didukung oleh tidak adanya kebisingan akan mengurangi kelelahan kerja. Waktu istirahat dan waktu bekerja yang proposional dapat menurunkan derajat kelelahan kerja. (Phoon, 1988).

Penyebab kelelahan kerja umumnya berkaitan dengan:

- a. Sifat pekerjaan yang monoton.
- b. Intensitas kerja dan ketahanan kerja mental dan fisik yang tinggi.
- c. Cuaca ruang kerja; pencahayaan dan kebisingan serta lingkungan kerja lain yang tidak memadai.
- d. Faktor psikologis, rasa tanggung jawab; ketegangan-ketegangan dan konflik-konflik.
- e. Penyakit-penyakit, rasa kesakitan dan gizi (ILO, 1983).
- f. Circadian rhythm (ILO, 1983). Di informasikan dalam kaitan kejadian kelelahan kerja shift kerja berpeluang menimbulkan kelelahan kerja sekitar 80% dan shift kerja sendiri berpeluang menimbulkan gangguan tidur pada pekerja shift malam sekitar 80%. (K. Maurits, 2010).

7.3 Faktor Keselamatan Penerbangan

Dalam pandangan multiple causes Hokstad, et al. (1999), menyebutkan bahwa terdapat beberapa faktor yang terkait dengan keselamatan penerbangan. Faktor-faktor tersebut diantaranya: faktor lingkungan (environment), teknis manusia (human error), dan material. Faktor-faktor tersebut dianggap sebagai sumber bahaya dalam bidang penerbangan dan berisiko untuk menimbulkan kerugian baik pada aspek manusia, property, maupun lingkungan itu sendiri. Selain itu, Sejalan dengan pandangan tersebut, Krause (1996) menyatakan hal yang hampir serupa, yaitu terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi keselamatan dalam dunia penerbangan, yaitu: *human factors*, *environment (meteorology and atmospheric phenomena)*, *mechanical deficiencies*, dan *maintenance oversight*.

Dalam *International Civil Aviation Organization* “*Fundamental Human Factor Concepts*” terdapat *human factors in flight operation* dimana didalamnya dibahas teori SHELL (Hawkins, 1987) yang menjelaskan model teori *Human factor engineering* (aspek ergonomik). Ergonomi merupakan subjek multidisiplin yang memberikan perhatian optimal dari peran individu pada interaksi manusia dan mesin. Dalam perspektif ini dianggap pekerja bukanlah satu-satunya sumber error. Error didefinisikan sebagai akibat dari *miss match* atau ketidaksesuaian antara manusia dengan lingkungannya. Dalam teori ini dipelajari interaksi antara *Hardware* (mesin dan peralatan), *Environment* (lingkungan kerja), *Human* (pekerja yang bersangkutan).

Pada tahun 2000, *International Ergonomic Association* mendefinisikan Ilmu *ergonomic* atau *Human Factor Science* sebagai disiplin ilmu yang mempelajari interaksi antara manusia dan elemen-elemen dalam sistem yang terkait, dan merupakan profesi yang mengaplikasikan teori, prinsip, data dan metode untuk mendesain kerja dalam mengoptimalkan kesejahteraan manusia dan kinerja sistem secara keseluruhan.

Ruang lingkup ergonomik menurut ILO tidak terbatas pada aspek fisik dan fisiologik, yang mencakup antropometri, kerja otot, postur kerja, biomekanik, kelelahan umum dan pemulihan kelelahan; namun telah berkembang meluas pada aspek psikologik yang mencakup beban kerja mental, kewaspadaan, dan kelelahan mental; aspek organisasi mencakup pengorganisasian pekerjaan, jam kerja produktif, pola istirahat dan perubahan pola tidur, bahkan lebih luas lagi yaitu aspek desain sistem kerja di mana terjadi interaksi manusia dengan mesin yang mencakup *workstation*, alat, sistem pengendali, indicator dan panel, proses dan desain informasi.

Dalam penelitian ini, pembahasan dibatasi pada aspek desain sistem kerja (faktor peralatan), aspek psikologik, dan faktor lingkungan. Peneliti tidak membahas aspek fisik dan fisiologik maupun aspek organisasi. Dengan mengadopsi dari teori konsep dasar ergonomi tersebut, maka dalam bagian hasil pada penelitian (BAB VI) ini selain ditampilkan persentase *human error*, ditampilkan juga tiga faktor lain yang merupakan interaksi manusia dengan kegagalan peralatan (*mechanical failure*), faktor

lingkungan (*environment factors*), dan aspek psikologis. Dengan menghitung distribusi frekuensi pada *mechanical failure*, *environment factors*, dan *aspek psikologi* untuk mengetahui manakah di antara faktor-faktor tersebut yang memiliki kontribusi ketidaksesuaian yang paling besar dalam kausalitas *human error*. Setelah dilakukan kajian, terbukti ketidaksesuaian dari peralatan yang digunakan, lingkungan kerja dan beban kerja yang tinggi (beban kerja mental). Masing-masing persentase yang terbesar yaitu 93,9% untuk gangguan peralatan, gangguan cuaca 94,7% ditunjang dengan tidak berfungsinya alat bantu cuaca dan beban kerja mental yang tinggi sebesar 91,2%. Beban kerja mental disini sebagai aspek psikologik berpengaruh terhadap terjadinya kelelahan kerja.

7.4 Gambaran Human Error pada Petugas ATC

Human error merupakan bagian dari perilaku manusia dan human error juga mempunyai peranan penting dalam proses manusia untuk mempelajari kemampuan atau keahlian yang baru (*trial and error*). Feyer dan Williamson (1998) menyatakan bahwa human error dapat terjadi bermacam-macam, dan sangat tergantung dari tahapan fungsi *information processing* pada saat error tersebut terjadi. Reason (1990) membagi error pada tahapan *information processing* tersebut menjadi 3 (tiga) yaitu: *slips*, *lapses*, dan *mistakes*.

Tabel 7.1. Human error dalam berbagai tahapan kognitif (Reason, 1990)

Cognitive Stages	Error type
<i>Planning</i>	<i>Mistakes</i>
<i>Storage</i>	<i>Lapses</i>
<i>Execution</i>	<i>Slips</i>

Human error dalam penelitian ini diartikan sebagai kejadian/kegagalan fisik atau mental yang tidak disengaja/tidak diniatkan (*unintended*), yang menyebabkan seseorang tidak dapat mencapai tujuan yang diinginkan atau dalam kata lain menyebabkan kecelakaan pesawat terbang. Banyak sekali taksonomi atau sistem klasifikasi human error, namun penelitian ini digunakan taksonomi dari Weigmann dan Shappell yang membagi human error (*unsafe act*) menjadi *skill based error*, *decision error*, dan *perceptual error*.

Alasan digunakannya taksonomi Weigmann dan Shappel dalam penelitian ini ialah karena taksonomi ini lebih mudah digunakan, hal ini didasarkan karena taksonomi ini memang dibuat berdasarkan hasil penelitian di bidang penerbangan atau aviasi. Selain itu, dalam *Human Factors Analysis and Classification System* (HFACS) sudah terdapat daftar beberapa *human error* yang sering terjadi di bidang penerbangan, sehingga mempermudah peneliti dalam melakukan pengkategorian *human error*.

