

## **PENGAJIAN TINGKAT BEBAN KERJA MENTAL PILOT PESAWAT TERBANG DALAM MELAKSANAKAN TAHAP FASE TERBANG (PHASE OF FLIGHT)**

**Abadi Dwi Saputra<sup>1</sup>, Sigit Priyanto<sup>2</sup>, Imam Muthohar<sup>3</sup>, dan Magda Bhinety<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Gadjah Mada, Jl. Grafika No. 2, Yogyakarta, 55281

<sup>4</sup>Fakultas Psikologi Universitas Gadjah Mada, Jl. Humaniora No.1, Yogyakarta, 55281

email: abadi.dwis@mail.ugm.ac.id, spriyanto2007@yahoo.co.id, imuthohar@mstt.ugm.ac.id, bhinety@ugm.ac.id

**Abstract:** Aircraft accidents can occur at the stage of operation of the aircraft, start from taxiing, take-off, climb, cruise, and a landing stage which starts from the descent, approach, touch down until the aircraft stopped on the apron of the destination airport. The study was conducted to determine whether the differences as a pilot mental workload when implementing phase of flight. Mental workload measurements performed using the Subjective Workload Assessment Technique method (SWAT), this method using combine of three dimensions with their levels. The dimensions are time load, mental effort load, and psychological stress load. The results of studies showed that for overall, the level of the highest relative importance is the dimension of time, then all subjects have an agreement and assume that the time load is the most important factor in determining the level of pilot mental workload, whereas for the most burdened or pilot mental workload will increase (the highest level) if the pilot faced with the aircraft will be landing procedures.

**Keyword :** Mental Workload, Pilot, Phase of flight, SWAT

**Abstrak:** Peristiwa kecelakaan pesawat terbang dapat terjadi pada tahap pengoperasian pesawat terbang, diawali sejak *taxi*, tinggal landas (*take off*), menanjak (*climb*), penerbangan jelajah (*cruise*), dan tahap pendaratan yang dimulai dari *descent*, awal pendaratan (*approach*) kemudian menyentuh landasan (*touch down*) sampai pesawat terbang berhenti di apron Bandar udara tujuan pendaratan. Penelitian dilakukan untuk mengetahui seperti apakah perbedaan beban kerja mental seorang pilot pada saat melaksanakan tahapan fase terbang (*phase of flights*). Pengukuran beban kerja mental dilakukan menggunakan metode *Subjective Workload Assessment Technique* (SWAT), metode ini menggunakan tiga kombinasi dari tiga dimensi dengan tingkatannya. Dimensi tersebut adalah beban waktu (*time*), beban usaha mental (*effort*), dan beban tekanan psikologis (*stress*). Hasil penelitian menunjukkan secara keseluruhan, tingkatan kepentingan relatif yang paling tinggi adalah dimensi beban usaha waktu (*time*), maka semua subyek mempunyai kesepakatan dan menganggap bahwa faktor beban waktu (*time*) merupakan faktor yang paling penting dalam menentukan tingkatan beban kerja mental pilot, sedangkan untuk kondisi yang paling terbebani atau beban kerja mental pilot akan meningkat (level tertinggi) apabila pilot dihadapkan pada saat pesawat akan melakukan prosedur pendaratan (*landing*).

**Kata kunci :** Beban Kerja Mental, Pilot, Fase Terbang, SWAT

### **PENDAHULUAN**

Secara umum kecelakaan merupakan segala sesuatu yang terjadi tidak sesuai dengan kondisi operasional yang diinginkan baik itu yang disebabkan karena adanya kesalahan, kegagalan dan sebab-sebab lain atau kombinasi antara kesalahan, kegagalan, dan sebab-sebab lain tersebut. Proses kejadian tersebut dapat

digambarkan sebagai sesuatu yang ikut bersama dalam setiap perjalanan, namun tersembunyi dan akan muncul secara tiba-tiba pada saat satu atau beberapa faktor penentu terjadinya keselamatan lainnya dalam kondisi lengah atau tidak sepenuhnya mengikuti aturan standar (*Standard Operation Procedure*) yang seharusnya dipenuhi dan dilaksanakan.

Peristiwa kecelakaan pesawat terbang dapat terjadi pada tahap pengoperasian pesawat terbang, diawali sejak *taxi*, tinggal landas (*take off*), menanjak (*climb*), penerbangan jelajah (*cruise*), dan tahap pendaratan yang dimulai dari *descent*, awal pendaratan (*approach*) kemudian menyentuh landasan (*touch down*) sampai pesawat terbang berhenti di apron Bandar udara tujuan. Diantara fase-fase lainnya dalam operasi penerbangan, fase *take off* dan *landing* adalah fase paling kritis dan berbahaya dalam operasi penerbangan hal ini memungkinkan karena fakta bahwa fase *take off* dan *landing* adalah fase yang terjadi dekat dengan tanah (*near the ground*) sehingga mengakibatkan resiko yang lebih besar dalam hal keselamatan. Selain itu pada tahap ini juga banyak prosedur penggantian pengoperasian pesawat (*aircraft configuration*) yang harus dilakukan oleh pilot sehingga kemungkinan terjadinya *error* dapat meningkat.