7.3.1 Skill Based Error

Menurut hasil analisis distribusi frekuensi pada *Skill Based Error*, didapatkan bahwa persentase *human failure* yang terbesar ialah *skill based error* yaitu sebanyak 77,2%. Untuk *decision error*, *perceptual error* masing-masing berkontribusi 71,15% dan 62,3%.

Skill based error menurut Reason (1990), diartikan sebagai error yang terjadi pada kondisi yang sangat dikenal (*routine environment*). Skill based error dapat terjadi berupa slips (error pada tahap eksekusi) dan lapses (error pada tahap *storage*). Menurut Rasmussen (1983), skill based error merupakan jenis error yang paling sering terjadi. Tetapi walaupun demikian error ini lebih mudah terdeteksi sehingga seharusnya dapat segera ditanggulangi.

Weigmann dan Shappell (2000), memberikan pula beberapa contoh skill based error yang aplikatif di dunia penerbangan. Contoh skill based error dari Weigmann dan Shappell (2000), yaitu sebagai berikut:

1. *Breakdown in visual scan*
2. *Delayed response*
3. *Failed to prioritize attention*
4. *Failed to recognize extremis*

5. *Improper instrument cross-check*
6. *Inadvertent use of flight control*
7. *Omitted step in procedure*
8. *Omitted checklist item*
9. *Poor technique*

Dalam penelitian *skill based error* yang akan dibahas adalah hanya gambaran kesalahan instruksi dari petugas ATC kepada pilot. Kesalahan instruksi kepada pilot mempunyai presentase terbesar dalam *human error* yang terjadi pada petugas ATC yaitu sebesar 77,2% artinya *Skill based error* terjadi bila seseorang dihadapkan pada tugas rutin yang sudah sangat dimengerti dan dipahami, dalam penelitian ini terlihat bahwa dalam memandu lalu lintas udara terlihat 88 orang atau 77,2 % dari total responden pernah melakukan kesalahan dalam instruksi kepada pilot, sedangkan yang tidak pernah melakukan kesalahan instruksi kepada pilot tercatat 26 orang atau 22,8 % dari total responden. Kesalahan instruksi kepada pilot umumnya bisa saja terjadi pada saat *transfer of position responsibility directive dan Flight Progress Strip (FPS) usage*. *Transfer of Position Responsibility Directive* dibagi menjadi dua yaitu: pergantian shift dan pergantian posisi (*change position*).

3. *Transfer of Position Responsibility*

Prosedur Pergantian Shift yang wajib dilakukan oleh *Controller* antara lain:

- a. *Controller* pengganti harus sudah siap diposisi yang akan digantikan 15 (limabelas) menit sebelum pergantian shift untuk mempelajari dan menganalisa situasi *traffic*.
- b. *Controller* yang akan meninggalkan posisi menjelaskan situasi *traffic* disektor tersebut, dan *clearance* terakhir yang telah diberikan.
- c. *Controller* yang digantikan baru boleh meninggalkan posisinya 15 (limabelas) menit setelah pergantian shift atau setelah situasi *traffic* dipahami oleh petugas pengganti serta petugas pengganti sudah menerima tanggung jawab (*accept control*).

Prosedur Pergantian posisi (*change position*) yang wajib dilakukan *Controller* antara lain:

- a. *Controller* pengganti harus mempelajari dan menganalisa situasi traffic diposisi yang akan digantikan 5 (lima) menit sebelum pergantian posisi.
- b. *Controller* yang akan meninggalkan posisi menjelaskan situasi traffic disektor tersebut, dan *clearance* terakhir yang diberikan.
- c. *Controller* yang digantikan baru boleh meninggalkan posisinya 10 (sepuluh) menit setelah pergantian posisi atau setelah petugas pengganti memahami situasi traffic serta menerima tanggung jawab (*accept control*).

4. *Flight Progress Strip (FPS) usage*

Setiap laporan yang dikirim oleh penerbang harus dicatat secara lengkap pada *Flight Progress Strip* yang telah tersedia dengan tujuan

- a. Demi kelancaran dan keteraturan dalam bekerja.
- b. Untuk pendataan dan penagihan.
- c. Memudahkan investigasi bila terjadi hal-hal di luar kenormalan operasional.
- d. Sesuai dengan prosedur penulisan yang berlaku.

Berikut adalah contoh penulisan *Flight Progress Strip*

SIA406	F310	WSSS	TAPIN	E			POSOD	FAJS
0106 B744	C	1728	1806	F			1850	
A				G				
B	D			H	H	H	I	0619

Keterangan :

- A. SELCAL *code*.
- B. Registrasi pesawat
- C. Flight level pada saat *contact* pertama (*passing flight level*).
- D. Jam pertama pesawat *contact* (QSO) diikuti dengan penulisan simbol dari frekuensi yang digunakan.
- E. *Way point/ position report*.
- F. Estimate Time suatu way point/ position report.
- G. Actual Time (berdasarkan laporan penerbang).
- H. Informasi lain yang menyangkut penerbangan tersebut, seperti :
 - a. Deviasi yang dilakukan pesawat udara.

- b. Keterangan telah dikirimnya data penerbangan tersebut ke ATS unit terkait.
- c. Keterangan naik/turun pesawat pada suatu way point.
- d. Keterangan telah diberikan *traffic information* atau *weather information*.
- e. Jam terakhir pesawat contact (QSY) diikuti dengan penulisan simbol dari ATS unit yang melakukan komunikasi selanjutnya.

- Contoh : Penulisan *Fligh Progressive* secara lengkap

SLA406	F310/1808	WSSS	TAPIN	OBMAT		PGSOD	FAJS
0106 B744	290 ↑	1728	1806	1824	TFC/	1850	
ALPJ			-	V	MAS2	-48	
9VSMF	1806 / Xo	1810 ↑	V	10 LT		QSY1849	0619
			350/1815				

- Penulisan diatas, mempunyai arti:

1810 ↑ 350/1815.

“Artinya pada jam 1810 pesawat udara mulai naik ke FL350 dan reaching pada jam 1815”.

0130 ↓ 310/0135.

“Artinya pada jam 0130 pesawat udara mulai turun ke FL310 dan reaching pada jam 0135”.

(Sumber: *Standard Operating Procedures Air Traffic Controller*, Cabang Utama Bandar Udara Soekarno Hatta - PT Angkasa Pura II (Persero)).

Unsur kesalahan yang terjadi pada *skill based error* diatas ialah error yang bersifat *skill based*, yaitu pada proses kerja *Flight Progress Strip (FPS)* usage, dimana seorang *controller* melakukan kesalahan (*miss match*) dalam menuliskan informasi dari penerbang baik dari sistem radio maupun dari monitor radar ke dalam kertas "STRIP". jadi informasi yang ada pada kertas STRIP (manual) berbeda dengan apa yang ada pada radar. Bila hal ini terjadi maka *controller* dapat melakukan kesalahan instruksi kepada pilot dengan memberikan instruksi yang tidak tepat baik dari manual (STRIP) maupun dari radar display. Namun hal ini kemudian bisa dilakukan koordinasi untuk klarifikasi segera dari ATC kepada penerbang.

Dari penjelasan di atas, di simpulkan bahwa *skill based error* yang terjadi pada kesalahan instruksi kepada pilot yang sedang di analisis diantaranya yaitu:

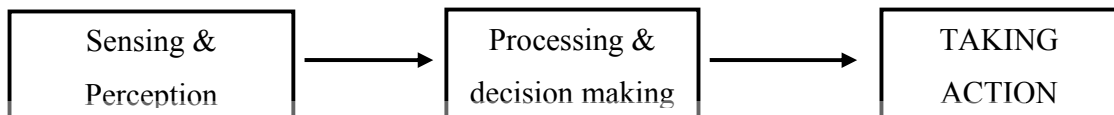
1. Gagal dalam memprioritaskan perhatian/attention
2. Kurangnya komunikasi antara ATC dengan crew pesawat.
3. Kesalahan dalam menuliskan keterangan naik/turun pesawat pada suatu *way point* yang disebabkan adanya gangguan dari peralatan, seperti gangguan dari luar radio frekuensi lain dapat menyebabkan komunikasi terganggu.

7.3.2 Perceptual Error

Perceptual error ialah salah satu jenis human error lainnya yang sering terjadi dibidang penerbangan. Human error ini disebabkan karena adanya kesalahan dalam mempersepsikan situasi lingkungan pada saat melakukan penerbangan. Dari hasil penyebaran angket kepada 114 responden diketahui bahwa unsur *perceptual error* yang terjadi dalam memandu lalu lintas udara tercatat 71 orang atau 62,3% dari total responden pernah melakukan kesalahan dalam mempersepsikan jarak dan ketinggian, sedangkan yang tidak pernah melakukan kesalahan dalam mempersepsikan jarak dan ketinggian, tercatat 43 orang atau 37,7 % dari total responden.

Persepsi ialah proses yang mengkombinasikan antara sensasi dan intepretasi. Informasi dari dunia luar atau lingkungan diterima oleh sistem indera manusia, informasi tersebut kemudian diintepretasikan, dan intepretasi ini kemudian memberi

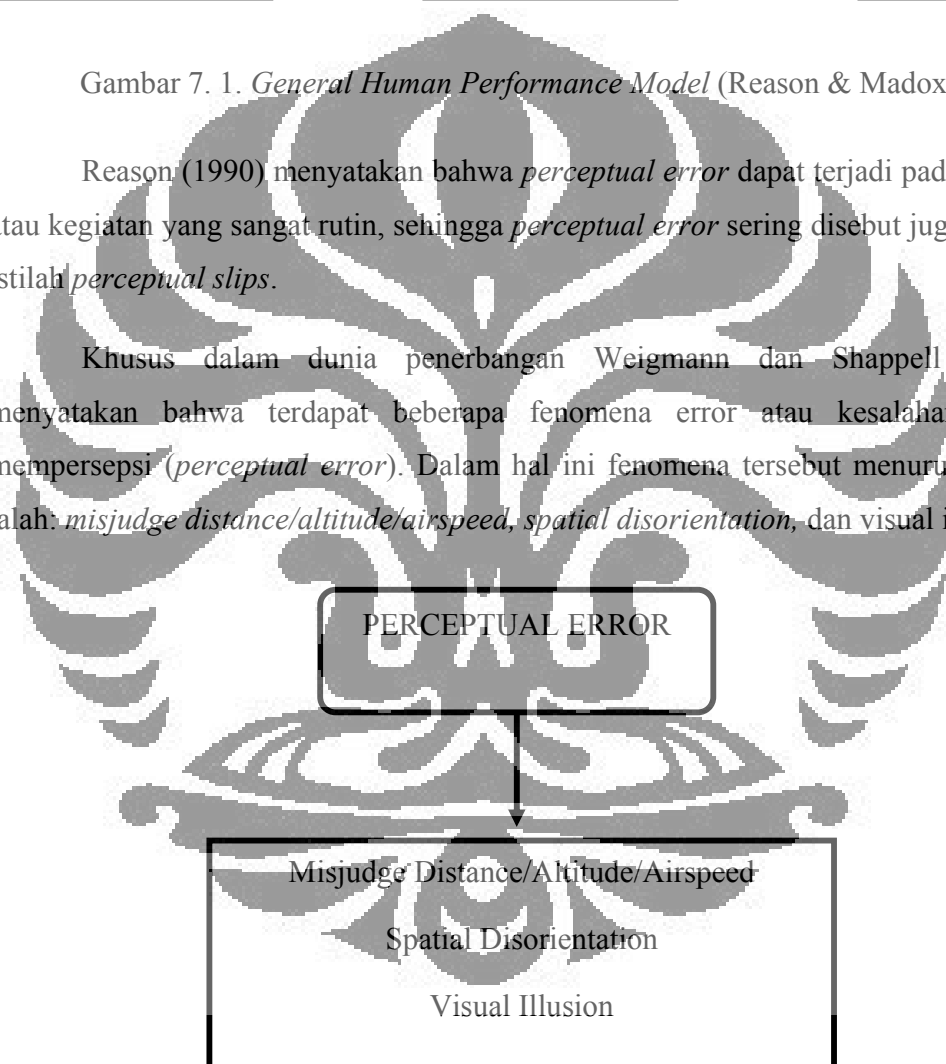
makna pada apa yang dirasakan oleh indra tersebut. Atau dengan kata lain persepsi adalah proses pemahaman ataupun pemberian makna atas suatu informasi terhadap stimulus (Quenn, 1995).



Gambar 7. 1. *General Human Performance Model* (Reason & Madox, 2007)

Reason (1990) menyatakan bahwa *perceptual error* dapat terjadi pada kondisi atau kegiatan yang sangat rutin, sehingga *perceptual error* sering disebut juga dengan istilah *perceptual slips*.

Khusus dalam dunia penerbangan Weigmann dan Shappell (2000), menyatakan bahwa terdapat beberapa fenomena error atau kesalahan dalam mempersepsi (*perceptual error*). Dalam hal ini fenomena tersebut menurut mereka ialah: *misjudge distance/altitude/airspeed*, *spatial disorientation*, dan *visual illusions*.



Gambar 7.2. Contoh perceptual error menurut Weigmann dan Shappell (2000)

Krugg dan Cass (1992), menyatakan bahwa terdapat dua fenomena dari persepsi. Fenomena tersebut ialah:

1. *Illusions* (ilusi). Ilusi adalah kesalahan dalam interpretasi data sensoris yang telah diterima. Contoh ilusi dalam dunia penerbangan ialah: *daylight illusions (oculogyral, oculo-grafic, dan false reference)*, *night illusions (auto kinesis, flash blindness, dan night myopia)* (Krause, 1996).
2. Halusinasi. Gambaran yang berasal dari internal seseorang akan diproyeksikan ke dalam yang nyata. Hal ini disebut halusinasi. Halusinasi biasanya terjadi dalam bentuk: *visual hallucinations, auditory hallucinations, olfactory hallucinations, gustatory hallucinations, tactile hallucinations, hypnagonic, dan hypnopompic*.

Karena sifatnya yang terjadi pada kondisi yang rutin tersebut, maka seharusnya *perceptual error* sangat mudah untuk ditanggulangi oleh ATC. Kejadian *nearmiss* oleh adanya *perceptual error* dapat menyebabkan terjadinya *Breakdown of Separation (B.O.S)*. Kejadian B.O.S tersebut dikarenakan ATC melakukan penerapan *separation jarak dan ketinggian* yang dilakukan tidak memenuhi ketentuan standar yang berlaku atau kurang dari standar minima. *Separation standar minima* yang dimaksud adalah *longitudinal separation minima, vertical separation minima, lateral separation minima*. Kegagalan ATC dalam mengelola informasi dari sekitarnya akan mempengaruhi munculnya *perceptual error* apalagi ditambah dengan *traffic* yang padat sekarang ini.