Berdasarkan latar belakang tersebut, diperlukan suatu pengukuran untuk mengetahui besar beban kerja mental yang dialami oleh pilot dalam melaksanakan tahapan fase terbang (*phase of flight*) pada saat mengoperasikan pesawat terbang. Penilaian beban kerja khususnya beban kerja mental adalah suatu hal yang penting untuk dilakukan. Dengan dilakukannya penilaian beban kerja mental pada industri penerbangan, maka dapat diketahui tingkat beban kerja mental yang dialami oleh pekerja di dunia penerbangan, dalam hal ini khususnya pilot. Idealnya penilaian harus melibatkan metode subjektif dan obyektif sekaligus. Namun dalam kondisi tertentu, yang paling sering direkomendasikan adalah metode subjektif (kuesioner). Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dilakukan pengukuran nilai beban kerja mental dalam bentuk metode penilaian secara subjektif.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Beban Kerja Mental (*Mental Workload*)

Aktivitas pekerja pada dasarnya terdiri atas aktivitas fisik dan mental. Konsekuensi yang timbul dari aktivitas tersebut adalah munculnya suatu beban kerja. Pada jenis pekerjaan yang menuntut banyak perhatian maka beban kerja mental yang dominan dan hal inilah yang harus diperhatikan. Beban kerja mental adalah sebuah

kondisi yang dialami oleh pekerja dalam pelaksanaan tugasnya dimana hanya terdapat sumber daya mental dalam kondisi yang terbatas (Wignoesobroto dan Zaini, 2007). Pengukuran beban kerja mental dapat dilakukan dengan dua cara yaitu pengukuran subjektif dan pengukuran obyektif. Pengukuran beban kerja mental muncul dari kebutuhan untuk meyakinkan bahwa suatu aktivitas yang dilakukan pekerja tidak melebihi batas-batas dari kemampuan pekerja itu sendiri. Salah satu metode pengukuran beban kerja mental secara subjektif adalah dengan metode SWAT (*Subjective Workload Assessment Technique*). Dikembangkan oleh Reid dan Nygren pada Armstrong Medical Research Laboratory dengan tujuan untuk menganalisis beban kerja yang dihadapi oleh seseorang yang harus melakukan berbagai aktivitas baik yang merupakan beban kerja fisik maupun mental. Dalam penerapannya SWAT akan memberikan penskalaan subjektif yang sederhana dan mudah untuk dilakukan dalam mengkuantitatifkan beban kerja dari aktivitas yang harus dilakukan oleh pekerja. SWAT akan menggambarkan sistem kerja sebagai sebuah model multidimensional dari beban kerja yang terdiri atas tiga dimensi tingkah laku, yaitu *Time* (T), *Effort* (E) dan *Stress* (S). Dimensi ini dikembangkan berdasarkan teori yang diajukan oleh Sheridan dan Simpson (1979) dalam mendefinisikan beban kerja pilot. Penjelasan dimensi tersebut adalah sebagai berikut (Reid, 1989): (a) *Time Load*, berkaitan erat dengan analisis batas waktu yang merupakan metode primer untuk mengetahui apakah subjek dapat menyelesaikan tugasnya dalam rentang waktu yang telah diberikan, terbagi menjadi tiga level yaitu: 1) Selalu mempunyai waktu lebih; 2) Kadang-kadang mempunyai waktu lebih; 3) Tidak mempunyai waktu lebih. (b) *Mental Effort Load*, berkaitan erat dengan jumlah perhatian atau tuntutan mental yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah pekerjaan, terbagi menjadi tiga level yaitu: 1) Konsentrasi dan usaha mental yang dibutuhkan sangat kecil. 2) Konsentrasi dan usaha mental yang dibutuhkan sedang. 3) Konsentrasi dan usaha mental yang dibutuhkan sangat besar dan diperlukan sekali. (c) *Psychological Stress Load*, berkaitan dengan kondisi yang dapat menyebabkan terjadinya kebingungan, frustrasi dan ketakutan selama melaksanakan pekerjaan yang dihubungkan dengan performa, terbagi menjadi

tiga level yaitu: 1) Terjadi sedikit kebingungan, resiko, frustrasi atau kegelisahan dimana hal tersebut dapat diatasi dengan mudah. 2) *Stress* yang muncul dan berkaitan dengan kebingungan, frustrasi dan kegelisahan menambah beban kerja yang dialami. 3) *Stress* yang tinggi atau sangat sering terjadi yang berkaitan dengan kebingungan, frustrasi dan kegelisahan.

### **Pilot**

Pilot adalah seorang yang mengoperasikan kendali penerbangan (*flight control*) suatu pesawat udara selama masa penerbangan. Sedangkan pengertian pilot berdasarkan kewenangannya, yaitu PIC (*Pilot In Command*) yakni pilot yang ditugaskan oleh operator atau pemilik pesawat udara dalam kasus penerbangan umum, sebagai penanggung jawab untuk melakukan suatu penerbangan yang aman dan selamat, dan SIC (*Second In Command*) atau *Co-pilot* yakni pembantu pilot yang melakukan tugas dan fungsi sebagai seorang PIC di bawah supervisi dari PIC (ICAO, 2006). Sesuai dengan ketentuan dalam CASR (*Civil Aviation Safety Regulation*) 20 dan Annex 1 mengenai lisensi penerbangan, tenaga penerbangan diklasifikasikan menurut lisensi yang dimiliki sebagai berikut: (a) *Student Pilot License*: diperkenankan menerima pelajaran praktek terbang dan melakukan terbang dengan maksud meningkatkan keterampilan sehingga mencapai persyaratan standar mendapatkan lisensi yang lebih tinggi atau memperbaharui suatu lisensi yang kadaluwarsa. (b) PPL (*Private Pilot License*): diperkenankan bertindak sebagai penerbang pemimpin (*PIC*) atau penerbang pembantu (*SIC* atau *Co-pilot*). (c) CPL (*Comercial Pilot License*): diperkenankan untuk melaksanakan semua hak dari pemegang PPL disertai: 1) Memperoleh imbalan sebagai penerbang pemimpin dari setiap pesawat udara yang dimiliki ratingnya dengan berat maksimum 5.700 kg; 2) Memperoleh imbalan sebagai penerbang pembantu didalam setiap pesawat udara yang dimiliki ratingnya yang perlu dioperasikan dengan seorang pembantu. (d) SCPL (*Senior Commercial Pilot License*): diperkenankan melaksanakan semua hak dari pemegang PPL, CPL dan rating instrumen dengan memperoleh imbalan sebagai penerbang pemimpin pada setiap pesawat udara yang dimiliki ratingnya

dengan berat maksimum 20.000 kg. (e) ATPL (*Airline Transport Pilot License*): diperkenankan melaksanakan semua hak dari pemegang CPL, PPL dan rating instrumen serta memperoleh imbalan sebagai penerbang pemimpin dari setiap pesawat udara yang dimiliki ratingnya.

### **Fase Terbang (*Phase of flight*)**

Fase terbang (*phase of flight*) adalah tahapan terbang dari suatu pesawat udara dari tinggal landas sampai pada pendaratan berikutnya, tetapi tidak termasuk pendaratan teknis (*technical landing*). Penerbangan dimulai dari seseorang naik pesawat udara untuk maksud penerbangan sampai suatu waktu ketika semua orang telah meninggalkan (turun dari) atau keluar dari pesawat udara (ICAO, 2001). Fase terbang terdiri dari (ICAO, 2006): (a) *Taxi*, adalah pergerakan pesawat udara dipermukaan bandara memakai tenaganya dan bergerak dengan menggunakan roda, tidak termasuk lepas landas dan pendaratan. (b) Lepas landas (*Take off*), adalah fase dalam penerbangan di mana sebuah pesawat udara berpindah dari bergerak di atas permukaan (*runway*) menjadi terbang di udara. (c) Terbang menanjak (*Climb*), adalah proses dimana pesawat mulai terbang dan berakhir hingga memasuki fase terbang jelajah (*cruise*) dan untuk penerbangan ini dibutuhkan gaya dorong (*thrust*) lebih besar dari gaya hambatnya (*drag*). (d) Terbang jelajah (*Cruise*), adalah fase terbang yang paling irit dalam menggunakan bahan bakar dan merupakan sebagian besar perjalanan dalam penerbangan. (e) Terbang menurun (*Descent*), adalah proses dimana pesawat meninggalkan ketinggian yang lebih tinggi menuju ke ketinggian yang lebih rendah daripada ketinggian sebelumnya (biasanya dihitung dalam satuan waktu). (f) Pendekatan (*Approach*), adalah suatu tindakan atau perbuatan untuk mendekat di ruang udara di atas daerah pendekatan (*approach area*) dengan menggerakkan pesawat udara ke arah posisi untuk melaksanakan pendekatan yang akan mendarat. (g) Pendaratan (*Landing*), adalah bagian terakhir dari suatu penerbangan, di mana suatu penerbangan pesawat terbang kembali ke landasan.