Dari uraian diatas, disimpulkan bahwa *perceptual error* yang terjadi diantaranya ialah: salah mempertimbangkan jarak atau menilai jarak (*misjudge distance*) dan juga *spatial disorientation*.

7.3.3 Decision Error

Decision error ialah human error yang disebabkan karena tidak dimilikinya pengetahuan yang dibutuhkan untuk memahami situasi dan membuat keputusan untuk bertindak dalam kondisi waktu tertentu. Dalam penelitian ini, dengan menyebarkan angket kepada 114 responden diperkirakan *decision error* yang terjadi dalam aktivitas pemanduan lalu lintas udara ialah terlihat bahwa dalam memandu lalu

lintas udara tercatat 81 orang atau 71,1 % dari total responden pernah melakukan kesalahan dalam mengambil keputusan, sedangkan yang tidak pernah melakukan kesalahan dalam mengambil keputusan tercatat 33 orang atau 28,9 % dari total responden.

Decision error menurut taksonomi Weigmann dan Shappell sering disebut juga dengan honest mistake. Dimana merupakan salah satu jenis perilaku yang bersifat disengaja/diniatkan (*intended behavior*). Decision error merupakan padanan kata dari mistake dalam taksonomi Reason (1990). Mistake sendiri terdiri dari rule based mistake dan knowledge based mistake.

Dari pernyataan pada paragraph sebelumnya, jika peneliti menggunakan data rule based error dan knowledge based error pada penelitian Feyer dan Williamson (1998), maka persentase mistake atau decision error pada penelitian tersebut sebesar 35% , yaitu berasal dari penjumlahan *rule based error* (34%) dan knowledge based error (1%).

Semua fakta yang terkait dengan decision error membuktikan bahwa kontribusi *decision error* pada kecelakaan, khususnya di bidang penerbangan masih sangat tinggi. Dalam hal ini, hasil penelitian pada 11 data kecelakaan KNKT/NTSC mengindikasikan kontribusi sebesar 22,2%.

Dalam aktivitas pemanduan lalu lintas udara, kasus *decision error* dapat dilihat dari adanya kejadian *Breakdown of Coordination* (B.O.C). *Breakdown of Coordination* adalah kondisi penerapan koordinasi yang dilakukan tidak memenuhi standar baku sesuai ketentuan yang tertulis dalam letter of agreement (LoA) antara ACC Jakarta dengan *Air Traffic Service* units lain yang telah disepakati sebelumnya. Hal-hal yang dapat dikategorikan sebagai *breakdown of coordination*, bilamana terjadi suatu perubahan tetapi tidak dikoordinasikan atau disampaikan kepada ATS unit lain yang terkait atau unit lain yang berkepentingan (*adjacent ATS unit*), antara lain bila terjadi:

- a. Perubahan estimate disuatu TCP (transfer control point) lebih dari 3 menit.
- b. Perubahan flight level
- c. Perubahan ATS route
- d. Penyimpangan (deviation) dari jalur terbang yang telah ditentukan (ATS route) bila pesawat terbang masih berada di daerah penyangga (buffer zone/15 menit dari TCP). (Sumber: *Standard Operating Procedures Air Traffic Controller*, Cabang Utama Bandar Udara Soekarno Hatta - PT Angkasa Pura II (Persero)).

Jika digunakan klasifikasi decisional error *Weigmann dan Shappell* (2000). Pada kejadian B.O.C diatas terdapat beberapa contoh seperti keputusan yang buruk (*poor decision*) dan *exceeded ability*. Pada kasus B.O.C diatas dapat disimpulkan bahwa *decision error* yang berkontribusi dalam hal ini, antara lain:

1. Kegagalan dalam mengkaji situasi pada saat traffic padat
2. Kegagalan mengidentifikasi pilihan-pilihan informasi yang ada.
3. Pengalaman ATC yang kurang.
4. Tidak mempunyai waktu banyak dalam mengambil keputusan pada kondisi yang dinamis dengan sistem yang kompleks.

BAB VIII

KESIMPULANDAN SARAN

8.1 Kesimpulan Penelitian

1. Pada penelitian ini didapatkan bahwa persentase ketidaksesuaian dari faktor kegagalan peralatan (*mechanical failure*), faktor lingkungan (*environment factors*), aspek psikologis masing-masing sebesar 93,9%, 94,7%, 91,2%. Sedangkan unsur error yang terjadi dalam aktivitas pemanduan lalu lintas udara, *skill based error* yaitu sebanyak 77,2 %. Untuk *decision error*, *perceptual error* masing-masing berkontribusi 71,15 % dan 62,3%. Dari persentase ini dapat disimpulkan bahwa faktor yang berkontribusi dalam aktivitas pemanduan lalu lintas udara perlu mendapat prioritas utama dikarenakan adanya ketidaksesuaian antara petugas-ATC dengan peralatan, lingkungan dan kondisi psikologisnya.
2. Ketidaksesuaian *Machine*:
 - Seringnya peralatan mengalami gangguan, sebesar 107 orang (93,9%)
 - Ketidaknyamanan kursi yang mereka gunakan sebesar 86 orang yang menjawab (75,4%)
 - Penataan peralatan di ruang kerja membuat peralatan tidak mudah dioperasikan sebesar 78 orang (68,4%).

Ketidaksesuaian *Environment*:

- Adanya gangguan kebisingan, 85 orang (74,6%) responden menyatakan masih adanya gangguan kebisingan ditempat kerja mereka, gangguan kebisingan ini juga di tambah dengan masuknya gangguan suara dari radio frekuensi yang lain, menyebabkan komunikasi dapat terganggu.
- Temperatur dingin di ruang kerja membuat petuga ATC tidak nyaman dalam bekerja, hal ini ditunjukkan dengan hasil 79 orang.

- Sirkulasi udara yang tidak bersih, sebanyak 81 orang (71,1%) menyatakan sirkulasi udara di ruang kerja tidak tidak bersih.
- Gangguan cuaca, 108 orang (94,7%) menjawab gangguan cuaca tidak dapat diprediksi dan dapat berkontribusi terhadap keselamatan penerbangan, serta tidak berfungsinya alat deteksi cuaca di ruang kerja.

Aspek Psikologis:

- Beban kerja yang tinggi 91,2% sekitar 104 responden menyatakan beban kerja di ATC sangat tinggi karena pertumbuhan ekonomi dari tahun ketahun, banyak maskapai baru yang bermunculan, jadwal terbang yang padat.
1. *Human error* yang bersifat *skill based error* dalam penelitian ini pernah dilakukan oleh petugas ATC sebanyak 77,2% dari 114 responden pernah melakukan *skill based error* (kesalahan dalam memberikan instruksi kepada pilot), angka ini merupakan angka yang tertinggi dibandingkan unsur *human error* yang lainnya.
 2. *Human error* yang bersifat *decision error* dalam penelitian ini pernah dilakukan oleh petugas ATC sebanyak 71,15% dari 114 responden pernah melakukan *decision error* (salah dalam pengambilan keputusan).
 3. *Human error* yang bersifat *perceptual error* dalam penelitian ini pernah dilakukan oleh petugas ATC sebanyak 62,3% dari 114 responden pernah melakukan *perceptual error* (salah dalam mempersepsikan jarak dan ketinggian).