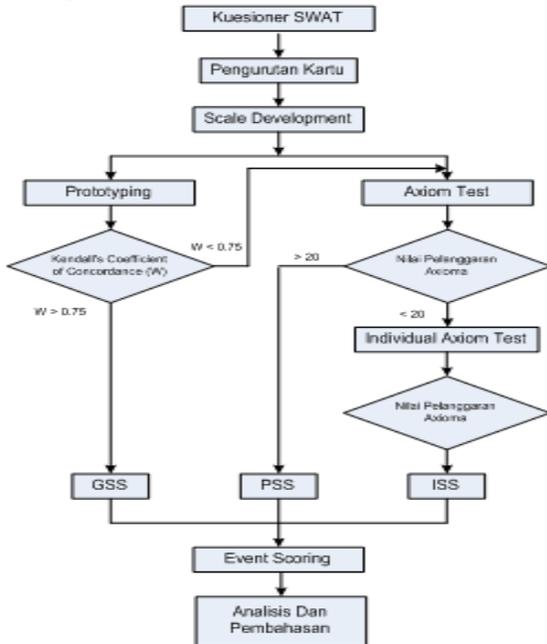
**METODOLOGI PENELITIAN**

**Metode Pengumpulan Data**

Responden dalam penelitian ini adalah pilot pesawat terbang sipil yang menerbangkan pesawat terbang berjadwal (*Aircraft Operation Certificated (AOC) 121*), adapun area penelitian dilakukan di kota Jakarta karena terdapat banyak kantor pusat perusahaan penerbangan berlokasi di Jakarta. Survei dilakukan dengan cara menyebarkan kuesioner SWAT untuk diisi oleh pilot dan dilakukan pada saat pilot tidak dalam kondisi *on duty*. Dalam metode SWAT tidak terdapat acuan jumlah responden yang akan dilakukan dalam penelitian namun diutamakan yang memiliki kesamaan profesi (pilot, dosen, supir, nahkoda). Sampel yang diambil dalam penelitian ini berjumlah 26 responden.

**Metode Pengolahan Data**

Metode analisis SWAT terdiri dari dua tahapan, yaitu tahapan penskalaan (*scale development*) dan tahap penilaian (*event scoring*). Adapun langkah-langkah dalam analisis SWAT adalah sebagai berikut:



**Gambar 1** Langkah analisis SWAT

**Pembuatan Skala (*scale development*)**

Pada tahap ini dilaksanakan pengurutan 27 kartu yang merupakan kombinasi dari ketiga persepsi beban kerja mental dalam SWAT (*Time, Effort, Stress*), sebagai contoh untuk kartu N terdiri dari kombinasi beban kerja 111, yang berarti berisi waktu (T) rendah, usaha mental (E) rendah, dan stress (S) rendah. Sedangkan kartu I terdiri dari kombinasi beban kerja 333 yang berarti berisi waktu (T) tinggi, usaha mental (E) tinggi, dan stress (S) tinggi. 27 kombinasi tingkatan beban kerja mental diurutkan dengan kombinasi dari urutan beban kerja terendah sampai tertinggi berdasarkan intuisi dan preferensi yang diyakini dan dipahami oleh responden dan tidak ada suatu aturan mana yang benar dan salah.

**Tahap Penilaian (*event scoring*)**

Tahap penilaian merupakan tahap pemberian nilai terhadap beban kerja yang dialami oleh responden berkaitan dengan aktivitas yang bersangkutan. Dalam tahap ini responden diminta untuk memberikan penilaian terhadap beban kerja yang terdiri atas waktu (T), usaha mental (E), dan stress (S), dan tiap dimensi mempunyai tiga tingkatan yaitu, rendah (1), sedang (2) dan tinggi (3). Responden diminta untuk menilai aktivitas yang dilakukannya apakah termasuk rendah, sedang atau tinggi untuk tiap dimensi beban kerja. Hasilnya dikonversikan menjadi skala beban kerja yang telah dibuat pada tahap *scale development*, dari hasil konversi ini dapat diketahui apakah aktivitas yang dilakukan oleh responden tergolong ringan, sedang atau berat (Purwaningsih dan Sugiyanto, 2007).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Karakteristik Responden**

Karakteristik responden merupakan alat ukur statistik yang penting dalam suatu populasi penelitian. Adapun karakteristik yang terkumpul melalui pengumpulan kuesioner dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini:

**Tabel 1.** Data Karakteristik Responden

No	Pertanyaan	Pilihan	Jumlah
1	Jenis Kelamin	Pria	26
		Wanita	-
2	Usia	< 30 th	6
		31-40 th	14
		41-50 th	6
		≥ 51 th	-
3	Pendidikan Terakhir	Diploma	6
		Sarjana	10
		Pasca	10
4	Masa kerja	< 10 th	13
		10-20 th	12
		> 20 th	1
5	Klasifikasi	PIC	13
		SIC	13
6	Tipe Rating	PPL	-
		CPL	10
		SCPL	7
		ATPL	9
7	Jam Terbang	< 10.000	24
		10.000-20.000	2
		> 20.000	-
8	Tipe Pesawat	Jet	13
		Propeller	13
9	Jenis Pesawat	Boeing	13
		Airbus	1
		Lainnya*	12

Ket\*: ATR, Embraer, MA 60, Cessna

### Analisis SWAT

Pengumpulan data dengan metode analisis SWAT dilakukan melalui pemakaian kartu-kartu kombinasi beban kerja mental, yaitu berupa lembaran yang dibuat secara khusus dan berjumlah 27 buah, masing-masing merupakan kombinasi tingkatan dari ketiga persepsi beban kerja mental dalam SWAT yaitu *Time* (T), *Effort* (E) dan *Stress* (S). Setelah itu responden (pilot) diminta untuk mengurutkan kartu-kartu tersebut berdasarkan persepsi dari masing-masing responden tentang tingkatan beban kerja dari yang terendah sampai yang tertinggi berdasarkan persepsi yang dipahami oleh responden. Hasil dari aplikasi kuesioner SWAT digunakan sebagai input software SWAT untuk penskalaan (*scale development*) dan penilaian (*event scoring*) yang merupakan langkah penerapan metode analisis SWAT. Pada

penelitian ini fase terbang (*phase of flight*) terdiri dari:

- Lepas landas (*take off*)
- Terbang menanjak (*climb*)
- Terbang jelajah (*cruise*)
- Terbang menurun (*descent*)
- Pendekatan (*approach*)
- Pendaratan (*landing*)

Berdasarkan pengukuran beban kerja mental dengan metode SWAT, pada tahap *Scale Development* akan didapatkan nilai *Kendall's Coefficient of Concordance* (W). Koefisien kesepakatan Kendall (W) bisa dicari dengan rumus:

$$W = \frac{12 \sum Ri^2 - 3n^2k(k+1)^2}{n^2k(k^2-1)}$$

Dimana:

k : jumlah variabel

n : jumlah responden

Ri: jumlah rangking setiap variabel untuk semua responden

Jika nilai koefisien  $\geq 0,75$ , maka data yang digunakan adalah data kelompok (*Group Scaling Solution* (GSS)). Sebaliknya jika nilai koefisien  $< 0,75$  maka dibutuhkan skala akhir yang terpisah, baik berdasarkan *Prototyped Scaling Solution* (PSS) maupun *Individual Scaling Solution* (ISS). Koefisien Kendall yang diperoleh tiap-tiap fase terbang dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut:

<b>Tabel 2.</b> Koefisien Kendall	
<b>Fase Terbang</b>	<b>Koefisien Kendall</b>
<i>Take off</i>	0,8919
<i>Climb</i>	0,8901
<i>Cruise</i>	0,9123
<i>Descent</i>	0,8765
<i>Approach</i>	0,8984
<i>Landing</i>	0,9263

Dari hasil tersebut diatas, didapat nilai koefisien Kendall tiap-tiap fase terbang (fase 1 s/d 6) adalah  $\geq 0,75$ , sehingga dapat dikatakan bahwa indeks kesepakatan dalam penyusunan kartu diantara responden relatif sama dan homogen.

Jika nilai koefisien Kendall lebih kecil dari 0,75 maka data terlalu heterogen dan pengukuran beban kerja mental akan dilakukan perindividu responden (pilot) dimana hasilnya tidak dapat dikatakan mewakili nilai beban kerja mental pilot. Namun meskipun data diolah sebagai kelompok, nilai per individu tetap dapat disajikan.

Langkah selanjutnya adalah menentukan nilai *prototype* untuk tiap-tiap kondisi. Nilai *prototype* menunjukkan dimensi yang paling dominan dirasakan sebagai beban mental oleh responden. Dari hasil pengolahan yang dilakukan dengan menggunakan software SWAT juga diperoleh nilai kepentingan untuk setiap dimensi T (*Time*), E (*Effort*), dan S (*Stress*), hasil analisis menunjukan bahwa pilot bekerja dengan pembagian persentase seperti terlihat pada Tabel 3 sebagai berikut:

**Tabel 3.** Nilai Kepentingan Relatif Setiap Kondisi (%)

Fase Terbang	Dimensi Beban Kerja	Nilai (%)
Take off	Time (T)	66,00
	Effort (E)	22,10
	Stress (S)	11,90
Climb	Time (T)	69,69
	Effort (E)	20,37
	Stress (S)	9,94
Cruise	Time (T)	58,36
	Effort (E)	29,83
	Stress (S)	11,82
Descent	Time (T)	66,62
	Effort (E)	22,70
	Stress (S)	9,68
Approach	Time (T)	64,95

Fase Terbang	Dimensi Beban Kerja	Nilai (%)
Landing	Effort (E)	23,37
	Stress (S)	11,69
	Time (T)	68,85
	Effort (E)	19,24
	Stress (S)	11,91

Dari hasil perhitungan nilai *prototype* menunjukkan bahwa pada seluruh tahap fase terbang, dimensi yang memberikan kontribusi dalam beban kerja mental pilot berturut-turut dari yang terbesar sampai dengan terkecil adalah dimensi waktu (*time*), usaha mental (*effort*), dan stres (*stress*). Tingkatan kepentingan relatif yang paling tinggi adalah dimensi waktu (*time*), hal ini menunjukkan kontribusi paling besar dalam beban kerja mental pilot adalah dimensi waktu (*time*) dalam pelaksanaan fase terbang, dimana dimensi beban waktu tergantung dari ketersediaan waktu dan kemampuan subjek dalam menyelesaikan tugasnya dalam rentang waktu yang telah diberikan. Sedangkan faktor usaha mental (*effort*) dianggap cukup penting dan faktor stres (*stress*) kurang begitu penting dalam menentukan tingkatan beban kerja mental pilot dalam pelaksanaan fase terbang.