8.2 Saran

8.2.1 Saran Jangka Pendek

Dari hasil kajian terjadinya *human error* pada penelitian ini peneliti menyarankan beberapa saran jangka pendek, diantaranya:

8.2.1.1 Reduksi *skill based error*

1. Melakukan training dan re-training untuk meningkatkan kemampuan (*skill*) ATC. Salah satu caranya menurut Alexandersson (2003) ialah dengan

menggunakan *memory technique*. *Memory technique* ialah metode untuk mengingat pesan dengan menggunakan mental pictures (gambaran dalam pikiran) sebagai alat untuk mengingat pesan.

2. Menurut Alexander (2003), salah satu cara untuk mengurangi skill based error ialah dengan membuat sistem peringatan (warnings) yang baik.
3. Menyediakan SOP, manual, dan juga checklist yang telah dibuat berdasarkan studi *human error*. Selain itu, dokumen ini juga harus diterbitkan/disosialisasikan pada semua pihak-pihak yang terkait.
4. Menciptakan *crew resource management* (CRM) yang efektif di antara ATC personnel yang bertugas. Hal ini sesuai dengan pendapat Helmeirich (1996) yang dikutip dalam Alexanderson (2003) yang menyatakan salah satu cara untuk mereduksi *error* ialah dengan melakukan perbaikan pada CRM (*CRM as error management*).

8.2.1.2 *Reduksi perceptual error*

1. *Licensing and certification*.
2. Membuat SOP yang didasarkan pada studi *human error* pada pekerjaan (task).
3. Mengatur jadwal penerbangan sebaik mungkin, hal ini untuk mencegah ATC menjadi lelah (*fatigue*) akibat sibuknya jadwal dan jauhnya jarak tempuh pesawat.
4. Dari segi desain, perlu dibuat desain workstation yang baik (cukup penerangan, tidak bising, ergonomis, dan lain-lain).
5. Dari segi peralatan, perlunya *maintenance* alat yang berkala sehingga dapat mengurangi risiko gangguan peralatan yang digunakan.

8.2.1.3 *Reduksi desicional error*

1. Memperbanyak pelatihan dari prosedur-prosedur baru yang harus diinformasikan kepada petugas ATC. Selain itu dapat juga digunakan prinsip group discuccion hal ini dilakukan untuk mendapatkan pemecahan masalah untuk menghadapi berbagai situasi terbang yang tidak menguntungkan (*problem solving approach*).

8.2.1.4 Unit ATC, PT Angkasa Pura II Bandar Udara Soekarno-Hatta

1. Mengatur jadwal kerja sebaik mungkin dan harus adanya sosialisasi mengenai sistem manajemen keselamatan penerbangan kepada seluruh operator (crew penerbangan) agar bisa bekerja sama dengan ATC demi keselamatan penerbangan.
2. Kedisiplinan dalam *maintenance* peralatan radar yang harus standy selama 24 jam harus ditingkatkan.
3. Melaksanakan Program Penanggulangan Kelelahan Kerja dengan tindakan rehabilitasi kelelahan kerja adalah melanjutkan tindakan dan program pengobatan kelelahan kerja serta mempersiapkan pekrja tersebut bekerja secara lebih baik dan bersemangat. Program manajemen kelelahan kerja dapat diintegrasikan pada sistem K3 perusahaan dengan cara perusahaan perlu membentuk unit konseling pengendalian kelelahan kerja, disamping perbaikan pelayanan kesehatan dan lingkungan kerja perusahaan serta pendokumentasian dan review secara baik.
4. Memberikan ruangan khusus bagi pekerja yang merokok.
5. Pemeliharaan ventilasi udara di ruangan, agar sirkulasi udara menjadi bersih.

DAFTAR PUSTAKA

- Air Safety Support international. (2005). *International General Aviation and Corporate Aviation Risk Assessment (IGA-CARA) Project*. Cranfield University, Cranfield Beds.
- Alexandersson, Erik. & Dahlstrom, Nicklas. (2003). *Human Error in Aviation: An overview with Special Attention to slips and Lapses*. School of Aviation Lund University, Lund
- Bird, Frank E. & Germain, George L. (1990). *Practical Loss Control Leadership. International Loss Control Leadership*, Georgia
- Chadjarian, Marc. (2005). *Application of the Human Factors Analysis and Classification System to Marine Terminal Operations*. Marine Facilities Division California State Lands Commission, California
- Havosan, I. (2008). *Analisis Human Error Pada Kecelakaan Penerbangan di Indonesia Tahun 1999 hingga 2007 dengan pendekatan Unsafe act dalam Human Factor Analysis and Classification Systems (HFACS)*. Departemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), Universitas Indonesia, Depok.
- Hawkins, Frank H. (1987). *Human Factors in Flight*. Gower Technical Press, Netherland
- Helmeirich, Robert L. (1998). *Error Management as Organizational Strategy*. In *Proceedings of the IATA Human Factors Seminar* (pp. 1-7). Bangkok, Thailand, April 20-22, 1998
- Hollnagel, E. (1993). *The Phenotype of Erroneous Action*. International Journal of Man Machine Studies
- ICAO Circular 241 Digest No. 8. 2002. *Human Factor in Air Traffic Control*

- ILO (International Labour Office). *Work Organization and Ergonomics*, Geneva, 1998
- International Civil Aviation Organization. 1984. *Air Traffic Service Planning Manual*. Montreal. Canada
- Kecelakaan pesawat akibat kesalahan manusia (2011). [on line], dari <http://beritasore.com/2007/05/09> (20 April 2011)
- Osborne, David J. *Ergonomic At Work*, John Wiley & Sons Ltd, Chichester UK, 1994
- Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil (PKSP). (2000). Bagian 67 Tentang Standar Kesehatan dan Sertifikasi
- Peraturan Pemerintah No. 70 Tahun 2001 Tentang Kebandarudaraan
- Pheasant, Stephen, PhD, FergS. *Ergonomics, Work and Health*, Aspen Publisher, Inc. Gaithersburg, Maryland. 1991
- Psikologi penerbangan dalam perspektif *human factors* dalam upaya peningkatan keselamatan penerbangan (2010). [on line], dari <http://wipsibangan.blogspot.com> (20 Februari 2011)
- PT Angkasa Pura II (Persero). (2007). Standar Operasi Prosedur Bidang Pelayanan Operasi Lalu Lintas Udara. Tangerang: Kantor Cabang Utama Bandara Soekarno-Hatta
- Rasmussen, J. (1987). *Skills, Rules, and Knowledge: Signals, Signs, and Symbols, and Other Distinctions in Human Performance Models*. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. SMC-13, No. 3, May/ June 1983
- Reason, James T. (1990). *Human Error*, Cambridge University Press, Cambridge

Weigmann, Douglas A. & Shappell, Scott A. (2000). *Human Factors Analysis and Classification System – HFACS*. US Department of Transportation Federal Aviation Administration, Virginia

Weigmann, Douglas A. & Shappell, Scott A. (2001). *A Human Factors Analysis of Commercial Aviation Accidents Using the Human Factors Analysis and Classification System (HFACS)*. US Department of Transportation Federal Aviation Administration, Virginia

Weigmann, Douglas A. & Shappell, Scott A. (2003). *A Human Error Approach to Aviation Accident Analysis: The Human Factors Analysis and Classification System*. Ashgate Publishing Ltd, England

Weigmann, Douglas A. & Shappell, Scott A. (2006). *A Human Error Approach to Aviation Accident Analysis: The Human Factors Analysis and Classification System*. US Department of Transportation Federal Aviation Administration, Virginia

Hasil Wawancara

Wawancara dilakukan dengan Bapak Yubandrio selaku koordinator ATC pada tanggal 20 Mei 2011 di ruangan koordinator ATC, Bandara Soekarno-Hatta.

Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan, diperoleh hasil yang menyatakan bahwa Pelayanan lalu lintas Udara Terkontrol (*Air Traffic Control Service*) terbagi atas tiga, yaitu *Area Control Service*, yaitu pelayanan yang diberikan kepada penerbang yang sudah menjelajah (*en-route flight*) terutama yang termasuk penerbangan terkontrol (*controlled flight*). Unit yang memberikan pelayanan ini disebut *Area Control Center* (ACC), yang kedua adalah *Approach Control Service*, yaitu pelayanan yang diberikan kepada pesawat yang berada di ruang udara sekitar bandara baik yang sedang melakukan pendekatan maupun yang baru berangkat, terutama bagi penerbangan yang beroperasi terbang instrument yaitu penerbangan yang mengikuti aturan penerbangan instrument atau dikenal dengan *Instrument Flight Rule* (IFR). Unit yang memberikan pelayanan ini disebut *Approach Control Office* (APP), dan yang terakhir adalah *Aerodrome Control Service*, yaitu pelayanan yang diberikan kepada pesawat yang berada di bandara dan sekitarnya (*vicinity of aerodrome*), yang dilakukan di menara *Aerodrome Control Tower* (ADC). Tugas ketiga unit tersebut, yaitu ACC, APP, dan ADC dilaksanakan oleh ATC (*Air Traffic Controller*).

Dijelaskan juga bahwa secara umum ATC bertugas untuk memandu lalu lintas penerbangan untuk menciptakan keselamatan dalam penerbangan. Dalam menjalankan tugas tersebut, dibutuhkan disiplin, konsentrasi yang tinggi, keakuratan, ketelitian dan ketenangan serta kenyamanan lingkungan. Pekerjaan ini mempunyai beban yang berat karena menyangkut keselamatan pengguna jasa penerbangan. Apabila salah satu atau beberapa keadaan di atas tidak terpenuhi, dalam arti petugas ATC melakukan kesalahan (*Human Error*) dalam menjalankan tugas tersebut akan dapat menimbulkan stress, sehingga akan berpengaruh pada pekerjaan. Selain itu, tugas yang diemban bersifat individu, ruang kerja dan lingkungan kerja tidak

melibatkan banyak orang, sehingga komunikasi dan interaksi untuk hal lain di luar pekerjaan sangat terbatas dengan orang banyak layaknya pekerjaan di kantor lainnya.

Pekerjaan ini terbagi dalam tiga shift, yaitu pada pagi hari, siang, dan malam hari. Shift pagi dimulai dari jam 7 hingga jam 2 siang. ATC yang bertugas idealnya 9 orang controller dengan 1 orang supervisor. Shift siang bekerja selama 5 jam, mulai dari jam 2 siang hingga jam 7 malam, yang terdiri dari 9 orang, yaitu 8 orang controller dan 1 orang supervisor. Shift malam terdiri dari 6 orang ATC, yaitu 5 orang controller dan 1 orang supervisor, bekerja selama 12 jam, yaitu pada jam 7 malam hingga jam 7 pagi di hari berikutnya. Dalam pergantian shift membutuhkan waktu tenggang selama 15 menit untuk proses *transfer of duty*.

Menurutnya, kinerja ATC dapat dilihat dari

***Breakdown of Coordination* atau B.O.C.**

Breakdown of coordination atau BOC adalah kondisi penerapan koordinasi yang dilakukan tidak memenuhi standar baku sesuai ketentuan yang tertulis dalam letter of agreement (LoA) antara ACC Jakarta dengan *Air Traffic Service units* lain yang telah disepakati sebelumnya.

Hal-hal yang dapat dikategorikan sebagai *breakdown of coordination*, bilamana terjadi suatu perubahan tetapi tidak dikordinasikan atau disampaikan kepada ATS unit lain yang terkait atau unit lain yang berkepentingan (adjacent ATS unit), antara lain bila terjadi:

- a. Perubahan estimate disuatu TCP (transfer control point) lebih dari 3 menit.
- b. Perubahan flight level.
- c. Perubahan ATS route
- d. Penyimpangan (deviation) dari jalur terbang yang telah ditentukan (ATS route) bila pesawat terbang masih berada didaerah penyangga (buffer zone/ 15 menit dari TCP).

***Breakdown of Separation* atau B.O.S.**

Breakdown of separation atau B.O.S. adalah suatu penerapan separation yang dilakukan tidak memenuhi ketentuan standar yang berlaku atau kurang dari standar minima.

Bilamana terjadi suatu insiden yang berupa breakdown of separation atau aircraft accident, Pengawas Tugas Operasional harus segera mengambil alih tugas dan fungsi Controller atau menunjuk Controller pengganti semata-mata atas dasar pertimbangan psikis.

Sambil menunggu hasil penyidikan dan untuk keperluan investigasi, dalam hal terjadinya suatu *breakdown of separation* atau *aircraft accident*, Controller/Officer yang bertugas pada saat peristiwa tersebut terjadi, akan dibebaskan dari tugas pemanduan di ACC Jakarta sampai batas waktu yang ditentukan oleh pimpinannya.

Kinerja dari peralatan, berupa peralatan yang sudah tua dan masih manual, alat yang tidak semuanya digunakan, secara visual dapat menyulitkan mereka, dan personil yang kurang. Saat alat yang digunakan tidak dapat berfungsi dengan baik, atau saat alat rusak, para ATC tidak dapat mengatasinya atau memperbaikinya sendiri. Mereka membutuhkan orang lain, dimana orang lain tersebut adalah teknisi yang bertugas mengontrol alat-alat yang digunakan. Selain itu, masalah-masalah yang terjadi pada pesawat, misalnya pesawat yang sudah siap untuk take-off, tapi tiba-tiba rusak, dan penerbangan harus dibatalkan, maka traffic yang lainnya akan terganggu, dan hal ini dapat menjadi tekanan bagi para ATC.

kinerja dari service, banyak sedikitnya keluhan pengguna jasa utama yaitu pilot sebagai contoh controller salah memberikan instruksi, ketidaknyamanan kepada pengguna jasa (pilot) seperti gangguan layang-layang, burung. ATC mengantisipasi dengan alat Bird Strike melalui koordinasi dengan Unit PKP-PK, sementara itu komplain dari pilot (misalnya terlalu lama dalam mengantri untuk dilayani),

kepadatan lalu lintas penerbangan, keinginan pilot yang tidak seimbang dengan aturan-aturan yang harus dilaksanakan ATC.