Setelah skala SWAT diperoleh maka dapat dilakukan *event scoring* untuk mengetahui beban kerja mental, yaitu dengan cara mengkonversikan SWAT *score* dari responden terhadap SWAT *scale*. Data *event scoring* atau penilaian beban kerja mental pilot jika ditinjau dalam pelaksanaan fase terbang setelah diolah software SWAT disajikan dalam Tabel 4. Pada kolom rata-rata adalah nilai beban mental pilot.

**Tabel 4.** Hasil Konversi Skala SWAT

Responden/ Pilot ke-	Fase Terbang					
	Take off	Climb	Cruise	Descent	Approach	Landing
1	100	52,1	52,5	54,4	56,1	98,8
2	100	52,1	16,8	18,5	56,1	98,8
3	52,9	52,1	52,5	54,4	56,1	55,8
4	52,9	52,1	43,9	54,4	56,1	55,8
5	100	9,5	0	18,5	67,8	98,8
6	100	52,1	52,5	54,4	100	98,8
7	52,9	52,1	43,9	54,4	56,1	55,8
8	88,1	52,1	52,5	45	100	100
9	100	43,9	44,4	45	56,1	98,8

Tabel 4. (Lanjutan)

Responden/ Pilot ke-	Fase Terbang					
	Take off	Climb	Cruise	Descent	Approach	Landing
10	57,9	87,4	85,1	54,4	95,3	64,4
11	87,2	63	52,5	54,7	95,3	98,8
12	70,6	43,9	35,8	45	72,5	64,4
13	95,1	52,1	43,9	54,4	95,3	100
14	100	52,1	52,5	67,1	95,3	98,8
15	100	42,6	8,1	87,1	100	98,8
16	22,1	17,7	44,4	18,7	35,1	64,4
17	100	43,9	44,4	54,4	95,3	100
18	100	52,1	8,1	54,4	60,8	98,8
19	57,8	52,1	52,5	54,4	60,8	54,6
20	52,9	52,1	52,5	54,4	56,1	55,8
21	95,1	43,9	44,4	54,4	100	98,8
22	95,1	52,1	56,2	54,4	95,3	98,8
23	100	52,1	35,8	45,4	60,8	98,8
24	87,2	52,1	44,4	54,4	88,3	89,1
25	82,3	52,1	52,5	87,1	56,1	90,2
26	57,8	52,1	52,5	54,4	60,8	54,6
Rata-rata	81,1	49,3	43,3	51,9	74,1	84,3

Sumber: Hasil pengolahan software SWAT

Dari hasil konversi SWAT *rating* terhadap SWAT *scale* maka dapat diketahui beban kerja masing-masing responden. Beban kerja mental yang dialami responden termasuk dalam kategori rendah jika skala SWAT berada pada nilai 0 sampai 40. Sedangkan apabila SWAT *rating*nya berada pada nilai 41 sampai 60, maka beban kerja orang tersebut berada pada level sedang, dan apabila nilai SWAT *rating*nya berada di nilai 61 sampai 100, maka dapat dikatakan bahwa beban kerjanya tinggi (*overload*). Berdasarkan Tabel 2 diatas dapat diketahui besaran nilai beban kerja mental pilot dari tiap-tiap tahapan fase terbang, dimana jika dijabarkan adalah sebagai berikut: (a) Fase *take off*, beban kerja mental tertinggi dialami oleh responden ke- 1, 2, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 21, 22, 23, 24 dan 25 karena nilai beban kerja mental berada pada interval 61-100. Sedangkan untuk responden ke – 3, 4, 7, 10, 19, 20 dan 26 dikategorikan dalam beban kerja pada level sedang karena nilai beban kerja mental berada pada interval 41-60. Sementara untuk responden ke – 16 dikategorikan dalam beban kerja pada level rendah karena nilai beban kerja mental berada pada interval 0-40. (b) Fase *climb*, beban mental kerja tertinggi dialami oleh responden ke- 10 dan 11 karena nilai beban kerja mental berada pada interval 61-100. Sedangkan untuk responden ke – 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21,