Kinerja dari lingkungan

Ketika cuaca ekstrem, controller tidak dapat melihat apa yang sesungguhnya terjadi melalui radar, tekanan udara (angin), fenomena alam, radar cuaca tidak berfungsi. *Breakdown of separation* dengan gunung. Lingkungan kerja yang kurang mendukung, misalnya pada ruangan ber AC tapi tetap ada yang merokok, sehingga dapat menambah tekanan pada ATC lainnya. Di ruang radar terdapat terdapat larangan untuk merokok, namun terjadi banyak pelanggaran dengan banyaknya karyawan yang merokok, sehingga seringkali ruangan dipenuhi asap rokok yang dapat mengganggu kinerja karyawan atau ATC lainnya. Hal ini dapat terlihat dari beberapa gejala seperti kesalahan atau kekeliruan dalam memberikan instruksi kepada pilot, merasa tidak nyaman ataupun marah-marah saat bekerja, atau bisa juga terlihat dengan perilaku merokok yang dilakukan beberapa orang ATC untuk mengurangi rasa cemas atau rasa lelah sehingga dapat meningkatkan konsentrasi mereka. Terdapat peraturan mengenai larangan merokok dalam ruangan ini. Namun perusahaan memberikan beberapa toleransi-toleransi bagi yang memiliki kebiasaan merokok, dan untuk meminimalkan rasa lelah ataupun cemas pada ATC. Selain itu, hal-hal yang berkaitan dengan kondisi lingkungan kerjanya, pencahayaan yang terdapat di ruang kerja sudah cukup, hanya pada malam hari sering terjadi masalah dalam pencahayaan, karena sulit untuk melihat pergerakan pesawat di tambah temperature ruangan yang dingin. Suara bising juga dapat mengganggu kelancaran pekerjaan mereka. Misalnya saja pada saat pagi hari, cleaning service yang bertugas untuk membersihkan ruangan, dengan menggunakan vacuum cleane, suara dari vacuum tersebut dapat mengganggu konsentrasi ATC, serta suaranya masuk ke dalam mesin dan terdengar oleh pilot yang sedang berkomunikasi dengan ATC. Cuaca yang buruk juga dapat memicu kesalahan instruksi sehingga dapat mengganggu kelancaran penerbangan.

Wawancara dengan Bpk. Andre bertugas di ADC pada tanggal 27 Mei 2011

Masalah *punishment* dan *reward* di sini berlaku, namun *punishment* saja yang dijalankan. Ketika dalam investigasi "Pilot Error" tidak dijalankan. Dalam fakta yang ada seorang ATC lebih disalahkan sedangkan penerbang tidak. Dalam investigasi *controller* dan supervisor wajib memberikan informasi yang relevan guna mendukung hasil penyelidikan. ATC yang melakukan kesalahan *license* nya di tahan dan tidak dapat bekerja untuk sementara waktu. ATC harus mempunyai *license* sebelum bekerja memandu lalu lintas udara dimana *license* tersebut diuji lagi setiap 2 tahun, sedangkan rating setiap 6 bulan diujikan kembali teori dan praktek, pemeriksaan kesehatan setiap 6 bulan sekali.

Menurutnya prosedur-prosedur baru dari ICAO yang diteruskan kepada Departemen Perhubungan tidak sampai ke personil ATC, ini yang membuat personil ATC harus belajar otodidak untuk mengetahui prosedur yang baru. Maka dari itu training disini sangat diperlukan. Ada beberapa cara yang dilakukan untuk membantu anggota ATC yang sedang bekerja, namun sudah merasa sedikit lelah ataupun stress. Supervisor dapat mengambil alih dan *handle* pekerjaannya, ataupun dapat juga didampingi oleh rekan ATC lainnya. Hal ini dapat disebabkan karena kurangnya jumlah personil, sementara penerbangan di Bandara Soekarno-Hatta padat mencapai 900-1400 pesawat yang *landing* dan *take off* per hari sehingga waktu istirahat berkurang, dalam keadaan lelah dapat berdampak pada kesalahan dalam memberikan instruksi.

KATA PENGANTAR

Segala puji penulis sampaikan atas kehadiran ALLAH SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat Jurusan Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

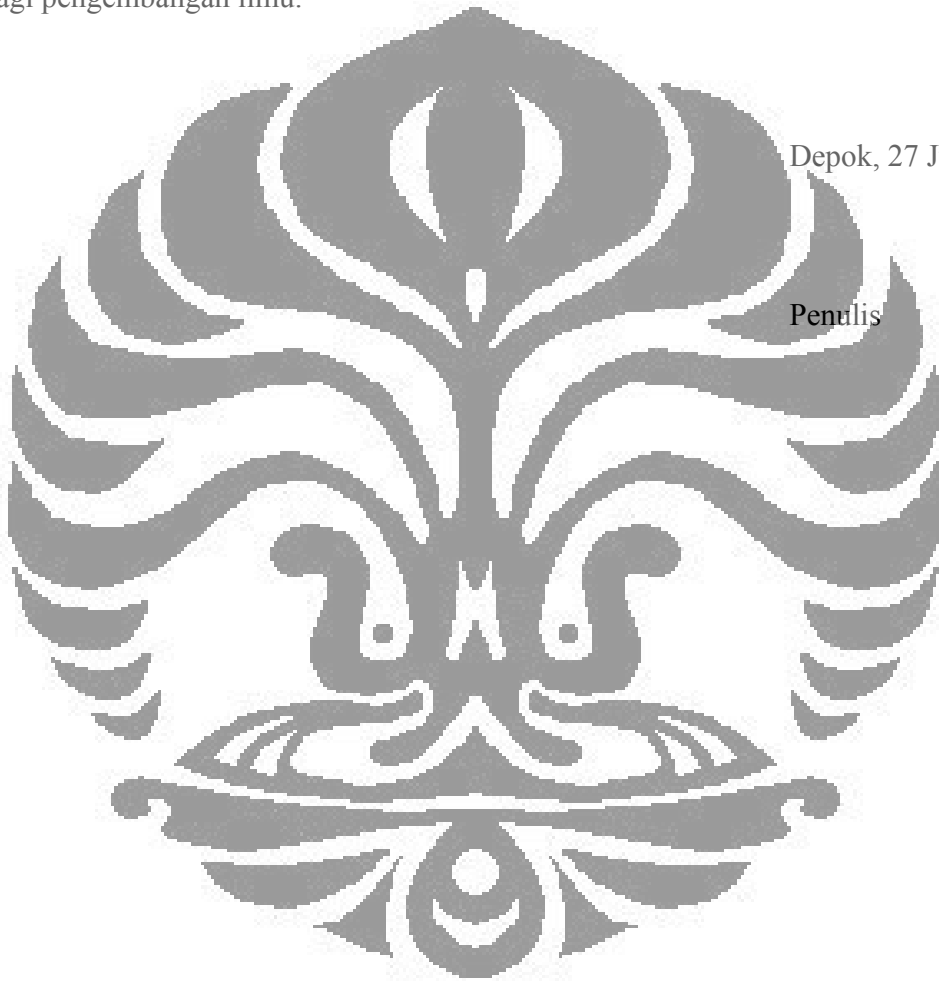
- 1) Seluruh keluarga besar di rumah (Ibu, Bapak, dan adik tercinta)
- 2) Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing Skripsi, dr. Chandra Satrya, M.Appsc, terima kasih telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- 3) Bapak Dadan Erwandi dan Ibu Ellen sebagai penguji skripsi.
- 4) Seluruh Dosen FKM UI yang telah mengajarkan saya tentang keilmuan kesehatan masyarakat khususnya tentang ilmu keselamatan dan kesehatan kerja (K3).
- 5) Bapak Weda Yuwana, General Manager ATS Bandar Udara Soekarno-Hatta, Bapak Alit Sodikin *Safety Management System Manager*, Bapak Erick Arrachman, *System & Procedure Junior Manager*, Bapak Novi Pantaryanto *Operation Quality Assurance Junior Manager*, Bapak Raden Berlian Marga *Facilitation Quality Assurance Junior Manager*, Bapak Kusnadi, Bapak Yubandrio, Bapak Yulianto, Bapak Ishak Koordinator ATC, terima kasih atas segala arahan, penjelasan, pengetahuan serta pengalaman sangat bermanfaat yang telah diberikan kepada penulis.
- 6) Kepada seluruh personil *Air Traffic Controller* Unit ATC PT Angkasa Pura II (Persero) Bandara Soekarno-Hatta, dan pihak-pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terima kasih atas segala bentuk bantuannya. saya hanya bisa berdoa, semoga amal kebbaikannya selama ini dibalas oleh Allah SWT, Amin.