22, 23, 24, 25 dan 26 dikategorikan dalam beban kerja pada level sedang karena nilai beban kerja mental berada pada interval 41-60. Sementara untuk responden ke – 5 dan 16 dikategorikan dalam beban kerja pada level rendah karena nilai beban kerja mental berada pada interval 0-40. (c) Fase *cruise*, beban mental kerja tertinggi dialami oleh responden ke- 10 karena nilai beban kerja mental berada pada interval 61-100. Sedangkan untuk responden ke – 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 25 dan 26 dikategorikan dalam beban kerja pada level sedang karena nilai beban kerja mental berada pada interval 41-60. Sementara untuk responden ke – 2, 5, 15, 18 dan 23 dikategorikan dalam beban kerja pada level rendah karena nilai beban kerja mental berada pada interval 0-40. (d) Fase *descent*, beban mental kerja tertinggi dialami oleh responden ke- 14, 15 dan 25 karena nilai beban kerja mental berada pada interval 61-100. Sedangkan untuk responden ke– 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 dan 26 dikategorikan dalam beban kerja pada level sedang karena nilai beban kerja mental berada pada interval 41-60. Sementara untuk responden ke – 2, 5 dan 16 dikategorikan dalam beban kerja pada level rendah karena nilai beban kerja mental berada pada interval 0-40. (e) Fase *approach*, beban mental kerja tertinggi dialami oleh responden ke- 5, 6, 8, 10, 11, 12,

13, 14, 15, 17, 21, 22 dan 24 karena nilai beban kerja mental berada pada interval 61-100. Sedangkan untuk responden ke- 1, 2, 3, 4, 7, 9, 18, 19, 20, 23, 25 dan 26 dikategorikan dalam beban kerja pada level sedang karena nilai beban kerja mental berada pada interval 41-60. Sementara untuk responden ke- 16 dikategorikan dalam beban kerja pada level rendah karena nilai beban kerja mental berada pada interval 0-40. (f) Fase *landing*, beban mental kerja tertinggi dialami oleh responden ke- 1, 2, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24 dan 25 karena nilai beban kerja mental berada pada interval 61-100. Sedangkan untuk responden pilot ke- 3, 4, 7, 19, 20 dan 26 dikategorikan dalam beban kerja pada level sedang karena nilai beban kerja mental berada pada interval 41-60.

Sementara itu untuk mengetahui tahapan dari fase terbang mana yang memiliki nilai beban mental tertinggi untuk seluruh responden pilot adalah dengan mengetahui beban kerja rata-rata dari setiap fase terbang. Dan kondisi yang paling terbebani adalah kondisi interaksi dari level tiap faktor dengan rata-rata (*mean*) beban kerja mental (*mental workload*) yang paling besar.

**Tabel 5. Kondisi Paling Terbebani**

Fase Terbang	Mean Beban Kerja
Lepas landas ( <i>Take off</i> )	81,1
Terbang menanjak ( <i>Climb</i> )	49,3
Terbang jelajah ( <i>Cruise</i> )	43,3
Terbang menurun ( <i>Descent</i> )	51,9
Pendekatan ( <i>Approach</i> )	74,1
Mendarat ( <i>Landing</i> )	84,3 *

Pada Tabel 5, angka yang bertanda bintang (\*) merupakan level dengan beban tertinggi dalam pelaksanaan fase terbang. Dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai beban kerja mental pilot akan meningkat (level tertinggi) atau beban mental pilot tertinggi apabila dihadapkan pada saat pesawat akan melakukan fase pendaratan (*landing*), berturut-turut disusul dengan fase lepas landas (*take off*), fase pendekatan (*approach*), fase terbang menurun (*descent*), fase terbang menanjak (*climb*) dan yang terendah adalah pada saat pesawat melaksanakan fase terbang jelajah (*cruise*).

Fase *landing* memiliki nilai beban kerja tertinggi hal ini dikarenakan fakta bahwa fase *landing* adalah fase yang terjadi dekat dengan tanah (*near the ground*) sehingga mengakibatkan resiko yang lebih besar dalam hal keselamatan. Proses pendaratan pesawat atau *landing* adalah proses perpindahan ruang dari satu area/dimensi ke area/dimensi yang lain, dalam hal ini adalah perpindahan pesawat dari ruang area/dimensi angkasa yang bersifat tidak terbatas ke ruang area/dimensi yang jauh lebih terbatas yakni didarat. Selain itu pada tahap ini juga banyak prosedur penggantian pengoperasian pesawat (*aircraft configuration*) yang harus dilakukan oleh pilot. Tingkat kompleksitas berbagai sistem yang harus dioperasikan oleh pilot akan mempengaruhi pula beban kerja mental, sehingga kemungkinan terjadinya kesalahan (*error*) dapat meningkat. Hal lain yang dapat diamati dan terjadi pada tahap ini adalah kecenderungan terjadinya kesalahan-kesalahan (*error*) yang muncul bila seorang pilot mulai mendekati atau memasuki tempat pendaratan, efek ini sering disebut "*end deterioration*". (Dhenin, et al. 1978, dalam Mustopo, 2011), dimana penjabaran dari efek ini adalah kelelahan penerbangan yang tak tertahan lagi untuk beristirahat atau relaks saat pesawat terbang mendekati akhir pendaratan. Dalam suatu penerbangan yang penuh dengan kondisi yang memungkinkan seorang pilot stres dan tertekan, pada suatu titik tertentu seorang pilot akan mengalami kelelahan dan keinginan yang sangat (besar) untuk beristirahat, apabila keinginan tersebut tak dapat terbendung lagi maka akan menyebabkan seorang pilot ingin cepat-cepat sampai di tempat tujuan akhir penerbangan, dimana konsekuensi dari hal tersebut adalah menurunnya tingkat kewaspadaan dan kesiagaan dari pilot itu sendiri.