- 7) Teman-teman ekstensi K3 FKM UI angkatan 2008 dan reguler angkatan 2007, kompak selalu. Teman-teman FKM UI non-K3 terima kasih atas support yang diberikan.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 27 Juni 2011

Penulis





Lokasi Penelitian



Peralatan yang digunakan untuk bekerja di Ruang ADC/Tower

Universitas Indonesia



Situasi saat ATC sedang bekerja di ruang ADC/Tower



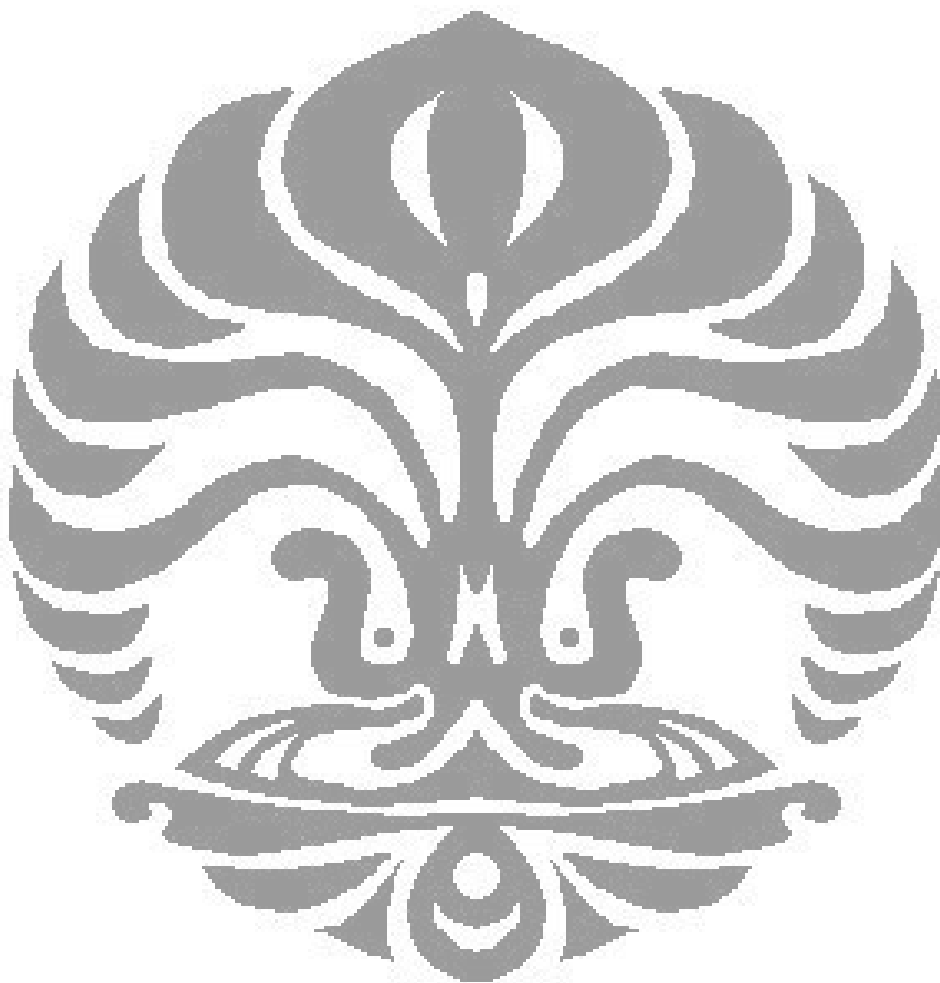
Situasi saat ATC sedang bekerja di ruang radar



Situasi saat ATC sedang bekerja di ruang radar



Situasi saat ATC sedang bekerja di Tower/ADC



Reliability

[DataSet2] C:\Users\VAIO\Documents\dyah magang S1 K3 FKM-UI\SPSS ATC\UJI VALID&REALIBILITAS.sav

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	25	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	25	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.865	4

Item Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Beban kerja	1.8400	.37417	25
Tidak optimal	1.7600	.43589	25
Melelahkan	1.8400	.37417	25
Tidak konsentrasi	1.4800	.50990	25

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Beban kerja	5.0800	1.243	.831	.788
Tidak optimal	5.1600	1.140	.802	.789
Melelahkan	5.0800	1.243	.831	.788
Tidak konsentrasi	5.4400	1.257	.490	.939

Scale Statistics

Mean	Variance	Std. Deviation	N of Items
6.9200	2.077	1.44106	4

Reliability

[DataSet2] C:\Users\VAIO\Documents\dyah magang S1 K3 FKM-UI\SPSS ATC\UJI VALID&REALIBILITAS.sav

Scale: ALL VARIABLES**Case Processing Summary**

		N	%
Cases	Valid	25	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	25	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
GANGGUANPERALATAN	2.5200	.510	.152	.458
KENYAMANANKURSI	3.2800	.293	.302	.182
LAYOUTPERALATANKERJA	3.1600	.223	.319	.149

Scale Statistics

Mean	Variance	Std. Deviation	N of Items
4.4800	.593	.77028	3

Reliability

[DataSet2] C:\Users\VAIO\Documents\dyah magang S1 K3 FKM-UI\SPSS ATC\UJI VALID&REALIBILITAS.sav

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	25	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	25	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.538	5

Item Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ADANYAGANGGUANKEBISINGAN	1.9200	.27689	25
KENYAMANANTEMPERATUR	1.3200	.47610	25
KELANCARANSIRKULASIIDARA	1.2800	.45826	25
KENYAMANANPENCAHAYAN	1.6000	.50000	25
GANGGUANCUACA	1.9600	.20000	25

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
ADANYAGANGGUANKEBISINGAN	6.1600	1.307	.042	.592
KENYAMANANTEMPERATUR	6.7600	.690	.624	.219
KELANCARANSIRKULASIIDARA	6.8000	.917	.323	.470
KENYAMANANPENCAHAYAN	6.4800	.843	.345	.458
GANGGUANCUACA	6.1200	1.277	.207	.536

Scale Statistics

Mean	Variance	Std. Deviation	N of Items
8.0800	1.410	1.18743	5