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, diketahui bahwa beban kerja mental keseluruhan pilot dikategorikan dalam kategori beban kerja tinggi (*overload*), dimana jika dijabarkan beban kerja mental pilot akan meningkat (level tertinggi) apabila dihadapkan pada saat pesawat akan melakukan prosedur pendaratan (*landing*). Beban kerja mental yang terlalu tinggi (*overload*) merupakan stresor penting dalam penerbangan yang dapat memberikan dampak negatif bagi tingkat kelelahan (*fatigue*). Seperti diketahui

bahwa salah satu penyebab utama kecelakaan pesawat terbang yang disebabkan oleh manusia adalah karena faktor stres dan kelelahan (*fatigue*) yang melanda seorang pilot. Manifestasi *fatigue* dapat berupa perasaan letih (*feeling of tiredness*) atau menurunnya kinerja (*drop performance*) yang apabila tidak diperhatikan dapat menjadi sumber terjadinya suatu kecelakaan pesawat terbang (Mustopo, 2012).

## KESIMPULAN & SARAN

Berdasarkan dari hasil analisis yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut: (a) Secara keseluruhan, tingkatan kepentingan relatif yang paling tinggi adalah dimensi beban waktu (*time*), maka semua subyek mempunyai kesepakatan dan menganggap bahwa faktor beban waktu (*time*) merupakan faktor yang paling penting dalam menentukan tingkatan beban kerja mental pilot saat melaksanakan tahapan fase terbang (*phase of flight*). (b) Dapat disimpulkan bahwa nilai beban kerja mental pilot akan meningkat (level tertinggi) atau beban mental pilot tertinggi apabila dihadapkan pada saat pesawat akan melakukan fase pendaratan (*landing*), berturut-turut disusul dengan fase lepas landas (*take off*), fase pendekatan (*approach*), fase terbang menurun (*descent*), fase terbang menanjak (*climb*) dan yang terendah adalah pada saat pesawat melaksanakan fase terbang jelajah (*cruise*).

Sementara itu hal yang patut disarankan untuk penelitian semacam ini adalah: (a) Penggunaan fasilitas simulator terbang (*flight simulator*) dapat diaplikasikan dalam penelitian ini sehingga diharapkan hasil yang didapat akan mendekati kenyataan. (b) Dalam penelitian selanjutnya dapat dilakukan penelitian pengembangan dengan membandingkan dengan data resmi kecelakaan pesawat terbang yang terjadi di Indonesia. (c) Perlu dilakukan pengembangan terhadap faktor lain yang dapat mengakibatkan terjadinya kecelakaan pesawat terbang.

## DAFTAR PUSTAKA

- ICAO, 2001, *Annex 13 Aircraft Accident and Incident Investigation – Ninth Edition*, International Civil Aviation Organization, Montreal, Canada.
- ICAO, 2006, *Annex 1 Personnel Licensing–Tenth Edition*, International Civil Aviation Organization, Montreal, Canada.
- ICAO, 2006, *Phase of Flight Definitions and Usage Notes Version 1.0.1*, International Civil Aviation Organization, Montreal, Canada.
- Mustopo, W. I., 2011, *Keselamatan Penerbangan dan Aspek Psikologis “Fatigue”*, Jurnal Psikobuana, Vol. 3, No. 2.
- Mustopo, W. I., 2012, *Faktor Psikologi Pada Fatigue dan Konsekuensinya Terhadap Keselamatan Penerbangan*.
- Purwaningsih, S., & Sugiyanto, A., 2007, *Analisis Beban Kerja Mental Dosen Teknik Industri Undip Dengan Metode Subjective Workload Assessment Technique (SWAT)*, J@TI Undip, Vol II, No 2.
- Reid, G.B., 1989, *Subjective Workload Assessment Technique (SWAT): A user’s Guide (U)*, Armstrong Aerospace Medical Research Laboratory, Ohio.
- Sheridan, T.B., & Simpson, R.W., 1979, *Toward The Definition and Measurement of The Mental Workload of Transport Pilots (FTL Report R79-4)*, Cambridge, MA: Flight Transportation Laboratory.
- Wignjosoebroto, S., & Zaini, P., 2007, *Studi Aplikasi Ergonomi Kognitif Untuk Beban Kerja Mental Pilot Dalam Pelaksanaan Prosedur Pengendalian Pesawat Dengan Metode “SWAT”*.
- \_\_\_\_\_, *Civil Aviation Safety Regulation (CASR) 20*.